

## **Гигиеническая оценка риска для здоровья населения воздействий канцерогенов и токсикантов в атмосферном воздухе**

*ГУ «Республиканский научно-практический центр гигиены», Минск*

Проведена оценка риска воздействию канцерогенов и токсинов на здоровье населения с помощью новой Компьютерной информационно-моделирующей системы. Рассчитан индивидуальный и популяционный риск. Разработан прогноз состояния атмосферного воздуха и заболеваемости населения на 2010-2020 г.г. Ключевые слова: оценка риска, канцероген, заболеваемость, здоровье, атмосферный воздух.

A.Pshehroda

Hygienical risk assessment of air cancerogens and toxic substances on people health. Risk assessment of the toxicants or carcinogens effect on a population health with the help of a new computer informational-modeling software was conducted. Is designed individual and population risk on a data about of the population morbidity. We have developed the forecast of a state of atmospheric air and morbidity of the population on 2010-2020 y.y.

Key words: risk assessment, cancerogen, morbidity, health, air.

### **Введение**

Особенностью экологически индуцированных болезней является то, что они поражают особо чувствительных лиц в популяции и проявляются множественностью видов патологии. В результате повышения радиоактивного, химического, физического, мутагенного загрязнения окружающей среды увеличивается число патологий при беременности и деторождении, онкологических, сердечно-сосудистых, аллергических, бронхо-легочных, неврологических болезней, психических расстройств, врожденных пороков и аномалий развития. Самое серьезное последствие глобального загрязнения биосферы для человека заключается в развитии генетических нарушений, иммунодефицита, дефектов генофонда. Долговременная адаптация организма человека к чрезвычайному и длительному влиянию вредных факторов окружающей среды сопровождается формированием типовых общепатологических нарушений. Формирование бремени болезней идет в следующей последовательности: адаптация, компенсация, срыв адаптации, развитие дезадаптации, предрасположенность к предболезненным состояниям, возникновение острых и хронических заболеваний, патоморфоз основных заболеваний, снижение активности регенераторно-восстановительных процессов, преждевременное постарение организма и сокращение продолжительности жизни. Заболеваемость населения отражает его адаптационные возможности, а смертность - истощение резервов регенераторно-восстановительного потенциала человеческой популяции [4-7].

Анализ пространственного распределения антропогенных экологических нагрузок свидетельствует о том, что особенно быстро преобразовалась городская среда, искусственно созданная человеком. Глобальное загрязнение атмосферы твердыми частицами, парниковыми и коррозирующими газами особенно

выражено в городах. Интегральная оценка комплекса факторов городской среды выявила феномен синергизма между такими выраженными урбанистическими факторами как высокая плотность населения, интенсивность автомобильного движения, высокий уровень шума, высокий психоэмоциональный стресс и темп жизни городского населения, степень опасности загрязнения атмосферного воздуха, причем последний фактор может выступать в роли индикатора комплекса факторов городской среды [4-7].

Материалы и методы

Гигиеническая оценка степени опасности загрязнения атмосферного воздуха при одновременном присутствии нескольких вредных химических веществ в воздухе (оксид азота, оксид углерода, диоксид серы, диоксид азота, фенол, формальдегид, пыль, сероводород, аммиак) согласно данным Департамента по гидрометеорологии Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды проводилась по суммарному показателю загрязнения атмосферного воздуха «Р» [1,2].

Расчет комплексного показателя «Р» проводился по формуле:

$$P_i = \sqrt{\sum_{i=1}^n K_i^2},$$

где  $P_i$  - суммарный показатель загрязнения,

$K_i$  – «нормированные» по ПДК концентрации веществ 1, 2, 4 классов опасности «приведенные» к таковой биологически эквивалентного 3-го класса опасности по коэффициентам изоэффективности.

