

УДК 613.3+614.7

**САНИТАРНО-ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ГОРНОРУДНЫХ
ТЕРРИТОРИЙ И ОЦЕНКА РИСКА ЗДОРОВЬЮ НАСЕЛЕНИЯ ОТ ВОЗДЕЙСТВИЯ
НЕБЛАГОПРИЯТНЫХ ФАКТОРОВ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ**

**Бакиров А.Б.¹, Валеев Т.К.¹, Сулейманов Р.А.¹, Бактыбаева З.Б.¹, Рахматуллин Н.Р.¹,
Аллаярова Г.Р.¹, Степанов Е.Г.², Давлетнуров Н.Х.², Иванов Д.Е.³, Даукаев Р.А.¹**

1 - ФБУН «Уфимский НИИ медицины труда и экологии человека», Уфа, Россия,

2 - Управление Роспотребнадзора по Республике Башкортостан, Уфа, Россия,

³ФБУН «Саратовский НИИ сельской гигиены», Саратов, Россия

В статье приводятся результаты анализа эколого-гигиенической ситуации территорий с развитой горнорудной промышленностью. Представлены данные мониторинга по загрязнению почвенного покрова, питьевых водоисточников в районах размещения крупных горнорудных комплексов России. Результаты исследований, проведенных на примере горнодобывающих территорий Башкортостана, свидетельствуют, что питьевые воды отдельных источников водоснабжения не отвечают гигиеническим требованиям по показателям жесткости, содержанию железа, марганца, кальция, магния, нитратов, кадмия, хрома. В почвенном покрове обнаружено превышение гигиенических нормативов меди, цинка, хрома, кадмия, мышьяка, никеля. В отдельных пробах пищевых продуктов (молоко, мясо крупнорогатого скота, продукция растениеводства), произведенных на горнорудных территориях, регистрируется повышенный уровень хрома, никеля, меди, цинка, кадмия, свинца, ртути. Проведенные расчеты по оценке рисков здоровью населения, связанных с экспозицией токсикантов, содержащихся в питьевой воде и пищевых продуктах, обуславливают повышенную вероятность развития канцерогенезов и патологических изменений со стороны отдельных органов и систем организма. Основными компонентами, формирующими повышенные риски, являются: мышьяк, хром, нитраты, железо, медь. По результатам исследований разработан комплекс мероприятий по снижению загрязнения атмосферного воздуха, почвенного покрова, источников питьевого водоснабжения.

Ключевые слова: водные объекты, почвенный покров, пищевые продукты, атмосферный воздух, горнорудные территории, загрязнение, промышленные отходы, химические вещества, риск здоровью населения, территории месторождения руд

Авторы заявляют об отсутствии возможных конфликтов интересов.

SANITARY-HYGIENIC CHARACTERISTICS OF THE MINING AREAS AND EVALUATION OF THE HEALTH RISK FROM EXPOSURE TO ADVERSE ENVIRONMENTAL FACTORS

Bakirov A.B.¹, Valeev T.K.¹, Suleimanov R.A.¹, Baktybaeva Z.B.¹, Rakhmatullin N.R.¹,
Allayarova G.R.¹, Stepanov E.G.², Davletyarov N.Kh.², Ivanov D.E.³, Daukaev R.A.¹

1 - Ufa Research Institute of Occupational Health and Human Ecology, Ufa, Russia,

