

**МИНИМАЛЬНЫЕ КАНЦЕРОГЕННЫЕ РИСКИ КАК КРИТЕРИИ В
РЕГИОНАЛЬНОЙ ПОЛИТИКЕ ГИГИЕНИЧЕСКОГО НАДЗОРА ЗА
КАНЦЕРОГЕННЫМ ПРОФИЛЕМ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ**

Н.А. Антипанова, 2007г.

Магнитогорский государственный университет, г. Магнитогорск

Введение: В конце XX века большинство государств мира осознало необходимость перехода к новому типу развития общества, отличительной чертой которого является комплексный социально-экономический и эколого-гигиенический подход, т.е. направление устойчивого развития. Одним из самых важных условий устойчивого развития является активная деятельность государства. Это невозможно также без эффективного управления в области охраны окружающей среды и здоровья населения. Поэтому повышение эффективности программы устойчивого развития в регионах следует рассматривать как одно из важнейших направлений совершенствования целевого территориального управления [1, 6, 7].

В этой связи проблема социально-экономической значимости заболеваемости и, прежде всего, онкологических заболеваний, как наиболее распространенных среди населения в целом и среди лиц трудоспособного возраста, приобретает особую актуальность. Работы Двойрина В.В., Аксель Е.М. (1993), Кошкиной В.С. (1989, 2000) глубоко раскрывают социально-экономическое значение злокачественных новообразований (ЗН) для городов с развитой отраслью черной металлургии, исследователи подчеркивают необходимость дальнейшего совершенствования методики изучения биологических и социально-экономических аспектов влияния раннего выявления и предупреждения развития злокачественных опухолей.

В г. Магнитогорске злокачественные новообразования занимают одно из первых мест в общей структуре инвалидности и смертности населения города, что обуславливает высокий процент потери в сфере общественно-полезного труда человеческих ресурсов. По данным В.С. Кошкиной (1989) на Магнитогорском металлургическом комбинате 91,5% всех трудовых потерь – потери, связанные с заболеваемостью работников, среди которой первое место по инвалидизации и смертности занимали ЗН.

Полученные в нашем исследовании высокие достоверные уровни канцерогенных и атрибутивных рисков ЗН и их зависимостей от идентифицированных в окружающей среде канцерогенов обуславливают необходимость использования интегрального подхода в разработке критериев и принципов управления полученными факторами рисков в целевой

программе по профилактике онкологических заболеваний в системе социально-гигиенического мониторинга города с развитой отраслью черной металлургии.

Одним из важнейших критериев при проведении социально-гигиенического мониторинга является уровень минимального канцерогенного риска. Уровень минимального риска используется при мониторинге экспозиций и рисков и может служить основой установления региональных санитарно-эпидемиологических нормативов допустимого уровня содержания канцерогенов в объектах ОС. В основе понятия об уровнях минимального риска лежит величина приемлемого (целевого) риска.

Целью представленного раздела исследования являлось установление реально допустимого уровня содержания промышленных канцерогенов в городской среде с развитой отраслью черной металлургии для достижения минимального (целевого) канцерогенного риска здоровью населения с учетом социально-экономической значимости ключевых природоохранных мероприятий.

Материалы и методы: в большинстве стран, а также в рекомендациях экспертов ВОЗ величина целевого риска принимается равной 10^{-6} . Величина целевого риска устанавливается органами Госсанэпиднадзора и для условий населенных мест может находиться в диапазоне 10^{-5} - 10^{-6} . Значение целевого риска представляет собой суммарный канцерогенный риск, связанный с канцерогенным эффектом всех выявленных канцерогенных веществ. При выборе величины приемлемого риска для г. Магнитогорска, согласно методическим рекомендациям «Критерии установления уровней минимального риска здоровью населения от загрязнения окружающей среды» [5], мы ориентировались на степень доказанности канцерогенности исследуемого фактора для человека (10^{-6} для канцерогенов группы А по классификации U.S. EPA, 10^{-5} – 10^{-4} для канцерогенов группы В и С); численность населения, подверженного воздействию; техническую достижимость профилактических и технических мероприятий.

Выбранные нами по описанным параметрам величины целевых рисков, представленные в табл. 1, использовались для определения региональных относительно безопасных для здоровья концентраций идентифицированных в средах канцерогенов.

Таблица 1.

