

Н.В. Ефимова

## МЕДИКО-ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ: РЕТРОСПЕКТИВНЫЙ АНАЛИЗ НА ПРИМЕРЕ ИРКУТСКОЙ ОБЛАСТИ

ФГБУ «Восточно-Сибирский научный центр экологии человека» СО РАМН (Иркутск)

*В статье представлены важные медико-экологические проблемы: сохранение эффекта воздействия загрязнения воздуха в последующих поколениях; экологические и медицинские последствия накопленной экологической опасности; учет региональных особенностей при гармонизации гигиенических нормативов; использование современных подходов к формированию целевых превентивных программ. Актуальность этих проблем рассмотрена на примере Иркутской области. Ведущими отраслями промышленности в регионе являются: энергетика, целлюлозно-бумажная и химическая, лесная и деревообрабатывающая промышленность, цветная металлургия, машиностроение. Концентрация индустрии на юге области привела к высокой техногенной нагрузке, что в условиях сниженной способности к самоочищению объектов окружающей среды приводит к формированию зон экологического неблагополучия.*

*Долговременные экологически обусловленные медико-социальные проблемы связаны с высоким ртутным загрязнением Братского водохранилища, в настоящий период загрязненность рыбы несколько сократилась, но по-прежнему превышает ПДК. Среди сельского населения прибрежных районов выявлены признаки экспозиции ртути: концентрация ртути в моче обследованных превышает допустимый уровень – в 10,5 % случаев; выше частота среди экспонированного населения вегетативной дисфункции (87 % в экспонированной группе против 43 % в контрольной;  $p \leq 0,05$ ) и нарушений щитовидной железы (14,6 % у детей, подвергавшихся воздействию, против 8,1 % в группе сравнения;  $p \leq 0,05$ ).*

*Цели экологической медицины должны включать идентификацию и предотвращение опасности, а также диагностику и лечение экологически обусловленных нарушений здоровья среди населения, подвергающегося негативному техногенному воздействию. Предлагается концепция разработки программ, направленных на координацию деятельности по предотвращению экологически обусловленных потерь.*

**Ключевые слова:** медико-экологические проблемы, нарушения здоровья, риск, последствия накопленной экологической опасности, программы

## PROBLEMS OF ENVIRONMENTAL HEALTH: RETROSPECTIVE ANALYSIS ON THE EXAMPLE IRKUTSK OBLAST

N.V. Efimova

Eastern-Siberian Scientific Center of Human Ecology SB RAMS, Irkutsk

*The article presents important medico-ecological problems: preservation of an effect of influence of air pollution in the subsequent generations; environmental and medical consequences of the cumulative ecological danger; taking into account regional features at the harmonization of hygienic standards; use of modern approaches to formation of target preventive programs. Relevance of these problems is observed on the example of Irkutsk region.*

*Irkutsk region is one of the largest advanced industrial subjects of Russian Federation. The leading industries are energy, pulp-and-paper and chemical, wood and woodworking, nonferrous metallurgy, mechanical engineering. Concentration of the industry in the south of the region has led to high man-caused environmental load. Under conditions of reduced ability to self-purification of environmental objects this fact results in formation of zones of ecological trouble.*

*Environmental and medicosocial problems occurring in a long-term technogenic mercury pollution are very important and require more systematic studies. Bratsk water reservoir is strongly polluted by technogenic Hg. Among rural population living near the toxicant sources the signs of unfavorable mercury effects have been revealed: mercury micro-circulation in the organism (10,5 % of cases with group level urinary mercury  $\geq 5,2$  microg/l), disorders of vegetative nervous system (87 % in intact group vs 43 % in the group of comparison;  $p \leq 0,05$ ) and pathology of thyroid glands (14,6 % children in intact group vs 8,1 % in the group of comparison;  $p \leq 0,05$ ).*

*The aims of ecological medicine must include prevention as well as safe remediation and translational therapeutic intervention in human populations after exposures. The conception of development of the programs aimed at the coordination of activity of preventing ecologically caused losses was proposed.*

**Key words:** medico-ecological problems, health disorders, risk, consequences of the cumulative ecological danger, programs

