

© КОЛЛЕКТИВ АВТОРОВ, 2015

К ВОПРОСУ ОЦЕНКИ РИСКА ЗДОРОВЬЮ НАСЕЛЕНИЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА

СОКОЛОВ С.М., ШЕВЧУК Л.М., ГАНЬКИН А.Н., ПОЗНЯК И.С.

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

Резюме.

Цель исследования – определить градацию популяционного здоровья населения в зависимости от степени загрязнения атмосферного воздуха и уровней риска.

Материал и методы. По специально разработанной программе наблюдений проведено изучение состояния здоровья экспонированного населения с учетом заболеваний критических органов (систем) организма человека. Гигиеническая оценка степени опасности загрязнения атмосферного воздуха при одновременном присутствии нескольких загрязняющих химических веществ проводилась по величине суммарного показателя загрязнения «Р». Оценка риска здоровью от загрязняющих химических веществ атмосферного воздуха проведена в соответствии с действующими нормативными правовыми актами.

Результаты. Разработана градация популяционного здоровья населения в зависимости от степени загрязнения атмосферного воздуха и уровней риска. Градация степени загрязнения атмосферного воздуха согласуется с ожидаемым уровнем здоровья. Так, количественный критерий очень сильного загрязнения соответствует эффекту срыва адаптации.

Заключение. Степень риска для здоровья населения от загрязняющих химических веществ является интегральным гигиеническим критерием обоснования надежности воздухоохранных мероприятий по защите населения от вредных выбросов в атмосферу. Представляется целесообразным оценивать здоровье населения не по распространенности патологий, а по величине риска возникновения патологии.

Ключевые слова: атмосферный воздух, загрязняющие вещества, популяционное здоровье, заболеваемость, риск здоровью.

Abstract.

Objectives. To determine the population health gradation depending on the degree of atmospheric air pollution and the levels of health risk.

Material and methods. According to a specially designed observations program the health status of the exposed population with the diseases of critical organs (systems) of the human body taken into account was studied. Hygienic assessment of the degree of danger of atmospheric air pollution in the simultaneous presence of several chemical pollutants was carried out according to the size of total pollution index «P». Health risk assessment of chemicals polluting the atmospheric air was made in accordance with the normative legitimate acts in force.

Results. The gradation of the population health risk, depending on the degree of atmospheric air pollution and the levels of health risk has been developed. The gradation of the degree of atmospheric air pollution is consistent with the expected level of health. Thus, this quantitative criterion of a very strong contamination corresponds to the adaptation failure effect.

Conclusions. The degree of chemical pollutants risk to public health is an integral hygienic criterion which justifies the reliability of air protection measures aimed at the protection of the population from harmful emissions into the atmosphere. It seems expedient to assess the health of the population not on the basis of the pathologies prevalence, but according to the risk of disease development.

Key words: atmospheric air, pollutants, population health, morbidity, health risk.

Основой для установления безопасных уровней воздействия загрязнителей атмос-

ферного воздуха является концепция порогости вредного действия, постулирующая,

что для каждого агента, вызывающего те или иные неблагоприятные эффекты в организме, существуют и могут быть найдены концентрации при которых изменения функций организма будут минимальными (пороговые).

Величина пороговой дозы зависит от индивидуальной чувствительности организма, показателя, выбранного для ее определения, чувствительности используемых методов и т.д. Учитывая, что влиянию атмосферных загрязнений в той или иной степени подвергаются все группы населения, разработка градаций популяционного здоровья, а также оценка риска и определения опасности для здоровья населения вредных техно-антропогенных факторов окружающей среды является крайне актуальной в свете мероприятий по профилактике экологически индуцированных заболеваний.

Расчет потенциального риска наиболее успешно может быть использован для оперативной медико-экологической оценки качества атмосферного воздуха, так как она ориентирована на конкретный (известный, управляемый и измеряемый) фактор среды.

Цель исследования – определить градацию популяционного здоровья населения в зависимости от степени загрязнения атмосферного воздуха и уровней риска.

Материал и методы

Состояние здоровья экспонированного населения изучалось по специально разработанной программе наблюдений, включающей следующие классы болезней согласно Международной статистической классификации болезней и проблем, связанных со здоровьем десятого пересмотра: болезни крови и кроветворных тканей, нервной системы и органов чувств, системы кровообращения, органов дыхания и пищеварения, мочеполовой системы, пороки развития, а также отдельные нозологические формы болезней органов дыхания. При изучении заболеваемости детского населения осуществлялась когортная группировка детей. В разработку включена общая заболеваемость детей-сверстников разных поколений в возрасте от 1 года до 12 лет.

