

СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ

УДК 57.044:614.7

DOI: 10.21782/GIPR0206-1619-2016-6(99-103)

Н. В. ЕФИМОВА^{1,2}, И. В. МЫЛЬНИКОВА^{1,2}, В. В. ПАРАМОНОВ³, М. В. КУЗЬМИНА⁴,
В. И. ГРЕБЕНЩИКОВА^{1,5}

¹ Иркутский научный центр СО РАН, 664033, Иркутск, ул. Лермонтова, 134, Россия, medecolab@inbox.ru, 71miv@rambler.ru

² Восточно-Сибирский институт медико-экологических исследований, 665827, Ангарск, а/я 1170, Иркутская обл., Россия

³ Институт динамики систем и теории управления им. В. М. Матросова СО РАН, 664033, Иркутск, ул. Лермонтова, 134, Россия, slv@icc.ru

⁴ Центр гигиены и эпидемиологии в Иркутской области,

664033, Иркутск, ул. Трилиссера, 51, Россия, sgm@sesoirk.irkutsk.ru

⁵ Институт геохимии им. А. П. Виноградова СО РАН, 664033, Иркутск, ул. Фаворского, 1, Россия, vgreb@igc.irk.ru

ОЦЕНКА ХИМИЧЕСКОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ И РИСКА ДЛЯ ЗДОРОВЬЯ НАСЕЛЕНИЯ ИРКУТСКОЙ ОБЛАСТИ

Представлены данные о специфике химического загрязнения атмосферного воздуха, почвы, питьевой воды сельских и урбанизированных территорий Иркутской области. Полученные материалы составили основу «Информационно-аналитической базы данных: Оценка медико-экологической обстановки и выявление зон высокого риска на территории Байкальского региона». К числу приоритетных контаминантов атмосферного воздуха урбанизированных территорий относятся: бенз(а)пирен, формальдегид, взвешенные вещества, диоксид азота. Не отвечающее гигиеническим требованиям качество питьевой воды чаще регистрируется в сельских населенных пунктах, что связано с природным повышенным содержанием железа, марганца и антропогенным загрязнением соединениями азота. Содержание химических элементов в почве населенных мест не превышает ПДК, но в зоне влияния предприятий цветной металлургии сформировались зоны техногенного загрязнения, в которых значительно превышено фоновое содержание контаминантов. Рассчитаны уровни агрегированного системного токсического риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих объекты среды обитания (атмосферный воздух, питьевую воду, почвенный покров). Установлено, что значительный вклад в агрегированный токсический риск вносят химические вещества, поступающие в организм ингаляционным путем. Риск системных токсических эффектов при ингаляционном воздействии химических веществ на урбанизированных территориях оценивается как «высокий». К числу наиболее загрязненных территорий по суммарному риску для здоровья относятся города: Братск, Иркутск, Усолье-Сибирское, Шелехов. Величина агрегированного риска на сельских территориях региона соответствует допустимому уровню.

Ключевые слова: Иркутская область, химические вещества, загрязнение, окружающая среда, агрегированный риск для здоровья населения.

N. V. EFIMOVA^{1,2}, I. V. MYL'NIKOVA^{1,2}, V. V. PARAMONOV³, M. V. KUZ'MINA⁴, AND V. I. GREBENSHCHIKOVA^{1,5}

¹ Irkutsk Scientific Center SB RAS, 664033, Irkutsk, Lermontova str., 134, Russia, medecolab@inbox.ru, 71miv@rambler.ru, vgreb@igc.irk.ru

² East-Siberian Institute of Medical and Ecological Research, 665827, Angarsk, Post Box 1170, Irkutsk Region, Russia

³ V. M. Matrosov Institute for System Dynamics and Control Theory SB RAS, 664033, Irkutsk, Lermontova str., 134, Russia, slv@icc.ru

⁴ Center for Hygiene and Epidemiology in the Irkutsk Region, 664033, Irkutsk, Trilissera str., 51, Russia, sgm@sesoirk.irkutsk.ru

⁵ A. P. Vinogradov Institute of Geochemistry SB RAS, 664033, Irkutsk, Favorskogo str., 1, Russia, vgreb@igc.irk.ru