Иркутская область является одним из наиболее крупных промышленно-развитых субъектов РФ. Ведущими отраслями промышленности в области являются: энергетика, целлюлозно-бумажная и химическая, лесная и деревообрабатывающая промышленность, цветная металлургия, машиностроение. Концентрация индустрии на юге области привела к высокой техногенной нагрузке, что в условиях сниженной способности к самоочищению объектов окружающей среды приводит к формированию зон экологического неблагополучия. Выбросы в атмосфе-

ру из стационарных источников в Иркутской области составляют 2,7 % от объема валовых выбросов в России, тогда как численность населения – 1,8 % [10]. При поступлении в организм из воздуха поллютанты могут оказывать общетоксическое, раздражающее, канцерогенное, аллергенное, мутагенное, тератогенное, эмбриотоксическое, наркотическое действие.

Техногенную нагрузку часто оценивают по загрязнению атмосферного воздуха. В последние 10 лет в большинстве городов Иркутской области сократилось как количество выбросов, так и показатели со-

держания примесей в приземном слое атмосферного воздуха [12]. Несмотря на это, заболеваемость населения Иркутской области выше средних показателей по РФ по ряду классов болезней, в том числе по «индикаторным» для экологического воздействия: патологии органов дыхания, эндокринной и иммунной систем, злокачественным новообразованиям. Особенно выражены негативные явления в контингентах детей промышленных центров, где ситуация чаще всего оценивается как критическая.

Анализируя данные за 30 лет, отметим, что на фоне снизившегося загрязнения наблюдается рост заболеваемости населения, в первую очередь детского (рис. 1). Это может быть связано не только с ростом диагностических возможностей, но и с состоянием защитных сил организма.

Начало техногенного прессинга в промышленных центрах Восточной Сибири приходится на 1965–1975 гг. и связано с пуском промышленных гигантов в гг. Шелехов, Ангарск, Братск. На рисунке 2 представлена динамика общей заболеваемости детского населения в двух промышленных городах, отличающихся составом примесей, поступающих в воздушный бассейн. В г. Ангарск источниками загрязнения являются предприятия химического

и нефтехимического комплекса, в г. Шелехов – производство алюминия; кроме того, на территории городов размещены предприятия теплоэнергетики [12]. Визуальное представление многолетних данных отражает различие динамики показателя заболеваемости в трех поколениях (родившиеся в 1965–1970-е, в 1975–1980-е, 1995–2000-е гг.).

Для исключения влияния дополнительных «мешающих» факторов, предложено оценивать состояние здоровья на популяционном уровне по показателям риска, который обусловлен избыточным (по сравнению с фоновым) воздействием окружающей среды. Рассмотрим заболеваемость в величинах относительного риска (RR), который мы рассчитали с учетом фоновых уровней заболеваемости детей в Иркутской области по трем поколениям. Установлено, что относительный риск заболеваемости детей зависит не только от уровня, но и от состава эмиссии, что особенно заметно при длительном изучении процесса. Так, для I поколения детей как в г. Ангарск, так и в г. Шелехов, RR = 1,3 при 95-процентном доверительном интервале (ДИ) [1,08; 1,60] и [1,04; 1,69] соответственно. Через 20 лет риск для здоровья детей II поколения в г. Ангарск на 13 % ниже, чем в г. Шелехов (RR = 1,5, при ДИ [1,18; 2,20] и RR = 1,7 при