Гигиеническая оценка степени опасности загрязнения атмосферного воздуха при одновременном присутствии нескольких за-

грязняющих химических веществ проводилась по величине суммарного показателя загрязнения «Р» [1].

Оценка риска влияния загрязняющих химических веществ (далее – ЗХВ) на здоровье населения проведена в соответствии с [2].

Результаты

Проведенные исследования свидетельствуют, что в атмосфере населенных пунктов фиксировались как типичные загрязнители (ангидрид сернистый, сера (IV) оксид, сернистый газ), азота (IV) оксида (азота диоксид), азота (II) оксида (азота оксид), углерода оксид, фенол, формальдегид, взвешенные вещества), так и специфические (сероводород, сероуглерод, дивинил, параксиллол, метилстирол и др.).

Данные подфакельных исследований загрязнения атмосферного воздуха свидетельствовали о высоком уровне загрязнения атмосферы по факелу выбросов, однако в целом по городу отмечалось стабильное допустимое загрязнение по среднегодовым концентрациям. Поскольку постоянному лабораторному контролю подлежали только наиболее распространенные вещества, фактическая опасность загрязнения атмосферы для населения оценивалась не по величине загрязнений, а по уровню заболеваемости (табл. 1).

При математическом анализе связи состояния здоровья населения с уровнями загрязнения атмосферного воздуха, получены регрессионные модели, отражающие количественную связь заболеваемости населения различными нозологическими формами болезней (y) и суммарным показателем загрязнения $P(x)$.

В частности, зависимость общей заболеваемости населения инфекциями верхних дыхательных путей и показатели загрязнения атмосферы (P) была описана уравнением линейного типа $y=218,97+12,73x$ ($r=0,54$, $p=0,001$). Согласно полученным данным увеличение суммарного показателя загрязнения (P) на 1 влечет увеличение общей заболеваемости на 12,73 случаев на 1000 населения.

В результате гигиенической оценки фактического и прогнозируемого уровней заболеваемости детского населения, проживающего в районе расположения Могилевского

Таблица 1 – Эколого-эпидемиологический анализ общей заболеваемости населения под воздействием атмосферных загрязнителей

| Объект исследования | Основной источник выбросов в атмосферу | Исследуемый показатель заболеваемости |
|--|---|--|
| г. Минск: Заводской район, Курасовщина, район пл. Победы | Моторный, Тракторный, Автомобильный заводы, ТЭЦ 3. | Общая заболеваемость по обращаемости за медицинской помощью в поликлинику. |
| г. Могилев: Промрайон 1, Промрайон 2 г. Бобруйск г. Новолукомль г. Электрай | Металлургический завод Желатиновый завод Гидролизный завод Предприятия теплоэнергетики | Первичная заболеваемость по основным классам болезней. Медицинская карта, форма 25, субъективная реакция населения на качество атмосферы в районе проживания. Социологическое обследование. |

металлургического завода, выявлена следующая картина структуры общей заболеваемости по ведущим нозологическим формам и классам болезней. В структуре общей заболеваемости 83% составляли болезни органов дыхания, болезни нервной системы и органов чувств – 9%, инфекционные болезни – 3%, болезни органов пищеварения – 2%, прочие болезни – 3%.

При этом, уровень общей заболеваемости детского населения болезнями органов дыхания составлял в среднем 1372 ± 117 случаев на 1000. Регрессионным анализом установлено, что в указанный период отмечался очень незначительный рост заболеваемости – в среднем на 16,7 случаев в год ($r=0,12$, $p>0,05$).

Динамика по годам описывается линейным уравнением $y=1300,7+16,7x$. На основании математического ожидания разработан вероятностный прогноз общей заболеваемости детей болезнями органов дыхания. Согласно прогнозу, в ближайшие 5 лет ожидаемая общая заболеваемость будет находиться в диапазоне от 1000 до 1744 случаев на 1000 детей.

По всему спектру нозологических форм болезней органов дыхания обнаружена неоднозначная картина их распространенности среди детей изучаемого района. Острый назофарингит, фарингит, тонзиллит и бронхит обнаруживали тенденцию к стабилизации, острые инфекции верхних дыхательных путей имели незначительную тенденцию роста, за-

болеваемость гриппом имела вид интермиттирующей кривой.

Общая заболеваемость регистрировалась на уровне 1667 ± 141 случаев на 1000 детей. Динамика общей заболеваемости по годам описывается регрессионным уравнением вида $y=1448,8+53,6x$ ($r=0,33$; $p>0,05$).

