

УДК [616-053.2:574.2](571.56)

МЕДИКО-ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ НА ТЕРРИТОРИЯХ НОВОГО ОСВОЕНИЯ СИБИРИ

© 2013 г. В. С. Рукавишников, Н. В. Ефимова,
*И. В. Донских

Восточно-Сибирский научный центр экологии человека СО РАМН,
*Управление Роспотребнадзора по Иркутской области, г. Иркутск

Необходимость экономического развития страны привела к очередному витку внимания к наиболее экстремальным регионам России: Северу и Сибири. Обеспечение национальной безопасности невозможно без развития указанных территорий, природные богатства которых давно являются основным источником развития экономики и экспортного потенциала. Однако, как показал опыт освоения северных регионов, интенсивное промышленное развитие разрушает среду обитания, наблюдается масштабная деградация ландшафтов, выведение их из стабильного природного состояния [1, 8]. Негативные последствия характерны не только для зон развития добывающих отраслей промышленности, но и металлургических, химических и лесоперерабатывающих предприятий [2, 9, 10]. К серьезным изменениям орографических условий и климата приводит создание огромных искусственных водохранилищ при пуске гидроэлектростанций.

Производство алюминия является стратегически важным для Российской Федерации, потому что до 80 % выпускаемой продукции поставляется на экспорт. В настоящее время на территории Средне-сибирского плоскогорья реализуются два крупных инвестиционных проекта: Богучанское энергометаллургическое объединение – БЭМО (Красноярский край) и Тайшетский алюминиевый завод (Тайшет-АЗ). Реализация данных проектов увеличит производственную мощность на 1,05 млн тонн алюминия в год [6]. Масштабный инвестиционный проект по созданию БЭМО включает в себя завершение строительства Богучанской ГЭС (БоГЭС) с установленной мощностью 3 000 МВт на реке Ангаре и сооружение Богучанского алюминиевого завода (БоАЗ) мощностью 588 тыс. тонн в год, который станет одним из основных потребителей электроэнергии, производимой БоГЭС. Проект имеет большую социальную значимость для региона, так как позволит создать в период эксплуатации 4 тысячи рабочих мест. Проект БЭМО является ключевым элементом комплексной программы развития Приангарья, которая включает также строительство целлюлозно-бумажного комбината, разработку газоконденсатных и железорудных месторождений, сооружение железнодорожной ветки и сети автомобильных дорог. В городе Тайшет (Иркутская область) завершается строительство алюминиевого завода мощностью 750 тыс. тонн алюминия в год. Завод будет состоять из четырех корпусов электролиза, оснащенных современными электролизерами РА-400, разработанными Инженерно-технологическим центром РУСАЛа. В соответствии с планом развития на Тайшет-АЗ предполагается создание 3 тысяч рабочих мест.

Вместе с тем на территории Сибири в настоящее время уже действуют 6 крупных предприятий по производству алюминия, территории, расположенные в зоне влияния данных предприятий, характеризуются

Статья посвящена актуальной на сегодняшний день проблеме изменения качества среды на территориях развития Сибири. В работе представлены оригинальные материалы, иллюстрирующие проблему, на примере индустриального развития приангарских районов Иркутской области и Красноярского края. На основе материалов социально-гигиенического мониторинга, натуральных наблюдений и результатов численных экспериментов по математическим моделям относительный риск заболеваемости детского населения в зонах размещения производства алюминия увеличивается в 1,4–1,7 раза. Полученный опыт рекомендуется учитывать при подготовке программ социально-экономического развития северных регионов Сибири.

Ключевые слова: территории развития, производство алюминия, загрязнение окружающей среды, заболеваемость детского населения, риск

напряжением медико-экологической ситуации [2, 10]. Наиболее выражены негативные эффекты на территории города Братска, отнесенного к зоне экологического бедствия.

Применение проспективных исследований создает основу для профилактики неблагоприятных воздействий на здоровье населения. Имеющиеся на сегодняшний день данные отделов социально-гигиенического мониторинга не всегда позволяют дать корректную оценку влияния факторов окружающей среды на здоровье населения. Поэтому наряду с имеющимися данными разумно привлечение в систему доказательств материалов биомониторинга, а также результатов прогнозных оценок по математическим моделям.

Цель данной работы — оценка возможных медико-экологических последствий ввода в эксплуатацию новых металлургических заводов на основе мониторинга и разработки математических прогнозов.

