

УДК 614.715:543.275.3-044.3

ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА МЕЛКОДИСПЕРСНЫМИ ТВЕРДЫМИ ЧАСТИЦАМИ НА ЗДОРОВЬЕ НАСЕЛЕНИЯ

Просвирякова И.А., Шевчук Л.М.

Республиканское унитарное предприятие «Научно-практический центр гигиены»,
Минск, Республика Беларусь

Объектом исследования послужило загрязнение мелкодисперсными твердыми частицами атмосферного воздуха территорий жилой застройки, расположенных в зонах влияния стационарных источников промышленных объектов по производству строительных материалов, а также показатели общей заболеваемости, проживающего на данных территориях детского населения. Целью работы являлось определение уровней риска здоровью и оценка динамики показателей заболеваемости детского населения в зависимости от уровней загрязнения атмосферного воздуха твердыми частицами фракций размером 10 и 2,5 мкм.

Результаты выполненных исследований позволили определить уровни риска здоровью населения от воздействия твердых частиц фракций размером 10 и 2,5 мкм, выявить закономерности изменения показателей риска и динамических процессов общей заболеваемости детского населения в зависимости от изменения уровней загрязнения атмосферного воздуха мелкодисперсными твердыми частицами.

Ключевые слова: атмосферный воздух, мелкодисперсные твердые частицы, предприятие, риск здоровью, жилая зона

Авторы заявляют об отсутствии возможных конфликтов интересов.

HYGIENIC ASSESSMENT OF IMPACT OF AMBIENT AIR POLLUTION BY FINELY DISPERSED SOLID PARTICLES ON POPULATION'S HEALTH

Prosviryakova I.A., Sheuchuk L.M.

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

The object of the study was the contamination by finely dispersed solid particles of atmospheric air of residential areas located in the influence zones of industrial facilities stationary sources for the production of building materials, as well as indicators of the overall morbidity rates of the child population. The aim of the work was to determine the levels of health risks and assess the dynamics of morbidity rates of the child population, depending on the degree of air pollution by solid particles of 10 and 2.5 microns fractions. The results obtained made it possible to determine health risks to the population caused by the impact of solid particles of 10 and 2.5 microns fractions, to reveal the patterns of risk changes and

dynamic processes of general morbidity of the population, depending on the changes in the levels of ambient air pollution by finely dispersed solid particles.

Key words: *ambient air, finely divided particulates, enterprise, health risk, residential construction*

Authors declare lack of the possible conflicts of interests.

Согласно данным Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ) от степени дисперсности твердых частиц, поступающих в атмосферный воздух в составе производственных выбросов, зависит степень их неблагоприятного влияния на здоровье населения [1]. По мнению экспертов ВОЗ, в зависимости от продолжительности воздействия мелкодисперсные частицы могут являться причиной респираторных и сердечно-сосудистых заболеваний [2].

Основными антропогенными источниками, вносящими значительный вклад в формирование загрязнения атмосферного воздуха твердыми частицами, являются промышленные предприятия, преимущественно по производству строительных материалов, а также предприятия машиностроительного и металлургического профиля. На территории Республики Беларусь предприятиями строительной индустрии ежегодно выбрасывается в атмосферный воздух более 7,05 тыс. тонн загрязняющих веществ, в том числе около 3,05 тыс. тонн или 42,98 % полидисперсных твердых частиц [3]. Выбросы предприятий по производству строительных материалов содержат в себе твердые частицы размером от 0,5 до 200 микрон. Однако, частицы размером менее 10 микрон практически не улавливаются наиболее распространенными в промышленности строительных материалов пылеочистными установками, в отличие от более крупных частиц, улавливаемых до 90-95 %.

Цель работы – определить уровни риска здоровью и оценить динамику показателей заболеваемости детского населения в зависимости от уровней загрязнения атмосферного воздуха твердыми частицами фракций размером 10 и 2,5 мкм. Обосновать критерии гигиенической оценки воздействия на здоровье детского населения загрязнения атмосферного воздуха мелкодисперсными твердыми частицами.

