
ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА НА ЗАБОЛЕВАЕМОСТЬ НАСЕЛЕНИЯ В ГОРОДАХ ПРИМОРСКОГО КРАЯ

О.Л. Коломейцева

Дальневосточный федеральный университет
ул. Октябрьская, 27, Владивосток, Приморский край, Россия, 690091

Проведена оценка влияния загрязнения атмосферного воздуха на заболеваемость населения Приморского края на примере двух промышленных городов — Уссурийска и Спасска-Дальнего. На основе анализа статистических данных установлены основные классы болезней, доминирующие среди общей и первичной заболеваемости населения в исследуемых городах. Выявлены сильные и умеренные связи между заболеваемостью населения болезнями системы кровообращения и аэро-поллютантами, характерными для техногенных источников рассматриваемых городов.

Ключевые слова: загрязнение атмосферного воздуха, заболеваемость населения, ЛОС, Приморье, Уссурийск, Спасск-Дальний.

Загрязнение воздуха в промышленных городах — одна из основных экологических проблем здравоохранения. По оценкам ВОЗ, более половины ежегодных летальных исходов обусловлены краткосрочным и долгосрочным воздействием аэрополлютантов на здоровье человека, 24% глобального бремени болезней и 23% всех случаев смерти можно отнести на счет экологических факторов.

По данным РОССТАТ, в Приморском крае, как и во многих других регионах России, заболеваемость детей и взрослых по подавляющему числу основных классов болезней неизменно растет. Для оценки влияния загрязнения атмосферы на рост заболеваемости населения в Приморье были выбраны два города — Уссурийск и Спасск-Дальний со схожими природно-климатическими условиями, развитой промышленностью, определяющей характер и объем антропогенных выбросов в атмосферу. Анализ основных, или стандартных, загрязнителей атмосферного воздуха (твердых веществ, CO, NO_x, SO₂, углеводородов) и специфических компонентов (твердых, жидких и газообразных) показал, что в перегруженном автотранспортом и отапливаемом низкокачественным углем Уссурийске преобладают выбросы окиси углерода и продуктов сгорания минерального и органического топлива, в Спасске — центре стройиндустрии Приморья с развитой цементной промышленностью — выбросы твердых веществ и полиэлементных компонентов пыли [1].

В исследовании использованы статистические данные за 20-летний период с 1992 по 2011 гг. выбросов загрязняющих веществ в атмосферу НИИ «Атмосфера» (г. Санкт-Петербург), территориального органа РОССТАТ (Приморскстат), ФГБУ «Приморское УГМС», городские отчетные формы наблюдения № 2-ТП (Воздух). Статистические данные заболеваемости населения по форме МКБ-10 Приморского краевого медицинского информационно-аналитического центра.

Расчет коэффициента корреляции, с числовым выражением в пределах от 0 до ± 1 , дающим представление о направлении и силе связи между заболеванием

и поллютантом (их показатели по годам не имели нормального распределения), проводился при помощи ранговой корреляции Спирмена (r_{xy}^S):

$$r_{xy}^S = 1 - \frac{6 \cdot \sum (d_x - d_y)^2}{n \cdot (n^2 - 1)},$$

где d_x и d_y — ранги показателей x_i и y_i ; n — число коррелируемых пар при двух заданных выборках: заболеваемости $x = (x_1, \dots, x_n)$ и загрязнения $y = (y_1, \dots, y_n)$.

Теснота связи оценивалась в пределах значения коэффициента корреляции от 0,70 до 0,99 как высокая; от 0,50 до 0,69 — как умеренная и от 0,2 до 0,49 — как слабая.

На основе анализа статистических данных о заболеваемости населения установлено, что в обоих городах на первом месте среди общей заболеваемости взрослого населения находятся болезни кровообращения, далее следуют болезни органов дыхания и психические расстройства; среди детского населения — болезни органов дыхания, кожи и подкожной клетчатки, нервной системы, костно-мышечной системы. На первом месте среди первичной заболеваемости как взрослого, так и детского населения стоят болезни органов дыхания. В Уссурийске высоки показатели болезней мочеполовой системы (среди взрослых), кожи и подкожной клетчатки (среди взрослых и детей), системы кровообращения, новообразований. В Спасске высокие показатели первичной заболеваемости характерны практически для всех основных классов болезней.

