

УДК 614:614.7

**Особенности формирования динамических процессов состояния здоровья населения в условиях многокомпонентного загрязнения атмосферного воздуха**

**Л.М. Шевчук<sup>1</sup>, Н.А. Дзержинская<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>*Научно-практический центр гигиены, Минск, Республика Беларусь*

<sup>2</sup>*Белорусский государственный медицинский университет, Минск, Республика Беларусь*

<sup>1</sup>Республиканское унитарное предприятие «Научно-практический центр гигиены», Республика Беларусь, 220012, г. Минск, ул. Академическая, 8, тел. +375 17 284 13 70, факс +375 17 284 03 45, e-mail: rspch@rspch.by

<sup>2</sup>Учреждение образования «Белорусский государственный медицинский университет», Республика Беларусь, 220116, г. Минск, пр. Дзержинского, 83, тел: +375 17 272-61-96. Факс: +375 17 272-61-97, e-mail: bsmu@bsmu.by

**Реферат**

*Цель* - изучить влияние многокомпонентного загрязнения атмосферного воздуха на динамические процессы состояния здоровья населения.

*Материалы и методы.* Материалы: градостроительные материалы по обоснованию размещения и характеристика технологического процесса 466 предприятий; содержание химических веществ в атмосферном воздухе в районе расположения предприятий – 2495 проб, фоновое загрязнение - 14162 проб. Общая заболеваемость детского населения (1516 человек). Методы: лабораторный аналитический, статистический, математического моделирования, эпидемиологический.

*Выводы.* Загрязнение атмосферного воздуха на исследуемых территориях представлено многокомпонентными смесями, где концентрации компонентов не превышают значений гигиенических нормативов; при учете эффектов суммации для некоторых групп химических веществ превышено совместное

допустимое содержание. Степень загрязнения атмосферного и уровень загрязнения соответствуют «допустимой» степени и «низкому» уровню. Воздействие изученного загрязнения проявляется неспецифическим повреждающим действием, вызывающим увеличение общего числа случаев заболеваний и описывается потенциальным комбинированным риском хронического действия.

**Ключевые слова:** многокомпонентное загрязнение атмосферного воздуха, комплексный показатель «Р», комплексный индекс загрязнения атмосферы (КИЗА<sub>5</sub>), эффекты суммации, комбинированный риск здоровью, состояние здоровья детского населения.

**Введение.** На популяционном уровне состояние атмосферного воздуха находится на втором месте после социо-экономических факторов в структуре экономических потерь валового внутреннего продукта развитых стран от смертности и заболеваемости населения, ассоциированных с негативным воздействием факторов среды обитания, несмотря на профессиональную и возрастную принадлежность [1]. Загрязнение атмосферного воздуха является наиболее важным фактором экологического риска для здоровья населения в Европейском Регионе [6, 7]. В литературе представлено большое количество исследований по оценке влияния загрязнения атмосферного воздуха на состояние здоровья населения [2-7]. Однако вопрос объективной оценки степени загрязнения и эффектов воздействия атмосферного воздуха как многокомпонентной динамической смеси является недостаточно изученным [2].

**Цель исследования** - изучить влияние многокомпонентного загрязнения атмосферного воздуха на динамические процессы состояния здоровья населения.

**Материалы и методы исследования.** Материалы: градостроительные материалы по обоснованию размещения 466 предприятий, характеристика их технологического процесса, качественный и количественный состав выбросов; содержание загрязняющих химических веществ в атмосферном воздухе в

районе расположения предприятий – 2495 проб, фоновое содержание химических веществ - 14162 проб. Общая заболеваемость детского населения (1516 человек) в возрасте до 14 лет за 2009 – 2014 гг.

Методы: определена степень опасности предприятий по дифференцированной шкале с учетом величины показателя «ОП»; степень загрязнения атмосферного воздуха по значению показателя «Р»; уровень загрязнения атмосферного воздуха по значению КИЗА; проведено математическое моделирование рассеивания 46 химических веществ по сетке размером 1200 м\*1200 м с использованием унифицированной программы расчета загрязнения атмосферы Эколог 3.0 (версия 3.0); оценка риску здоровья населения (9131 человек). Обработка данных проведена с помощью статистического пакета Microsoft Office Excel 2010, Statistica 10. Корреляционный анализ проведен путем определения коэффициента ранговой корреляции Спирмена (R), достоверность различий между показателями заболеваемости установлена путем расчета Т-критерия Стьюдента; аналитический лабораторный контроль содержания химических веществ проведен с использованием индофенольного, фотометрического и счетных методов.