Материал и методы исследования. Изучение общей заболеваемости детского населения, проживающего в районе размещения предприятия по производству строительных материалов проведено на основании анализа обращаемости в амбулаторно-поликлинические учреждения. При изучении динамики общей заболеваемости детского населения рассчитан темп прироста ($T_{пр.}$), статистическая значимость различий между показателями заболеваемости установлена путем расчета t -критерия Стьюдента при уровне доверия 95,0 % и более ($p \leq 0,05$). Корреляционный анализ проведен путем определения коэффициента ранговой корреляции Спирмена R при уровне доверия 95,0 % и более ($p \leq 0,05$).

Для исследуемого населения рассчитаны значения риска острого и хронического действия твердых частиц фракций размером 10 мкм (PM_{10}) и 2,5 мкм ($PM_{2,5}$), индекса опасности для критических органов и систем в соответствии с инструкцией 2.1.6.11-9-29-2004 «Оценка риска для здоровья населения от воздействия химических веществ, загрязняющих атмосферный воздух». Обработка данных проведена с помощью статистического пакета Microsoft Office Excel 2010, Statistica 10 (серийный номер 1234567890).

До проведения анализа общей детской заболеваемости на исследуемой территории было выделено два временных периода статистически значимо

отличающиеся по уровню загрязнения атмосферного воздуха мелкодисперсными твердыми частицами:

период 2010-2013 гг. характеризовался максимальными производственными выбросами твердых частиц – порядка 778,09-778,47 тонн в год, лабораторно подтвержденными превышениями значений предельной допустимой концентрации (ПДК) содержания мелкодисперсных твердых частиц в атмосферном воздухе, «неблагоприятной» категорией опасности загрязнения атмосферного воздуха мелкодисперсными твердыми частицами;

в период 2014-2017 гг., в результате проводимых предприятием мероприятий, производственные выбросы твердых частиц значительно снизились до 465,62 тонн/год в 2014 году и до 9,81 тонн/год в 2015-2017 гг. Превышения ПДК носили эпизодический характер, индекс качества атмосферного воздуха соответствовал «умеренной» категории опасности загрязнения атмосферного воздуха [4].

Результаты и обсуждение. Установлено, что темп прироста общей заболеваемости, заболеваемости болезнями органов дыхания и острыми респираторными инфекциями верхних дыхательных путей в группе детей 5-14 лет на исследуемой территории в период максимального производственного выброса твердых частиц было статистически значимо выше, чем в период реализации мероприятий по снижению выбросов ($t = 2,50-2,90$, $p < 0,05$).

Общая заболеваемость детского населения в группах 5-9 и 10-14 лет в период 2010-2013 гг. характеризовалась выраженной тенденцией к росту ($T_{пр.} = 9,9 \%$ и $15,9 \%$). Наибольшие значения темпа прироста отмечались в 2012 г. и 2013 г. во время максимального выброса твердых частиц ($T_{пр.} = 19,0 \%$ и $9,1 \%$ в группе 5-9 лет, $T_{пр.} = 23,5 \%$ и $31,4 \%$ в группе 10-14 лет). В период 2014-2017 гг. динамика уровней общей заболеваемости являлась относительно стабильной в возрастной группе 5-9 лет ($T_{пр.} = -0,7 \%$) и характеризовалась умеренной тенденцией к снижению в возрастной группе 10-14 лет ($T_{пр.} = -4,7 \%$). Наибольший темп снижения общей заболеваемости отмечался в 2014 году на фоне снижения выбросов твердых частиц в 1,7 раза с 778, 47 т/год до 465,62 т/год ($T_{пр.} = -6,0 \%$ в группе 5-9 лет и $T_{пр.} = -10,6 \%$ в группе 10-14 лет). Установлена положительная корреляционная связь высокой силы между значениями индекса качества атмосферного воздуха, характеризующего категорию опасности загрязнения атмосферного воздуха мелкодисперсными твердыми частицами и показателями общей заболеваемости детского населения ($R = 0,94$, $p = 0,01$ в группе 5-9 лет, $R = 0,84$, $p = 0,02$ в группе 10-14 лет).

