

УДК 614.71/73 + 616.1/8

ОЦЕНКА КОМПЛЕКСНОГО ВЛИЯНИЯ АЭРОТЕХНОГЕННЫХ ЗАГРЯЗНИТЕЛЕЙ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ НА ЗАБОЛЕВАЕМОСТЬ НАСЕЛЕНИЯ

Петров С.Б., Петров Б.А.

ГБОУ ВПО «Кировская ГМА» Минздрава России, Киров, e-mail: sbpetrov@mail.ru

В работе приведены материалы исследования по оценке комплексного влияния аэротехногенных загрязнителей городской среды на заболеваемость населения г. Кирова. Методом выделения главных компонент определены 3 фактора, объясняющие 81% полной дисперсии переменных (55, 17 и 9% соответственно). Нагрузка на каждый выделенный фактор отличается по составу химических загрязнителей атмосферного воздуха. Так, прямая и сильная корреляционная связь фактора № 1 установлена с концентрациями в атмосферном воздухе взвешенных веществ, оксидов серы и азота, этилбензола и формальдегида, фактора № 2 с концентрациями оксида углерода, бензола и толуола, фактора № 3 с атмосферной концентрацией фенола. Выделенные факторы неравнозначным образом влияют на заболеваемость населения. Так, доминирующий характер влияния на уровень распространенности заболеваний установлен с фактором, объясняющим наибольший процент дисперсии и ассоциированным с взвешенными веществами, оксидами азота, серы и углерода, рядом ароматических углеводородов, формальдегидом.

Ключевые слова: атмосферный воздух городской среды, химические загрязнители, взрослое и детское население, заболеваемость, факторный анализ

ESTIMATION OF COMPLEX INFLUENCE OF AEROTECHNOGENIC POLLUTANTS OF THE CITY ENVIRONMENT ON THE POPULATION MORBIDITY

Petrov S.B., Petrov B.A.

Kirov state medical academy, Kirov, e-mail: sbpetrov@mail.ru

In work materials of research are resulted according to complex influence of aerotechnogenic pollutants of the city environment on disease of the population of Kirov. The factor analysis of allocation of the principal components defines 3 factors explaining 81% of the full dispersion of variables (55, 17 and 9% accordingly). Loading on each allocated factor differs on structure of aerial chemical pollutants. So, direct and strong correlative communication of the factor № 1 is established with concentration in free air of airborne matters, sulphur and nitrogen oxides, ethyl benzene and formaldehyde, the factor № 2 with concentration of white damp, benzene and toluene, the factor № 3 with atmospheric concentration of phenol. Dominating character of influence on prevalence level of morbidity the factor explaining the greatest percent of a dispersion and associated with is airborne matters, oxides of nitrogen, sulphur and carbon, by a number of aromatic hydrocarbons, formaldehyde is established.

Keywords: atmospheric air of the city environment, chemical pollutants, adult and children's population, morbidity, factor analysis

В структуре экологических факторов городской среды большой удельный вес принадлежит аэротехногенным загрязнителям, источниками которых являются промышленные предприятия, энергетические объекты, транспорт. По оценкам экспертов ВОЗ, загрязнение атмосферного воздуха, по сравнению с другими факторами окружающей среды, представляет наибольшую опасность для здоровья населения [5].

Целью настоящего эколого-эпидемиологического исследования являлось изучение влияния промышленно-транспортных выбросов на распространенность заболеваний среди городского населения. В задачи исследования входили оценка уровней загрязненности атмосферного воздуха вредными химическими веществами, проведение статистического анализа распространенности заболеваний среди взрослого и детского населения с установлением причинно-следственных связей с выделенными группами аэротехногенных загрязнителей (факторами).

Материал и методы исследования

Исследование проведено на территории г. Кирова, одного из крупных промышленных городов северо-востока Европейской части РФ. Основными источниками загрязнения атмосферного воздуха городской территории являются предприятия теплоэнергетики и цветной металлургии, машиностроительной и нефтехимической промышленности, автотранспорт.

Оценка уровней загрязненности атмосферного воздуха проведена путем анализа данных территориального мониторинга. Было проанализировано более 2000 проб атмосферного воздуха на содержание взвешенных веществ, оксидов серы, азота и углерода, фенола, формальдегида, ароматических углеводородов, бензпирена. Для характеристики качества атмосферного воздуха городской среды были рассчитаны коэффициент комплексного загрязнения атмосферного воздуха (K^*), относительный уровень загрязнения атмосферного воздуха за счет автотранспорта [2, 3].

Заболеваемость взрослого и детского населения изучалась путем анализа данных учета всех случаев обращений за медицинской помощью в городские учреждения здравоохранения (ф. № 12).