ASSESSMENT OF CHEMICAL POLLUTION AND PUBLIC HEALTH RISKS IN THE IRKUTSK REGION

The paper presents the data on specific characteristics of chemical pollution of air, soil and drinking water in rural and urban areas of the Irkutsk Region. These data were used as the underlying foundation for the «Information-analytical database: Assessment of the health and environmental situation and identification of high-risk zones in the Baikal Region». In urban areas, the dominant air contaminants are primarily benz(a)pyrene, formaldehyde, particulate matter, and nitrogen dioxide. The quality of potable water that fails to meet hygiene requirements is usually marked in rural settlements because of higher natural content of iron, manganese and anthropogenic pollution by nitrogen compounds. The content of chemical elements in the community soils does not exceed the maximum permissible concentrations. However, in the non-ferrous industrial zones there are areas of technogenic pollution where background levels of pollutants are significantly higher. Levels of aggregate risk to public health under the influence of chemicals polluting the environment (air, potable water, topsoil) have been calculated. It has been established that a significant contribution to the systemic toxicity is made by chemicals that people inhale. In the urban areas, the risk of exposure to systemic toxic effects of chemicals through inhalation ranks as very high. The pollution levels in the cities of Bratsk, Irkutsk, Usolye-Sibirskoye, and Shelekhov are found to be record high in terms of cumulative health risks. The aggregate risk in the rural areas of the region corresponds to the allowable level.

Keywords: Irkutsk Region, chemicals, pollution, environment, the aggregative health risk.

ВВЕДЕНИЕ

Проблема промышленного загрязнения объектов окружающей среды (атмосферного воздуха, питьевой воды, почвы) и его последствий для здоровья населения актуальна в настоящее время для многих регионов России, в том числе для Прибайкалья. На долю экономики Иркутской области приходится 21,8 % валового регионального продукта Сибирского федерального округа или 1,8 % ВВП России [1]. На территории области размещены предприятия нефтедобывающей и нефтеперерабатывающей, химической, горнодобывающей промышленности, машиностроения, цветной металлургии и др. В течение нескольких десятилетий жители промышленных центров Прибайкалья (70 % всего населения региона) подвергались неблагоприятному влиянию химического состава компонентов среды обитания [2].

Существующая в настоящее время стратегия устойчивого эколого-экономического развития Иркутской области предполагает комплексное решение социоэколого-экономических проблем. Для прогнозирования возможных рисков, связанных с размещением крупных промышленных предприятий, возникает необходимость ведения мониторинга загрязнения компонентов окружающей среды и оценки риска для здоровья населения.

Цель исследования — оценить уровень химического загрязнения среды обитания и агрегированный риск для здоровья населения Иркутской области.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Уровень загрязнения атмосферного воздуха, питьевой воды, почвы на территориях региона изучали по данным: лабораторного контроля ФГУЗ «ЦГиЭ в Иркутской области» и стационарных постов Росгидромета, Аналитического сектора Института геохимии им. А. П. Виноградова СО РАН. Анализировались данные за период 2003–2015 гг. При оценке риска для здоровья населения от химических веществ, загрязняющих объекты среды обитания, учитывали ингаляционный и пероральный пути поступления. Системное токсическое (неканцерогенное) действие контаминантов на здоровье населения исследовали в соответствии с общими принципами методологии оценки риска [3]. Для характеристики неканцерогенных эффектов рассчитывали: коэффициент опасности от отдельных химических веществ при хроническом воздействии (HQ); суммарный индекс опасности для веществ, поступающих из одной среды, в том числе с однонаправленным механизмом действия (HI); агрегированный неканцерогенный риск (THI). Величины рисков в интервале 0,11–1,0 принимали за допустимый уровень, значения 1,1–3,0 оценивали как умеренный уровень риска, 3,1 и более — как высокий.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ОБСУЖДЕНИЕ

Разработана «Информационно-аналитическая база данных: Оценка медико-экологической обстановки и выявление зон высокого риска на территории Байкальского региона», включающая данные о содержании химических веществ в объектах среды обитания, характеризующие их качество, вели-

чины неканцерогенных рисков для здоровья населения. Результаты аналитических исследований и величины ингаляционных, пероральных и агрегированных рисков объединены по территориальному принципу, в зависимости от принадлежности к муниципальным районам, расположенным на территории Байкальского региона, а также с учетом периодов наблюдений. Созданная информационная база данных предназначена для оценки риска здоровью населения при воздействии химического загрязнения объектов среды обитания, на основе которой изучена медико-экологическая ситуация на различных административных территориях Иркутской области.

Согласно данным ф. 2 ТП-воздух, валовые выбросы в атмосферный воздух Иркутской области в период исследования колебались в пределах от 508 тыс. т (2009 г.) до 720 тыс. т (2012 г.). По количеству вредных веществ, попавших в атмосферный воздух в 2015 г., в расчете на одного жителя в Байкальском регионе лидировали: г. Ангарск — 845,0 кг/чел., г. Шелехов — 567,4, г. Братск — 500,6, г. Усолье-Сибирское — 281,1 кг/чел.