В структуре общей заболеваемости детского населения 75,0 % составляли болезни органов дыхания. Определено, что в период 2010-2013 гг. общая заболеваемость болезнями органов дыхания, в том числе острыми респираторными инфекциями верхних дыхательных путей, характеризовалась выраженной тенденцией к росту как в группе детей 5-9 лет ($T_{пр.} = 13,8 \%$ и $14,9 \%$), так и в группе детей 10-14 лет ($T_{пр.} = 21,4 \%$ и $30,3 \%$). В период 2014-2017 гг. отмечалась умеренная тенденция к росту общей заболеваемости болезнями органов дыхания, острыми респираторными инфекциями в группе детей 5-9 лет ($T_{пр.} = 2,6 \%$, $2,0 \%$), а также умеренная тенденция к снижению общей заболеваемости болезнями органов дыхания ($T_{пр.} = -1,9 \%$) и стабилизация динамического процесса заболеваемости острыми респираторными инфекциями верхних дыхательных путей в группе детей 10-14 лет ($T_{пр.} = 0,1 \%$).

Уровень общей заболеваемости болезнями органов дыхания в 2017 году снизился на 4,7 % по сравнению с уровнем 2013 года в группе детей 5-9 лет и на 16,8 % в группе детей 10-14 лет. Между значениями индекса качества атмосферного воздуха и

показателями общей заболеваемости болезнями органов дыхания, в том числе острыми респираторными инфекциями верхних дыхательных путей установлено наличие положительной корреляционной связи высокой силы ($R = 0,78$, $p = 0,04$, $R = 0,87$, $p = 0,01$ в группе 5-9 лет, $R = 0,81$, $p = 0,03$, $R = 0,76$, $p = 0,05$ в группе 10-14 лет).

Отмечено снижение общей заболеваемости детского населения в 2017 году по сравнению с 2013 годом по болезням миндалин и аденоидов на 45,5 %, хроническим ринитом, фарингитом, синуситом – на 37,0 %, астмой – на 12,5 % и аллергическим ринитом – на 8,3 %, болезнями системы кровообращения – на 30,0 %.

Для оценки вероятности неблагоприятного влияния загрязнения атмосферного воздуха мелкодисперсными твердыми частицами на показатели заболеваемости населения с использованием методологии оценки риска определены значения потенциального риска здоровью населения в условиях острого и хронического воздействия PM_{10} и $PM_{2,5}$ (таблица 1).

Таблица 1

Максимальные значения уровней риска здоровью населения на исследуемой территории

Показатель	2010-2013 гг.	2014-2017 гг.
Риск острого действия PM_{10} , %	3,3 (удовлетворительный)	1,1 (приемлемый)
Риск острого действия $PM_{2,5}$, %	9,4 (удовлетворительный)	3,9 (удовлетворительный)
Риск хронического действия PM_{10} , %	6,2 (вызывающий опасение)	4,7 (приемлемый)
Риск хронического действия $PM_{2,5}$, %	7,4 (вызывающий опасение)	5,0 (приемлемый)

Выполненные исследования позволили выявить наличие положительных корреляционных связей высокой и очень высокой силы в анализируемые периоды между значениями рисков острого/хронического действия PM_{10} , $PM_{2,5}$ и показателями общей заболеваемости детского населения ($R=0,84-0,90$, $p=0,05$), в том числе заболеваемости болезнями органов дыхания ($R=0,76-0,82$, $p=0,05$) и болезнями системы кровообращения ($R=0,91-0,94$, $p<0,05$), а также положительной связи высокой силы между значениями риска хронического действия PM_{10} , $PM_{2,5}$ и показателями общей заболеваемости детского населения острыми респираторными инфекциями верхних дыхательных путей ($R=0,78-0,80$, $p<0,05$). Величина риска острого действия отражает вероятность появления неблагоприятных эффектов чаще всего проявляющихся в виде рефлекторных реакций, в то время как риск хронического действия указывает на вероятность неспецифического повреждающего действия ЗХВ.