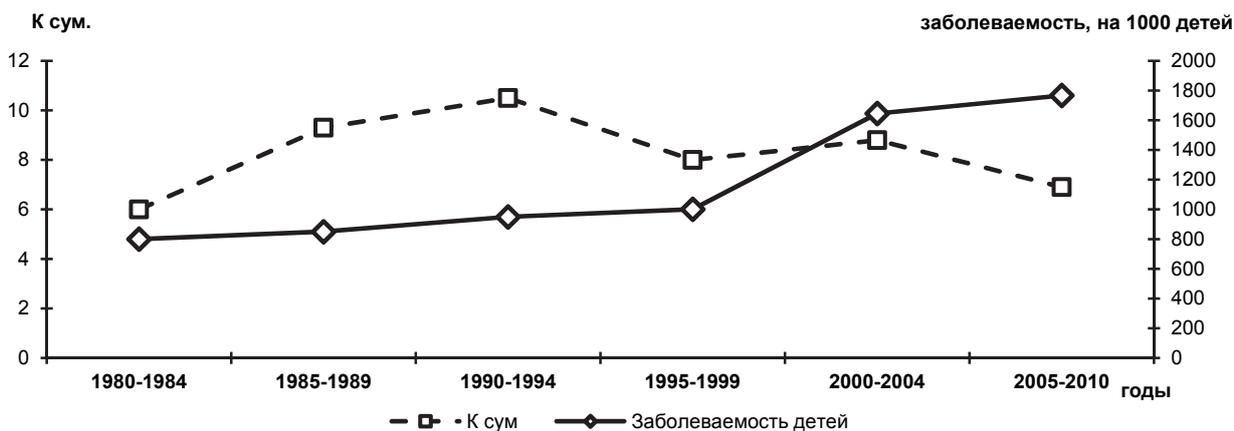


Рис. 1. Динамика загрязнения атмосферного воздуха (К сум.) и заболеваемости детей в Иркутской области.

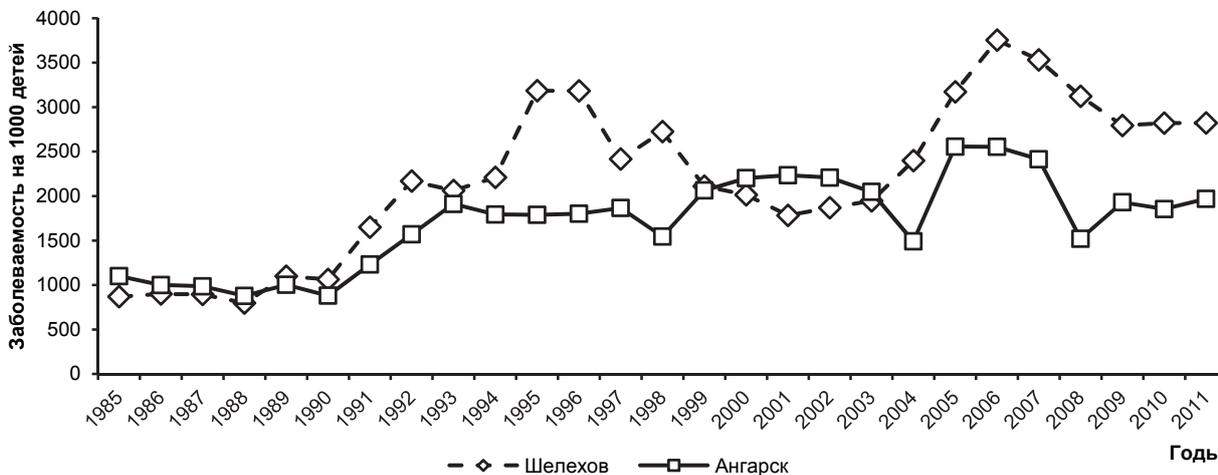


Рис. 2. Динамика первичной заболеваемости детского населения.

ДИ [1,21; 3,11] соответственно;  $p > 0,05$ ). Для третьего поколения различия в уровне риска первичной заболеваемости становятся статистически значимыми: в г. Ангарск  $RR = 1,4$  при ДИ [1,15; 1,93], в г. Шелехов  $RR = 2,0$  ДИ [1,28; 4,40] ( $p < 0,05$ ).

Таким образом, анализ эпидемиологического риска свидетельствует о накоплении негативного эффекта в поколениях, подвергающихся длительной химической экспозиции. Отметим, что потери здоровья субпопуляционных групп выше, если комплекс воздействующих веществ содержит ингредиенты, способные к аккумуляции как в объектах окружающей среды, так и в организме человека.

Возрастающее антропогенное воздействие на природную и окружающую среду, неблагоприятные социальные условия подвергают все большей опасности жизнь и здоровье человеческой популяции [13]. Огромные информационные массивы статистических (эпидемиологических) данных и результатов обследования отдельного индивидуума, сложность связей элементов в медико-биологических и медико-экологических системах не позволяют решать задачи по сохранению здоровья популяции, улучшению качества жизни без использования математических и информационных технологий [9, 10, 14].