Особый интерес представляет собой зависимость уровней общей заболеваемости детей от возраста. Нами установлено, что уровень общей заболеваемости детей понижается к 12 годам, причем пик общей заболеваемости болезнями органов дыхания приходится на возраст 2 года, на 3 году общая заболеваемость резко сужается.

Инфекционные болезни относительно редко встречались среди детей 1-2 лет, пик общей заболеваемости приходится на 4-7 годы жизни. Болезни нервной системы и органов чувств чаще всего встречались среди 1-2 летних детей, затем уровень заболеваемости резко падал к 4 годам и возрастал к 5. Начиная с 6 летнего возраста, отмечалось постепенное и равномерное снижение кривой общей заболеваемости. Очень высокий уровень патологии пищеварительной системы отмечался среди детей 1 года жизни – 98 случаев на 1000 детей, затем заболеваемость резко снижалась к 4 году жизни – до 20,6 случаев на 1000 и регистрировалась в доверительном интервале 38 ± 7 . При анализе по возрастной динамике общей заболеваемости детей вырисовывается характерная зависимость заболеваемости от возраста.

Нами проведен сравнительный анализ общей заболеваемости детей, проживающих в районах выбросов в атмосферу металлургического, желатинового и гидролизного заводов.

Материалы исследований свидетельствуют, что общая заболеваемость детей инфекционными болезнями, болезнями нервной системы и органов чувств, болезнями органов дыхания и органов пищеварения варьировала в доверительном интервале.

При разработке прогноза заболеваемости детского населения в связи с загрязнением атмосферного воздуха в районе размещения предприятий теплоэнергетики обнаружено, что в случае увеличения уровней загрязнения в контрольном районе от допустимого до сильного (в 10 раз), ОРЗ среди детей будет неуклонно возрастать и достигнет уровня в опытном районе с сильной степенью загрязнения атмосферы. Причем, градиент при-

ста общей заболеваемости в опытном районе ниже, чем в контрольном.

Указанное свидетельствует о необходимости осуществления воздухоохраных мероприятий уже на стадии проектирования [6].

Многочисленные экспериментальные и эпидемиологические исследования свидетельствуют, что зависимость «доза-эффект» при воздействии атмосферных загрязнений может носить как линейный, так и нелинейный характер [5].

Поскольку с ростом загрязнения воздуха увеличивается опасность неблагоприятного воздействия на население, целесообразно в основу градации этого загрязнения положить характер зависимости неблагоприятных эффектов от его уровня и длительности воздействия на организм т.е. концентрация (доза)-время-эффект (формула 1).

Таблица 2 – Градации популяционного здоровья населения в зависимости от степени загрязнения атмосферного воздуха и уровней риска

| Степень загрязнения атмосферного воздуха | Уровень риска | Градации популяционного риска | Приоритетность действия |
|--|---|---|--|
| Опасная V | 1:1000 $10^{-3}(E-03)^x$ Риск оценивается как недопустимый | Срыв адаптации (превышение фонового уровня общей заболеваемости в несколько раз) | Высокая приоритетность. Срочное принятие комплекса экстренных мер по снижению риска |
| Сильная IV | 1:10 000 $10^{-4}(E-04)^x$ Риск оценивается как неприемлемый | Перенапряжение адаптации (достоверное повышение фонового и высшей границы фонового уровня общей заболеваемости) | Высокая приоритетность. Идентификация опасности, проведение исследований по оценке риска для здоровья и одновременное осуществление экстренных мер по снижению риска |
| Умеренная III | 1:100 000 $10^{-5}(E-05)^x$ Риск считается достаточно высоким | Напряжение адаптации (достоверное превышение фонового уровня общей заболеваемости) | Средняя приоритетность. Идентификация опасности и принятие решений о снижении уровней риска. |
| Слабая II | 1:1 000 000 $10^{-6}(E-06)^x$ Приемлемый уровень риска | Компенсация (фоновый уровень общей заболеваемости) | Низкая приоритетность. Дополнительные действия не требуются. |
| Допустимая I | 1:10 000 000 $10^{-7}(E-07)^x$ Приемлемый уровень риска | Адаптация (фоновый уровень общей заболеваемости) | Низкая приоритетность. Дополнительные действия не требуются. |

$$P = \frac{A + C \lg(K/K_0)}{B + D \lg(K/K_0)} + \frac{\lg(T/T_0)}{B + D \lg(K/K_0)} \quad (1),$$

где P- эффект,

K - концентрация, мг/м³,

T- время в часах,

T₀ - единица измерения времени,

K₀ - единица измерения концентрации,

A, B, C, D - коэффициенты, определенные методом множественной регрессии.

Из уравнения следует, что зависимость концентрация (доза)-эффект линейна при условии $D \lg(K/K_0) < B$.