Поскольку на первом месте среди заболеваемости взрослого населения стоят болезни системы кровообращения (код МКБ I00-I99), рассмотрим их более детально. По статистике они лидируют среди прочих как причина летальных исходов. Вредное воздействие загрязнения воздуха на функции сердца подтверждают исследования, проводимые на животных [2]. Наличие связей между загрязнением воздуха и сердечно-сосудистыми заболеваниями описано и для человека [3]. Даже кратковременное воздействие твердых частиц на организм повышает риск развития инфаркта миокарда, сужения сосудов и аритмий. Недавние исследования показывают, что дисфункции миокарда и сосудов обусловлены в том числе способностью попадания мелких твердых частиц (PM) непосредственно в системный кровоток [4]. Воздействие NO_2 , CO и летучих органических соединений (ЛОС) также вызывают нарушения кардиоваскулярной системы организма [5]. Часто при оценке последствий для здоровья, вызванных различными факторами окружающей среды, измеряют вариабельность сердечного ритма (ВСР), отражающую функцию вегетативной нервной системы. Проведенное в Канаде исследование воздействия транспортных ЛОС на ВСР среди велосипедистов с учетом возможных вмешивающихся факторов показало, что эти вещества способствуют его резкому изменению и возникновению иных патологий [6].

Уровень общей и первичной заболеваемости населения болезнями системы кровообращения на территории Приморья на протяжении многих лет остается высоким. В структуре причин общей смертности на этот класс приходится более

50%. Как видно на графиках линий тренда, в Уссурийске и Спасске наблюдается неуклонный рост данной патологии среди взрослых с резким подъемом в последние годы, в то время как среди детей она снижается (рис. 1).

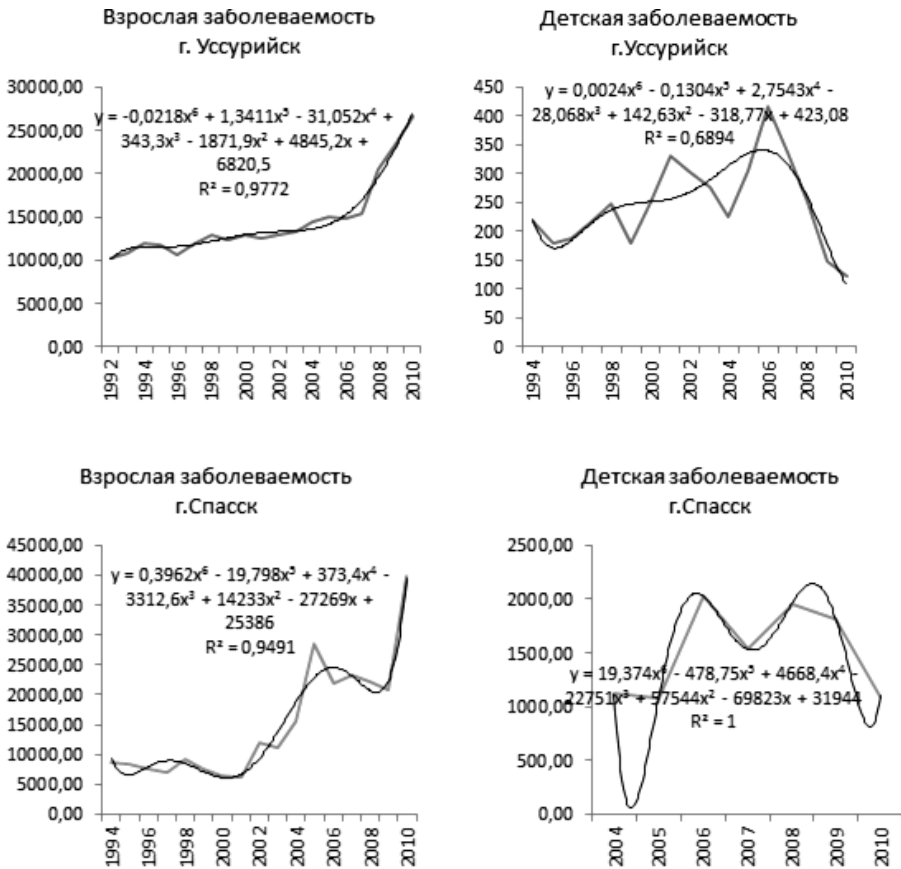


Рис. 1. Линии тренда, величины достоверности аппроксимации и динамика общей взрослой и детской заболеваемости на 100 тыс. человек болезнями системы кровообращения

Сильные связи наблюдаются между заболеваемостью по данному классу болезней и выбросами углеводов и ЛОС, оксидами азота, окисью углерода, поступающими в атмосферу с отработавшими газами автотранспорта в результате сжигания органического топлива, такого как бензин, природный газ, уголь, при производстве строительных материалов. С твердыми веществами, включающими в себя пыль, золу, сажу, дым, сульфаты, нитраты — результат сгорания всех видов топлива и производственных процессов — также выявлены сильные связи, как и с твердыми специфическими веществами: сажей, оксидами меди, свинцом и никелем и их соединениями, хромом, пятиокисью ванадия и неорганической пылью; менее сильные — с диоксидом серы, главный источник поступления в атмосферу которого — котельные и электростанции.