Некоторые подходы к решению данных проблем были апробированы нами при разработке Целевой программы неотложных мероприятий по выходу из кризисной ситуации в г. Братск [6]. Использование при обосновании ФЦП «Экология Братска» результатов математического моделирования для определения уровней допустимого воздействия и возможностей управления факторами среды позволило разработать комплекс мероприятий.

В ходе выбора сценариев решались две задачи. Прямая задача предусматривала оценку изменения показателей состояния здоровья населения при заданном изменении параметров деятельности здравоохранения, охраны природы, т.е. изменение параметров управления приводит к изменению параметров состояния, в качестве которого рассматривалось здоровье населения. Во второй задаче – оптимизационной – проводилась оценка необходимых изменений параметров управления для достижения заданных показателей состояния здоровья населения при оптимальных затратах. Реализация выбранных сценариев Программы, даже не в полном объеме, позволила получить неплохой экологический, социально-медицинский и в конечном счете экономический эффекты. Представим основные результаты: снижение загрязнения атмосферного воздуха на 30 %; сохранение средней продолжительности жизни населения Братска на уровне 69 лет (в то время как в Иркутской области данный показатель составил 64 года); снижение экологически обусловленной доли в заболеваемости детей на 22 %, взрослых – на 18 %, подростков – на 12 %; уменьшение желающих покинуть г. Братск из-за экологической опасности на 14 %.

Одной из важных проблем, имеющихся как эколого-экономическое, так и медико-социальное значение, является эффект последствий хозяйственной деятельности, в том числе отдаленных. Нарушение

требований закона № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды» в части статьи 39, включающей требования при эксплуатации и выводе из эксплуатации зданий, строений, сооружений и иных объектов, приводит к тому, что даже прекращение деятельности промышленных предприятий не снижает (а порой и увеличивает) негативное воздействие на экосистемы и, в конечном счете, человека. Отвалы в районах горных разработок, шламохранилища и полигоны промышленных отходов, содержащие высокоопасные вещества, промышленные площадки предприятий, оставшиеся вне хозяйственной деятельности, являются источниками опасности.

Ярким примером может служить площадка бывшего металлургического завода в г. Свирске, на котором использовался мышьяк. Вблизи города расположен вторичный очаг техногенного загрязнения (территория разрушенного Ангарского металлургического завода), который не был рекультивирован. В результате реализации мероприятий «Национальной системы химической и биологической безопасности Российской Федерации (2009–2013 гг.)» на территории г. Свирска (Иркутской области) произошло снижение суммарного показателя загрязнения почвы. Однако город по-прежнему внесен в список наиболее загрязненных городов по степени загрязнения почв тяжелыми металлами. В 100 % проб, отобранных в зоне 0,3–1,5 км от очага, содержание свинца и мышьяка превышает уровень ПДК [2]. Доказано, что токсиканты мигрируют по пищевой цепи и приводят к контаминации продуктов питания мышьяком и свинцом [1]. Указанные токсические вещества обладают, кроме прочих, канцерогенным эффектом. В Свирске показатель общей смертности характеризуется как очень высокий (более 21,0) и в 1,3 раза превышает среднеобластной показатель. За последние годы отмечается рост смертности от новообразований на 68,4 %, от болезней органов дыхания – в 1,7 раза, от травм и отравлений – на 16,6 %. Впервые выявленная заболеваемость новообразованиями увеличилась в 2,2 раза.

Другим примером может служить загрязнение, связанное со сбросом в Братское водохранилище сточных вод химического комбината, где в технологическом процессе применялась ртуть. За период деятельности производства произошло значительное загрязнение не только вблизи промплощадки, но и на десятки километров акватории. Количество ртути, поступившей в водоем, оценивается как промышленно значимое месторождение, что привело к накоплению металла в пищевой цепи, в том числе промысловой рыбе [3, 4]. В окуне, плотве концентрация общей ртути достигала 8 ПДК, в настоящий период загрязненность рыбы несколько сократилась, но по-прежнему превышает ПДК [15]. Химический анализ содержания ртути в биосубстратах свидетельствует о значительной нагрузке на население прибрежных районов. Концентрация ртути в моче обследованных превышает фоновый уровень в 77,9 %, а допустимый – в 10,5 % случаев. По данным скрининговых исследований отмечено, что в старших возрастных группах происходит рост