При расчете интегрального показателя загрязнения атмосферного воздуха «Р» учитывалась кратность превышения ПДК, класс опасности вещества, количество совместно присутствующих загрязнителей и характер комбинированного действия вредных веществ по типу неполной суммации. Фактическое загрязнение атмосферного воздуха населенных мест оценивалось в зависимости от величины показателя «Р» по пяти степеням: I - допустимая, II - слабая, III - умеренная, IV - сильная, V – опасная.

В 90-ые годы были проведены дифференцированные эколого-эпидемиологические исследования воздействий качества атмосферы на здоровье населения в районе ряда крупных предприятий и разработаны градации популяционного здоровья в зависимости от эффектов воздействия на человека степени загрязнения атмосферы [3].

Относительный эпидемиологический риск заболеваемости определяли как вероятность отклонения изучаемого показателя от многолетнего фонового уровня. При заданных параметрах нормального распределения выделяли интервалы степени риска влияния экологической ситуации на состояние здоровья населения: минимальный риск  $R < 0,312$ ; умеренный риск  $R = 0,313 - 0,500$ ; повышенный риск  $R = 0,501 - 0,688$ ; высокий риск  $R > 0,689$ . Высокая степень эколого-гигиенического риска, превышающая  $R > 0,689$ , указывает на целесообразность осуществления интенсивных мер по обеспечению санитарно-эпидемиологического благополучия населения.

Абсолютные данные первичной заболеваемости населения выкопировывали из формы №12 «Отчет о числе заболеваний, зарегистрированных у больных,

проживающих в районе обслуживания лечебного учреждения» в разрезе городских поликлиник, с последующим составлением сводных данных в масштабе каждого города. Разработка заболеваемости за период 1991-2001 осуществлялась в соответствии с МКБ-IX (1975 г.).

При разработке прогноза состояния здоровья населения городов Брест, Витебск, Гомель, Гродно, Минск, Могилев в основу были положены экспертные оценки, согласно которым потенциал влияния собственно факторов окружающей среды в ближайшие 20 лет составит ориентировочно около 10%. Ориентировочный прогноз бремени нездоровья населения разрабатывался статистическим методом математического ожидания и регрессионного анализа.

Статистическая обработка проводилась с помощью пакета компьютерных программ Stadia, Statbat, Microsoft Excel.

#### Результаты и обсуждение

Основным экологическим фактором, который учитывался при разработке прогноза, явилась степень загрязнения атмосферного воздуха. Для выявления изменений на ближайшую перспективу применялся метод экстраполяции с использованием ретроспективных данных за предшествующий десятилетний период.

Расчеты показали, что в г. Бресте, г. Витебске и г. Гомеле степень загрязнения атмосферного воздуха по суммарному показателю «Р» сохранится как умеренная, в г. Гродно увеличится от умеренной до сильной, а в г. Могилев и г. Минск увеличится со слабой до умеренной (табл.1).

Таблица 1

Суммарный показатель загрязнения «Р», средние уровни, тенденции и прогноз степени загрязнения атмосферного воздуха областных городов.

Города	«Р» 2001 г	Фактическая степень загрязнения атмосферы	Средний уровень и тенденции загрязнения атмосферы 1992-2001)		Прогноз степени загрязнения атмосферы 2010 – 2020 годы
			$M \pm m; \delta$	$y = at + bx; r, P$	
Брест	4,3	умеренная	$4,5 \pm 0,3$ $\delta = 1,06$	$y = 5,6 - 0,19x$ $r = 0,6; P \leq 0,01$	от слабой до умеренной
Витебск	3,3	умеренная	$5,09 \pm 0,78$ $\delta = 2,6$	$y = 8,2 - 0,5x$ $r = 0,7; P \leq 0,01$	от допустимой до умеренной
Гомель	5,4	умеренная	$4,6 \pm 0,3$ $\delta = 1,0$	$y = 5,43 - 0,14x$ $r = 0,5; P \geq 0,05$	от слабой до умеренной
Гродно	3,6	умеренная	$3,13 \pm 0,58$ $\delta = 1,9$	$y = 0,9 + 0,37x$ $r = 0,6; P \leq 0,01$	от умеренной до сильной
Минск	2,5	слабая	$3,1 \pm 0,47$ $\delta = 1,6$	$y = 4,69 - 0,27x$ $r = 0,6; P \leq 0,01$	от слабой до умеренной
Могилев	3,4	слабая	$5,53 \pm 0,6$ $\delta = 1,9$	$y = 5,9 - 0,06x$ $r = 0,1; P \geq 0,05$	от слабой до умеренной