Методы

В качестве «территорий развития» рассмотрим два объекта: г. Тайшет (координаты 55° с. ш., 98° в. д.), расположенный в юго-западной части Иркутской области, и село Богучаны, относящееся к «ангарской» зоне Красноярского края (координаты 58° с. ш., 97° в. д.). В Тайшете средние температуры воздуха –19 °С в январе, +18 °С в июле, среднегодовая 0,3 °С, Богучаны приравнены к районам Крайнего Севера, здесь средние температуры в январе составляют –23,3 °С, в июле +19,1 °С, среднегодовая –1,5 °С.

В качестве модельных территорий рассмотрены города Иркутской области, в которых размещены действующие крупные алюминиевые заводы (Братск и Шелехов) и опытная установка (Тайшет). Города расположены в пределах 52–56° с. ш. и 101–103° в. д. Климат на данной территории резко континентальный, однако имеет некоторые различия. В Шелехове и Тайшете средние температуры не различаются (–19 °С в январе, +18 °С в июле, среднегодовая 0,3–0,9 °С), а в Братске зимние и среднегодовые температуры ниже (–23 °С и –2,1 °С соответственно), территория приравнена к районам Крайнего Севера. Важным климатообразующим фактором Братска является близость двух водохранилищ (Братского и Усть-Илимского), что привело к некоторому повышению температур относительно середины прошлого века, изменению розы ветров, повышению относительной влажности, а также частоты туманов и приземных инверсий. Количество дней с неблагоприятными условиями для рассеивания выбросов в Братске в 1,8 раза выше, чем на территориях района, удаленных от крупных водоемов. Аналогичные процессы мы можем ожидать и в селе Богучаны после пуска БГЭС.

Характеристика медико-экологической ситуации на модельных территориях дана с использованием данных регионального фонда социально-гигиенического мониторинга, наблюдений гидрометслужбы за содержанием

гидрофторида и твердых фторидов в атмосферном воздухе и метеопараметрами (за десятилетний период). Оценка опасности химического загрязнения для здоровья населения проведена с учетом одностороннего действия примесей, контролируемых в воздухе модельных территорий по показателю индекс опасности (ИИ) [4]. Для территорий развития ИИ рассчитан только по концентрациям гидрофторида и твердых фторидов.

Для территорий развития были рассчитаны вероятные средние показатели загрязнения фторсодержащими примесями с помощью автоматизированной программы УПРЗА «Эколог», на основе «Методики расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий» (ОНД-86), с учетом городской застройки.

Характеристика впервые выявленной и общей заболеваемости детского населения дана по ф.12 (за десятилетний период) и учетным записям из карт развития ребенка (за один год). Прогноз впервые выявленной заболеваемости детского населения рассчитан на основе уравнения, полученного с помощью множественного линейного регрессионного анализа, проведенного при участии доктора биологических наук М. П. Дьякович. Проанализированы данные по городам Шелехову и Братску, осредненные с разбивкой по две недели (общее количество единиц наблюдения – 54). В уравнение включены: заболеваемость, температура, относительная влажность, атмосферное давление, скорость ветра и суммарное загрязнение фторсодержащими веществами ($K_{\text{сум}} = C_{\text{тв.фториды}} / \text{ПДК}_{\text{тв.фториды}} + C_{\text{HF}} / \text{ПДК}_{\text{HF}}$). С учетом потенцирования действия указанных веществ за допустимый уровень принимали $K_{\text{сум}} \leq 0,8$. Значимость изменений заболеваемости оценивали с помощью относительного риска (RR) и его 95 % доверительного интервала (ДИ), рассчитанного как $\text{ДИ} = e^{\ln(\text{RR}) \pm 1,96\sqrt{\text{var}(\ln(\text{RR}))}}$. Фоновая заболеваемость рассчитана как среднее арифметическое показателей заболеваемости на территориях, характеризующихся аналогичными многолетними климатическими параметрами и не имеющих крупных стационарных источников выбросов (за исключением предприятий теплоэнергетики).