**Результаты и их обсуждение.** Для исследования выделены территории, прилегающие к промышленным предприятиям. По результатам анализа градостроительных материалов по обоснованию размещения предприятий и характеристик их технологического процесса установлено, что исследуемая группа по количеству объектов, их территориальному расположению и виду экономической деятельности отражает тенденции, характерные для всех предприятий Республики Беларусь: ведущее местоположение - Минская область (и г. Минск), наиболее распространенные виды экономической деятельности - торговля, ремонт автомобилей, бытовых изделий и предметов личного пользования; транспорт и связь и обрабатывающая промышленность; строительство. Значение валового выброса исследуемых предприятий - 7,15 т/г (1,69-58,58 т/г.); степень опасности по дифференцированной шкале с учетом

величины показателя «ОП» - 0,17 (0,04-1,06); 66,23% предприятий относятся к IV классу со значением валового выброса 0,05-100 т/г. Загрязнение атмосферного воздуха в районе расположения исследуемых объектов представлено многокомпонентной смесью, содержащей  $14 \pm 8$  ( $p=0,046$ ) веществ в концентрациях, в 94% не превышающих значений их гигиенических нормативов. Значение показателя «Р» в районе расположения предприятий: 1,29 (0,87-1,7); в 97,94 % случаев степень загрязнения атмосферного воздуха «допустимая». При этом значение валового выброса предприятия (т/г) оказывает влияние на формирование загрязнения атмосферного воздуха (по значению показателя «Р») в районе расположения данного объекта ( $R_{\text{спирмена}}=0,398$ ,  $p=0,01$ ). Значение КИЗА<sub>5</sub> в районе расположения предприятий - 1,78 (1,19-2,49); в 97,24 % уровень загрязнения атмосферного воздуха «низкий».

Для исследования состояния здоровья населения, проживающего в условиях многокомпонентного загрязнения атмосферного воздуха, отобрано предприятие из группы исследуемых, основные показатели которого репрезентативны ведущим признакам всей исследуемой группы: предприятие химической промышленности расположено в минская области, валовый выброс – 46,99 т/г. Степень опасности предприятий по дифференцированной шкале с учетом величины показателя «ОП» - 1,066, IV класс, умеренно-опасное, Значение показателя «Р» в районе расположения предприятия: 1,51-2,89, степень загрязнения атмосферного воздуха «допустимая»; показателя КИЗА<sub>5</sub> 1,66-3,63, уровень загрязнения атмосферного воздуха «низкий».

На основании результатов аналитического лабораторного контроля и математического моделирования рассеивания химических веществ в атмосферном воздухе в районе расположения предприятия проведена оценка степени загрязнения атмосферного воздуха: загрязнение атмосферного воздуха представлено многокомпонентной смесью, содержащей 43 химических вещества: 1 класса опасности – 5% всех веществ, 2 класса – 28%, 3 класса – 35%, 4 класса – 23%, без класса опасности – 9%. Изолированные концентрации

загрязняющих химических веществ не превышают значений гигиенических нормативов за исключением формальдегида (1,03 – 1,08 долей ПДК<sub>м.р.</sub> в 2010 году) и твердых частиц (недифференцированной по составу пыли/аэрозоля) – 1 доля ПДК<sub>м.р.</sub> в 2010 году. С учетом эффектов суммации на загрязненной территории выявлено превышение совместного содержания для 5 групп химических веществ, обладающих эффектами суммации в соответствии с Гигиеническим нормативом содержания загрязняющих химических веществ в атмосферном воздухе, обладающих эффектом суммации (утвержденным постановлением Министерства здравоохранения РБ 30.03.2015 г. № 33).