Прогноз заболеваемости населения разработан методом математического ожидания. Полученные данные по общей заболеваемости свидетельствуют о том, что ее уровень как для детского, так и взрослого населения может изменяться в

широком диапазоне (Рис.1, 2). Нижняя граница отмеченного диапазона для всех городов находится ниже современного показателя, верхняя – выше.

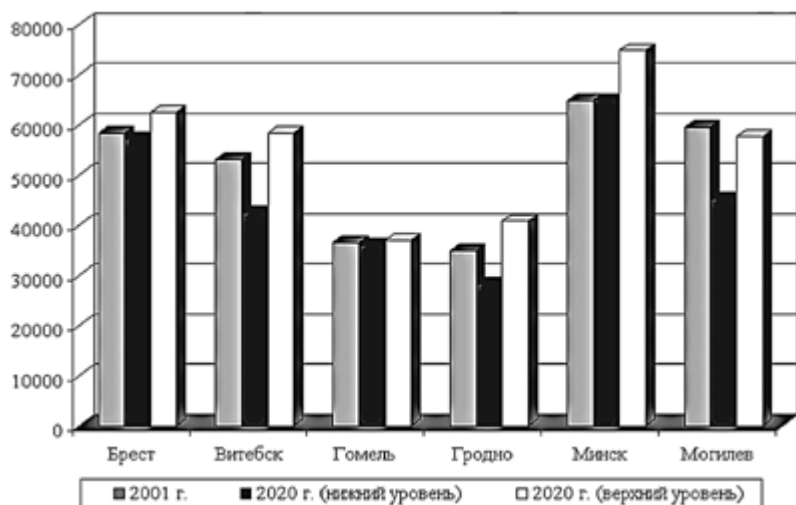


Рис.1. Состояние и прогноз первичной заболеваемости взрослого населения городов Беларуси.

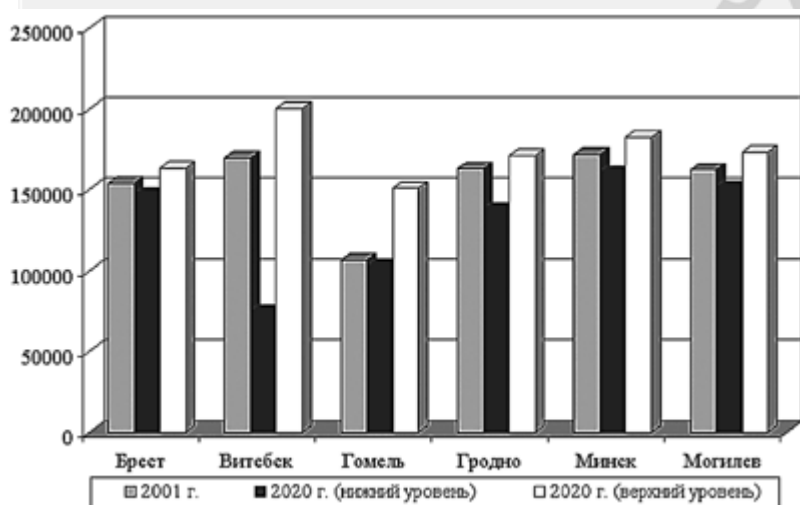


Рис.2. Состояние и прогноз первичной заболеваемости детского населения городов Беларуси.

Разработка прогноза включала в себя получение, во-первых, оценок эколого-эпидемиологического риска первичной заболеваемости населения, во-вторых, количественных значений заболеваемости по различным классам болезней.