Маркером воздействия выбросов алюминиевого производства на население служит определение фтора в моче у детского населения как наиболее восприимчивого контингента. Группа включала 360 детей, посещающих детские дошкольные и общеобразовательные учреждения. Исследования проведены в лаборатории физико-химических методов исследования Ангарского филиала Восточно-Сибирского научного центра экологии человека СО РАМН (зав. лабораторией кандидат биологических наук Журба О. М.). В соответствии с действующими рекомендациями в качестве допустимого уровня содержания фтора в моче принята величина $(20,0 \pm 4,9)$ мкмоль/дм³ [11]. Когорта сформирована на основе информированного согласия родителей, критерием отбора служили следующие признаки: рождение и постоянное прожи-

вание на изучаемой территории, рождение от 1–2-й доношенной беременности, отсутствие врожденных пороков развития, работа родителей вне контакта с фтором и его соединениями. Зависимость накопления фторсодержащих примесей в различных средах оценивалась с помощью коэффициента корреляции Спирмена (r_{xy}).

Результаты

Уровни загрязнения атмосферного воздуха модельных территорий характеризуются как высокие. Содержание фтористых газообразных соединений превышало ПДК в 1,65 % проб в Шелехове и 1,9 % – в Братске. Максимальные разовые концентрации фтористого водорода превышали уровни ПДК в 2000–2010 годах в Шелехове в 6–8 раз, а твердых фторидов в 1,6–2 раза. Коэффициент потенцирования для фторсодержащих веществ составил 3,6, что превышает допустимый уровень в 4,5 раза. Среднегодовые концентрации твердых фторидов в воздушном бассейне Братска достигали 3,3 ПДК, фтористого водорода – 1,2 ПДК. Максимальные концентрации в Братске достигали 4,9 ПДК. Наибольшее число проб с содержанием фтористых соединений выше ПДК_{мр} приходилось на 2002–2004 годы, в 2005 году на предприятиях проведен ряд природоохранных мероприятий, приведших к снижению выбросов.

В почвах селитебной зоны городов Братска и Шелехова фтористые соединения являются приоритетными загрязнителями. При удалении от заводов загрязнение почв фтористыми соединениями уменьшается. Фтористые соединения в почве обнаружены в количестве 832 мкг/кг на расстоянии 2 км от источника загрязнения, 630 мкг/кг – в 12 км от промплощадки, 290 мкг/кг – в 20–30 км.

Коэффициенты потенцирования для фторсодержащих веществ составили в Шелехове 3,6, в Братске – 4,5, что превышает допустимый уровень в 4,5 и 5 раз соответственно. Оценивая ингаляционное влияние фтористых соединений на здоровье населения, провели расчет индекса опасности. Риск для здоровья жителей Шелехова составил по классу болезней органов дыхания $HI = 7,8$; костно-мышечной системы $HI = 1,9$, а для населения Братска $HI = 8,4$ и $HI = 2,2$ соответственно. Таким образом, мы можем предположить, что содержание газообразного фтористого водорода и твердых фторидов в воздушном бассейне города Шелехова представляет серьезную опасность для населения, особенно детского.

Расчеты возможного содержания фтористых соединений в атмосферном воздухе Тайшета и села Богучаны при эксплуатации предприятий по производству алюминия показали, что среднегодовые концентрации на большинстве реперных точек будут находиться на уровне гигиенических нормативов. Однако в точках на ориентировочных границах санитарно-защитных зон и подветренных зонах селитебных территорий, приближенных к источникам выбросов, среднегодовые и максимально разовые расчетные величины

будут превышать ПДК. Коэффициент суммации по среднегодовым уровням загрязнения выше допустимого уровня в Тайшете в 1,9 и в Богучанах в 3,0 раза. Так как расчет индекса опасности проведен только по двум веществам, риски для органов дыхания и опорно-двигательного аппарата не имели различий и составили для населения Богучан $HI = 1,8$; а для населения Тайшета $HI = 1,2$.

В Тайшете проведены исследования, позволяющие оценить накопление фтора в почве за пять лет эксплуатации опытной установки, которая по производственной мощности в 60 раз меньше мощности планируемого алюминиевого завода. В пределах 0,3–1,0 км от источника содержание фтора достигало 300 мг/кг. В более удаленных районах концентрация фтора либо находилась ниже предела обнаружения, либо не превышала фонового регионального уровня. Изучение зависимости между содержанием фтористых соединений в поверхностном горизонте почвы и снеговом покрове свидетельствует о прямой сильной связи ($r_{xy} = 0,76$, $p = 0,026$).

