

ОПРЕДЕЛЕНИЕ РИСКА РАЗВИТИЯ НЕКАНЦЕРОГЕННЫХ ЭФФЕКТОВ ДЛЯ ЗДОРОВЬЯ НАСЕЛЕНИЯ Г. ТОМСКА ОТ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРЫ

Осипова Н.А.¹, Иванова Э.В.², Василенко Д.В.¹

¹Национальный исследовательский Томский политехнический университет, Томск, Россия (634050, г. Томск, пр. Ленина, 30), e-mail: osipova@tpu.ru

²Институт мониторинга климатических и экологических систем Сибирского отделения РАН, Томск, Россия (634055, г. Томск, пр. Академический, 10/3)

Исследована динамика загрязнения атмосферы г. Томска за 15-летний период с 1993 по 2008 г. Рассчитаны показатели риска развития неканцерогенных эффектов - коэффициенты опасности для здоровья населения от ингаляционного воздействия основных опасных соединений: оксида углерода, оксида серы, хлористого водорода и аммиака, содержащихся в атмосфере г. Томска. В общей сложности расчеты проводились по результатам более чем 150 измерений, что позволяет получить достоверную информацию о реальных условиях загрязнения атмосферного воздуха на всей территории города. Для хлористого водорода коэффициент опасности меняется от 0,25 до 1,34 и превышает допустимый уровень. Результаты получили пространственно-временную интерпретацию. В пределах городской территории выявлены зоны с повышенными значениями коэффициента опасности, и неблагоприятные как по расположению в них промышленных предприятий, так и по характеру преобладающих ветров, способствующих переносу производственных выбросов.

Ключевые слова: неканцерогенный риск, химическое загрязнение, оценка риска, ингаляционное воздействие, коэффициент опасности.

THE ESTIMATION OF NON-CARCINOGENIC EFFECTS PROGRESSION RISK FROM AIR POLLUTION FOR THE HEALTH OF TOMSK POPULATION

Osipova N.A.¹, Ivanova E.V.², Vasilenko D.V.¹

¹National Research Tomsk Polytechnic University, Tomsk, Russia (634050, Tomsk, Lenin's av. 30), e-mail: osipova@tpu.ru

Institute of Monitoring of Climatic and Ecological Systems SB RAS, Tomsk, Russia (634055, Tomsk, Academichesky av., 10/3)

The dynamics of Tomsk city air pollution for the 15-year period from 1993 to 2008 is researched. It is calculated a risk rate of non-cancer effects progress: danger coefficient for the population health from inhalation impact of main dangerous compounds: carbon oxide, sulfur oxide, hydrogen chloride and ammonia, contained in Tomsk atmosphere. It was made total calculations by more than 150 measurements, which allows us to get the reliable information about the real air pollution conditions on the whole city area. Dangerous coefficient for the hydrogen chloride varies from 0,25 to 1,34 and exceeds the maximum allowable level. The results received space-temporal interpretation. Within the borders of city territory is detected a zones with increased levels of dangerous coefficient. These zones are unfavorable as by the location of the factories inside of them and by the character of dominant winds, which assists to the industrial emissions transport.

Key words: non-carcinogenic risk, index damage, chemical pollution, risk assessment, inhalation impact.

Исследования закономерностей в системе «загрязнение окружающей среды – здоровье человека», внедрение методологии оценки экологического риска остается важнейшей задачей прогнозирования антропогенного воздействия на здоровье человека [2].

Целью исследования явилось определение риска развития неканцерогенных эффектов для здоровья населения вследствие поступления загрязняющих веществ в атмосферный воздух города Томска. Среди геоэкологических факторов риска здоровью горожан обычно выделяют уровень атмосферного загрязнения, качество питьевой воды, почвы, при этом, по

данным региональных исследований [3], загрязнение воздуха считается ведущим параметром дифференциации территории по состоянию среды обитания.

Настоящее исследование выполнено для г. Томска, крупного индустриального центра с развитым многопрофильным производством [7]. Томск имеет широкий спектр отраслей промышленности (с гнездовой и большей частью вкрапленной структурой в селитебные зоны).

Город Томск расположен в юго-восточной части Западно-Сибирской низменности, его территория отличается от других городов Западной Сибири ландшафтными условиями, геолого-динамическими и гидрогеологическими особенностями, а также климатическими параметрами. Рельеф и речная сеть послужили основными лимитирующими факторами при формировании городских систем, включая жилые зоны, промышленные площадки, транспортные артерии и рекреационные зоны. Комплекс факторов, ответственных за особенности загрязнения атмосферы в пределах города, включает в себя еще природные погодно-климатические условия, а также особенности архитектурных решений и пространственно-функциональной структуры города [1].