2 - Department of Rospotrebnadzor in the Republic of Bashkortostan, Ufa, Russia,

3 - Saratov Scientific-Research Institute of Rural Hygiene, Saratov, Russia

The article presents results of the analysis of the environmental and hygienic situation in the areas with developed mining industry. Monitoring data on contamination of soil cover, drinking water sources in the areas of large mining complexes of Russia are presented. The results of studies conducted at the basis of mining areas of Bashkortostan indicate that the drinking water of individual water sources do not meet hygienic requirements in terms of hardness, concentration of iron, manganese, calcium, magnesium, nitrates, cadmium, chromium. In soil cover there is an excess of hygienic standards of copper, zinc, chromium, cadmium, arsenic, nickel. In certain foodstuff samples (milk, meat, vegetables) produced in the mining areas, an elevated level of chromium, nickel, copper, zinc, cadmium, lead, mercury is registered. The calculations carried out to assess health risks associated with exposure to toxicants contained in drinking water and food products, cause an increased likelihood of carcinogenesis and pathological changes in human organs and systems of the body. The main components of increased risks are: arsenic, chromium, nitrates, iron, copper. Based on the results obtained a complex of measures for reducing pollution of atmospheric air, soil and sources of drinking water has been developed.

Key words: water bodies, soil, food, air, mining areas, pollution, industrial waste, chemicals, human health risk, areas of ore deposits

Authors declare lack of the possible conflicts of interests.

Введение. На территориях размещения предприятий черной и цветной металлургии во многих регионах Российской Федерации (РФ) наблюдается неблагоприятная эколого-гигиеническая обстановка, связанная как с выбросами токсичных соединений в атмосферу, так и с загрязнением водных объектов и почвы сточными водами и промышленными отходами. Деятельность предприятий горнодобывающей отрасли сопряжена с образованием больших объемов отходов, содержащих цинк, медь, мышьяк, свинец, марганец, кадмий, ртуть, хром и др. Так, на Урале общее количество отходов достигает более 10 млрд. тонн. Значительный объем накопленных отходов на ограниченных территориях создает напряженную экологическую ситуацию в районах расположения (и за ее пределами) предприятий отрасли. При этом одними из наиболее уязвимых элементов ландшафта являются водные объекты, используемые для питьевых и хозяйственно-бытовых нужд населения, рыбохозяйственных целей и рекреации, почва и произрастающие на ней сельскохозяйственные культуры. Заболеваемость населения, проживающего в регионах с развитой горнорудной промышленностью, является повышенной по целому ряду классов болезней и отдельных нозологий. В структуре заболеваемости населения

наиболее значимыми являются болезни системы кровообращения, мочеполовой системы, органов пищеварения [1, 15].

Горнорудная промышленность России представляет собой комплекс отраслей, занимающихся добычей и обогащением различных видов рудного сырья (железных руд, руд цветных металлов, драгоценных и редкоземельных металлов). Основные месторождения железа сконцентрированы на западных и северо-западных территориях РФ (Курской, Белгородской, Мурманской областей, Республики Карелии), центральной территории (Тульской, Липецкой областей), территориях Уральского региона (Свердловской, Челябинской областей, Республики Башкортостан), Сибирского и Дальневосточного регионов (Красноярского края, Республики Хакасии, Кемеровской, Иркутской и Амурской областей). Месторождения медных и марганцевых руд расположены на территориях Урала (Свердловской, Челябинской, Оренбургской областей, Республики Башкортостан), Восточной Сибири (Красноярского края, Читинской области), Северного Кавказа (Ставропольского края). Месторождения никеля, кобальта, хрома – на территориях Пермского и Красноярского краев, Мурманской, Оренбургской, Челябинской и Свердловской областей, Республики Башкортостан, а полиметаллических руд – Урала, Восточной и Западной Сибири (Забайкалья, Алтайского края), Дальнего Востока (Приморского края).

Цель исследования: оценка риска здоровью населения горнорудных территорий от воздействия неблагоприятных факторов окружающей среды с последующим обоснованием гигиенических рекомендаций направленных на снижение загрязнения почвенного покрова и источников питьевого водоснабжения.

Материал, объекты и методы исследований. В работе был использован комплекс современных санитарно-гигиенических, эпидемиологических, химико-аналитических и статистических методов исследований.

Анализ эколого-гигиенической ситуации территорий РФ проведен по данным государственных докладов Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека и Министерства природных ресурсов и экологии РФ. [2-11].

