

УДК 614.71:632.15

МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К ОЦЕНКЕ ХАРАКТЕРА КОМБИНИРОВАННОГО ДЕЙСТВИЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА

Соколов С.М., Ганькин А.Н., Пшегорода А.Е.

РУП «Научно-практический центр гигиены», Минск, Республика Беларусь

Целью работы являлась разработка метода оценки характера комбинированного действия атмосферных загрязнений по их влиянию на показатели состояния здоровья в условиях населенных мест (на примере четырех населенных пунктов республики). Определены уровни загрязнения атмосферного воздуха, выраженные различными значениями комплексного показателя «Р», и заболеваемость населения.

Установлено, что характер комбинированного действия загрязняющих химических веществ (ЗХВ) в натуральных условиях проявляется по типу «неполной» суммации, близкой к корню квадратному из числа веществ, содержащихся в атмосферном воздухе.

Ключевые слова: комбинированное действие, здоровье населения, атмосферный воздух

APPROACHES TO THE ASSESSMENT OF THE NATURE OF THE COMBINED AIR POLLUTION

Sokolov S.M., Gankine A.N., Pshegroda A.E.

Republican unitary enterprise «Scientific practical centre of hygiene», Minsk, Belarus

The aim of the article was to develop a method for assessing the nature of the combined effect of air pollution by their effect on the state of health in populated areas (for instance, the four settlements of the Republic). Identified air pollution levels are expressed by different values of the complex index of «P» and morbidity.

It was found that the nature of the combined effect of chemical pollutants under natural conditions is shown in an «incomplete» summation close to the square root of the number of substances in the air.

Key words: combined effect, public health, ambient air

Актуальность проблемы оценки характера комбинированного действия химических соединений, загрязняющих окружающую среду, общеизвестна [1, 3].

Несмотря на определенные достижения гигиенической науки в решении проблемы оценки характера комбинированного действия (КД) химических соединений, потребность практики в научно-обоснованных рекомендациях по данному вопросу удовлетворяются далеко не полностью [4]. Поскольку оценка КД

осуществляется преимущественно для решения количественных задач, все разнообразие видов КД можно свести к трем, используя следующие термины: «аддитивное», «более чем аддитивное» и «менее чем аддитивное».

В целях обеспечения гигиенических требований при совместном присутствии в атмосферном воздухе нескольких веществ сумма их допустимых концентраций рассчитывается по коэффициенту комбинированного действия ($K_{кд}$) (формула 1).

$$\frac{\tilde{N}_1}{\tilde{I}\tilde{A}\tilde{E}_1} + \frac{\tilde{N}_2}{\tilde{I}\tilde{A}\tilde{E}_2} + \dots + \frac{\tilde{N}_n}{\tilde{I}\tilde{A}\tilde{E}_n} = \hat{E}_{\hat{e}\hat{a}} \quad (1)$$

где C_1, C_2, C_n – фактические концентрации загрязняющих веществ в атмосферном воздухе;

$ПДК_1, ПДК_2, ПДК_n$ – предельно допустимые концентрации тех же веществ при их изолированном действии.

Следовательно, при любом случае комбинированного действия атмосферных загрязнений гигиенические требования обеспечиваются только тогда, когда концентрация каждого вещества в смеси (C_i) будет проанализирована по сравнению с его $ПДК_i$ при изолированном действии, пропорционально отношению $K_{кд}$ к числу веществ в смеси (N) (формула 2).

$$\tilde{N}_i = \frac{\hat{E}_{\hat{e}\hat{a}}}{N} \tilde{I}\tilde{A}\tilde{E}_i \quad (2)$$

Оценка характера комбинированного действия в условиях эксперимента предполагает проверку его на практике в реальных условиях. Однако следует отметить, что методические приемы, используемые для оценки характера комбинированного действия в условиях эксперимента, не приемлемы для его оценки в реальных условиях воздействия атмосферных загрязнений на население, так как при этом отсутствует возможность непосредственного определения тех данных, которые нужны для расчета $K_{кд}$, в частности, изоэффективных концентраций веществ при их изолированном действии.