Кроме того, в период активной деятельности опытной установки для оценки экспозиции фтором был проведен анализ проб снежного покрова как наиболее информативного индикатора загрязнения окружающей среды. Так, в 2 км от источника выбросов концентрация составляла $(2,2 \pm 0,63)$ мг/дм³. Максимальные значения – 4,7 мг/дм³ зарегистрированы на расстоянии 1 км к востоку от промплощадки. Коэффициент корреляции между содержанием фтора в почве и расчетными данными $K_{\text{сум}}$ (гидрофторида и твердых фторидов) в атмосферном воздухе отражает связь средней силы ($r_{xy} = 0,49$, $p = 0,041$). Следовательно, в условиях сниженного потенциала самоочищения атмосферного воздуха и почвы в условиях Сибири происходит аккумуляция химических примесей в объектах окружающей среды.

Анализ заболеваемости детского населения регионов Сибири свидетельствует, что на территориях, характеризующихся умеренным уровнем загрязнения атмосферного воздуха, показатели зависят от климатических условий, особенно в холодный период. В результате кластерного анализа комплекса медико-экологических и социально-экономических показателей на изучаемой территории сформированы четыре таксона. Первый включает 10 административных территорий, в которых проживает более 70 % от общей численности населения, характеризуется высоким уровнем техногенной нагрузки. Второй таксон представлен промышленно-аграрными территориями (15,4 % от всего населения области). Третий таксон объединяет территории с преимущественно аграрным производством (10 % населения). Четвертый состоит из районов, тяготеющих к северной зоне, несмотря на то, что здесь проживает лишь 4,5 % населения, именно эти территории являются наиболее перспективными для дальнейшего промышленного освоения.

По болезненности различие между аграрными и промышленными группами территорий для детского населения составляло 45,4 %, по первичной заболеваемости – 52,6 % (табл.1). В структуре заболеваемости первое место занимали болезни верхних дыхательных путей (бронхиты, эмфизема, астма, ларингиты, фарингиты и др.). Болезни органов дыхания превышали средние по региону показатели только у детского населения промышленных центров на 11,7 %. Заболевания нервной системы, входящие в число «болезней экологического риска», имели более высокий показатель у населения крупных городов и промышленных центров (72,8 случая на 1 000 детского населения, против среднего – 48,4 ‰).

Таблица 1

Характеристика заболеваемости населения отдельных таксонов Восточной Сибири по отношению к среднему по региону уровню

| Таксон | Дети | | Все население | |
|----------------------------------|---------------|-----------------------------------|---------------|-----------------------------------|
| | Болезненность | Впервые выявленная заболеваемость | Болезненность | Впервые выявленная заболеваемость |
| Первый | 116,1 | 120,9 | 157,8 | 155,9 |
| Второй | 79,2 | 65,4 | 74,4 | 72,5 |
| Третий | 70,7 | 68,3 | 68,7 | 76,9 |
| Четвертый | 76,5 | 76,6 | 74,5 | 79,6 |
| Средний показатель по региону, ‰ | 2008,7 | 1523,5 | 1427,1 | 900,8 |

В связи со значительным разбросом величин заболеваемости по отдельным территориям в крупных субъектах РФ, к которым относятся Красноярский край и Иркутская область, целесообразно рассчитывать фоновые показатели отдельно для различных зон. Мы приняли для территорий с резко континентальным климатом фоновую величину – 1 600 случаев на 1 000 детского населения, а для центральных и южных регионов Сибири – 1 300 ‰ [5].

Прогноз впервые выявленной заболеваемости детского населения (Y) дан по уравнению множественной линейной регрессии (множественный коэффициент регрессии $r = 0,93$)

$$Y = Z - 1,69 \times X_1 + 3,2 \times X_2 + 16,8 \times X_3 + 0,0085 \times X_4 + 245,2 \times X_5$$

где Z – фоновая заболеваемость (на 1 000 детского населения); X_1 – средняя температура, °С; X_2 – относительная влажность, %; X_3 – скорость ветра, м/с; X_4 – атмосферное давление, мм рт. ст.; X_5 – суммарное загрязнение фторсодержащими веществами, $K_{\text{сум}}$.

Адекватность полученного уравнения подтверждена сравнением расчетных и реальных данных для модельных городов. Средний за период изучения показатель впервые выявленной заболеваемости детского населения составил в Братске 2 084,8 случая на 1 000 человек, в Шелехове – 2 101,4 ‰. Расхождения расчетных и фактических величин для Братска составили 16,2 %, для Шелехова – 9,5 %.