В качестве территории сравнения отобрана территория, расположенная в том же населенном пункте, что и исследуемое предприятие химической промышленности – условно-чистая территория. На данной территории отсутствуют промышленные предприятия, население получает медицинскую помощь в поликлиническом учреждении, обслуживающем и исследуемую территорию. Значение комплексного показателя «Р» на условно-чистой территории составляет 1,29- 1,54 («допустимая» степень загрязнения), значение КИЗА<sub>5</sub> – 1,91-2,25 («низкий» уровень загрязнения). Загрязнение атмосферного воздуха представлено многокомпонентной смесью, содержащей 12 химических вещества: 1 класса опасности – 17% всех веществ, 2 класса – 42%, 3 класса – 25%, 4 класса – 17%. Изолированные концентрации загрязняющих химических веществ не превышают значений гигиенических нормативов. С учетом эффектов суммации не выявлено превышение совместного содержания для групп химических веществ, обладающих эффектами суммации. Для определения вида риска наиболее точно отражающего реальное неблагоприятное воздействие многокомпонентного загрязнения атмосферного воздуха на состояние здоровья был проведен корреляционный анализ между уровнями риска и показателями заболеваемости детского населения. В результате корреляционного анализа установлено наличие положительной связи высокой силы между значением потенциального комбинированного риска хронического действия и числом заболеваний детей, проживающих на

условно-чистой территории в возрасте 3-5 лет ( $R=0,812$ ,  $p=0,05$ ) и 7-14 лет ( $R=0,812$ ,  $p=0,05$ ); а также установлено наличие положительной связи очень высокой силы между значением потенциального комбинированного риска хронического действия (рассчитанного в соответствии с Инструкцией 2.1.6.11-9-29-2004 «Оценка риска для здоровья населения от воздействия химических веществ, загрязняющих атмосферный воздух», утвержденной постановлением Главного государственного санитарного врача РБ от 5.07.2004 №63) и числом заболеваний детей, проживающих на условно-чистой территории в возрасте 5-7 лет ( $R=0,928$ ,  $p=0,008$ ).

Проведен анализ распределения случаев заболеваний ребенка в исследуемой и контрольной группах с учетом возраста. Число случаев заболеваний детей в возрасте старше 3 лет до 5 лет включительно в исследуемой группе достоверно превышает аналогичный показатель в контрольной группе (за исключением 2010 г. и 2014 г.), в возрасте старше 5 лет до 7 лет включительно достоверно превышает аналогичный показатель в контрольной группе, в возрасте старше 7 лет до 14 лет включительно достоверно превышает аналогичный показатель в контрольной группе (за исключением 2009 г. и 2012 г.): Т-критерий Стьюдента для возрастной группы 3-5 лет составляет 5,25 – 20,18; 5-7 лет: 2,26 – 7,76; 7-14 лет: 1,97 – 13,9. Анализ структуры общей заболеваемости детского населения, проживающего на условно-чистой и загрязненной территориях свидетельствует о наличии общих закономерностей: ведущие позиции занимают болезни органов дыхания, органов пищеварения, глаз и его придаточного аппарата.

### **Выводы.**

1. Загрязнение атмосферного воздуха в районе расположения исследуемых объектов представлено многокомпонентной низкодозовой смесью, содержащей  $14 \pm 8$  ( $p=0,046$ ) веществ в концентрациях, в 94% не превышающих значений их гигиенических нормативов. По значению комплексных показателей загрязнения атмосферы «Р» и КИЗА<sub>5</sub> степень

загрязнения 97,94 % случаев – «допустимая», уровень загрязнения в 97,24 % - «низкий».

2. На исследуемой территории состав загрязнения представлен 43 компонентами в концентрациях, не превышающих значений гигиенических нормативов; при учете эффектов суммации для 5 групп химических веществ превышено совместное допустимое содержание. На условно-чистой территории состав загрязнения представлен 12 компонентами, превышений значений гигиенических нормативов не отмечается как при оценке по изолированным концентрациям, так и при учете эффектов суммации. Несмотря на значительные различия в количественном и качественном составе загрязнения на исследуемых территориях, степень загрязнения атмосферного воздуха по значению комплексного показателя «Р» и уровень загрязнения по значению КИЗА<sub>5</sub> соответствуют «допустимой» степени и «низкому» уровню.