На долю автотранспорта приходится около 65% выбросов вредных веществ. Причинами загрязнения воздуха являются использование низкосортных видов топлива, плохое качество дорожного покрытия, высокая концентрация автотранспортных предприятий и гаражей в районах жилой застройки. До последнего времени в городе не было специальных магистралей, обладающих высокой пропускной способностью, поэтому основные потоки автотранспорта пропускались по районам жилой застройки.

С середины прошлого века ряд промышленных предприятий были возведены в непосредственной близости от жилого сектора, несколько крупных заводов было эвакуировано в Томск из европейской части страны в годы Великой Отечественной войны. Сейчас некоторые из них по существу располагаются на наиболее густо населенной территории города. Особенно актуальной эта тема стала в постперестроечное время, когда большинство предприятий снова заработало после экономического спада. К этому времени вокруг не работавших во время кризиса предприятий было дополнительно возведено жилье. К наиболее значимым факторам, влияющим на качество воздуха в этих зонах, можно отнести выбросы теплоэнергетического комплекса, в первую очередь.

Для оценки экологического риска на территории г. Томска, обусловленного химическим загрязнением приземного слоя атмосферы, использовались нормативные документы Центра Госсанэпиднадзора Минздрава РФ «Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду» [5], рекомендации EPA US [8], комплекс программных средств «RISK ASSISTANT» [4].

В данной работе рассматривается экологический риск от поступления в организм вредных веществ через дыхательные пути (ингаляционная экспозиция). Исследована группа населения, подвергшаяся воздействию (выбран «средний житель» весом 70 кг, продолжительность жизни которого 70 лет и воздействие на которого длится 30 лет). Принято, что это его постоянное место жительства, кроме 2-х недель в году, а воздействие продолжается 3 часа в неделю

Идентификация опасности – первый этап оценки риска здоровью. На этом этапе предполагается определение всех источников выбросов вредных веществ в атмосферу и составления перечня веществ, отобранных для расчета риска. В литературе подробно описаны ряд критериев для выбора приоритетных загрязняющих веществ: токсичность, способность вызывать вредные эффекты для здоровья, количество в атмосфере и т.д.

На этом этапе нами были проанализированы данные за многолетний период наблюдений (с 1993 по 2008 г.) о фактически измеренных концентрациях загрязняющих веществ в атмосферном воздухе г. Томска. Источниками информации послужили:

- результаты анализа атмосферного воздуха на стационарных постах наблюдения (ПНЗ), который регулярно проводит Томский центр по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды;
- результаты измерений концентраций загрязняющих веществ в санитарно-защитных зонах предприятий, по данным санитарно-эпидемиологической службы (в настоящее время – Роспотребнадзор) г. Томска.

Сводные данные результатов мониторинга состояния атмосферного воздуха на постах наблюдений на территории г. Томска в 2008 году приведены в таблице 1.

Таблица 1

Сводные данные результатов мониторинга состояния атмосферного воздуха на постах наблюдений на территории г. Томска в 2008 году

Пункт наблюдений	Осредненные за год среднесуточные концентрации загрязняющих веществ в воздухе, мг/м ³								
	Оксид азота NO	Хлористый водород HCl	Диоксид азота NO ₂	Диоксид серы SO ₂	Оксид углерода CO	Аммиак NH ₃	Формальдегид CH ₂ O	Метанол/фенол CH ₃ OH/ C ₆ H ₅ OH	Взвешенные вещества
2	0,0236	–	0,0423	0,0008	2,102	–	0,0142	– /0,0005	0,1346
5	–	0,086	0,0493	0,0005	1,9561	–	0,005	–/0,0006	0,2436
11	0,0148	–	0,0274	0,001	2,4137	–	0,0078	–	0,1131
12	–	–	0,0134	0,0005	2,5852	0,0053	0,0068	0,1743/–	0,0568
13	–	0,088	0,0688	–	–	0,0043	0,0172	–	0,0885

14	–	–	0,019 9	0,000 4	2,2937	0,003 9	0,0037	–	0,0459
----	---	---	------------	------------	--------	------------	--------	---	--------

Город поделен на 4 административных района, которые мы назвали по их географическому расположению. В Юго-Восточной части (далее - районе) города находятся предприятия, расположенные в непосредственной близости от жилой зоны (ГРЭС-2, «Сибэлектромотор», «Манотомь», АООТ, «Керамзит», ТЭМЗ, «Электроламповый завод»). В центральной части (Восточный район) города накопление поллютантов в основном происходит за счет интенсивного автомобильного движения. В Северо-Западном районе города большое количество предприятий расположены группами, образуя промышленные зоны. Также здесь располагаются неблагоустроенные территории и частный сектор. В Северо-Восточном районе – ГПЗ-5, «Сибкабель», предприятия аграрной группы, крупнейший железнодорожный узел и т.д.