Наибольший интерес представляют результаты прогноза заболеваемости на территориях развития после ввода в эксплуатацию алюминиевых заводов. Так, и в Тайшете, и в Богучанах среднегодовой показатель увеличится по сравнению с фоновым, $RR = 1,4$ (ДИ 1,1–1,8) (табл. 2). Однако относительно величин, характерных для «допускового» периода, рост заболеваемости более выражен для жителей Богучан (на 31 %, против 20 % в Тайшете). Еще более выражены различия в холодный сезон: на 67 % для детей более северного населенного пункта и на 14 % – для Тайшета, характеризующегося более мягким климатом.

Таблица 2

Результаты прогноза заболеваемости детского населения

| Территория | Заболеваемость, ‰ | | RR | Границы ДИ | |
|---|-------------------|-----------|-----|------------|---------|
| | Фоновая | Расчетная | | Нижняя | Верхняя |
| Среднегодовой показатель | | | | | |
| Шелехов | 1300 | 2007,3 | 1,5 | 1,16 | 2,06 |
| Братск | 1600 | 2424,3 | 1,5 | 1,14 | 2,01 |
| Тайшет (реальный период) | 1300 | 1504,0 | 1,2 | 0,96 | 1,21 |
| Тайшет (после пуска АЗ) | 1300 | 1798,6 | 1,4 | 1,08 | 1,78 |
| Богучаны (реальный период) | 1600 | 1723,9 | 1,1 | 0,98 | 1,37 |
| Богучаны (после пуска АЗ) | 1600 | 2261,8 | 1,4 | 1,09 | 1,83 |
| Показатель холодного периода | | | | | |
| Шелехов | 1850 | 2576,1 | 1,4 | 1,08 | 1,79 |
| Братск | 2200 | 3045,0 | 1,4 | 1,08 | 1,78 |
| Тайшет (реальный период) | 1850 | 2073,1 | 1,1 | 0,95 | 1,19 |
| Тайшет (после пуска АЗ) | 1850 | 2367,7 | 1,3 | 1,03 | 1,59 |
| Богучаны (реальный период) | 2200 | 2345,1 | 1,1 | 0,97 | 1,30 |
| Богучаны (после пуска АЗ) | 2200 | 2883,0 | 1,3 | 1,04 | 1,65 |
| Показатель теплого и переходного периодов | | | | | |
| Шелехов | 800 | 1490,4 | 1,9 | 1,32 | 2,63 |
| Братск | 900 | 1704,4 | 1,9 | 1,33 | 2,69 |
| Тайшет (реальный период) | 800 | 987,1 | 1,2 | 0,96 | 1,29 |
| Тайшет (после пуска АЗ) | 800 | 1281,7 | 1,6 | 1,21 | 2,16 |
| Богучаны (реальный период) | 900 | 1003,5 | 1,1 | 1,01 | 1,51 |
| Богучаны (после пуска АЗ) | 900 | 1541,4 | 1,7 | 1,24 | 2,36 |

Примечание. RR – относительный риск; ДИ – 95 % доверительный интервал; АЗ – алюминиевый завод.

Биомониторинг фтора у детей, проживающих на экспонированных территориях, показал, что экскреция с мочой превышала рекомендуемый допустимый уровень у значительной части обследованных. В Шелехове медиана составила 59 мкмоль/дм³, мини-

мальное значение — 14, максимальное — 157 мкмоль/дм³; в Братске 52,3; 24,2 и 208,0 мкмоль/дм³ соответственно.

Установлено, что средние уровни фтора в биосубстратах детей, проживающих в Тайшете, в период действия опытной установки не превышали референтных величин, что свидетельствует об отсутствии выраженной опасности для здоровья населения. Вместе с тем следует отметить, что доля лиц с превышением референтного значения составила $(11,8 \pm 3,6) \%$ в группе детей, проживающих на расстоянии 2–2,5 км от источника выбросов, тогда как в группе жителей территории, наиболее удаленной от промплощадки, выведения повышенного уровня фтора выявлено не было.

