

УДК 614.3:613.95:613.15 (470.51-25)

## АНАЛИЗ СВЯЗИ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА И ЗДОРОВЬЯ ДЕТСКОГО НАСЕЛЕНИЯ В СИСТЕМЕ СОЦИАЛЬНО-ГИГИЕНИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА

© 2014 М.К. Исхакова<sup>1</sup>, К.А. Данилова<sup>1</sup>, А.В. Попов<sup>2</sup>, И.Л. Малькова<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Ижевская государственная медицинская академия

<sup>2</sup> Республиканский детский санаторий «Ласточка»

<sup>3</sup> Удмуртский государственный университет, г. Ижевск

Поступила в редакцию 03.10.2014

Дается сравнительный анализ индекса неканцерогенного риска для здоровья детей младшего возраста и потенциального времени наступления токсического эффекта с учетом уровня загрязнения атмосферного воздуха г.Ижевска за период 2002-2012гг. Отмечено снижение уровня риска, несмотря на увеличение интенсивности транспортного потока на основных автодорогах города.

Ключевые слова: *индекс, неканцерогенный риск, атмосферный воздух, здоровье, дети*

В системе социально-гигиенического мониторинга особую роль занимает количественная оценка опасности воздействия факторов окружающей среды, осуществляемая с помощью методологии оценки и управления рисками влияния факторов окружающей среды на здоровье населения. Под оценкой риска для здоровья понимается процесс установления вероятности развития и степени выраженности неблагоприятных последствий для здоровья человека или здоровья будущих поколений, обусловленных воздействием факторов среды обитания.

**Цель исследования:** оценить риск для здоровья детей и время наступления токсического эффекта с учетом уровня загрязненности воздуха.

**Методы исследования.** Методика оценки риска для здоровья населения была применена в г. Ижевске в 2004 г.[3]. Были рассчитаны индексы неканцерогенного риска (ИНР) для детей младшего возраста (до 6 лет) и потенциальное время проявления общетоксических эффектов по данным 8 стационарных и маршрутных, 56 подфакельных пунктов наблюдения за загрязнением атмосферного воздуха. Также в расчет были включены результаты анализов атмосферного воздуха на 10 перекрестках наиболее загруженных автодорог города. Учитывались среднегодовые концентрации 5 основных загрязняющих газообразных соединений за период 2001-2003 гг. Были выбраны вещества, не оказывающие канцерогенный эффект, то есть не вызывающие образование злокачественных опухолей – CO, SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, фенол и формальдегид. В

итоге были созданы карты распределения уровней неканцерогенного риска отдельно по каждому из 5 загрязняющих веществ и карта суммарного индекса риска, который рассчитывался как сумма полученных значений по всем пяти веществам. Расчет ИНР производился по формуле:

$$\text{ИНР} = \text{СДД} * \alpha / \text{RfD},$$

где RfD – референтная доза; измеряется как произведение предельно допустимой концентрации (ПДК) токсиканта на коэффициент запаса (К<sub>з</sub>), который характеризует степень токсичности загрязнителя и является величиной постоянной (для веществ 1 класса опасности – 7,5; 2 класса опасности – 6; 3 класса опасности – 4,5; 4 класса опасности – 3);  $\alpha$  – константа, показывающая долю времени в течение жизни, когда наблюдается воздействие ( $\alpha$ =время воздействия/время жизни); СДД – средняя дневная доза поглощения загрязнителя (мг/кг массы в сутки); рассчитывается по формуле:

$$\text{СДД} = \text{С} * \text{V} / \text{W},$$

где С – концентрация загрязняющего вещества, мг/м<sup>3</sup>; V – суточное потребление атмосферного воздуха, м<sup>3</sup>/сутки; W – средняя масса тела, кг.