Санитарно-гигиеническая характеристика горнорудных территорий с оценкой риска здоровью населения от воздействия неблагоприятных факторов окружающей среды проведена на примере Республики Башкортостан (РБ).

Качество проб питьевой воды, почвы, пищевых продуктов, отобранных на горнорудных территориях Башкортостана, оценивали по результатам исследований химико-аналитического отдела ФБУН «Уфимский НИИ медицины труда и экологии человека» (зав. отделом к.б.н. Даукаев Р.А., зав. лабораторией к.б.н. Аллаярова Г.Р.), а также данным мониторинговых наблюдений Управления Роспотребнадзора по РБ. Оценка степени загрязнения исследуемых объектов проводилась по результатам анализа с использованием гигиенических нормативов. Для определения экспозиции качества питьевой воды, пищевых продуктов и почвы при оценке канцерогенных и неканцерогенных эффектов проведен расчет средних концентраций с 95%-ной вероятностной обеспеченности.

Расчеты и анализ риска для здоровья населения, проживающего на исследуемых территориях, проводились в соответствии с Руководством Р2.1.10.1920-04 «Оценка риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду» [12].

Статистическая обработка полученных данных проводилась с помощью пакета прикладных программ MS Excel XP.

Результаты исследований и их обсуждение. Анализ существующей информации и собственные наблюдения показывают, что основными источниками техногенного воздействия на среду обитания человека являются предприятия и объекты, связанные с добычей и обогащением полезных ископаемых: карьеры, шахты, рудники, обогатительные фабрики, отвалы пустых пород, склады полуфабрикатов и готовой продукции, хвостохранилища, пруды-отстойники, гидроотвалы, трубопроводы и каналы сбора рудничных, шахтных, дренажных вод и др.

Материалы исследований учреждений Роспотребнадзора и природоохранных органов по отдельным территориям РФ свидетельствуют, что почвенный покров и питьевые воды горнорудных районов загрязнены широким спектром металлов.

Результаты наблюдений за 2006-2015 гг. показали, что к опасной категории загрязнения почв металлами относятся почвы территорий Иркутской области (Свирск, Слюдянка), Приморского края (пос. Рудная пристань), Свердловской области (г. Ревда, Реж, Кировград). Приоритетными металлами на этих территориях являются свинец, медь, цинк, кадмий, никель, кобальт. К территориям с умеренно опасным загрязнением почвенного покрова относятся отдельные участки городов – Медногорска (Оренбургской области), Дальнегорска (Приморского края), Асбест, Верхняя Пышма, Нижний Тагил (Свердловской области), Баймак, Белорецк, Сибай, Учалы (Республики Башкортостан).

Процент неудовлетворительных проб по содержанию тяжелых металлов в почве горнопромышленных районов Свердловской области в 2016 году составил 23,1% (селитебные территории – 21,9%), Иркутской области – 14,5%, Приморском крае – до 28%, Красноярском крае – 15,2%. В Челябинской области наиболее значительное превышение гигиенических нормативов в почвенном покрове регистрируется на территориях Верхнего Уфалея (мышьяк – 16,7% проб, никель – 100% проб, свинец – 100% проб, цинк – 50% проб), Карабаша (медь – 75% проб, никель – 50% проб, свинец – 100% проб, цинк – 50% проб).

В 2016 году доля проб воды источников централизованного водоснабжения, не соответствующих гигиеническим нормативам по санитарно-химическим показателям, составили в Красноярском крае – до 60%, Кемеровской области – до 35,4%, Приморском крае – до 26,5%, Иркутской области – до 19%. На территориях Курской и Белгородской областей, в зонах влияния Михайловского и Лебединского горно-обогатительных комбинатов, питьевые воды характеризуются повышенным содержанием железа, марганца. В отдельных пробах питьевых вод городов Златоуст, Кыштым, Карабаш, Верхний Уфалей Челябинской области регистрируется превышение ПДК по железу, марганцу, магнию, алюминию и др.