Для оценки нормальности распределений применялся тест Шапиро-Вилка, который не выявил

статистически значимых отличий распределений изучаемых показателей от нормального распределения, что позволило применить в статистическом анализе параметрические методы. Для характеристики влияния аэротехногенных загрязнителей городской среды на заболеваемость населения был применен факторный анализ методом выделения главных компонент, вращением по типу «варимакс» с нормализацией Кайзера. Оценка силы, направления и статистической значимости связей между изучаемыми показателями выполнена методом корреляционного анализа по

Пирсону. Статистическая обработка результатов исследования проводилась с использованием программы SPSS for Windows, версия 18 [1, 6].

Результаты исследования и их обсуждение

Метод выделения главных компонент позволил определить 3 фактора, объясняющие 81% полной дисперсии переменных – 55, 17 и 9% соответственно (табл. 1).

Таблица 1

Факторные нагрузки на выделенные компоненты

Контролируемые загрязнители атмосферного воздуха	Факторы (компоненты)		
	№ 1	№ 2	№ 3
	% дисперсии: 55%	% дисперсии: 17%	% дисперсии: 9%
Сера диоксид	0,87	-	-
Взвешенные вещества	0,87	-	-
Азота оксид	0,82	-	-
Азота диоксид	0,81	-	-
Этилбензол	0,74	0,47	-
Формальдегид	0,73	0,49	-
Ксилол	0,63	0,36	-
Бензол	-	0,92	-
Толуол	0,29	0,76	0,44
Углерода оксид	0,60	0,73	-
Фенол	-	0,30	0,92
Бензпирен	0,40	0,23	-

Из представленных в табл. 1 величин факторной нагрузки переменных на выделенные компоненты (выраженных в виде коэффициентов корреляции Пирсона) видно, что с фактором № 1 наибольшую корреляцию имеют концентрации в атмосферном воздухе взвешенных веществ, оксидов серы и азота. Следует отметить, что концентрации перечисленных веществ коррелируют только с данным фактором. Несколько меньшее значение коэффициента корреляции наблюдается у этилбензола и формальдегида, однако, и здесь связь сильная и прямая. В меньшей степени нагрузка на фактор № 1 выражена у атмосферных концентраций ксилола, оксида углерода и бензпирена (прямая средней силы связь).

Наибольшую нагрузку на фактор № 2 оказывают концентрации в атмосферном воздухе ароматических углеводородов –

бензола и толуола, оксида углерода (сильная прямая корреляционная зависимость). Атмосферная концентрация бензола коррелирует только с данным фактором и имеет здесь максимальное значение. В меньшей степени с фактором № 2 коррелируют другие ароматические углеводороды – ксилол и этилбензол, формальдегид (прямая средней силы связь). Фактор № 3 имеет сильную прямую корреляционную связь с атмосферной концентрацией фенола и связь средней силы – с концентрацией толуола.

Таким образом, выделенные компоненты отличаются по составу веществ, оказывающих нагрузку на каждый фактор.

В табл. 2 представлены связи выявленных факторов с показателями, характеризующими качество атмосферного воздуха городской среды.

Таблица 2

Связь выявленных факторов с показателями качества атмосферного воздуха городской территории

Показатели качества атмосферного воздуха	Фактор № 1	Фактор № 2	Фактор № 3
Коэффициент комплексного загрязнения атмосферного воздуха (K ^к)	0,72*	0,42*	0,13
Относительный уровень загрязнения атмосферного воздуха за счет автотранспорта	0,53*	0,65*	0,18

Примечание. * уровень значимости коэффициента корреляции $p < 0,05$.

Как видно из данной табл. 2, фактор № 1, в котором преобладают пыле-газовый компонент и ряд углеводородов, имеет сильную прямую корреляционную связь с показателем комплексного загрязнения атмосферного воздуха и связь средней силы с показателем загрязнения атмосферного воздуха за счет автотранспорта. Напротив, фактор № 2 (бензол и другие ароматические углеводороды, оксид углерода) в большей степени связан с уровнем загрязнения за счет выбросов автотранспорта, чем с комплексным загрязнением атмосферного воздуха. Между фактором № 3 (фенол) и показателями загрязнения атмосферного воздуха статистически значимая корреляционная связь не выявлена.

Исходя из анализа связей между выявленными факторами и показателями, отражающими качество атмосферного воздуха, можно сделать вывод, что фактор № 1 яв-

ляется более универсальным, характерным для комплексного загрязнения атмосферного воздуха, основными источниками которого в городской среде являются выбросы предприятий теплоэнергетики и автотранспорта. Фактор № 2 более специфичен для загрязнения атмосферного воздуха за счет автотранспорта. Фактор № 3, отражающий выбросы фенола в атмосферный воздух, вносит незначительный вклад в уровень загрязнения атмосферного воздуха, что можно объяснить отсутствием на исследуемой территории крупных источников поступления данного химического вещества в окружающую среду (химическое производство и предприятия, производящие полимеры).

