

ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА РИСКА ЗДОРОВЬЯ НАСЕЛЕНИЯ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СТЕПЕНИ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА

Соколов С.М., Шевчук Л.М., Гриценко Т.Д., Позняк И.С.

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

Резюме: Разработана градация популяционного здоровья населения в зависимости от степени загрязнения атмосферного воздуха и уровней риска. Установлено, что степень риска для здоровья населения от загрязняющих химических веществ (далее – ЗХВ) является интегральным гигиеническим критерием обоснования надежности воздухоохраных мероприятий по защите населения от вредных выбросов в атмосферу.

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

Summary: Gradation of population health depending on the degree of air pollution and risk levels was developed. It was found that the risk to public health from chemical pollutants is an integral hygienic criteria justify the reliability of air protection measures to protect the public from harmful emissions into the atmosphere.

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

Введение. Основой для установления безопасных уровней воздействия загрязнителей атмосферного воздуха, является концепция пороговости 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 (пороговыми). При этом под порогом понимают порог вредного действия на организменном уровне.

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 сориентирована на конкретный (известный, управляемый и измеряемый) фактор среды.

Целью работы явилось определение градации популяционного здоровья населения в зависимости от степени загрязнения атмосферного воздуха и уровней риска.

Материалы и методы. Состояние здоровья экспонированного населения изучалось по специально разработанной программе наблюдений, включающей следующие классы болезней: 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 заболеваемость детей- сверстников разных поколений в возрасте от 1 года до 12 лет.

Гигиеническая оценка степени опасности загрязнения атмосферного воздуха при одновременном присутствии нескольких загрязняющих химических веществ проводилась по величине суммарного показателя загрязнения «Р» [1].

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

Результаты и обсуждение. Проведенные исследования свидетельствуют, что в атмосфере населенных пунктов фиксировались как типичные загрязнители (серы диоксид, азота (IV) диоксид, азота (II) оксид, углерода оксид, фенол, формальдегид, взвешенные вещества), так и специфические (сероводород, сероуглерод, дивинил, параксилон, 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 (таблица 1).

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

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

		Социологическое обследования.
--	--	----------------------------------

Как было установлено ранее, многокомпонентное загрязнение атмосферы оказывает комбинированное влияние на здоровье населения по типу частичной суммы [3, 8].

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 $P(x)$ [4].

В частности, зависимость заболеваемости населения инфекциями верхних дыхательных путей и показатели загрязнения атмосферы (P) было описано 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 заболеваемости на 12,73 случаев на 1000 населения.

Многолетние эпидемиологические наблюдения за динамикой показателей заболеваемости на различных таксономических уровнях под воздействием многокомпонентного загрязнения атмосферного воздуха, позволили определить фактическую картинку фоновой заболеваемости при допустимом уровне загрязнения атмосферы [4, 6].

В частности, гигиеническая оценка фактического и прогнозируемого уровней заболеваемости детского населения, проживающего в районе расположения Могилевского металлургического завода, выявила следующую картинку динамики заболеваемости по ведущим нозологическим формам и классам болезней.

В структуре 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 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 заболеваемости детей болезнями органов дыхания. Согласно прогнозу, в ближайшие 5 лет ожидаемая 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, заболеваемость 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 заболеваемости детей от возраста. Нами установлено, что уровень общей заболеваемости детей понижается к 12 годам, причем пик заболеваемости болезнями органов дыхания приходится на возраст 2 года, на 3 году заболеваемость резко сужается.

Инфекционные болезни относительно редко встречались среди детей 1-2 лет, пик 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 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 повозрастной динамики заболеваемости детей вырисовывается характерная зависимость заболеваемости от возраста.

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

Материалы исследований свидетельствуют, что 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 прироста заболеваемости в опытном районе ниже, чем в контрольном.

Указанное свидетельствует о необходимости осуществления воздухоохраных мероприятий уже на стадии проектирования [7].

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 (уравнение 1).

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

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 (1) следует, что зависимость концентрация (доза)-эффект линейна при условии Dlg (K/K₀) < 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].

В связи с этим нам представляется целесообразно следующая градация индивидуального и популяционного состояния здоровья населения: адаптация, компенсация, напряжение адаптации, перенапряжение адаптации, срыв адаптации (таблица 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.

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	Срыв адаптации	Высокая

	10^{-3} (E-03) ^x Риск оценивается как недопустимый	(превышение фонового уровня заболеваемости в несколько раз)	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 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 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 заболеваемости)	Низкая приоритетность. Дополнительные действия не требуются.
Допустимая I	1:10 000 000 10^{-7} (E-07) ^x Приемлемый уровень риска	Адаптация (фоновый уровень заболеваемости)	Низкая приоритетность. Дополнительные действия не требуются.

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 variability частоты данного явления.

Под абсолютным риском следует понимать увеличение количества случаев заболеваемости в определенной группе населения, под относительным – дополнительное количество заболеваний к естественному спонтанному уровню.

Как было нами установлено, 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.

Выводы. 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 воздухоохраных 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. Инструкция 2.1.6.11-9-29-2004 Оценка риска для здоровья населения от воздействия химических веществ, загрязняющих атмосферный воздух: утв. постановлением Гл. гос. сан. врача Респ. Беларусь 05.08.2004, № 63.
2. Методические рекомендации по гигиенической оценке качества атмосферного воздуха и эколого-эпидемиологической оценки риска для здоровья населения: утв. Минздравом Респ. Беларусь от 11.02.1998 г., № 113-9711.
3. Пинигин, М. А. Гигиенические основы оценки степени загрязнения атмосферного воздуха / М. А. Пинигин // Гигиена и санитария. – 1993. – №7. – С. 4-8.
4. 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.
5. 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. – Минск, 2000. – С. 33-41.

6. Гигиенические аспекты охраны здоровья населения в связи с загрязнением атмосферного воздуха / В. П. Филонов [и др.] // Здравоохранение Беларуси. – 1994. – № 11. – С. 56-59.

7. Шевчук, Л.М. Обоснование гигиенических критериев оценки промышленных предприятий как источников загрязнения атмосферного воздуха для корректировки размеров санитарно-защитных зон / Л. М. Шевчук // Вестник Витебского государственного мед. Университета. – 2010. – Т.9. – № 1. – С. 137-141.

8. Шевчук, Л. М. Гигиеническая оценка влияния загрязняющих химических веществ на здоровье населения, проживающего вблизи СЗЗ промышленных предприятий / Л. М. Шевчук, Т. Д. Гриценко, А. Е. Пшегорода // Сахаровские чтения 2011 года экономические проблемы XXI века: материалы 11-й междунар. науч. конф. / Минск, 19-20 мая 2011 / МГЭУ им. А.Д.Сахарова, под. ред. С.П.Кундаса [и др.]. – Минск, 2011. – С. 408.