Значения ИНР выражаются в долях единицы и показывают вероятность возникновения неканцерогенных эффектов, поэтому значения можно интерпретировать как количество шансов из 100. В соответствие с градацией Всемирной организации здравоохранения ИНР до 1% свидетельствует об отсутствии риска, в пределах от 1% до 3% – о невысоком риске, от 3% до 5% – о повышенном риске, свыше 5% – о высоком риске. Время проявления токсического эффекта (Т) рассчитывалось по следующей формуле:

$$T = 10^{[\lg(T_0) - \lg(C/\text{ПДК}) * \alpha]},$$

Исхакова Марьям Камильевна, аспирантка  
Данилова Ксения Александровна, кандидат медицинских наук, директор центра практических умений. E-mail: centr\_umeniy@igma.udm.ru  
Попов Алексей Владимирович, кандидат медицинских наук, главный врач. E-mail: kafedra-ozz@mail.ru  
Малькова Ирина Леонидовна, кандидат географических наук, доцент кафедры природопользования и экологического картографирования

где:  $T_0$  – «опасное» время (1/3 средней продолжительности жизни человека, т.е. в среднем 25 лет);  $v$  – коэффициент изoeffективности, значение которого зависит от класса опасности загрязняющего вещества;  $C$  – концентрация загрязняющего вещества, мг/м<sup>3</sup>.

По величине потенциального времени проявления общетоксических эффектов принята следующая градация риска: 1) опасный – менее 25 лет, 2) вызывающий опасение – 25-45 лет, 3) вызывающий беспокойство – 45-70 лет, 4) допустимый (неопасный) – более 70 лет.

**Результаты исследования.** Исходя из данных критериев анализ территориального распределения ИНР по г. Ижевску показал следующее. Вероятность значений ИНР по диоксиду углерода в суммарной оценке риска оказалась наиболее значимой. Вся территория города оказалась в зоне

повышенного риска. В жилых кварталах, прилегающих к центральной и северо-восточной промышленным зонам, потенциальное время проявления токсического эффекта составило менее 25 лет. Здесь же наиболее высокими оказались и значения суммарного ИНР. Для детей, проживающих на этой территории, вероятность появления какого-либо общетоксического симптома либо заболевания, связанного с техногенным загрязнением атмосферного воздуха составило более 5 шансов из 100. Территориальное сопоставление значений ИНР и уровня заболеваемости детского населения (по данным 120 педиатрических участков обслуживания 7 детских поликлиник) показало наиболее тесную корреляционную связь с ИНР по оксиду углерода и формальдегиду (табл. 1). Более тесная связь проявилась в пределах поликлиник, обслуживающих центральную часть г. Ижевска.

**Таблица 1.** Коэффициенты парной корреляции между показателями заболеваемости детского населения г.Ижевска и уровнями неканцерогенного риска, 2004 г.

ИНР по CO	ИНР по NO <sub>2</sub>	ИНР по SO <sub>2</sub>	ИНР по фенолу	ИНР по формальдегиду	ИНР суммарный
0,65	0,42	0,35	0,19	0,54	0,64

Методика оценки риска позволяет не только выявить неблагоприятные в эколого-гигиеническом отношении территории, но и спрогнозировать неблагоприятные последствия для здоровья населения. В методологическом отношении представляет интерес степень оправдания полученных прогнозов. С этой целью через 10 лет был повторно проведен расчет неканцерогенного риска для здоровья детского населения г. Ижевска. По данным Доклада об экологической обстановке в г. Ижевске [2] за период 2003-2012 гг. отмечается тенденция к снижению уровня загрязнения SO<sub>2</sub>, CO, NO<sub>2</sub>. Содержание в атмосферном воздухе взвешенных веществ, фенола, СО, бенз(а)пирена и формальдегида остается стабильным. Индекс загрязнения атмосферы, рассчитанный по 5 приоритетным примесям, за рассматриваемый период имеет тенденцию к стабилизации. Число автомобилей и объем выбросов в атмосферный воздух г. Ижевска представлен на рис. 1. Стабилизация и некоторое снижение уровня загрязнения воздушного бассейна г.Ижевска отмечается на фоне увеличения количества автотранспорта (в 1,5-2 раза). За период с 1990 по 2003 гг. число единиц транспорта выросло на 90,5%, а объемы выбросов в атмосферный воздух от передвижных источников – на 47,3%. Напротив, с 2003 по 2010 гг. зарегистрировано увеличение численности автотранспорта на 1,3%, тогда как объемы его загрязняющих выбросов в атмосферный воздух г. Ижевска сократились на 15,2%. Это определяется, прежде всего, изменением структуры автопарка (уменьшение парка грузовых автомобилей и автобусов) и введением стандартов на автомобильные выбросы. Автотранспорт остается основным источником загрязнения атмосферного воздуха в г. Ижевске, его доля в выбросах в общем валовом выбросе загрязняющих веществ возросла с 72,4% в 2005 г. до 85,5% в 2012 г.