Экспоненциальный и линейный характер зависимости неблагоприятных эффектов атмосферных загрязнений можно положить в основу градации загрязнения воздуха и выделить следующие его степени: допустимую, слабую, умеренную, сильную, опасную [2, 4].

Обсуждение

В связи с полученными данными исследования нам представляется целесообразной следующая градация индивидуального и популяционного состояния здоровья населения: адаптация, компенсация, напряжение адаптации, перенапряжение адаптации, срыв адаптации (табл. 2).

Реакция населения на воздействие атмосферных загрязнений вследствие вероятностного характера проявления патологических процессов в организме также может иметь несколько градаций. Иными словами, риск развития патологии может варьировать от 0 до 1.

Концепция приемлемого риска предполагает, что уровень воздействия должен быть настолько низким, что его вообще можно не принимать во внимание, т.е. величина риска не выходила бы за пределы естественной вариабельности частоты данного явления.

Градации степени загрязнения атмосферного воздуха вполне согласуются с ожидаемым уровнем здоровья. Например, количественный критерий очень сильного загрязнения соответствует эффекту срыва адаптации. Следовательно, представляется целесообразным оценивать здоровье не по распространенности патологий, а по величине риска возникновения патологии.

При этом величина суммарного показателя загрязнения атмосферы «Р» может

использоваться в качестве критерия оценки риска возникновения неблагоприятных эффектов.

Заключение

Полученные результаты определения фактической степени риска здоровью населения с учетом компонентного состава выбросов и результатов ранжирования территории по уровням загрязнения атмосферного воздуха позволили установить, что степень риска для здоровья населения ЗХВ является интегральным гигиеническим критерием обоснования надежности воздухоохранных мероприятий по защите здоровья населения от вредных выбросов в атмосферу.

Неприемлемые уровни риска должны свидетельствовать о необходимости разработки дополнительных технологических, санитарно-технических и планировочных мероприятий.

Литература

1. Оценка риска для здоровья населения от воздействия химических веществ, загрязняющих атмосферный воздух : инструкция 2.1.6.11-9-29-2004 / Ф. А. Германович [и др.] // Современные методы диагностики, лечения и профилактики заболеваний : сб. инструктив.- метод. док. – Минск, 2005. – Вып. 5, т. 6. – С. 83–157.
2. Методические рекомендации по гигиенической оценке качества атмосферного воздуха и эколого-экономической оценке риска для здоровья населения : МР 113-9711 от 10.02.98. – Минск, 1998. – 48 с.
3. Соколов, С. М. Прогнозирование здоровья населения, проживающего в районе размещения предприятий теплоэнергетики / С. М. Соколов, В. П. Филонов // Гигиена и санитария. – 1988. – № 1. – С. 54-56.
4. Соколов, С. М. Математическое прогнозирование токсикометрических параметров, установленных на основе зависимости концентрация-время-эффект / С. М. Соколов, М. Н. Пинигин, П. А. Чеботарев // Предпатология: проблемы и решения : сб. науч. тр. – Минск, 2000. – С. 33-41.
5. Гигиенические аспекты охраны здоровья населения в связи с загрязнением атмосферного воздуха / В. П. Филонов [и др.] // Здравоохранение Беларуси. – 1994. – № 11. – С. 56-59.
6. Шевчук, Л. М. Обоснование гигиенических

критериев оценки промышленных предприятий как источников загрязнения атмосферного воздуха для корректировки размеров сани-

тарно-защитных зон / Л. М. Шевчук // Вестник Витебского государственного медицинского университета. – 2010. – Т. 9, № 1. – С. 137-141.

Поступила 27.05.2015 г.

Принята в печать 07.08.2015 г.

Сведения об авторах:

Соколов С.М. – д.м.н., профессор, главный научный сотрудник лаборатории комплексной оценки риска воздействия факторов среды Республиканского унитарного предприятия «Научно-практический центр гигиены»;

Шевчук Л.М. – к.м.н., доцент, заместитель директора по научной работе Республиканского унитарного предприятия «Научно-практический центр гигиены»;

Ганькин А.Н. – к.м.н., младший научный сотрудник лаборатории комплексной оценки риска воздействия факторов среды Республиканского унитарного предприятия «Научно-практический центр гигиены»;

Позняк И.С. – к.б.н., старший научный сотрудник научно-методического испытательного отдела Республиканского унитарного предприятия «Научно-практический центр гигиены».

Адрес для корреспонденции: Республика Беларусь, 220012, г. Минск, ул. Академическая, 8, Республиканское унитарное предприятие «Научно-практический центр гигиены». E-mail: gankinan@gmail.com – Ганькин Александр Николаевич.