Таким образом, целью настоящей работы была разработка метода оценки характера комбинированного действия атмосферных загрязнений по их влиянию на показатели состояния здоровья.

Материалы и методы. Исследования проведены в четырех населенных пунктах (№ 1, 2, 3 и контрольный населенный пункт). Гигиеническая оценка опасности загрязнения выполнена согласно методическим рекомендациям [2]. Всего проанализировано 10 727 проб воздуха.

Ретроспективный эпидемиологический анализ заболеваемости детей острыми респираторными вирусными инфекциями верхних дыхательных путей (ОРВИ), органов

пищеварения, сердечно-сосудистой и мочеполовой систем проведен согласно инструкции [5].

На этапе планирования была сформулирована задача исследования – получение адекватных математических моделей, отражающих зависимость результативного признака (y) заболеваемости от факторных признаков (x) загрязнения атмосферного воздуха. Зависимость показателя состояния здоровья населения от суммарного загрязнения атмосферного воздуха, выраженного различными комплексными показателями, описывали следующими уравнениями регрессии: $y=a+bx$ и $y=a+blg x$ (a и b – коэффициенты регрессии) и аппроксимировали соответственно на сетках с равномерным и полулогарифмическим масштабом.

Расчет коэффициента комбинированного действия состоял в том, что одно и то же реальное загрязнение атмосферы представлялось разными комплексными показателями в зависимости от того, какой характер комбинированного действия заложен в их основу. Концентрации (C_i) веществ, составляющие реальное суммарное загрязнение («Р»), выражали в виде нормированных по ПДК концентраций (K_i). При этом если комбинированное действие проявляется по типу суммации, комплексный показатель загрязнения ($P_{\text{сум}}$) равен сумме нормированных концентраций веществ, входящих в смесь ($P_{\text{сум}}=\sum K_i$).

При независимости действия комплексный показатель ($P_{\text{нд}}$) представляет собой сумму нормированных концентраций, деленную на число веществ (n) в смеси (формула 3).

$$D_{\text{ia}} = \sum \frac{K_i}{n} \quad (3)$$

Однако реально действующим веществом считали то, нормированная концентрация которого являлась наибольшей. При ослаблении комбинированного действия по типу корня квадратного из числа веществ в смеси (N_n) комплексный показатель ($P_{\text{кк}}$) принимали равным корню квадратному, из суммы квадратов нормированных концентраций (формула 4).

$$D_{\text{ee}} = \sqrt{\sum \hat{E}^2} \quad (4)$$

В случае суммации, усиления и независимого действия за нормативное значение комплексного показателя принимали 1, а в случае ослабления комбинированного действия по типу \sqrt{n} – само значение корня. Математическую обработку результатов исследования проводили в программах MS Excel и STATISTICA 6.0.

Результаты и обсуждение. Источниками загрязнения атмосферного воздуха в населенных пунктах являлись ТЭС, автомобильный транспорт и промышленные предприятия. Выбросы в атмосферу (тыс. тонн/год) составляли: в населенном пункте 1

– 181,6; в населенных пунктах 2 и 3 – 129,403 и 64,51 соответственно; в контрольном районе – 12,6.

Результаты анализа структуры валовых выбросов свидетельствуют о том, что наибольший удельный вес приходится на диоксид серы 87,1–92,3 %, оксид азота 4,1–11,6 % и диоксид азота 10,7–22 %.

Значения максимальных разовых, среднесуточных и среднегодовых концентраций варьировали от «допустимых» (в контрольном районе) до превышающих уровни соответствующих ПДК в десятки раз (в опытных районах).

Анализ структуры загрязнения показал (по кратности превышений ПДК), что наибольший удельный вес приходится на диоксиды серы, азота и оксид углерода. Уровень суммарного загрязнения атмосферного воздуха в среднем за наблюдаемый период по показателям $P_{\text{кк}}$ и $P_{\text{сум}}$ составил: в районе 1 – 12,36 и 17,35 %, в районе 2 – 5,70 и 7,72 %, в районе 3 – 36,8 и 4,48 % и в контрольном районе – 2,16 и 3,36 % соответственно.