Повторная оценка риска для здоровья детского населения г. Ижевска была произведена с учетом среднегодовых концентраций по 4 основным загрязняющим веществам (СО, SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, формальдегид), зафиксированных за период с 2010 по 2012 гг. Были учтены данные постов наблюдения [2] за загрязнением атмосферного воздуха и результаты замеров концентраций загрязняющих веществ. Сравнительный анализ полученных значений за 2004 и 2012 гг. показал существенное снижение суммарного ИНР (табл. 2).

Наиболее высокие значения ИНР (до 8%) отмечены для оксида углерода. Поскольку это вещество 4-го класса опасности, то время наступления токсикологического эффекта составило 45 и более лет. Наименьшим (29-44 года) этот показатель оказался для формальдегида, вещества 2-го класса опасности. При этом в пределах наиболее загруженного автотранспортом перекрестка (14180 автомобилей в час) концентрации загрязняющих веществ и, соответственно, ИНР оказались не самыми высокими. На другом участке, где интенсивность транспортного потока в 1,5 раза ниже, фиксируются наиболее высокие значения. Транспортный поток на данном перекрестке увеличился за рассматриваемый период на 926 автомобилей. При этом по сравнению с 2004 г. ИНР по СО снизился более, чем в 3,5 раза, а ИНР по формальдегиду вырос в 1,5 раза. Это объясняется как геоморфологическими условиями, так и спецификой организации транспортного движения. Несмотря на интенсивный рост автотранспортных потоков в г. Ижевске, концентрации основных газообразных загрязняющих веществ уменьшаются и редко превышают предельно допустимые значения, за исключением формальдегида. Следовательно, ИНР тоже снижается, а время потенциального наступления общетоксических эффектов увеличивается.



Рис. 1. Количество автомобилей и объемы выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух г. Ижевска

Таблица 2. ИНР по данным постов наблюдения за загрязнением атмосферного воздуха г. Ижевска

№ поста набл.	ИНР по NO <sub>2</sub>		ИНР по SO <sub>2</sub>		ИНР CO		ИНР по формальдегиду		ИНР суммарный	
	2004	2012	2004	2012	2004	2012	2004	2012	2004	2012
1М*	0,037	0,02	0,0002	0,0008	0,066	0,034	0,01	0,01	0,10	0,06
2	0,026	0,02	0,0002	-	0,045	0,017	-	-	0,07	0,04
3	0,026	0,02	0,0002	-	0,027	0,014	0,01	-	0,05	0,04
6	0,036	0,02	0,0006	0,0003	0,030	0,020	-	-	0,07	0,04
7М*	0,034	0,02	0,0005	0,0003	0,052	0,034	0,01	0,01	0,09	0,03
8	0,026	0,04	-	0,0004	0,058	0,017	-	0,02	0,09	0,08

Примечание: \*- маршрутный пост наблюдения

Уровень заболеваемости детского населения существенно вырос за рассматриваемый период (рис. 2). Только в последние 2 года наметилась некоторая тенденция снижения уровня как общей, так и первичной заболеваемости. Связь уровня заболеваемости органов дыхания с ИНР ни в пределах отдельных детских поликлиник, ни в целом по городу не прослеживается (коэффициенты корреляции менее 0,23). Вероятно, фактор загрязнения атмосферного воздуха перекрывается во многом социально-экономическими факторами. Хотя подобного рода связь нужно рассматривать не в

целом по городу, а в пределах наиболее экологически неблагоприятных территорий. Так, в пределах территории детской поликлиники №2, обслуживающую центральную часть города, практически все педиатрические участки прилегают к крупным автодорогам. Здесь уровень общей заболеваемости детей составляет от 1755 до 2161‰. На участках, расположенных к менее загруженным автодорогам, фиксируется средний уровень заболеваемости (1610-1691‰). Внутри кварталов расположенные участки имеют самый низкий по поликлинике уровень заболеваемости детей (1443-1450‰).