С использованием методологии оценки риска, для установления неблагоприятных эффектов влияния загрязнения атмосферного воздуха мелкодисперсными твердыми частицами на отдельные органы и системы определены значения индексов опасности (таблица 2). Установлена положительная связь высокой силы между значениями индексов опасности при остром воздействии PM_{10} , $PM_{2,5}$ и общей заболеваемостью аллергическим ринитом (поллинозы) в группе детей 10-14 лет ($R=0,79$, $p<0,05$), а также между значениями индексов опасности при хроническом

воздействии PM_{10} , $PM_{2,5}$ и общей заболеваемостью астмой в группе детей 5-9 лет ($R=0,89$, $p<0,05$).

Таблица 2

Значения индексов опасности на исследуемой территории

Показатель	2010-2013 гг.	2014-2017 гг.
Индекс опасности острого действия PM_{10} , %	1,14 (средний)	1,00 (низкий)
Индекс опасности острого действия $PM_{2,5}$, %	1,90 средний	1,70 средний
Индекс опасности хронического действия PM_{10} , %	1,73 средний	1,30 средний
Индекс опасности хронического действия $PM_{2,5}$, %	2,10 средний	1,58 средний

Отмечено, что максимальные значения индексов опасности развития неблагоприятных эффектов со стороны критических органов и систем в анализируемые периоды формировались при остром и хроническом воздействии $PM_{2,5}$. При этом, установлено наличие положительной связи между значениями индексов опасности в условиях острого/хронического воздействия PM_{10} , $PM_{2,5}$ и показателями общей заболеваемости детского населения, в том числе болезнями органов дыхания и заболеваемости острыми респираторными инфекциями верхних дыхательных путей во всех исследуемых возрастных группах ($R=0,78-0,83$, $p<0,05$ в группе 1-4 года, ($R=0,74-0,87$, $p<0,05$ в группе 5-14 лет, $R=0,82-0,97$, $p<0,05$ в группе 15-17 лет).

Выводы. Таким образом, количественными критериями гигиенической оценки воздействия загрязнения атмосферного воздуха мелкодисперсными твердыми частицами на здоровье населения могут быть рассмотрены значения рисков острого и хронического воздействия и индексы опасности для критических органов и систем, что обосновывается установленными общими закономерностями изменения показателей риска и динамики показателей общей заболеваемости наиболее уязвимой группы детского населения 5-14 лет в зависимости от различных уровней загрязнения атмосферного воздуха.

Список литературы:

1. Состояние природной среды Беларуси : экол. бюл., 2015 г. / Бел НИЦ «Экология», М-во природ. Ресурсов и охраны окружающей среды ; под ред. С. Б. Мельнова. – Минск : [б. и.], 2016. – 323 с.
2. Просвирякова, И. А. Анализ риска здоровью с учетом дисперсного и компонентного состава твердых частиц в атмосферном воздухе / И. А. Просвирякова, Л. М. Шевчук // Здоровье и окружающая среда: сб. науч. тр. / сборник мат. респ. науч.-практич. конф. с междун. участием «Здоровье и окружающая среда» ; Минск, 26–28 октября 2017 г. / Науч.-практ. центр гигиены. – Минск, 2017. – Т. 1. – С. 40–42.
3. Air quality guidelines for Europe, 2nd edition : WHO Regional Publications, European Series, №. 91 // WHO Regional Office for Europe [Electronic resource]. – 2000. – Mode of access: <http://www.euro.who.int/document/e71922.pdf>. – Date of access: 05.06.2012.
4. Health effects of particulate matter : Policy implications for countries in eastern Europe, Caucasus and central Asia [Electronic resource] / WHO Regional Office for Europe, Copenhagen, 2013. – Mode of access: http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0006/189051/Health-effects-of-particulate-matter-final-Eng.pdf. – Date of access: 08.07.2013.

Поступила/Received: 10.08.2018

Принята в печать/Accepted: 14.08.2018