Результаты углубленных санитарно-гигиенических исследований, проведенных на примере отдельных территорий Башкортостана, также свидетельствуют о существующем влиянии объектов горнорудной промышленности на качество окружающей среды.

Установлено, что питьевые воды горнорудных территорий характеризуются средней жесткостью, повышенным содержанием железа, марганца (до 3,0 ПДК), умеренным содержанием цинка, меди, свинца, хрома, кадмия, нитратов, сульфатов. Качество воды централизованных источников водоснабжения крупных населенных пунктов в целом соответствует требованиям СанПиН 2.1.4.1074-01 [14]. Вода, используемая для хозяйственно-питьевых целей из источников нецентрализованного водоснабжения, на отдельных территориях не отвечает требованиям СанПиН 2.1.4.1175-02 [13] по показателям жесткости, содержанию железа, марганца, кальция, магния, нитратов, кадмия, хрома.

Кроме того, подземные воды на большей части горнорудных территорий РБ, не удовлетворяют нормативу физиологической полноценности по содержанию фторид-ионов.

В условиях повышенного уровня загрязнения почвы тяжелыми металлами проживает более 200 тыс. человек. В почвенном покрове горнорудных территорий РБ, в среднем, обнаружено превышение ПДК меди (в 1,8 раза), цинка (в 2,0 раза), хрома (в 1,9 раза), кадмия (в 1,8 раза), мышьяка (в 1,4 раза), никеля (в 1,3 раза). Максимальные концентрации элементов в почве отмечены на расстоянии до 5,0 км от основных источников загрязнения предприятий горнорудной промышленности по всем румбам. Эти территории могут быть отнесены к опасной категории загрязнения почв.

В отдельных пробах пищевых продуктов, произведенных на горнорудных территориях и прилегающих к ним участках, обнаружен повышенный уровень хрома, никеля, меди, цинка, кадмия, свинца, ртути. Высокий уровень накопления в молоке отмечен по хромю (до 1,7 ПДУ), никелю (до 4,0 ПДУ), меди (1,4-2,5 ПДУ), свинцу (до 1,2 ПДУ) и ртути (до 1,2 ПДУ). В мясе крупнорогатого скота установлены повышенные уровни содержания хрома (до 2,5 ПДУ), никеля (до 4,5 ПДУ) и цинка (до 1,2 ПДУ). В продукции растениеводства (картофель, морковь, свекла, зерновые культуры) также отмечено превышение допустимых уровней по хромю, никелю, кадмию, свинцу и цинку.

Установлены статистически достоверные ($p < 0,05$) корреляционные связи между содержанием валовой формы металлов в почве и содержанием в корнеплодах мышьяка ($r=0,84$), меди ($r=0,56$), цинка ($r=0,49$) и кадмия ($r=0,42$), а в зерновых культурах цинка ($r=0,74$) и меди ($r=0,58$). Определены также и корреляционные связи между содержанием подвижной формы металлов в почве и содержанием в корнеплодах: по цинку ($r=0,67$) и хромю ($r=0,50$), в зерновых культурах – по цинку ($r=0,81$) и меди ($r=0,65$).

Результаты оценки неканцерогенного риска, обусловленного экспозицией токсикантов, содержащихся в питьевой воде и пищевых продуктах, свидетельствуют, что для населения горнорудных территорий РБ существует повышенная вероятность развития неблагоприятных эффектов со стороны отдельных органов и систем организма (таблица). Основными компонентами, формирующими повышенные риски, являются: мышьяк, шестивалентный хром, нитраты, железо, медь.

Неканцерогенный риск, связанный с поступлением в организм тяжелых металлов, содержащихся в почве, не превышает допустимого значения ($HI < 1,0$).