С некоторым приближением можно соотнести пункты стационарных наблюдений за загрязнением атмосферы (ПНЗ) с этими районами. В пределах этих районов рассчитывались осредненные концентрации загрязняющих веществ с учетом данных как с ПНЗ, так и санитарно-защитных зон, расположенных в этих районах предприятий.

Количественная оценка неканцерогенных эффектов (в настоящем докладе обсуждаются только неканцерогенные эффекты) заключается в сравнении наблюдаемой концентрации с референтной (безопасной) концентрацией RfC и расчете по результатам этого сравнения коэффициента опасности (KO): $KO = C/RfC$. С увеличением коэффициента опасности величина потенциального риска неканцерогенных эффектов возрастает.

Такие вещества, как оксиды углерода и серы, хлороводород, аммиак, низшие спирты, накапливаясь в атмосферном воздухе, могут влиять на дыхательные пути, слизистую оболочку глаз и гортани, вызывать расстройства обмена веществ, хронические воспалительные заболевания, угнетение системы иммунитета и кроветворения и др.

Методология оценки риска предполагает расчет показателей риска по отдельным веществам, поэтому в настоящем докладе при большой выборке данных за многолетний период рассматриваются риски для здоровья от воздействия аммиака и хлористого водорода. При этом очевидно, что для целостной оценки риска необходимо включать в круг рассмотрения значительно большее число загрязняющих веществ, отобранных согласно критериям, описанным в руководстве.

Пары хлороводорода (2 класс опасности) действуют на организм как через органы дыхания, так и через кожу. Предельно допустимая концентрация (максимально разовая) в атмосферном воздухе составляет $0,2 \text{ мг/м}^3$, среднесуточная – $0,02 \text{ мг/м}^3$. Согласно [6], превышения допустимых норм по хлористому водороду постоянно фиксируются в юго-

восточной и восточной частях города. Наибольшая концентрация была зафиксирована в мае 2008 года в Восточном районе (пост № 5) – 10,3 ПДК. Среднегодовая концентрация хлорида водорода в целом по городу составляет 0,9 ПДК.

Аммиак (4 класс опасности) имеет резкий запах и раздражает специфические рецепторы слизистой оболочки носа, что способствует возбуждению дыхательного и сосудодвигательного центров, вызывая учащение дыхания и повышение артериального давления. Среднесуточная предельно допустимая концентрация аммиака в воздухе, установленная в России, равна 0,04 мг/м³.

Наблюдения за содержанием аммиака в атмосферном воздухе Томска проводятся на двух постах: в Юго-Восточном и в Северо-Восточном районах. Согласно наблюдениям, среднегодовая концентрация аммиака по городу составляет 0,2 ПДК.

Результаты расчета коэффициента опасности представлены на рисунках 1-2.

Для хлористого водорода коэффициент опасности меняется от 0,25 до 0,86 в Восточном районе и от 0,49 до 1,34 в Юго-Восточном. Максимальные значения коэффициента опасности в этих районах составляют 1,25-1,35 (в 1999 и 2003 гг.) и 0,6-0,87 (в 1994 и 2008 гг.) соответственно, а минимальные значения коэффициента опасности в этих районах приходятся на 1993, 2001, 2005 гг. и меняются в пределах от 0,5 до 0,6.

Считается, что если рассчитанный уровень неканцерогенного риска (коэффициент опасности) вещества не превышает единицу, то вероятность развития у человека критических эффектов при ежедневном поступлении вещества в течение жизни несущественная, и такое воздействие характеризуется как допустимое. В случае превышения коэффициентом опасности единицы вероятность возникновения вредных эффектов у человека возрастает пропорционально величине коэффициента опасности. В соответствии с этим критерием уровень риска на территории, где КО по хлористому водороду менее 1 (Восточный) район), расценивается как приемлемый, а там где более 1 (Юго-Восточный) – неприемлемый и требует мероприятий по его минимизации.

Коэффициент опасности в результате загрязнения атмосферного воздуха аммиаком меняется от 0,04 до 0,48 в Юго-Восточном районе и от 0,02 до 0,51 в Северо-Восточном районе (рис. 2). Максимальное значение составляет 0,49 и 0,5 соответственно, а минимальное значение коэффициента опасности в этих районах приходится на 2001 год и составляет 0,02. Общая тенденция заключается в резком снижении коэффициента опасности с 1999 по 2008 г.