Заболеваемость детского населения ОРВИ существенно варьировалась в различных населенных пунктах в зависимости от уровней загрязнения атмосферного воздуха. Так, в среднем за изученный период в первом районе она составила $874 \pm 17,7$ %, во втором районе – $564,5 \pm 27,7$ %, в третьем – $424,4 \pm 13,1$ %, в контрольном районе – $358,96 \pm 11,37$ %. Установлено, что в формировании заболеваемости детей ОРВИ ведущая роль принадлежит диоксиду серы – 31,9 % ($r=0,94$) и диоксиду азота – 30,1 % ($r=0,91$ %).

В целях определения характера комбинированного действия загрязнителей атмосферного воздуха зависимость заболеваемости детей ОРВИ от уровней загрязнения атмосферного воздуха, выраженных различными комплексными показателями «Р» ($P_{\text{сум}}$, $P_{\text{нд}}$, $P_{\text{кк}}$), аппроксимировали на сетке с равномерным масштабом в виде прямых, согласно следующим уравнениям регрессии: $P_{\text{сум}} - y = 274,34 + 25,35x$ ($r=0,96$); $P_{\text{нд}} - y = 233,07 + 73,43x$ ($r=0,93$); $P_{\text{кк}} - y = 274,44 + 47,47x$ ($r=0,98$). Экстраполировав указанные прямые до нормального значения комплексного показателя загрязнения (в случае суммации и независимого действия, в случае ослабления по типу N_n), определили, что характер комбинированного действия загрязнителей в реальных условиях проявляется как неполная суммация по типу N_n . В результате проведенных исследований получены уравнения регрессии, позволяющие прогнозировать уровни детской заболеваемости ОРВИ в зависимости от суммарного загрязнения атмосферного воздуха.

Выводы.

1. В населенных пунктах с уровнями загрязнения атмосферы по показателю « $P_{\text{кк}}$ » – 12,36 отмечается ($p < 0,01 - 0,001$) повышенная заболеваемость детей ОРВИ, болезнями мочеполовой системы и органов пищеварения. Заболеваемость детей острыми респираторными инфекциями может служить в качестве наиболее чувствительного индикаторного показателя, характеризующего неблагоприятное влияние загрязняющих химических веществ на здоровье населения.

2. Зависимость заболеваемости детей острыми респираторными инфекциями от уровней загрязнения атмосферы может быть аппроксимирована в виде прямых на сетке с равномерным масштабом в соответствии с уравнением $y=(cx_i)$.

3. Характер комбинированного действия загрязняющих химических веществ в природных условиях проявляется по типу неполной суммации, близкой к корню квадратному из числа компонентов, содержащихся в атмосферном воздухе.

Список литературы:

1. Винокуров М. В. Современное состояние контроля загрязнения атмосферного воздуха населенных мест / М. В. Винокуров // Гигиена и санитария. – 2014. – № 5. – С. 29–33.
2. Гигиеническая оценка качества атмосферного воздуха и эколого-эпидемиологическая оценка риска для здоровья населения: методич. рекомендации: утв. постановлением Главного гос. сан. врача Респ. Беларусь 10.02.1998 № 113-9711 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: med.by/methods/pdf/1.1.11-8-7-2003. – Дата доступа: 06.07.2016.
3. Леванчук А.В. Количественная характеристика уровня загрязнения окружающей среды автомобильно-дорожным комплексом / А.В. Леванчук, О.И. Копытенкова, Н.С. Башкетова // Приоритеты профилактического здравоохранения в устойчивом развитии общества: состояние и пути решения проблем: материалы пленума Науч. совета по экологии человека и гигиене окружающей среды Российской Федерации / под ред. академика РАМН Ю.А. Рахманина. – М., 2013. – С. 209–211.
4. Пинигин М.А. О понятии «характер комбинированного действия» как основе гигиенической оценки / М.А. Пинигин // Гигиена и санитария. – 1986. – № 1. – С. 48–50.
5. Эпидемиологическая оценка риска влияния окружающей среды на здоровье населения: инструкция: утв. Главным гос. сан. врачом Респ. Беларусь 11.06.2002.