Обсуждение результатов

Сравнение полученных нами расчетных результатов и фактических уровней содержания фтора в атмосферном воздухе свидетельствует о достаточной информативности расчетного метода, подтверждением многолетней экспозиции служат данные о загрязнении почвенного покрова и циркуляции токсиканта в организме детей. Результаты многолетнего наблюдения гидрометслужбы и собственных исследований показывают, что уже после нескольких лет деятельности производства алюминия вокруг источника формируется техногенно измененная зона. В районе крупных предприятий ее радиус достигает 20–30 км [2, 11]. Негативное влияние климатических изменений на здоровье населения весьма разнообразно. В последние годы они возглавляют список традиционных факторов риска индустриальной эпохи, включающего в себя загрязнение атмосферного воздуха, питьевой воды, почвы, продуктов питания и др. [7]. Прогнозные расчеты свидетельствуют, что на территории, характеризующейся более суровыми климатическими условиями, при вводе в эксплуатацию предприятия цветной металлургии и гидроэлектростанции произойдет увеличение впервые выявленной заболеваемости детского населения в 1,4–1,7 раза. Отметим, что результаты прогноза имеют ряд неопределенностей, обусловленных недостаточностью данных о достижении предприятиями планируемых мощностей, неточностью расчетов рассеивания примесей, заложенных в программу «Эколог». Перенос сценария с модельных территорий на изучаемые населенные пункты может содержать погрешности, связанные с изменением климата, которые заложены нашим сценарием условно. Кроме того, показатель, выбранный нами в качестве индикаторного (впервые выявленная заболеваемость детей), характеризуется значительной вариабельностью, что требует применения интервальных оценок [3].

Полученные нами материалы свидетельствуют о том, что даже малоинтенсивное загрязнение объектов окружающей среды веществами, способными к аккумуляции, к каковым относится фтор, за короткий

период может привести к накоплению в организме. Длительная нагрузка приводит не просто к носительству фтора, но и к возникновению клинических эффектов как со стороны органов опорно-двигательного аппарата, так и со стороны органов дыхания [12].

Проведенные исследования на примере ввода в эксплуатацию нового металлургического производства показали, что на территориях развития высока вероятность негативных медико-экологических последствий: формирования техногенно измененных зон, роста экологически обусловленной заболеваемости населения, подтвержденной данными биомониторинга. При разработке программ социально-экономического развития северных регионов необходимо использовать материалы многолетнего мониторинга с учетом особенностей, характерных для регионов Севера и Сибири, для обоснования прогнозов качества среды жизнедеятельности и здоровья населения.

Список литературы

1. Анисимов О. А., Белолуцкая М. А. Оценка влияния изменения климата и деградации вечной мерзлоты на инфраструктуру в северных регионах России // Метеорология и гидрология. 2002. № 6. С. 15–22.
2. Ефимова Н. В., Дорогова В. Б., Журба О. М., Никифорова В. А. Оценка воздействия фтора на детское население Иркутской области // Медицина труда и промышленная экология. 2009. № 1. С. 23–26.
3. Медицина, основанная на доказательствах / Страсус Ш. Е., Ричардсон С., Глацеев П., Хэйнс Б. Р. : пер. с англ. М. : Геотар-Медиа, 2010. 320 с.
4. Онищенко Г. Г., Новиков С. М., Рахманин Ю. А., Авалиани С. Л., Буштуева К. А. Основы оценки риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду / под ред. Рахманина Ю. А., Онищенко Г. Г. М. : НИИ ЭЧ и ГОС, 2002. 246 с.
5. Основные фоновые показатели здоровья населения Иркутской области : метод. рекомендации / Пережогин А. Н., Бодрых А. И., Жданова-Заплесвичко И. Г. и др. Иркутск, 2009. 25 с.
6. Развитие РУСАЛ, 2013 г. http://rusal.ru/press-center/files/RUSAL_2029.pdf (дата обращения 15.06.2013)
7. Ревич Б. А. Изменения здоровья населения России в условиях меняющегося климата // Проблемы прогнозирования. 2008. № 3. С. 140–150.
8. Сидоров П. И., Дегтева Г. Н., Зубов Л. А. Стратегии и тактика развития циркумпольной медицины // Экология человека. 2009. № 6. С. 8–10.
9. Суржиков Д. В., Суржиков В. Д., Олещенко А. М. Оценка риска загрязнения атмосферного воздуха на здоровье населения в системе социально-гигиенического мониторинга // Гигиена и санитария. 2004. № 5. С. 50–54.
10. Факторы окружающей среды: опыт комплексной оценки / под ред. В. С. Рукавишников. Иркутск : РИО НЦ РВХ, 2010. 232 с.
11. Устойчивость агроэкосистем к техногенному загрязнению фторидами // Помазкина Л. В., Котова Л. Г., Лубнина Е. В., Зорина С. Ю., Лаврентьева А. С. Иркутск : ИГ СО РАН, 2004. 55 с.
12. Hazardous chemicals in human and environmental health / Criteria WHO. 2002. 312 p.