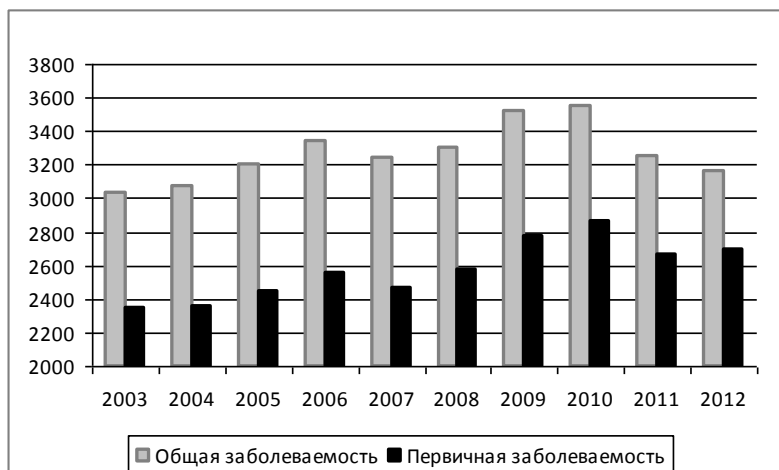


Рис. 2. Уровень заболеваемости детского населения г. Ижевска, на 1000 детей до 17 лет [1, 4]

**Выводы:** расчет ИНР с учетом концентраций основных газообразных веществ-загрязнителей атмосферного воздуха г. Ижевска позволяет констатировать некоторое улучшение экологической ситуации в сравнении с началом 2000-х годов. За последние 10 лет отмечается тенденция к снижению либо стабилизации уровня загрязнения воздуха. Соответственно и риск возникновения токсических эффектов у детей снизился с 5% до 1-3% и оценивается как невысокий. Наибольшие объемы выбросов загрязняющих веществ приходятся на автотранспорт, поэтому более высокий риск и более высокий уровень заболеваемости детского населения фиксируется в пределах педиатрических участков, непосредственно примыкающих к крупным перекресткам автодорог. При выраженном росте автопарка в городе ситуация в ближайшие годы может существенно ухудшиться.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Динамика здоровья и здравоохранения Удмуртской республики за годы реформ. Информационно-аналитический сборник. Вып. 10 / Под ред. *Н.С. Стрелкова, В.М. Музлова, В.Н. Савельева*. – Ижевск: Изд-во РМИАЦ МЗ УР, 2010. 75 с.
2. *Ковальчук, А.Г.* Доклад об экологической обстановке в г. Ижевске в 2012 г. / *А.Г. Ковальчук, Т.Н. Ермакова, Д.С. Рябов* // Управление природных ресурсов и охраны окружающей среды Администрации г. Ижевска. –Ижевск, 2013. 79 с.
3. *Малькова, И.Л.* Территориальные аспекты социально-гигиенического мониторинга (на примере г.Ижевска) / *И.Л. Малькова, С.В. Лагунова* // Вестник Удмуртского университета. Серия Наука о Земле. 2004. № 8. С 37-44.
4. Основные показатели состояния здоровья населения Удмуртской республики за 2012 год. – Ижевск: Изд-во РМИАЦ МЗ УР, 2013. 254 с.

## THE ANALYSIS OF RELATION BETWEEN THE POLLUTION OF ATMOSPHERIC AIR AND HEALTH OF CHILDREN'S POPULATION IN SYSTEM OF SOCIAL AND HYGIENIC MONITORING

© 2014 М. К. Iskhakova<sup>1</sup>, К.А. Danilova<sup>1</sup>, А.В. Popov<sup>2</sup>, I.L. Malkova<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Izhevsk State Medical Academy

<sup>2</sup> Republican Children's Sanatorium "Swallow"

<sup>3</sup> Udmurt State university, Izhevsk

The comparative analysis of index for notcancerogenic risk for health of infants and potential time of occurrence the toxic effect taking into account the level of pollution of atmospheric air in Izhevsk for the period 2002-2012gg is given. Decrease in risk level, despite increase in intensity of transport stream on the main highways of the city is noted.

Key words: *index, not cancerogenic risk, atmospheric air, health, children*

---

*Maryam Iskhakova, Post-graduate Student*  
*Kseniya Danilova, Candidate of Medicine, Director of the*  
*Centre of Practical Abilities. E-mail: centr\_umeniy@igma.udm.ru*  
*Aleksey Popov, Candidate of Medicine, Chief Physician. E-mail:*  
*kafedra-ozz@mail.ru*  
*Irina Malkova, Candidate of Geography, Associate Professor*  
*at the Department of Nature Use and Ecological Mapping*