Величина целевых рисков идентифицированных канцерогенов
г. Магнитогорска

Канцероген	ГН 1.1. 725-98	МАИР	ЕРА	USEPA	IARS	Уровень целевого риска
3-4 бенз(а)пирен	1,0E+00	2A	B2	B2	2A	10 ⁻⁶
Бензол	1	1	A	A	1	10 ⁻⁶
Кадмий	1	1	B1	B1	2A	10 ⁻⁶
Кобальт	-	2A	B1			10 ⁻⁵
Мышьяк	1	1	A	A	1	10 ⁻⁶
Никель	1	2B	A	A	1	10 ⁻⁶
Свинец	-	2A	B2	B2		10 ⁻⁵
Формальдегид	2	2A	B1	B1	2A	10 ⁻⁶
Хром	1	1	A			10 ⁻⁶
Этилбензол	3	2И	D			10 ⁻⁶
Бериллий	1	1	B1			10 ⁻⁶

Многомаршрутность комплексного воздействия канцерогенов на организм учитывалась при использовании следующего уравнения (формула 1.):

$$10^{-5} = D_o \cdot S_{Fo} + D_d \cdot S_{Fd} + C \cdot U_{r_i} \quad (1.)$$

Пример расчета уровня минимального риска содержания канцерогена в почве (C) приведен в формуле (2.):

$$C = \frac{10^{-5} - (D_o \cdot S_{Fo} + D_d \cdot S_{Fd})}{U_{r_i}} \quad (2.)$$

где: D_o , D_d - дозы при пероральном и кожном воздействии, C - воздействующая концентрация канцерогена в почве; RfD_o , RfD_d - референтные дозы при пероральном и кожном поступлении, RfC - референтная концентрация при ингаляции, 10^{-5} - целевой уровень канцерогенного риска, S_{Fo} , S_{Fd} - факторы канцерогенного потенциала при пероральном и кожном поступлении, U_{r_i} - величина единичного канцерогенного риска.

Результаты и обсуждение: Полученные величины концентраций канцерогенов, соответствующие минимальному канцерогенному риску (допустимому, целевому) для населения города Магнитогорска представлены в таблице 2.

Величина вероятностной региональной допустимой канцерогенной нагрузки объектов городской среды на уровне целевого риска (1 случай дополнительного рака на 1000 000 человек)

Канцероген	Содержание в объектах среды на уровне ПДК _{с.с.}				Минимальный уровень риска по содержанию канцерогенов в объектах городской среды (целевой риск)				Выше/ниже ПДК, раз			
	Водоемы, мг/л	Атмосферный воздух, мг/м ³	Питьевая вода, мг/л	Почва, мг/кг	Водоемы, мг/л	Атмосферный воздух, мг/м ³	Питьевая вода, мг/л	Почва, мг/кг	Водоемы, мг/л	Атмосферный воздух, мг/м ³	Питьевая вода, мг/л	Почва, мг/кг
3-4 бенз(а)пирен	5,00E-06	1,00E-06	5,00E-06	2,00E-02	5,9E-05	1,2E-06	1,1E-06	9,0E-02	11,9	1,2	0,2	4,5
Бензол	0,500	0,100	0,500	0,300	1,0E-04	2,0E-04	1,0E-03	6,0E-01	0,0002	0,002	0,0020	2,0
Бериллий	2,0E-04	7,3E-02	2,0E-04	2,1E+00	2,0E-04	1,0E-06	1,0E-05	5,0E+00	1,0	0,00001	0,1	2,4
Кадмий	0,001	3,00E-04	1,00E-03	3,00E+00	8,0E-04	1,6E-06	3,2E-05	3,7E+01	0,8	0,005	0,0	12,3
Кобальт	0,1	1,0E-03	0,100	5,000	7,3E-01	9,0E-07	7,3E-01	1,4E+02	7,3	0,0009	7,3	28,0
Мышьяк	0,050	3,0E+00	0,050	10,00	9,0E-03	7,0E-07	5,2E-05	2,0E+00	0,2	0,0000002	0,0	0,2
Никель	0,10	1,0E-03	1,00E-01	4,00E+00	7,3E-01	1,0E-05	7,3E-01	5,4E+01	7,3	0,01000	7,3	13,5
Свинец	0,0300	0,0003	0,0300	6,00	2,0E-01	2,4E-04	2,0E-03	3,0E+01	6,7	0,8	0,1	5,0
Формальдегид	5,5000	0,0300	5,5000	7,00	1,1E-06	1,1E-04	3,0E-01	7,0E+00	0,0000002	0,004	0,1	1,0
Хром	0,0500	0,0015	0,05000	0,05	2,0E-04	9,1E-09	2,0E-04	3,0E+01	0,0040	0,00001	0,004	600,0
Этилбензол	0,0070	0,0200	0,01000	0,41	2,9E-03	2,0E-03	2,9E-03	8,9E+00	0,4	0,1	0,3	21,7

Дата поступления: 18.12.2006.