Наиболее высокие значения коэффициентов корреляции (КК) между заболеваемостью и выбросами газообразных и жидких специфических загрязняющих

веществ выявлены для аммиака, техногенные источники которого — производства по выделке кожи и холодильные установки, функционирующие в Уссурийске; для сероводорода, скапливающегося в малопрветриваемых низинах и поступающего от предприятий по производству сахара, бумаги; для фтористых соединений, характерных для производства хладагентов, цемента, пластмасс; для хлористого водорода и хлора — компонентов воздуха вблизи от заводов по производству пластмасс, растворителей, отбеливающих, моющих средств, глицерина. Меньшие, но значимые величины КК получены для азотной кислоты, масла минерального (жидкой смеси высококипящих углеводородов, применяющейся в двигателях внутреннего сгорания), метана и серной кислоты (табл. 1).

Таблица 1

**Коэффициенты корреляции (КК)
между заболеваемостью болезнями системы кровообращения и выбросами
загрязняющих веществ в городах Уссурийск и Спасск**

Вещество	Общая заболеваемость				Первичная заболеваемость			
	Уссурийск		Спасск		Уссурийск		Спасск	
	взрос- лые	дети	взрос- лые	дети	взрос- лые	дети	взрос- лые	дети
Твердые вещества	0,69							
Диоксид серы		0,67						
Оксид углерода	0,69			0,77				0,73
Оксиды азота	0,90				0,70	0,70		
Углеводороды без ЛОС	0,98				0,92			
ЛОС	0,89	0,90	0,89	0,71		0,90	0,79	
Твердые специфические вещества								
Ванадия пятиокись		0,87	0,93			0,85		
Золы углей ТЭС		0,71					0,78	
Марганец и его соединения		0,65	0,77			0,72		
Меди оксид	0,99							
Никель и его соединения	0,99							
Пыль неорганическая (SiO ₂ > 70%)	0,91	0,91			0,71	0,77		
Пыль неорганическая (SiO ₂ 20—70%)	0,84				0,93			
Сажа	0,99		0,85	0,87	0,98		0,90	0,92
Свинец и его соединения	0,99				0,88			
Хром шестивалентный	0,95				0,99			
Газообразные и жидкие специфические загрязняющие вещества								
Азотная кислота		0,76						
Аммиак	0,99				0,80			
Водород хлористый	0,99							
Масло минеральное						0,71		
Метан						0,71		
Серная кислота						0,71		
Сероводород	0,99				0,70			
Фтористые соединения	0,99							
Хлор	0,99				0,78			

Наиболее сильные и часто повторяющиеся связи в обоих городах наблюдаются между заболеваемостью болезнями системы кровообращения и углеводородами, в частности ЛОС. Все эти вещества являются ядами общего, нейро- и гемотоксического действия. Взаимосвязь между взрослой заболеваемостью по данному классу болезней и выбросами ЛОС в Уссурийске с наибольшими величинами КК достоверна для акролеина, выделяющегося при работе двигателей внутреннего сгорания; широко используемого растворителя ацетона; бутилацетата; для высокооктановых добавок к моторным топливам ксилола и толуола; для уайт-спирита (нефтяного растворителя); фенола, поступающего в атмосферу с выбросами от каменноугольных и сланцевых смол, нефтехимической и нефтеперерабатывающей, мебельной промышленности; для формальдегида, образующегося при неполном сгорании жидкого топлива и в меньших количествах поступающего в атмосферу от предприятий деревообрабатывающей и целлюлозно-бумажной промышленности; растворителей этилацетата и этилового спирта; бензола, входящего в состав бензина (табл. 2).

Таблица 2

**Коэффициенты корреляции (КК)
между заболеваемостью болезнями системы кровообращения
и выбросами летучих органических соединений (ЛОС) в г. Уссурийске**

Вещество	Общая заболеваемость		Вещество	Общая заболеваемость	
	взрослые	дети		взрослые	дети
Акролеин	0,99	0,74	Спирт этиловый	0,99	
Ацетон	0,99		Толуол	0,99	
Бензин		0,85	Уайт-спирит	0,99	
Бензол	0,98		Фенол	0,99	
Бутил ацетат	0,99		Формальдегид	0,99	
Ксилол	0,99		Этилацетат	0,99	

Степень загрязнения городской среды в Спасске выше, чем в Уссурийске. Так, суммарное количество аэрополлютантов от стационарных источников, приходящееся на единицу площади в Спасске за период наблюдения в 1,5—4,5 раза больше, чем в Уссурийске; на душу населения — в 1,1—2,8 раза. Почти по всем классам болезней значительно выше и уровень заболеваемости населения Спасска, что, очевидно, вызвано более высокой загрязненностью городской среды и характером пыли.

