
ВЛИЯНИЕ ФАКТОРОВ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ НА СОСТОЯНИЕ ПОПУЛЯЦИИ ДЕТСКОГО НАСЕЛЕНИЯ г. ЧЕРЕПОВЦА

М.А. Ванюхина

Лаборатория системного анализа
и информационных технологий в медицине и экологии
Институт системного анализа РАН
пр. 60-летия Октября, 9, Москва, Россия, 117312

В статье проводится анализ и оценка статистических данных о влиянии антропогенных факторов на состояние здоровья детей в условиях промышленного города. Анализ заболеваемости детей говорит о ее достоверном росте во времени и ее связи с экологической обстановкой.

Жители больших городов обладают повышенной реакционной способностью к воздействию факторов окружающей среды антропогенного характера. Детей причисляют к группе риска и индикаторным биологическим организмам. То, что дети достойны здоровой и безопасной окружающей среды, питания, жилища и соответствующего уровня здравоохранения, постулировано в конвенции Организации Объединенных Наций «О правах ребенка» [1].

Большинство исследований биологических популяций проводятся в условиях, которые в определенной степени были изменены человеком. Под термином «популяция» в биологических исследованиях понимается «совокупность особей одного вида, занимающих обычно четко ограниченную географическую область» [2].

Местообитание изучаемой в работе популяции — город Череповец — лидирующий в Вологодской области и в Российской Федерации город по загрязнению атмосферного воздуха бензапиреном, сероуглеродом и формальдегидом [3]. Основным источником загрязнения природной среды Вологодской области и вторым предприятием в нашей стране по объему выбросов загрязняющих веществ в атмосферу, по данным Государственного доклада о состоянии окружающей среды в Российской Федерации, считается предприятие черной металлургии г. Череповца — Череповецкий сталелитейный завод (ОАО «Северсталь»).

Он располагается к северо-западу от жилой застройки, менее чем в пятистах метрах от нее, и находится под опасными направлениями преобладающих в данной климатической зоне ветров северного и северо-западного направления. К холдингу «Северсталь» относится также Череповецкий сталепрокатный завод — ОАО «Северсталь-метиз», располагающийся там же.

Состояние популяции детского населения в той или иной степени характеризует воздействие на нее факторов окружающей среды. В условиях урбанизированных территорий с развитым промышленным производством влияние на популяцию детского населения природного компонента ослаблено, а хроническое действие антропогенных факторов резко усилено.

Согласно стандартной классификации [4], в экологии фактор, как условие среды, способное оказать влияние на живой организм, причина явления или процесса, делится на подтипы. Факторы разделяются по происхождению на антропогенные и природные. Согласно другой классификации по очередности воздействия факторы можно считать первичными и вторичными: в условиях промышленных городов антропогенные факторы принято считать первичными. По природе происхождения рассматривали преимущественно химические факторы, а по среде возникновения — влияние атмосферного, водного и эдафического (почвенного) факторов.

Материалы и методы исследования. Объектом воздействия рассматриваемых факторов стала популяция детского возраста до 14 лет (включительно) за определенный временной период — с 2000 по 2004 годы, как в динамике изменения в сравнении с предыдущими годами, так и в сравнении со среднестатистическими данными аналогичного характера в России (по данным Госкомстата Российской Федерации).

Данные о состоянии популяции детского населения г. Череповца были предоставлены санитарно-эпидемиологической службой г. Череповца; подсчет численности населения осуществляли по данным детских городских поликлиник № 1—7 по 87 участкам, к которым приписаны дети с рождения до 14 лет.

По материалам официальной отчетности Череповецкого Центра Госсанэпиднадзора были исследованы статистические данные об источниках загрязнения окружающей среды, среднегодовых, среднесуточных и максимально разовых концентрациях веществ в воздухе по данным стационарных постов № 1—4, о состоянии водоснабжения, уровне загрязнения воды и почвы в 4-х районах г. Череповца за 2000—2004 гг.

Согласно методическим рекомендациям [5], было оценено комплексное воздействие на здоровье детей за 5 лет (с 2000 по 2004 годы), исходя из суммарного соотношения фактических концентраций загрязняющих веществ к предельно допустимым. Расчет коэффициентов комплексной антропогенной нагрузки позволил построить экологическую карту города с четырьмя экологическими зонами по степени экологической напряженности. Достоверность результатов расчетов (доверительные интервалы) оценивалась экспресс-методом Р.Б. Стрелкова [6]. В работе применялся метод однофакторного с элементами регрессионного анализа [7].