Выполненные расчеты численных значений указанного риска по отношению к детскому населению показали, что высокий риск общей заболеваемости характерен для двух городов – Витебска и Гомеля, повышенный – для трех (Гродно, Минска, Могилева) и минимальный – для одного (Бреста) (рис.3). Среди отдельных болезней наиболее часто (в четырех городах из шести) высокий риск имеет место применительно к новообразованиям, инфекционным заболеваниям, болезням эндокринной системы, крови и кроветворных тканей, нервной системы и реже всего (в одном городе) – к болезням органов дыхания. По отдельным городам наиболее сложная ситуация складывается для Витебска, Гродно и Минска. По отношению к взрослому населению (Рис.4) высокий риск первичной заболеваемости фиксируется для Бреста, Витебска, Минска, Могилева. Среди различных классов болезней он распределяется относительно равномерно. По

отдельным городам самые высокие риски заболеваемости имеют Брест и Витебск, а наименьшие – Гомель.

Классы болезней	Брест	Витебск	Гомель	Гродно	Минск	Могилев
Всего	Высокий риск	Повышенный риск	Умеренный риск	Повышенный риск	Повышенный риск	Повышенный риск
Инфекционные	Умеренный риск	Повышенный риск	Умеренный риск	Повышенный риск	Повышенный риск	Повышенный риск
Новообразования	Умеренный риск	Повышенный риск	Минимальный риск	Повышенный риск	Повышенный риск	Повышенный риск
Эндокринной системы	Умеренный риск	Повышенный риск	Минимальный риск	Минимальный риск	Повышенный риск	Повышенный риск
Крови и кроветворных тканей	Умеренный риск	Повышенный риск	Минимальный риск	Повышенный риск	Повышенный риск	Повышенный риск
Психические расстройства	Умеренный риск	Повышенный риск	Повышенный риск	Минимальный риск	Повышенный риск	Повышенный риск
Нервной системы	Умеренный риск	Повышенный риск	Повышенный риск	Повышенный риск	Повышенный риск	Минимальный риск
Системы кровообращения	Умеренный риск	Повышенный риск	Минимальный риск	Повышенный риск	Повышенный риск	Повышенный риск
Органов дыхания	Умеренный риск	Повышенный риск	Минимальный риск	Повышенный риск	Умеренный риск	Повышенный риск
Врожденные аномалии	Умеренный риск	Повышенный риск	Повышенный риск	Повышенный риск	Повышенный риск	Повышенный риск

 Высокий риск
  Повышенный риск
  Умеренный риск
  Минимальный риск

Рис.3. Оценка эколого-эпидемиологического риска первичной заболеваемости детского населения городов Беларуси

Классы болезней	Брест	Витебск	Гомель	Гродно	Минск	Могилев
Всего	Высокий риск	Повышенный риск	Умеренный риск	Повышенный риск	Повышенный риск	Повышенный риск
Инфекционные	Умеренный риск	Повышенный риск	Умеренный риск	Повышенный риск	Повышенный риск	Повышенный риск
Новообразования	Умеренный риск	Повышенный риск	Повышенный риск	Повышенный риск	Повышенный риск	Повышенный риск
Эндокринной системы	Умеренный риск	Повышенный риск	Повышенный риск	Минимальный риск	Повышенный риск	Повышенный риск
Крови и кроветворных тканей	Умеренный риск	Повышенный риск	Минимальный риск	Повышенный риск	Повышенный риск	Повышенный риск
Психические расстройства	Умеренный риск	Повышенный риск	Повышенный риск	Повышенный риск	Повышенный риск	Повышенный риск
Нервной системы	Умеренный риск	Повышенный риск	Повышенный риск	Повышенный риск	Повышенный риск	Минимальный риск
Системы кровообращения	Умеренный риск	Повышенный риск	Умеренный риск	Повышенный риск	Повышенный риск	Умеренный риск
Органов дыхания	Умеренный риск	Повышенный риск	Минимальный риск	Повышенный риск	Умеренный риск	Повышенный риск
Врожденные аномалии	Умеренный риск	Повышенный риск	Повышенный риск	Повышенный риск	Повышенный риск	Повышенный риск





 Высокий риск
  Повышенный риск
  Умеренный риск
  Минимальный риск

Рис.4. Оценка эколого-эпидемиологического риска первичной заболеваемости взрослого населения городов Беларуси

Нами было подтверждено, что степени загрязнения атмосферного воздуха вполне согласуются с ожидаемым уровнем здоровья населения.