2. Совместный анализ уровней заболеваемости детского населения и уровней риска здоровью от воздействия химических веществ, загрязняющих атмосферный воздух, свидетельствует о том, что наиболее точно воздействие изученного многокомпонентного загрязнения атмосферного воздуха описывает потенциальный комбинированный риск хронического действия.

3. По результатам анализа показателей общей заболеваемости детского населения, проживающего на исследуемых территориях, число случаев заболеваний детей в возрасте старше 3 лет до 14 лет включительно в исследуемой группе достоверно превышает аналогичный показатель в контрольной группе, при этом структура общей заболеваемости детского населения по группам нозоформ в опытной и контрольной группах не различаются. Полученные данные свидетельствуют о том, что воздействие низкодозового (содержание загрязняющих компонентов до 1 доли ПДК) многокомпонентного загрязнения атмосферного воздуха проявляется неспецифическим повреждающим действием, вызывающим увеличение общего числа случаев заболеваний.

## Список литературы

1. Зайцева Н.В. Методические подходы к оценке результативности и экономической эффективности риск-ориентированной контрольно-надзорной деятельности роспотребнадзора / Н.В. Зайцева, П.З. Щур, Д. А. Кирьянов // Анализ риска здоровью. – 2014. – № 1. – С. 7–9.
2. Филонов В.П. Эколого-эпидемиологическая оценка риска для здоровья человека качества атмосферы / В.П. Филонов, С.М. Соколов, Т.Е. Науменко. – Мн. : ТРАНСТЭКС, 2001. – 187 с.
3. Чеботарев, П. А. Гигиенически основы охраны здоровья населения в условиях многокомпонентного загрязнения атмосферного воздуха углеводородами и продуктами их трансформации : автореф. дисс. д-ра мед. наук: 14.00.07 / П. А. Чеботарев ; Мин. гос. мед. ин-т. – Минск, 2005. – 32 с.
4. Air pollution and fasting blood glucose: A longitudinal study in China / L.Chen, Y.Zhou, S.Li, G.Williams, H.Kan, G.B.Marks, L.Morawska, M.J.Abramson, S.Chen, T.Yao, T.Qin, S.Wu, Y.Guo // The science of the total environment. – 2015. – N Oct 1:541. – P. 750-755.
5. Dominici F. Statistical methods for environmental epidemiology with R : a case study in air pollution and health / F. Dominici, R.D. Peng. - New York, NY : Springer-Verlag, 2008. – 131 p.
6. Environment and health in the WHO European Region: progress, challenges and lessons learned : working document : 65th session Regional Committee for Europe 17.07.2015, №150478. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.euro.who.int/\\_\\_data/assets/pdf\\_file/0018/283041/65wd11e\\_Environment\\_Health\\_150478.pdf?ua=1](http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0018/283041/65wd11e_Environment_Health_150478.pdf?ua=1) – Дата доступа: 13.07.2016.
7. Progress report on the European Environment and Health Process : working document : 65th session Regional Committee for Europe 28.07.2015, №150476. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.euro.who.int/\\_\\_data/assets/pdf\\_file/0006/283839/65wd18e\\_EHP\\_150476.pdf?ua=1](http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0006/283839/65wd18e_EHP_150476.pdf?ua=1) – Дата доступа: 13.07.2016.



## **Сведения об авторах**

Шевчук Лариса Михайловна – кандидат медицинских наук, доцент, заместитель директора по научной работе Республиканского унитарного предприятия «Научно-практический центр гигиены», Республика Беларусь, г. Минск, тел. +375 17 292-50-15, e-mail: sheuchuklm@mail.ru

Дзержинская Надежда Андреевна – старший преподаватель кафедры гигиены труда Учреждения образования «Белорусский государственный медицинский университет», Республика Беларусь, г. Минск, тел. +375 17 365-84-43, e-mail: klishka@mail.ru.

Материал поступил в редакцию .01.2017.

Шевчук Л.М.<sup>1</sup>, Дзержинская Н.А.<sup>2</sup> Особенности формирования динамических процессов состояния здоровья населения в условиях многокомпонентного загрязнения атмосферного воздуха // Профилактическая и клиническая медицина. – 2017.