Оценка содержания веществ в атмосферном воздухе городов Иркутской области показала, что наиболее высокие уровни загрязнения характерны для развитых промышленных центров: на всех урбанизированных территориях среднегодовое содержание бенз(а)пирена и взвешенных веществ превышали соответствующие ПДК. Кроме того, на урбанизированных территориях выявлены повышенные концентрации следующих химических веществ: в г. Иркутске — диоксида азота и формальдегида; в г. Шелехове — фтористого водорода; в г. Черемхово — диоксида азота; в г. Братске — сероуглерода и фтористого водорода. Для промышленных центров характерно многокомпонентное загрязнение, поэтому важное значение имеет изучение системных токсических рисков. Наиболее высокие значения индекса опасности, связанной с ингаляционной экспозицией, отмечены в городах: Братск ($HI = 16,4$), Иркутск ($HI = 15,2$), Усолье-Сибирское ($HI = 14,1$), Шелехов ($HI = 12,9$). Многие примеси, содержащиеся в воздушном бассейне городов, обладают действием, направленным на одни и те же органы и системы. Наиболее высокому риску развития неблагоприятных эффектов подвержена респираторная система жителей городов: Шелехов, в котором индексы опасности для органов дыхания HI составили 10,5; Иркутск ($HI = 10,3$); Усолье-Сибирское ($HI = 7,5$); Братск ($HI = 9,7$); Ангарск ($HI = 8,1$). У населения этих городов высокому риску были подвержены также иммунная система (HI входил в интервал [1,0–8,6]), система кроветворения [1,6–3,7], центральная нервная система [0,5–1,8]. Риск развития системных токсических эффектов для здоровья населения при ингаляционном воздействии химических веществ на урбанизированных территориях оценивается как «высокий». На сельских территориях постоянный контроль за содержанием примесей в воздушном бассейне не ведется, что не позволяет адекватно оценить риски для здоровья населения. В немногочисленных работах, отражающих данные экспедиционных наблюдений в Иркутской области, указывается на повышенное содержание в атмосферном воздухе взвешенных веществ, CO_2 , диоксида азота, особенно в зимнее время [2].

Обеспеченность населения Иркутской области водопроводной водой составила: городского — 82,7 %, сельского — 15,8 %. Если в городах качество воды, поступающей к потребителю, почти в 99 % случаев соответствует гигиеническим нормативам, то в 13 сельских районах в питьевой воде зафиксированы концентрации химических веществ, превышающие ПДК. Так, в Иркутском районе жители получают воду, не соответствующую гигиеническим нормативам по содержанию железа (25 % проб — до 14 ПДК), марганца (24 % — до 10 ПДК), нитратов (8,3 %, до 5 ПДК); в Усольском районе — по содержанию железа (11,3 % проб — до 6,3 ПДК), марганца (11,9 % — до 6,5 ПДК).

Оценка риска для здоровья населения, обусловленного воздействием химических веществ, поступающих перорально с питьевой водой, показала, что HI в городах соответствует минимальному уровню риска (0,07–0,6). Исключение составляет г. Усолье-Сибирское, в котором $HI = 2,2$, что связано с природным содержанием в воде водоисточника марганца, железа, меди в концентрациях ниже ПДК, но близкого к допустимой границе референтных величин. Умеренный уровень $HI = 1,6$ выявлен в Иркутском районе. Таким образом, несмотря на то что Иркутская область является одной из самых обеспеченных пресной водой [4], население, особенно на сельских территориях, характеризующихся низким уровнем социальной инфраструктуры, не в полной мере обеспечено водой хорошего качества [2, 5].

При загрязнении почвы химическими веществами поступление их в организм возможно ингаляционным и пероральным путями. В селитебной части изученных территорий содержание химических элементов не превышало ПДК (ОДК). Очаги значительной техногенной контаминации характерны лишь для крупных предприятий цветной металлургии, теплоэнергетики в городах Братск, Шелехов,

Неканцерогенный риск для здоровья населения на территориях Иркутской области			
Территория	НИ при разных путях поступления химических веществ в организм		Агрегированный риск здоровью <i>ТНІ</i>
	ингаляционный	пероральный	
<i>Урбанизированные территории — города</i>			
Иркутск	15,2	0,4	15,6
Шелехов	12,9	0,5	13,4
Ангарск	10,7	0,1	10,8
Усолье-Сибирское	14,1	2,2	16,3
Черемхово	8,1	0,6	8,7
Свирск	5,7	0,4	6,1
Братск	16,4	1,3	17,6
<i>Сельские районы</i>			
Иркутский	$2,2 \cdot 10^{-6}$	1,6	1,6
Шелеховский	$2,3 \cdot 10^{-6}$	0,6	0,6
Ангарский	$1,9 \cdot 10^{-6}$	0,3	0,3
Усольский	$2,4 \cdot 10^{-6}$	0,5	0,5
Черемховский	$2,4 \cdot 10^{-6}$	0,7	0,7
Братский	$4,5 \cdot 10^{-5}$	0,4	0,4