Результаты и их обсуждение. По мнению ряда авторов, в экологических исследованиях принято использовать популяционный подход, который, в отличие от экосистемного, уделяет внимание динамике численности организмов и их распределению в пространстве [8].

Город Череповец разделен на 4 района — Индустриальный (расположенный вблизи промышленной зоны ОАО Северсталь), Первомайский (также называемый Заречный или Заягорбский), Северный и Зашекснинский. На схеме 1 представлено распределение детского населения по 4 районам города.

В Индустриальном районе, расположенном вблизи промплощадки ОАО «Северсталь», в 2002 г. находилось 15 школ, Зашекснинском — 7, Первомайском — 15, Северном — 3.

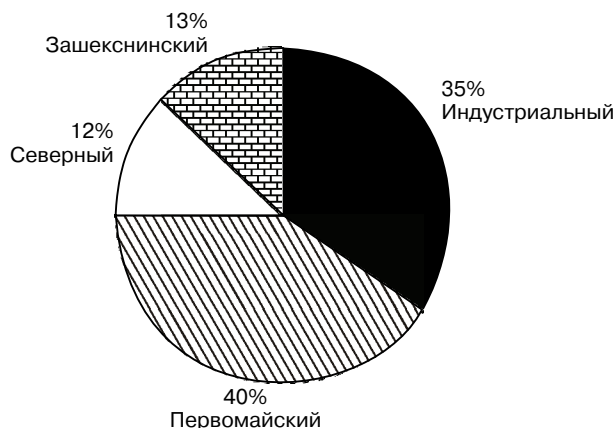


Схема 1. Численность детского населения по районам г. Череповца в 2004 г.

Проведенный анализ демографической структуры популяции с 2000 по 2004 гг. указывает на рост общей смертности населения, уменьшение младенческой смертности, отрицательный баланс прироста населения, что характерно для всей территории Российской Федерации. Удельная рождаемость в г. Череповце в 2004 г. составила 10,8‰ (в РФ — 10,4‰, в Вологодской области — 10,7‰). В 2004 г. по сравнению с 2003 г., общая численность популяции детского населения за год уменьшилась (с 53 370 до 52 699 детей в возрасте до 14 лет). Детское население, по данным на 2004 г., составляло около 17% всего населения. Показатель младенческой смертности, отражающий состояние здоровья популяции и уровень социально-экономического развития территории, в г. Череповце в 2000—2003 гг. превышал ориентир, установленный Европейским Бюро ВОЗ — 10 на 1000.

На следующем этапе исследования оценивали состояние воздуха, воды и почвы в городе за период с 2000 по 2004 гг. и по 4 районам.

Загрязнителями атмосферы (по превышению ПДК) за 5-летний период в разные годы являлись сероуглерод, формальдегид, фенол, пыль, диоксид азота, нафталин. Величина комплексного показателя загрязнения атмосферы в среднем за 5 лет составила $6,1 \pm 1,2$ у.е. ($p < 0,05$).

Концентрации отобранных для анализа компонентов загрязнения воды не превышали предельно допустимых норм (кроме проб воды на содержание свинца в 2003 г., в которых было обнаружено превышение ПДК в 5,6 раза), по данным санитарно-эпидемиологической службы города. Значение коэффициента загрязнения воды в среднем за 5 лет составило $5,8 \pm 0,2$ у.е. ($p < 0,05$). Соблюдаемый при расчете коэффициентов принцип суммирования основан на комбинированном действии нескольких факторов, о чем говорится в литературных источниках [9—11].

К основным загрязнителям почвы г. Череповца по превышению ПДК относились цинк и мышьяк. За пятилетний срок наблюдается рост коэффициента загрязнения почвы по районам г. Череповца и по городу в целом. Значение коэффициента загрязнения почвы в среднем за 5 лет составило $2,4 \pm 0,4$ у.е. ($p < 0,05$).

Среднее значение коэффициента комплексной антропогенной нагрузки на здоровье населения за пять лет составляло $4,8 \pm 0,7$ у.е. ($p < 0,05$). По превышению максимального нормированного показателя загрязнения почвы, воды и воздуха (>3 во всех районах) как в 2004 г., так и за 5 лет (в среднем на $60,0 \pm \pm 6,1\%$, $p < 0,05$) степень экологического неблагополучия на селитебной территории города, согласно принятой классификации, оценивается как критическая.

На основании вычисления коэффициента комплексной антропогенной нагрузки провели районирование жилой территории г. Череповца на 4 экологические зоны (от 1-й, наиболее неблагоприятной, до 4-й, наименее неблагоприятной по уровню влияния антропогенных факторов среды). Наиболее неблагополучными районами города за 5-летний период являются Северный и Индустриальный районы г. Череповца.