В структуре первичной заболеваемости взрослого населения и подростков во всех городах первое место заняли болезни органов дыхания. Второе ранговое место в городах Брест, Витебск, Гомель, Могилев, Минск занимают травмы и отравления; в Гомеле – болезни системы кровообращения. На третьем месте в Бресте - болезни костно-мышечной системы и соединительной ткани; в Витебске, Гомеле и Минске - болезни нервной системы и органов чувств; в Гродно – инфекционные и паразитарные болезни. Ведущее место в структуре первичной заболеваемости детей занимали болезни органов дыхания, далее следовали

инфекционные и паразитарные болезни, болезни нервной системы и органов чувств, травмы и отравления.

Следует учитывать то, что в атмосфере городов контролируется практически 7-9 индикаторных загрязнителей, в то время как декларируется выброс около 70 вредных химических веществ, а хромато-масс-спектрометрией обнаруживается около 200 химических соединений. Вероятность того, что степень загрязнения атмосферного воздуха может оказаться опаснее, очень велика, учитывая процессы фототрансформации вредных веществ в атмосфере с образованием пероксидантов и озона.

Нами разрабатывалась гигиеническая оценка и прогноз степени загрязнения воздушного бассейна на границе санитарно-защитной и в жилой зонах Минского завода отопительного оборудования, Минского мотовелозавода, Минского камвольного комбината и Минского автомобильного завода. Так, например, выбросы МАЗ были представлены 48 вредными химическими веществами. Программа «Эколог» приняла для расчета приземных максимальных концентраций только 37 из них; по остальным расчет признан нецелесообразным ввиду рассеивания загрязнений практически до нуля. Суммарный показатель загрязнения по всему спектру атмосферных эмиссии на границе санитарно-защитной зоны составил 5,7 и в жилой зоне - 6,9 (степень загрязнения умеренная - III). Хотя подавляющее большинство из 37 веществ не превышало ПДК, суммарное загрязнение атмосферы по всему спектру эмиссии оказалось умеренным. Проведенный также сравнительный анализ фактических уровней первичной заболеваемости в этих модельных районах выявил, что наиболее высокие показатели установлены в жилой зоне Минского автомобильного завода.

Среди эмиссий в атмосферу этими предприятиями шестивалентный хром, формальдегид и бензол являются достоверно известными канцерогенами для человека при ингаляционном воздействии (согласно классификации Международного агентства по изучению рака). Нами разработана характеристика риска токсического и канцерогенного эффекта для формальдегида и хрома шестивалентного на границе санитарно-защитной зоны и в жилой зоне. Был рассчитан потенциальный риск воздействия этих канцерогенов, который колебался от 0,26 дополнительных случаев к фоновому уровню онкологических заболеваний до 36 дополнительных случаев к фоновому уровню онкологических заболеваний среди 1 млн. населения. Расчет проводился с помощью Компьютерной информационно-моделирующей системы по оценке риска, в которой представлена эколого-эпидемиологическая и токсикологическая информация для 600 вредных веществ.

Таким образом, для гигиенической оценки качества атмосферы в Минске можно использовать как данные лабораторно-аналитического контроля, так и расчетные методы определения приземных концентраций с использованием программы «Эколог» и прогнозирования риска канцерогенеза с помощью данных по нормированному риску.

Принципиально важным представляется использование методологии оценки риска при научном обосновании размеров санитарно-защитных зон, поскольку в Минске на этой территории проживает значительное число людей под воздействием эмиссий предприятий.