В табл. 3 представлено влияние выделенных факторов на уровень распространенности заболеваний среди взрослого населения по отдельным классам болезней.

Таблица 3

Влияние выделенных факторов на уровень распространенности заболеваний среди взрослого населения

Класс болезней	Фактор 1	Фактор 2	Фактор 3
Новообразования	0,67*	0,36*	0,21
Болезни крови	0,53*	0,07	0,10*
Болезни эндокринной системы	0,56*	0,19	0,16*
Болезни нервной системы	0,27	0,66*	0,30
Болезни глаза	0,39*	0,58*	0,27
Болезни уха и сосцевидного отростка	0,31	0,48*	0,72*
Болезни системы кровообращения	0,70*	0,53*	0,09
Болезни органов дыхания	0,65*	0,48*	0,09
Болезни органов пищеварения	0,73*	0,14	0,20
Болезни кожи	0,68*	0,33	0,22
Болезни костно-мышечной системы	0,21	0,02	0,11
Болезни мочеполовой системы	0,74*	0,36	0,22
Общий уровень	0,76*	0,37*	0,22

Примечание. * уровень значимости коэффициента корреляции $p < 0,05$.

Как видно из данной табл. 3, на общий уровень заболеваемости у взрослых в наибольшей степени влияет фактор № 1, несколько меньшее влияние оказывает фактор № 2. Фактор № 3 не имеет статистически значимой связи с общим уровнем заболеваемости. По отдельным классам болезней фактор № 1 можно ассоциировать с новообразованиями, болезнями крови, эндокринной системы, системы кровообращения, органов дыхания, органов пищеварения, кожи и подкожной клетчатки, мочеполовой системы. В меньшей степени фактор № 1 оказывает влияние на болезни глаза и его придаточного аппарата. Значения фактора № 2 имеют наибольшую корреляцию

с уровнями распространенности болезней глаза и его придаточного аппарата, нервной системы. Причем болезни нервной системы статистически значимо коррелируют только с фактором № 2. Наблюдается сочетанное влияние факторов № 1 и № 2 на распространенность новообразований, болезней глаза и его придаточного аппарата, системы кровообращения, органов дыхания. Фактор № 3 имеет статистически значимую сильную прямую корреляционную связь только с болезнями уха и сосцевидного отростка.

В табл. 4 представлено влияние выделенных факторов на уровень распространенности заболеваний среди детского населения.

Таблица 4

Влияние выделенных факторов на уровень распространенности заболеваний среди детского населения

Класс болезней	Фактор 1	Фактор 2	Фактор 3
Новообразования	0,65*	0,12	0,15
Болезни крови	0,20	0,14	0,20
Болезни эндокринной системы	0,20	0,67*	0,32
Болезни нервной системы	0,28	0,27	0,09
Болезни глаза	0,49*	0,50*	0,60*
Болезни уха и сосцевидного отростка	0,58*	0,39*	0,43*
Болезни системы кровообращения	0,21	0,30	0,17
Болезни органов дыхания	0,72*	0,10	0,20
Болезни органов пищеварения	0,69*	0,10	0,22
Болезни кожи	0,67*	0,67*	0,14
Болезни костно-мышечной системы	0,26	0,25	0,18
Болезни мочеполовой системы	0,75*	0,24	0,11
Отдельные состояния в перинатальном периоде	0,75*	0,21	0,25
Общий уровень	0,70*	0,51*	0,17

Пр и м е ч а н и е . * уровень значимости коэффициента корреляции $p < 0,05$.

Как видно из данной таблицы, наибольшее влияние на общий уровень заболеваемости детского населения оказывает фактор № 1. Фактор № 1 имеет сильную прямую корреляционную связь с уровнями заболеваемости болезнями органов дыхания и мочеполовой системы, прямую корреляционную связь средней силы с новообразованиями, болезнями глаза и его придаточного аппарата, уха и сосцевидного отростка, органов пищеварения, кожи и подкожной клетчатки. Фактор № 2 характеризует прямую корреляционную связь средней силы с болезнями эндокринной системы, глаза и его придаточного аппарата, уха и сосцевидного отростка, кожи и подкожной клетчатки. Фактор № 3 оказывает влияние на болезни глаза и его придаточного аппарата, уха и сосцевидного отростка. Наблюдается сочетанное влияние выделенных факторов на распространенность болезней глаза и его придаточного аппарата, уха и сосцевидного отростка

Результаты анализа свидетельствуют о различном характере влияния факторов на заболеваемость взрослого и детского населения. Так, у взрослых в основном преобладает влияние фактора № 1 и в меньшей степени № 2, у детей влияние выделенных факторов более сбалансировано. Это можно объяснить большей чувствительностью детского организма к воздействию химических загрязнителей атмосферного воздуха.