Свирск. Установлено, что доля ингаляционной нагрузки от общего *НИ*, связанного с содержанием химических элементов в почве, составляла в городах 5,4 %, в сельских районах — 9,6 %. Следовательно, основным путем поступления химических веществ при загрязнении почвы является пероральный. Отмечено, что в городах значительный вклад в суммарный индекс опасности вносили химические вещества: Иркутск — ванадий, никель, медь, бор; Шелехов — ванадий, алюминий, никель, кобальт, фтор; Ангарск — кобальт, марганец; Усолье-Сибирское — ванадий; Черемхово — медь, никель; Свирск — ванадий, медь, мышьяк; Братск — медь, ванадий, фтор. Негативные эффекты в здоровье основной части населения, связанные с химическим составом почвы Иркутской области, маловероятны, так как уровни общего *НИ*, обусловленного ингаляционным и пероральным воздействием химических агентов, содержащихся в почвенном покрове всех изученных населенных пунктов, очень невелики и не превышают 0,01. Повышенные риски, связанные с загрязнением почвы, возможны лишь на отдельных территориях, приближенных к промышленным площадкам [6].

Оценка агрегированного риска для населения урбанизированных и сельских территорий при разных путях поступления химических веществ показала, что приоритетным маршрутом является ингаляционный (см. таблицу). Отмечено, что на урбанизированных территориях значения общетоксического и канцерогенного рисков значительно превышают аналогичные показатели в сельских районах. Определение суммарных рисков, обусловленных одновременным воздействием нескольких химических соединений, свидетельствует о том, что на урбанизированных территориях Иркутской области поражаются преимущественно органы дыхания. В сельских районах уровень загрязнения объектов окружающей среды по величине суммарных рисков не превышает минимальный уровень.

В настоящее время создано достаточно методик оценки экологической ситуации в регионах с помощью индексов напряженности экологической ситуации, но наиболее актуальными являются подходы, позволяющие рассмотреть аспекты применительно к качеству жизни человека [7]. Полагаем, что предложенный нами вариант информационно-аналитической базы данных, основанный на признанной международным сообществом методологии оценки риска здоровью населения, может служить для оперативного мониторинга изменений в индикаторах среды обитания и решения системных проблем, в том числе интеграции принципов «зеленого роста» в экономику региона.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, проведенное исследование отражает возможности разработанной информационно-аналитической системы по оценке химического загрязнения окружающей среды и негативного влияния на человека. Риск развития неблагоприятных системных токсических эффектов для здоровья населения при воздействии химических веществ на урбанизированных территориях (города Братск,

Иркутск, Усолье-Сибирское, Шелехов, Ангарск) оценивается как «высокий», величина агрегированного риска на сельских территориях Байкальского региона соответствует допустимому уровню. Установлено, что значительный вклад в неканцерогенный токсический риск вносят химические вещества, поступающие в организм городского населения Иркутской области ингаляционным путем.

Работа выполнена в рамках Интеграционной программы ИИЦ СО РАН «Фундаментальные исследования и прорывные технологии опережающего развития Байкальского региона и его межрегиональных связей».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Безгодов И. В., Ефимова Н. В., Кузьмина М. В.** Качество питьевой воды и риск для здоровья населения сельских территорий Иркутской области // Гигиена и санитария. — 2015. — Т. 94, № 2. — С. 15–19.
2. **Безруков Л. А., Гагаринова О. В., Кичигина Н. В., Корытный Л. М., Фомина Р. А.** Водные ресурсы Сибири: состояние, проблемы и возможности использования // География и природ. ресурсы. — 2014. — № 4. — С. 30–41.
3. **Ефимова Н. В., Безгодов И. В., Бичев С. С., Донских И. В., Гребенщикова В. И.** Медико-экологические проблемы длительного техногенного загрязнения почвы в Иркутской области // Гигиена и санитария. — 2012. — № 5. — С. 42–44.
4. **Руководство** по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду. Р 2.1.10.19920-04 (Утв. Гл. гос. санитарным врачом РФ 05.03.2004).
5. **Факторы** окружающей среды: опыт комплексной оценки / Под ред. В. С. Рукавишников. — Иркутск: РИО ИЦ РВХ СО РАМН, 2010. — 231 с.
6. **Тикунов В. С., Черешня О. Ю.** Напряженность экологической ситуации в регионах России: методика расчета и визуализации // География и природ. ресурсы. — 2016. — № 2. — С. 166–174.
7. **Цыренова Е. Д., Бордоев Д. Г., Цыренов А. Р.** Байкальский регион в экономическом и социальном развитии России // Вестн. Вост.-Сиб. гос. ун-та технологий и управления. — 2015. — Т. 55, № 4. — С. 107–112.

Поступила в редакцию 19 октября 2016 г.