Значения уровней суммарных индивидуальных канцерогенных рисков здоровью населения исследуемых территорий от поступления канцерогеноопасных веществ с питьевой водой составили до $9,4E-04$, пищевыми продуктами – до $3,2E-04$, что в соответствии с Р 2.1.10.1920-04 относится к третьему диапазону (не приемлемый уровень риска для населения). Канцерогенные риски от экспозиции веществ с питьевой водой, обусловлены в первую очередь мышьяком (68%) и шестивалентным хромом (27%), с пищевыми продуктами – шестивалентным хромом (76,5%). Уровень популяционного канцерогенного риска для населения горнорудных территорий РБ составил 353 случая злокачественных новообразований на 375168 человек.

Таблица

Неканцерогенный риск, связанный с содержанием токсикантов, содержащихся в питьевой воде и пищевых продуктах, на отдельных территориях РБ

Критические органы и системы	Индекс опасности фактора риска, НИ		Суммарный неканцерогенный риск	Вклад в суммарный неканцерогенный риск, %	
	Питьевая вода	Пищевые продукты		Питьевая вода	Пищевые продукты
Сердечно-сосудистая система	3,05	1,05	4,1	74,4	25,6
Желудочно-кишечный тракт	2,1	1,7	3,8	55,3	44,7
Центральная нервная система	2,7	1,0	3,7	73,0	27,0
Иммунная система	2,3	1,3	3,6	63,9	36,1
Кожа	2,7	1,0	3,7	73,0	27,0
Печень, почки	0,3	1,1	1,4	21,4	78,6

Полученные материалы о состоянии загрязнения объектов окружающей среды с расчетом рисков их воздействия на здоровье населения горнорудных территорий свидетельствуют о необходимости разработки и проведения комплекса мероприятий, направленных на снижение загрязнения почвенного покрова и источников питьевого водоснабжения.

Заключение. Выполненные исследования позволили оценить существующую эколого-гигиеническую ситуацию на территориях размещения предприятий горнорудной отрасли и обосновать комплекс мероприятий по снижению загрязнения атмосферного воздуха, почвенного покрова, источников питьевого водоснабжения.

Предлагаемый комплекс рекомендаций включает систему мероприятий, как предохранительного характера, предусматривающих максимально возможное и технически осуществимое сокращение прямого и косвенного воздействия предприятий рудодобывающей и перерабатывающей промышленности на объекты окружающей среды, так и восстановительного характера – направленных на установление последствий негативного воздействия источников загрязнения на водные объекты и почвенный покров:

- активизация научно-просветительской деятельности среди населения, направленной на формирование общественного мнения и правильного понимания сложившейся экологической ситуации;

- включение приоритетных показателей в план лабораторных исследований питьевой воды и почвенного покрова в рамках социально-гигиенического мониторинга на горнорудных территориях;

- усиление контроля за эффективностью работы газопылеулавливающих сооружений, эксплуатацией хвостохранилищ и шламонакопителей, состоянием загрязнения атмосферного воздуха, почвенного покрова, источников питьевого водоснабжения;

- осуществление контроля за инвентаризацией источников водоснабжения и водопроводов по техническому состоянию систем водоснабжения и качественному составу питьевой воды на территориях муниципальных образований;

- оценка санитарной надежности существующих и вновь вводимых в эксплуатацию систем водоснабжения;

- осуществление контроля за соблюдением гигиенических регламентов обустройства загрязненных родников (организация зон санитарной охраны, очистка окружающей территории) и обеспечение удобного и беспрепятственного доступа в соответствии с требованиями СанПиН 2.1.4.1175-02 [13];

- контроль за организацией строительства объектов питьевого водоснабжения в населенных пунктах, испытывающих дефицит доброкачественной питьевой воды;

- осуществление контроля за обеспечением объектов социальной значимости (школы, детские дошкольные учреждения, больницы и др.) локальными установками очистки и обеззараживания воды;

- контроль за устранением и уменьшением сбросов сточных и рудничных вод в гидрографическую сеть;

- осуществление контроля за организацией дренажной системы с биологической очисткой на полях фильтрации для эффективной очистки поверхностных стоков с хвостохранилищ;