Выделенные факторы неравнозначным образом влияют на заболеваемость населения. Так, доминирующий характер влияния

на уровень распространенности заболеваний установлен с фактором № 1, ассоциированного с взвешенными веществами, оксидами азота, серы и углерода, рядом углеводов и бензпиреном. Вероятно, одной из причин сильного влияния данного фактора является выраженная способность взвешенных веществ сорбировать токсичные газообразные соединения с образованием пылегазовых композиций, биологическое действие которых характеризуется усилением токсичности, активизацией формирования иммунопатологических процессов, снижением уровня антиоксидантной защиты [4].

Таким образом, по результатам исследования были определены приоритетные загрязнители атмосферного воздуха городской среды и наиболее информативные показатели заболеваемости населения, что нашло свое практическое применение при проведении медико-экологического мониторинга на территории г. Кирова.

Список литературы

1. Крыштановский А.О. Анализ социологических данных с помощью пакета SPSS. – М.: Изд-во: ГУ ВШЭ, Высшей школы экономики. Издательский дом. – 2006. – 283 с.
2. Методика определения выбросов автотранспорта для проведения сводных расчетов загрязнения атмосферы городов. – М.: Госкомэкологии России, 1999. – 18 с.
3. Пенчева П.К. Критерии комплексной оценки загрязнения атмосферы // Гигиена и санитария. – 1982. – №1. – С. 74–76.
4. Исследование биологического действия летучей золы в составе пылегазовой смеси / С.Б. Петров, Б.А. Петров, П.И. Цапок, Т.И. Шешунова // Экология человека. – 2009. – № 12. – С. 13–16

5. Актуальные проблемы комплексной гигиенической характеристики факторов городской среды и их воздействия на здоровье населения / Ю.А. Рахманин, С.И. Иванов, С.М. Новиков, Ю.А. Ревазова, Н.В. Русаков // Гигиена и санитария. – 2007. – № 5. – С. 5–7.

6. Халафян А.А. Современные статистические методы медицинских исследований // Ростов н/Д., 2008. – 320 с.

References

1. Kryshtanovskii A.O. Analiz sotsiologicheskikh dannykh s pomoshchyu paceta SPSS [The analysis of the sociological data by means of package SPSS] Isdatelstvo: GU VSHE, Vysshei shkoly ekonomiki isdatelskii dom. 2006. 283 p. [in Russian]

2. Metodika opredeleniya vybrosov avtotransporta dlya provedeniya svodnykh raschetov sagryazneniya atmsfery gorodov [Technique of definition of emissions of motor transport for carrying out of summary calculations of pollution of atmosphere of cities] M.: Goskomekologiya Rossii. 1999. 18 p.

3. Pencheva P.K. Kriterii kompleksnoi otsenki zagryazneniya atmosfery [Criteria of a complex estimation of pollution of atmosphere] Gigiena i sanitariya. 1982. no. 1. pp. 74–76.

4. Petrov S.B., Petrov B.A., Tsapok P.I., Sheshunova T.I. Issledovanie biologicheskogo deistviya letuchej zoly v sostave pylegazovoi smesi [Research of biological action flying ashes in structure of dust-gas mixture] Ekologiya cheloveka. 2009. no. 12. pp. 13–16.

5. Rakhmanin Yu.A., Ivanov S.I., Novikov S.M., Revazova Yu.A., Rusakov N.V. Aktual'nye problemy kompleksnoi gigienicheskoi kharakteristiki faktorov gorodskoi sredy i ikh vozdeistviya na zdorov'e naseleniya [Actual problems of the complex hygienic characteristic of factors of the city environment and their influence on population health] Gigiena i sanitariya. 2007. no. 5. pp. 5–7.

6. Khalafyan A.A. Sovremennye statisticheskie metody meditsinskikh issledovaniy [The modern statistical methods of medical researches] Rostov-na- Donu, 2008. 320 p.

Рецензенты:

Шардаков В.И., д.м.н., профессор, руководитель лаборатории иммунологии лейкозов ФГУ «Кировский научно-исследовательский институт гематологии и переливания крови» Федерального Медико-биологического агентства России, г. Киров;

Костяев А.А., д.м.н., доцент, руководитель лаборатории консервирования крови и тканей ФГУ «Кировский научно-исследовательский институт гематологии и переливания крови» Федерального Медико-биологического агентства России, г. Киров.

Работа поступила в редакцию 26.03.2012.