Маркеры воздействия ртути на население экспонированных территорий

Признаки	Группы	Возраст, лет		
		7–14 (n = 82 / 264)	15–19 (n = 46 / 65)	19–59 (n = 47 / 78)
Содержание ртути в моче (медиана, мг/дм <sup>3</sup> )	контрольная	1,7	1,6	1,7
	экспонированная	5,0**	5,2**	8,4**
Частота вегетативной дисфункции (на 100 обследованных)	контрольная	17	47	54
	экспонированная	29*	68*	87*
Частота патологии щитовидной железы (на 100 обследованных)	контрольная	5,2	8,1	14,0
	экспонированная	10,3*	16,1*	26,5*
Частота патологии мочевыводящей системы (на 100 обследованных)	контрольная	6,5	14,0	28
	экспонированная	8,4	32,0*	39,7*

Примечание: n – в числителе численность контрольной, в знаменателе – экспонированной групп; \* – различия достоверны (p < 0,05) по критерию Фишера; \*\* – различия достоверны (p < 0,05) по критерию Манна – Уитни.

уровня выведения ртути с мочой, что сопровождается увеличением частоты среди экспонированного населения маркеров воздействия ртути (табл. 1). При оценке риска формирования патологических синдромов среди населения, проживающего в зоне влияния техногенной ртути, установлено, что среди лиц экспонированной группы 38,5 % имели клинические признаки воздействия ртути [4, 6].

Динамическое наблюдение за здоровьем работников, контактировавших с ртутью, показало, что содержание ртути в организме сохраняется на период более 10 лет после прекращения контакта [8].

Хроническое отравление ртутью в большинстве случаев приводит к инвалидности (как показывает опыт наблюдения за работниками с профессиональной интоксикацией или жителями Японии с болезнью Минамата), что является причиной огромных социально-экономических потерь. В результате проведения комплексных исследований ФГБУ «Восточно-Сибирский научный центр экологии человека» СО РАМН и Института геохимии СО РАН выявлен экологический и медико-социальный риск, связанный с ртутным загрязнением окружающей среды, и были закрыты производства, использующие металлургическую ртуть в технологическом процессе. Реализация мер по ликвидации негативного ртутного воздействия на окружающую среду и население позволила избежать экономического ущерба.

Возможность отдаленного экологического ущерба следует учитывать и при разработке планов перепрофилирования различных предприятий, в том числе Байкальского целлюлозно-бумажного комбината. Особенно важно проводить превентивную оценку накопленных отдаленных экологических и медико-социальных рисков при передаче предприятий другому собственнику, который, возможно, не пожелает отвечать за негативные последствия деятельности своих предшественников.

Проблема гармонизации нормативов с международными рекомендациями, безусловно, важна, однако нельзя подходить к ее решению опрощенно и ориентироваться только на технологическую и экономическую целесообразность. Конечно, в случае,

когда появились новые данные, свидетельствующие о возможности негативных эффектов, мы должны это учитывать. Но кроме этого следует помнить о региональных особенностях, например, о большей уязвимости экосистем северных территорий, большей токсичности химических примесей, поступающих из маломинерализованной воды (что характерно для рек Сибири), сниженной возможности к детоксикации у представителей коренных народностей Севера и Сибири. Представляется целесообразным учитывать региональные особенности при определении допустимой химической нагрузки. Например, при повышенном содержании в рационе местной рыбы, что характерно для сельских жителей с низким уровнем доходов, уровень приемлемого риска соответствует концентрации ртути в рыбе – 0,00023, что в 1,5 раз ниже, чем рекомендуемое Всемирной организацией здравоохранения, и близко к величинам, рекомендованным в Японии.

Одной из ведущих проблем не только Сибирского региона, но и ряда других пожароопасных зон, являются массовые ландшафтные, в первую очередь, лесные пожары. Известно, что в техногенно измененных ландшафтах увеличивается дымообразование и содержание в смоге токсических веществ. При этом, как показали наши исследования, задымление жилых территорий приводит к росту обращаемости за медицинской помощью в 1,4–2,5 раза, к увеличению смертности от болезней кровообращения и дыхания в 1,2–6,0 раз, в том числе в молодом, трудоспособном возрасте (19–49 лет) [5, 11].