- надзор за созданием сети наблюдательных скважин для мониторинга подземных вод на действующих, законсервированных и ликвидируемых горнорудных предприятиях, отвалах, шламонакопителях, хвостохранилищах, отстойниках и других сооружениях;

- координация работ по составлению программ производственного контроля и планов лабораторных исследований в соответствии с требованиями СанПиН 2.1.4.1074-01 [14];

- осуществление контролирующей и надзорной деятельности за реализацией мероприятий на объектах рудодобывающей и перерабатывающей промышленности (по организации эффективного сбора, комплексной переработки и утилизации отходов обогатительных производств (хвостов обогащения, отвалов); по проведению консервации объектов хранения отходов (отвалов вскрышных пород и некондиционных руд), не представляющих интереса в качестве источника сырья в ближайшие годы; по ограничению площадей и объемов открытого хранения и перевозки рудного сырья; по инженерной защите горных выработок от поверхностных и подземных стоков; по отсыпке новых отвалов и хвостов на гидроизолирующее основание; по проведению биологической рекультивации на отвалах и хвостохранилищах с применением агротехнических приемов).

- организация взаимодействия с представителями предприятий черной и цветной металлургии для получения информации о результатах лабораторных исследований проб воды из водоисточников в районе их деятельности.

Финансирование и благодарности. В статье содержится описание исследований, проведенных при финансовой поддержке гранта РГНФ № 17-16-02010 «Эколого-

гигиеническое обоснование канцерогенных рисков здоровью населения Республики Башкортостан от загрязнения объектов окружающей среды».

Список литературы:

1. Эколого-гигиеническая оценка качества питьевой воды Республики Башкортостан /А.Б. Бакиров, Р.А. Сулейманов, Т.К. Валеев, З.Б. Бактыбаева, Н.Р. Рахматуллин, Н.Н. Егорова, Е.Г. Степанов, Н.Х. Давлетнуров, Л.О. Кильдюшова, Д.А. Сырыгина //Медицина труда и экология человека. – 2017. - № 3. – С. 5 - 13.
2. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2015 году». – М.: Минприроды России., НИИ-Природа, 2016. – 639 с.
3. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Белгородской области в 2016 году: Государственный доклад. – Белгород, 2017.– 284 с.
4. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Свердловской области в 2016 году: Государственный доклад. – Екатеринбург, 2017. – 260 с.
5. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Иркутской области в 2016 году: Государственный доклад. – Иркутск, 2017. – 284 с.
6. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Кемеровской области в 2016 году: Государственный доклад. – Кемерово, 2017.–309 с.
7. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Красноярском крае в 2016 году: Государственный доклад. – Красноярск, 2017.– 307 с.
8. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Курской области в 2016 году: Государственный доклад. – Курск, 2017.– 287 с.
9. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Оренбургской области в 2016 году: Государственный доклад.– Оренбург, 2017.–252 с.
10. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Приморском крае в 2016 году: Государственный доклад. – Владивосток, 2017. – 285 с.
11. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Челябинской области в 2016 году: Государственный доклад.– Челябинск, 2017.–277 с.
12. Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду. – М.: Федеральный центр Госсанэпиднадзора Минздрава России, 2004. – 143 с.
13. СанПиН 2.1.4.1175-02. «Гигиенические требования к качеству воды нецентрализованного водоснабжения. Санитарная охрана источников».
14. СанПиН 2.1.4.1074-01. «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества. Гигиенические требования к обеспечению безопасности систем горячего водоснабжения» (с изменениями).
15. Оценка риска здоровью населения горнорудных территорий Башкортостана, связанного с качеством питьевого водоснабжения / Р.А. Сулейманов, А.Б. Бакиров, Т.К. Валеев, Н.Р. Рахматуллин, З. Б. Бактыбаева, Р.А. Даукаев, Н.Н. Егорова //Анализ риска здоровью. – 2016. - № 4 (16). – С. 64 - 71

Поступила/Received: 01.03.2018

Принята в печать/Accepted: 19.03.2018