Это совпадает с данными о детской заболеваемости на территории г. Череповца того же периода. По данным литературных источников, комплексное стрессовое воздействие среды обитания на состояние биологических систем за пределами «зоны комфорта» проявляется в ответных реакциях биологических объектов [12]. По данным Комитета экспертов ВОЗ, заболеваемость входит в спектр биологических ответов на воздействие окружающей среды среди прочих неблагоприятных последствий — физиологических изменений, присутствия в организме ксенобиотиков [13].

В ходе исследования проанализирована динамика состояния здоровья новорожденных детей. По литературным данным, в силу недостаточности барьерных функций, слабой способности к синтезу иммуноглобулинов в период новорожденности может произойти нарушение адаптационных механизмов; выявиться пороки развития, последствия перенесенной в родах асфиксии, состояния, обусловленные незрелостью организма ребенка [14].

При анализе динамики состояния здоровья новорожденных по сравнению с данными 2000 г. наблюдалось достоверное увеличение частоты рождения маловесных детей (с массой тела менее 2500 грамм) — в 2000 г. этот показатель составлял $47,6 \pm 1,0$ человек на 1000 родившихся живыми. В последующие годы величина показателя увеличилась на $63,2 \pm 6,3\%$ — в 2001 г., на $24,8 \pm \pm 3,5\%$ — в 2002 г., в 2003 г. — на $65,6 \pm 5,5\%$, в 2004 г. — на $25,4 \pm 3,4\%$ ($p < < 0,01$). Одной из причин резких скачков данного показателя в 2001 г. и 2003 г. могло являться значительное повышение концентраций сероуглерода, формальдегида и фенола в атмосферном воздухе по сравнению с ПДК в эти годы относительно других лет, что сказалось на здоровье рожениц и новорожденных. Достоверно увеличение во времени количества детей, рожденных больными и заболевших: в 2003 г. величина этого показателя увеличилась на $11,4 \pm 2,2\%$ ($p < 0,05$) по сравнению с 2000 г.

Была установлена положительная зависимость частоты появления на свет детей с врожденными аномалиями от содержания в воздухе эмбриотоксического сероуглерода (коэффициент корреляции = 0,996). Построенная модель зависимости (схема 2) позволяет прогнозировать, что с увеличением значения факторного признака на $0,01$ мг/м³ значение результативного признака увеличится на 21,5 случаев на 1000 детей, рожденных живыми.

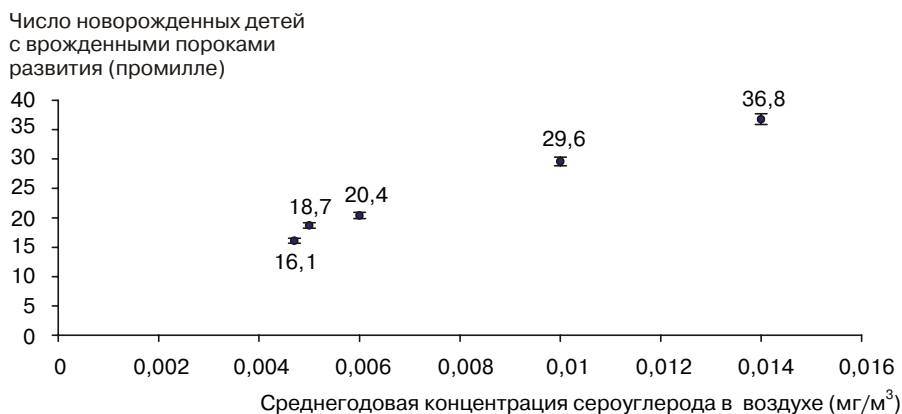


Схема 2. График зависимости (регрессия) рождения детей с врожденными пороками развития от среднегодовых концентраций сероуглерода в атмосферном воздухе г. Череповца

Наиболее высокая частота обращаемости детей г. Череповца за медицинской помощью зарегистрирована среди детей с рождения до 3 лет и 3—7 лет. В возрастной группе 3—7 лет установлено превышение среднемноголетних базовых уровней по аллергическому действию (аллергические дерматиты, бронхиальная астма).

Повышенная уязвимость детей младших возрастных групп к воздействию загрязненной окружающей среды является отчасти следствием морфолого-физиологических особенностей организма: повышенной проницаемостью кожи, слизистых оболочек желудочно-кишечного тракта и дыхательных путей, низкой кислотностью желудочного сока, незрелостью иммунитета и ферментных систем печени, низкой величиной клубочковой фильтрации почек [14].