Таким образом, рассчитанный по аммиаку коэффициент опасности вещества не превышает единицу, т.е. вероятность развития у человека критических эффектов низкая, и такое воздействие характеризуется как допустимое. Между тем оба этих вещества относятся к группе веществ, влияющих на органы дыхания, превышение их концентрации по

сравнению с ПДК фиксируется в 30-35% исследованных проб на протяжении 15 лет, и участки повышенных концентраций отмечены.

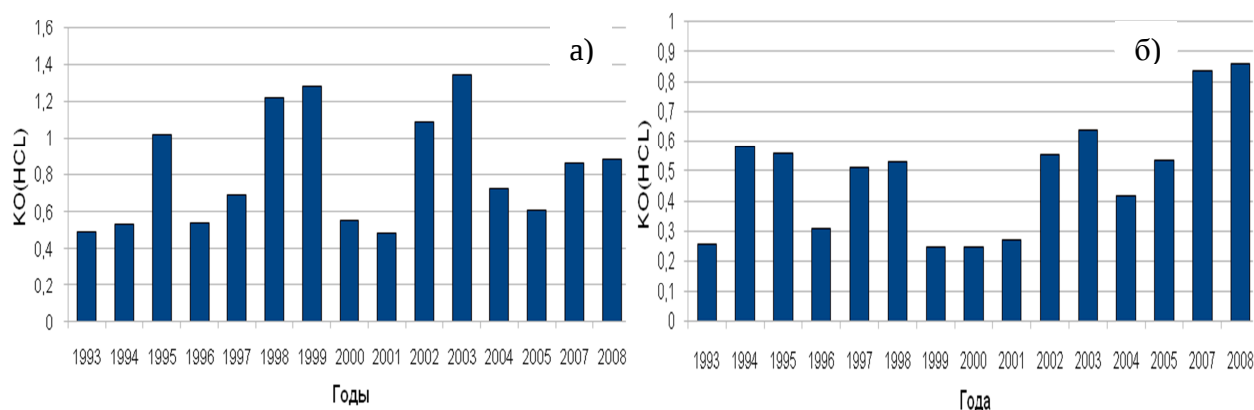


Рисунок 1. Динамика изменения коэффициента опасности по хлористому водороду:
а) Юго-Восточный район, б) Восточный район.

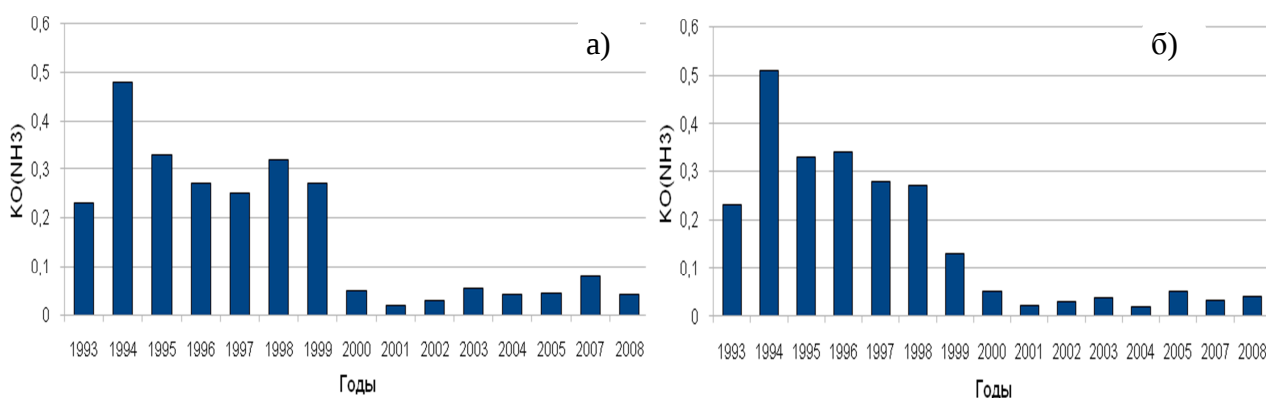


Рисунок 2. Динамика изменения коэффициента опасности по аммиаку:
а) Юго-Восточный район, б) Северо-Восточный район.