В настоящее время система социально-гигиенического мониторинга является основным механизмом новой идеологии госсаннадзора в Республике Беларусь – оценка, прогнозирование, действия по снижению риска влияния многообразных факторов окружающей среды на здоровье человека, профилактика экологически, социально и профессионально индуцированных заболеваний. В целях решения проблем гигиенической и экологической безопасности, оценки и управления риском решающее значение имеет выбор соответствующих критериев и маркерных показателей качества обитания и здоровья популяции на разных таксономических уровнях. Ранжирование по приоритетности маркерной информации позволяет предметно подходить к классификации регионов Беларуси по критериям социально-гигиенического и эколого-эпидемиологического благополучия. Национальный отчет о человеческом развитии («Беларусь: выбор пути») акцентирует внимание на том, что реализация права граждан на благоприятную окружающую среду невозможна без международного экологического сотрудничества. Контроль и оценка статуса окружающей среды и здоровья в пределах и между странами требует инструмента, общей структуры, обеспечивающей международный доступ и обмен. Всемирная организация здравоохранения вовлекает все европейские страны в формирование единой информационной системы по окружающей среде и здоровью. Под эгидой Европейского центра по окружающей среде и здоровью Всемирной организации здравоохранения (WHO European Center for Environment and Health) разрабатывается методология и проект по индикаторам экологического здоровья в Европейском регионе (Project on Environmental Health Indicators in the European Region). Нами активно проводится совершенствование методологии, адаптация и первичный сбор информации по 13 рубрикам этой системы. Всего представлено в проекте ЕИС по разделам - качество воздуха, поселения, местная среда – 76 индикаторных показателей; по разделам шум, отходы, почва, питьевая вода, рекреационные воды, питание – 38 индикаторных показателей; по разделам рабочее место, радиация, неионизирующее излучение – 32 показателя. Среди эколого-гигиенических показателей в качестве глобальных индикаторов выступают маркеры качества атмосферного воздуха (химические и физические факторы), питьевой воды (химические и микробиологические показатели), маркеры качества продовольственного сырья и продуктов питания. В этом отношении система показателей СГМ отвечает международному статусу и обеспечивает Республику Беларусь социальной, экономической, экологической и медицинской информацией, позволяющей оценить угрозу здоровью человеку и разрабатывать Планы действий по снижению риска.

#### Литература

1. Методические рекомендации по гигиенической оценке качества атмосферного воздуха и эколого-эпидемиологической оценке риска для здоровья населения, № 113-9711 от 10.02.1998 г.
2. Инструкция «Эпидемиологическая оценка риска влияния окружающей среды на здоровье населения», №18-0102 от 11.07.2002 г.
3. Филонов В.П., Соколов С.М., Науменко Т.Е. Эколого-эпидемическая оценка риска для здоровья населения.- Минск, 2001.
4. Пинигин М.А. Контроль качества атмосферного воздуха как элемент социально-гигиенического мониторинга // Материалы пленума Научного совета

по экологии человека и гигиене окружающей среды РАМН и МЗ Российской Федерации 17-19 декабря 2003 г. – Москва, 2003. – С. 285-286.

5. Соколов С.М., Науменко Т.Е. Гигиеническая оценка и прогноз общественного здоровья населения Беларуси по индикаторным медико-демографическим показателям, экологическим и социально-экономическим факторам // Материалы пленума Научного совета по экологии человека и гигиене окружающей среды РАМН и МЗ Российской Федерации 17-19 декабря 2003 г. – Москва, 2003. – С. 373-375.

6. Филонов В.П. Практическое использование методологии оценки риска для управления качеством окружающей среды и здоровьем населения в Республике Беларусь // Здоровье и окружающая среда: сборник научных трудов – Минск, 2001. – С. 11-17.

7. Рахманин Ю.А., Новиков С.М., Русаков Н.В. Научные проблемы совершенствования социально-гигиенического мониторинга // Материалы пленума Научного совета по экологии человека и гигиене окружающей среды РАМН и МЗ Российской Федерации 17-19 декабря 2003 г. – Москва, 2003. – С. 15-20.