При сравнительном анализе заболеваемости популяции детского населения г. Череповца по сравнению с Российской Федерацией в среднем за 5 лет очевидно превышение общей заболеваемости детей в г. Череповце на $49,2\% \pm 3,1\%$, заболеваемости болезнями органов крови и кроветворения — на $33,4\% \pm 2,7\%$, дыхательной системы — на $59,1\% \pm 2,6\%$, мочеполовой системы — на $19,4\% \pm 0,3\%$ и пищеварительной системы — на $24,8\% \pm 2,5\%$.

Нами была оценена динамика заболеваемости популяции детского населения г. Череповца во времени по сравнению с контрольным 2000 годом за тот же 5-летний период, что и динамика состояния среды обитания. За этот период нами отмечено достоверное увеличение общей заболеваемости в 2003 г. (до $2398,6 \pm \pm 21,6$ на 1000 детского населения) и 2004 г. (до $2444 \pm 29,3$ на 1000 детского населения) по сравнению с контрольным 2000 г. — $2351,8 \pm 4,7$ на 1000 детского населения ($p < 0,001$).

Относительно других лет достоверно процентное увеличение общей заболеваемости детей г. Череповца в 2003 г. по сравнению с 2002 г. — на $7,2\% \pm 1,7\%$ и в 2004 г. по сравнению с 2002 г. — на $9,3\% \pm 2\%$ ($p < 0,001$).

Болезни органов дыхания, как биоиндикатор экологического воздействия, у детей г. Череповца превалируют в структуре общей заболеваемости ($60,2\%$

в среднем за 5 лет), что может говорить о высоком уровне загрязнения атмосферы. Данные о динамике заболеваемости детей болезнями органов дыхания за период с 2000 по 2004 гг. представлены в табл. 1.

Таблица 1

Изменение заболеваемости органов дыхания у детей (%) в 2001–2004 гг. по сравнению с 2000 г. ($p < 0,001$)

Годы					среднее за 5 лет
2000	2001	2002	2003	2004	
1367,5 ± 2,7	1357,9 ± 6,8	1381,2 ± 8,2	1486,2 ± 26,0	1435,4 ± 19,0	1405,64 ± 8,0

Была установлена положительная зависимость распространенности заболеваний органов дыхания от среднегодовых концентраций оксида азота, вызывающего отек слизистой оболочки дыхательных путей с высокой степенью тесноты взаимосвязи (коэффициент корреляции = 0,88). Оценка адекватности данной зависимости позволяет прогнозировать ($p > 0,05$), что с увеличением среднегодовой концентрации оксида азота на 0,1 мг/м³ общая заболеваемость детей болезнями органов дыхания увеличится на 898,7 случаев на 1000 детей. Аналогично была установлена положительная зависимость распространенности заболеваний органов дыхания от среднегодовых концентраций диоксида азота (коэффициент корреляции = 0,8), которая позволила прогнозировать, что достаточно увеличения концентрации диоксида азота на 0,01 мг/м³, чтобы согласно этой регрессионной модели заболеваемость детей болезнями органов дыхания возросла на 118,6 случаев на 1000 детей. Это позволяет судить о более высокой токсичности воздействия диоксида азота на детей по сравнению с оксидом азота в среднем в 1,3 раза.

При анализе изменения заболеваемости детей в г. Череповце болезнями органов мочеполовой системы во времени по сравнению с 2000 г. отмечается достоверное превышение этого показателя, составлявшего 23,8 ± 0,1 на 1000 детей во все последующие годы. Если принять заболеваемость в 2000 г. за 100% ± ± 0,02%, то в 2001 г. этот показатель составлял 107,10% ± 1,7%, в 2002 г. — 105,9% ± 1,6%, в 2003 г. — 116,40% ± 2,7%, в 2004 г. — 177,70% ± 7,3%.

При анализе заболеваемости детского населения г. Череповца болезнями органов пищеварения (табл. 2) отмечается достоверное превышение во времени этого показателя в 2004 г. по сравнению с предыдущими годами. Среднее значение за 5 лет в г. Череповце составило 94,7 ± 0,7% ($p < 0,001$).