Таким образом, размещение на территории области крупных промышленных предприятий без учета возможностей самоочищения и самовосстановления объектов окружающей среды на многие годы поставило под угрозу здоровье населения. Решение экологических проблем требует их идентификации, выделения управляемых факторов, разработки комплексных программ по минимизации риска, планомерного внедрения профилактических, социальных мер на территориях риска и корректного вывода промышленных объектов из использования с полной экологической реабилитацией территорий.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гордеева О.Н., Белоголова Г.А., Гребенщикова В.И. Распределение и миграция тяжелых металлов и мышьяка в системе «почва – растение» в условиях г. Свирска (Южное Прибайкалье) // Проблемы региональной экологии. – 2010. – № 3. – С. 108–113.
2. Гребенщикова В.И., Лустенберг Э.Е., Китав Н.А., Ломоносов И.С. Геохимия окружающей среды Прибайкалья. – Новосибирск: Изд-во «ГЕО», 2008. – 232 с.
3. Ефимова Н.В., Коваль П.В., Рукавишников В.С., Безгоднов И.В. Проблемы, связанные с загрязнением ртутью объектов окружающей среды // Бюл. ВСНЦ СО РАМН. – 2005. – № 1. – С. 127–133.
4. Ефимова Н.В., Рукавишников В.С. Медико-экологическая оценка ртутной опасности для населения Иркутской области // Гигиена и санитария. – 2001. – № 3. – С. 19–21.
5. Ефимова Н.В., Елфимова Т.А. Изучение риска здоровью населения г. Читы при кратковременной ингаляционной экспозиции // Бюл. ВСНЦ СО РАМН. – 2011. – № 3, ч. 2. – С. 89–92.
6. Ефимова Н.В. Горнов А.Ю., Зароднюк Т.С. Опыт использования искусственных нейронных сетей при прогнозировании заболеваемости населения // Экология человека. – 2010. – № 3. – С. 3–7.
7. Дьякович М.П., Ефимова Н.В. Некоторые психологические особенности лиц, подвергающихся воздействию малых уровней металлической ртути // Гигиена и санитария. – 2007. – № 2. – С. 66–68.
8. Лахман О.Л., Колесов В.Г., Андреева О.К. и др. Течение энцефалопатии в отдаленном периоде ртутной интоксикации // Медицина труда и пром. экология. – 2003. – № 3. – С. 46–48.
9. Маторова Н.И., Ефимова Н.В., Батурина В.А. Применение математического моделирования динамических систем при изучении влияния загрязнения атмосферного воздуха на заболеваемость детского населения // Гигиена и санитария. – 2003. – № 4. – С. 75–77.
10. Моделирование и оценка состояния медико-эколого-экономических систем / под ред. В.А. Батурина. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2005. – 249 с.
11. Рукавишников В.С., Ефимова Н.В., Елфимова Т.А. Изучение риска здоровью при кратковременной ингаляционной экспозиции в условиях лесных пожаров // Гигиена и санитария. – 2013. – № 1. – С. 50–52.
12. Факторы окружающей среды: опыт комплексной оценки / под ред. В.С. Рукавишников. – Иркутск: РИО НЦРВХ СО РАМН, 2010. – 232 с.
13. Экология человека в изменяющемся мире / под ред. В.А. Черешнева. – Екатеринбург: УрО РАН, 2006. – 568 с.
14. Bruin De B.Y., Koistinen K., Kephelopoulos S., Geiss O, et al. Characterization of urban inhalation exposures to benzene, formaldehyde, and acetaldehyde in the European Union: comparison of measured and modeled exposed data // Environ. Sci Pollut. Res. – 2008. – N 5, Vol. 15. – P. 417–430.
15. Perrot V., Epov V.N., Pastukhov M.V., Grebenshchikova V.I. et al. Tracing sources and bioaccumulation of mercury in fish of lake Baikal? Angara river using Hg isotopic composition // Environ. Sci. Technol. – 2010. – N 21, Vol. 44. – P. 8030–8037.

Сведения об авторах

**Ефимова Наталья Васильевна** – доктор медицинских наук, профессор, заведующая лабораторией медицинской экологии ФГБУ «Восточно-Сибирский научный центр экологии человека» СО РАМН (665827, г. Ангарск, а/я 1170; тел.: 8 (3955) 55-40-85; e-mail: medecolab@inbox.ru)