На данном этапе исследований не представляется возможным сопоставить полученные показатели уровня риска здоровью населения обследованных территорий с данными медицинской статистики. Ведь для выявления причинно-следственных связей между уровнем заболеваемости и уровнем химического загрязнения необходима многосредовая оценка, с учетом всех путей поступления загрязняющих веществ в организм, не только при вдыхании воздуха, но и с питьевой водой, пищей. Следует отметить, что неопределенность в оценке риска, безусловно, связана с отбором данных для анализа. Данных только с постов наблюдений службы Росгидромета недостаточно хотя бы в силу того, что набор загрязнителей на этих постах не всегда совпадает. Поэтому привлечение данных о концентрациях веществ в санитарно-защитной зоне предприятий (а это фактически по всей густонаселенной территории в условиях плотной застройки) и их осреднение за длительный период в пределах района позволяет повысить точность оценок.

Сопоставление полученных данных с данными медицинской статистики будет целесообразно после более глубокого анализа с расширением числа веществ, отобранных для оценки риска. Анализ структуры заболеваний, которые развиваются при непосредственном воздействии антропогенных факторов, показывает, что на первом месте в г. Томске находятся болезни органов дыхания. Необходимо учесть, что заболевания органов дыхания относятся к экологически обусловленным заболеваниям. Выявление всех факторов риска химической природы позволит не только прогнозировать заболеваемость, ранжировать территории по уровню риска, по уровню комфорта для проживания, но и искать пути минимизации рисков.

В последние годы преимущества использования методологии оценки риска были проиллюстрированы на практике при обосновании безопасности для здоровья населения, проживающего на территориях, находящихся в зоне влияния выбросов крупных промышленных комплексов, и разработке на этой основе эффективных регулирующих мер, включающих возможность организации и обоснования для них необходимого размера санитарно-защитной зоны (СЗЗ).

Необходимость использования методологии оценки риска при обосновании достаточности размера СЗЗ с позиций обеспечения безопасности для здоровья населения, которая нашла отражение в требованиях новой редакции СанПиН 2.2.1/2.2.1.1200-03, обусловлена тем, что единственным критерием безопасности сегодня является достижение снижения уровня воздействия по всем факторам за пределами санитарно-защитной зоны до требуемых гигиенических нормативов, в качестве которых используются максимальные разовые ПДК. Однако сложившаяся система управления загрязнением атмосферного воздуха не может гарантировать полную безопасность для здоровья населения и правильное определение приоритетов в действиях, направленных на предотвращение реальной опасности.

Основным препятствием для определения приоритетов при разработке наиболее эффективных регулирующих мер по снижению загрязнения атмосферного воздуха является отсутствие возможности ранжирования по степени их опасности всего спектра загрязнителей, обусловленных выбросами крупных промышленных комплексов. Ограниченное число контролируемых на постах загрязнителей не позволяет оценить полноту риска для здоровья населения всех приоритетных компонентов выбросов.

Список литературы

1. Мананков А.В., Парначев В.П. Антропогенез как фактор экологических изменений территории г. Томска // Вестник ТГАСУ. – 2000. — № 2. — С. 165-175.

2. Окружающая среда и здоровье: подходы к оценке риска / под ред. А.П. Щербо. — СПб. : МАПО, 2002. — 370 с.
3. Панин В.Ф. [и др.]. Мониторинг и управление качеством приземного воздуха в Российской Федерации и Великобритании. Правовые, организационные и научно-технические аспекты. — Томск : Дельтаплан, 2003. — 226 с.
4. Помощник по рискам. Руководство пользователя. Русская версия / Тарасова Н.П., Малков А.В., Крапчатов В.П. и др. — М. : РХТУ им. Д.И. Менделеева, Alexandria: The Hampshire Research Institute, 1996. — 270 с.
5. Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду. Руководство Р. 2.1.10.1920-04. — М. : Федеральный центр Госсанэпиднадзора Минздрава РФ, 2004. — 273 с.
6. Экологический мониторинг. Состояние окружающей среды Томской области в 2010 году / под ред. А.М. Адама. — Томск : Графика, 2011. — 162 с.
7. Экология Северного промышленного узла г. Томска: проблемы и решения / под ред. А.М. Адама. — Томск : Изд-во ТГУ, 1994. — 260 с.
8. Guidelines for ecological assessment. EPA/630/R-95/002F. Washington, DC. — 1998. — 356 p.

Рецензенты:

Лукашевич Ольга Дмитриевна, доктор технических наук, профессор ВАК. Должность: профессор кафедры охраны труда и окружающей среды, ГОУ ВПО «Томский государственный архитектурно-строительный университет», г. Томск.

Язиков Егор Григорьевич, доктор геолого-минералогических наук, профессор, зав. кафедрой геоэкологии и геохимии, зам. проректора по образовательной и международной деятельности Томского политехнического университета, г. Томск.