Среди специфических веществ, оказывающих значимое воздействие на заболеваемость населения, в Уссурийске выделяются летучие органические соединения, в Спасске — твердые вещества. Так, в Уссурийске КК между ЛОС и болезнями системы кровообращения составляет преимущественно 0,99, болезнями дыхания — 0,93. В Спасске КК между специфическими твердыми веществами и болезнями системы кровообращения находится в пределах 0,77—0,93, болезнями органов дыхания — 0,60—0,76.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Коломейцева О.Л., Христофорова Н.К. Сравнительная оценка загрязнения атмосферного воздуха двух промышленных городов Приморского края — Уссурийска и Спасска-Дальнего // Вестник РУДН. Серия «Экология и безопасность жизнедеятельности». — 2012. — № 4. — С. 76—81.

- [2] Wang T., Lang G.D., Moreno-Vinasco L., Huang Y., Goonewardena S.N. Particulate matter induces cardiac arrhythmias via dysregulation of carotid body sensitivity and cardiac sodium channels // *Am J Respir Cell Mol Biol.* — 2012. — 46(4). — P. 524—531.
- [3] Zhang J.Y., Zhang Z., Meng H.Y., Zhang G.B., Zhao W. Time-series analysis on relationship between air pollution and mortality from circulatory system diseases among registered residents in Chaoyang district of Beijing // *Zhonghua Yu Fang Yi Xue Za Zhi.* — 2012. — 46(2). — P. 139—142.
- [4] Nelin T.D., Joseph A.M., Gorr M.W., Wold L.E. Direct and indirect effects of particulate matter on the cardiovascular system // *Toxicol Lett.* — 2012. — 208(3). — P. 293—299.
- [5] Williams R., Brook R., Bard R., Conner T., Shin H. Impact of personal and ambient-level exposures to nitrogen dioxide and particulate matter on cardiovascular function // *Int J Environ Health Res.* — 2012. — 22(1). — P. 71—91.
- [6] Weichenthal S., Kulka R., Bérlisle P., Joseph L., Dubeau A. et al. Personal exposure to specific volatile organic compounds and acute changes in lung function and heart rate variability among urban cyclists // *Environ Res.* — Vol. 118. — P. 118—123.

LITERATURA

- [1] Kolomejceva O.L., Xristoforova N.K. Sravnitel'naya ocenka zagryazneniya atmosfernogo vozduxa dvux promyshlennykh gorodov Primorskogo kraja — Ussurijska i Spasska-Dal'nego // *Vestnik RUDN. Seriya "E'kologiya i bezopasnost' zhiznedeyatel'nosti"*. — 2012. — № 4. — S. 76—81.
- [2] Wang T., Lang G.D., Moreno-Vinasco L., Huang Y., Goonewardena S.N. Particulate matter induces cardiac arrhythmias via dysregulation of carotid body sensitivity and cardiac sodium channels // *Am J Respir Cell Mol Biol.* — 2012. — 46(4). — P. 524—531.
- [3] Zhang J.Y., Zhang Z., Meng H.Y., Zhang G.B., Zhao W. Time-series analysis on relationship between air pollution and mortality from circulatory system diseases among registered residents in Chaoyang district of Beijing // *Zhonghua Yu Fang Yi Xue Za Zhi.* — 2012. — 46(2). — P. 139—142.
- [4] Nelin T.D., Joseph A.M., Gorr M.W., Wold L.E. Direct and indirect effects of particulate matter on the cardiovascular system // *Toxicol Lett.* — 2012. — 208(3). — P. 293—299.
- [5] Williams R., Brook R., Bard R., Conner T., Shin H. Impact of personal and ambient-level exposures to nitrogen dioxide and particulate matter on cardiovascular function // *Int J Environ Health Res.* — 2012. — 22(1). — P. 71—91.
- [6] Weichenthal S., Kulka R., Bérlisle P., Joseph L., Dubeau A. et al. Personal exposure to specific volatile organic compounds and acute changes in lung function and heart rate variability among urban cyclists // *Environ Res.* — Vol. 118. — P. 118—123.

EFFECTS OF AIR POLLUTION ON THE INCIDENCE OF THE URBAN PRIMORYE

O.L. Kolomeytseva

Far Eastern Federal University

Oktyabrskaya str., 27, Vladivostok, Primorsky kr., Russia, 690091

It is estimated the impact of air pollution on public health Primorye on the example of two industrial cities — Ussuriysk and Spassk-Dalny. Based on the analysis of statistical data it is established the dominant incidence and prevalence in the two cities. It is revealed strong and moderate connection between the incidence of Diseases of the circulatory system and air pollutants coming from anthropogenic sources these cities.

Key words: air pollution, morbidity, incidence, VOC, Primorye, Ussuriysk, Spassk-Dalny.