Таблица 2

Сравнение заболеваемости органов пищеварительной системы детского населения в Череповце по сравнению с Российской Федерацией

Оцениваемые показатели ($p < 0,001$)	Годы					Среднее за 5 лет
	2000	2001	2002	2003	2004	
Заболеваемость детей — г. Череповец по сравнению с 2000 г. (%)	95,2 ± 0,2	88,1 ± 1,4	95 ± 0,3	95,2 ± 0,2	100,1 ± 1,6	94,7 ± 0,7
Разница между заболеваемостью в г. Череповце и в РФ (%)	45,6 ± 3,1	29,2 ± 2,8	12,7 ± 2,1	15,5 ± 2,2	21,2 ± 2,5	24,8 ± 2,5

При анализе заболеваемости детей болезнями крови и органов кроветворения в Череповце относительно 2000 г. (принятого за 100% \pm 0,2%) достоверно различие результатов в 2001 г. (121% \pm 3,1%), в 2002 г. (112,4% \pm 2,3%), в 2003 г. (87% \pm 2,1%) и в 2004 г. (109,5% \pm 2%). Среднее значение за 5 лет составляло 22,3 \pm 0,5%.

Заключение. Таким образом, анализ статистических данных о состоянии окружающей среды и показателях заболеваемости популяции детского населения за конкретный период времени позволяет судить о наличии достоверной взаимосвязи между причиной — интенсивностью воздействия факторов среды обитания и состоянием популяции детей в возрасте до 14 лет.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Поддубная Т.Н., Поддубный А.О. Управление социальной защитой детства. — Ростов-на-Дону: Феникс, 2005.
- [2] Грин Н., Стаут У., Тейлор Д. Биология: в 3-х томах / Пер. с англ.; Под ред. Р. Сопера. — М.: Мир, 1993. — Т. 3. — С. 283—292.
- [3] Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2005 году» / Под ред. Н.А. Туманова, Т.В. Лешкевич: Министерство природных ресурсов Российской Федерации. — М.: АНО «Центр международных проектов», 2006. — С. 500.
- [4] Гейвардов Э.А. Экология: Словарь-справочник. В 2-х т. — М.: Культура и традиции, 2002.
- [5] Унифицированные методы сбора данных, анализа и оценки заболеваемости населения с учетом комплексного действия факторов окружающей среды № 01-19/12-17 / Методические рекомендации // Утверждено 26.02.1996 Г.Г. Онищенко. — М.: Государственный комитет санитарно-эпидемиологического надзора Российской Федерации. — 1996.
- [6] Стрелков Р.Б. Таблицы Стрелкова и экспресс-метод для статистической обработки данных. Методическое пособие для студентов, аспирантов и научных сотрудников нематематических специальностей. — М.: ПАИМС, 1998. — С. 1—20.
- [7] Практикум по статистике: Учеб. пособие для вузов / Под ред. В.М. Симчеры. — ВЗФЭИ. — М.: ЗАО «Финстатинформ», 1999.
- [8] Будилова Е.В., Дрогалина Ж.А., Терехин А.Т. Основные направления современной экологии и ее математический аппарат: анализ публикаций // Журнал общей биологии. — 1995. — № 2. — С. 179—186.
- [9] Агаджанян Н.А., Ушаков И.Б., Торшин В.И., Турзин П.С., Дубовой Л.И., Ермакова Н.В. Экология человека. Словарь-справочник // Под ред. Н.А. Агаджаняна. — М.: КРУК, 1997.
- [10] Большаков А.М., Крутько В.Н., Пуццлло Е.В. Оценка и управление рисками влияния окружающей среды на здоровье населения. — М.: Эдиториал УРСС, 1999. — С. 13—23.
- [11] Трушкина Л.Ю., Трушкин А.Г., Демьянова Л.М. Общая гигиена с основами экологии человека. — Ростов-на-Дону: Феникс, 2001.
- [12] Мелехова О.П., Егорова Е.И. и др. Биологический контроль окружающей среды / Под ред. О.П. Мелеховой и Е.И. Егоровой. — М.: Академия, 2007.
- [13] Ревич Б.А., Авалиани С.Л., Тихонова Г.И. Экологическая эпидемиология / Под ред. Б.А. Ревича. — М.: Издательский центр «Академия», 2004.
- [14] Турин Н.А., Кузьменко Л.Г. Детские болезни. Часть I. — М.: Изд-во РУДН, 2004.

**THE INFLUENCE OF THE ENVIRONMENTAL FACTORS
ON THE CHILDREN'S POPULATION STATE
IN THE CITY OF CHEREPOVETS**

M.A. Vanyukhina

The institute for the systems analysis of the russian academy of sciences
Prospect 60-letya Otyabrya, 9, Moscow, Russia, 117312

The article analyses and estimates the statistical data on the influence of environmental factors on the health state of children in the industrial city. The analysis of the sickness rate indicates on its reliable growth and its correlation with the ecological situation.