References

1. Anisimov O. A., Belolutskaia M. A. *Meteorologiya i gidrologiya* [Meteorology and Hydrology]. 2002, no. 6, pp. 15-22. [in Russian]
2. Efimova N. V., Dorogova V. B., Zhurba O. M., Nikiforova V. A. *Meditsina truda i promyshlennaya ekologiya* [Occupational Medicine and Industrial Ecology]. 2009, no. 1, pp. 23-26. [in Russian]
3. *Meditsina, osnovannaya na dokazatel'stvakh* [Evidence-based medicine]. Straus S. E., Richardson S., Glatseio P., Kheins B. R., per. s angl. Moscow, 2010, 320 p. [in Russian]
4. Onishchenko G. G., Novikov S. M., Rakhmanin Yu. A., Avaliani S. L., Bushtueva K. A. *Osnovy otsenki riska dlya zdorov'ya naseleniya pri vozdeistvii khimicheskikh veshchestv, zagryaznyayushchikh okruzhayushchuyu sredu* [Basis of assessment of risk for population health under influence of chemicals polluting environment]. Moscow, 2002, 246 p. [in Russian]
5. *Osnovnye fonovye pokazateli zdorov'ya naseleniya Irkutskoi oblasti. Metod. rekomendatsii* [Main indicators of Irkutsk region population health. Methodical recommendations]. Perezhogin A. N., Bodrykh A. I., Zhdanova-Zaplesvichko I. G. et al. Irkutsk, 2009, 25 p. [in Russian]
6. *Razvitie RUSAL* [Development RUSAL], 2013 g. Available at: http://rusal.ru/press-center/files/RUSAL_2029.pdf (accessed 15 June 2013) [in Russian]
7. Revich B. A. *Problemy prognozirovaniya* [Studies on Russian Economic Development]. 2008, no. 3, pp. 140-150. [in Russian]
8. Sidorov P. I., Degteva G. N., Zubov L. A. *Ekologiya cheloveka* [Human Ecology]. 2009, no. 6, pp. 8-10. [in Russian]
9. Surzhikov D. V., Surzhikov V. D., Oleshchenko A. M. *Gigiena i sanitariya* [Hygiene and Sanitation]. 2004, no. 5, pp. 50-54. [in Russian]
10. *Faktory okruzhayushchei sredy: opyt kompleksnoi otsenki* [Environmental factors: experience of a complex assessment]. Ed. V. S. Rukavishnikov. Irkutsk, 2010, 232 p. [in Russian]
11. *Ustoichivost' agroekosistem k tekhnogennomu*

zagryazneniyu ftoridami [Agroecosystems resistance to technogenic pollution with fluorides]. Pomazkina L. V., Kotova L. G., Lubnina E. V., Zorina S. Yu., Lavrentyeva A. S. Irkutsk, 2004, 55 p. [in Russian]

12. *Hazardous chemicals in human and environmental health*. Criteria WHO, 2002, 312 p.

ENVIRONMENTAL AND MEDICAL PROBLEMS ON TERRITORIES OF NEW SIBERIAN DEVELOPMENT

V. S. Rukavishnikov, N. V. Efimova, *I. V. Donskih

East Siberian Scientific Center of Human Ecology SB
RAMS, Irkutsk

*Consumer Supervision Board in Irkutsk Region, Irkutsk, Russia

The article has described an urgent current problem of changes in environmental quality on the Siberian developed territories. The original materials illustrating the problem have been represented using an example of industrial development of the Priangarsk districts of the Irkutsk Oblast and the Krasnoyarsky Krai. The relative risk of children's morbidity in the zones of the aluminum production increases by 1.4-1.7 times based on the materials of the social-hygienic monitoring, the nature observations and the results of the numerous experiments using mathematical models. The experience obtained is recommended to be taken into account in preparing programs of social-economic development of the northern regions of Siberia.

Keywords: territories of development, aluminum production, environmental pollution, children's incidence, risk

Контактная информация:

Ефимова Наталья Васильевна — доктор медицинских наук, профессор, зав. лабораторией медицинской экологии ФГБУ «Восточно-Сибирский научный центр экологии человека» СО РАМН

Адрес: 665827, г. Ангарск-27, а/я 1170

Факс 8(3955) 554077

E-mail: medecolab@inbox.ru