Большинство установленных показателей минимального канцерогенного риска от среднего поступления (атмосферный воздух, питьевая вода, поверхностные воды, продукты питания) канцерогенов меньше нормативных значений ПДК_{с.с.}, что согласуется с данными коллектива авторов ГУ НИИ ЭЧ и ГОС им. А.Н. Сысина [5] и, вероятно, обусловлено характером идентифицированных в среде города с развитой отраслью черной металлургии канцерогенов. Так уровни минимальных канцерогенных рисков для содержания кадмия, никеля и свинца в поверхностных водах заводского пруда г. Магнитогорска ниже принятых ПДК_{с.с.} и составляют 73%, 72% и 20% ПДК_{с.с.}, соответственно.

Изученные особенности средовых поступлений идентифицированных канцерогенов в прогнозе ситуации их минимального канцерогенного риска для населения, определили следующую структуру канцерогенной опасности объектов модельной среды: атмосферный воздух - источник канцерогенного поступления мышьяка, кобальта и никеля; воды заводского пруда – формальдегида; атмосферного воздуха и питьевая вода – бериллия, кадмия, свинца; вода и атмосферный воздух – этилбензола, хрома. Многосредовое поступление в модельной среде характерно для бенз(а)пирена, бензола (рис. 1).

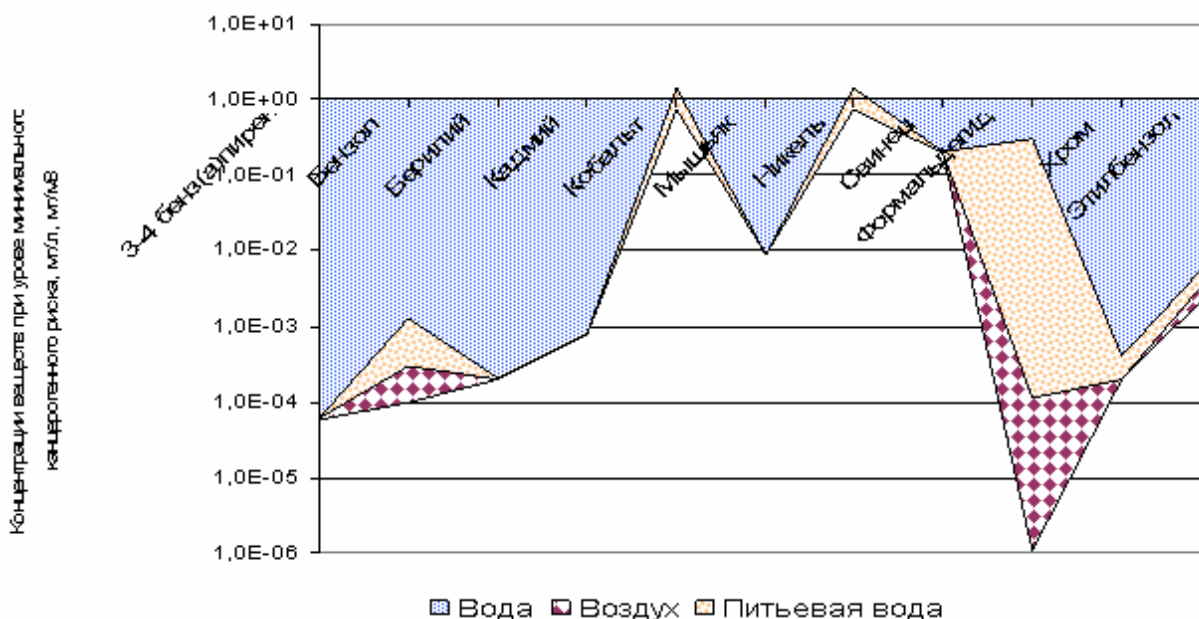


Рис. 1. Концентрации канцерогенов, определяющие минимальные

Установлено, что экономическая эффективность при снижении средовых и маршрутных уровней канцерогенного риска до целевых значений, составила сумму в 930284,63 руб., т.е. 99,3 % общей «средовой» эффективности (табл. 3.).

Таблица 3.

Экономическая эффективность достижения целевого риска с учетом маршрута и сред поступления канцерогенов среды

Маршруты и объекты поступления приоритетных канцерогенов в организм	Популяционный годовой риск, (дополнительное число случаев в год ЗН)	Стоимость медицинского обслуживания, руб.	Выплаты в связи с нетрудоспособностью, руб.	Недополучение продукции, руб.	Всего, руб.	Долевой вклад в общий уровень экономического ущерба здоровью от дополнительных случаев ЗН, %	РАНГ приоритетной значимости
Маршруты поступления канцерогенов							
Ингаляционный	8,60	819,39	660,68	464461,28	465941,35	50,1	1
Пероральный	5,02	478,34	385,70	271143,81	272007,85	29,2	2
Накожный	3,55	338,23	272,72	191724,48	192335,44	20,7	3
Суммарный	17,18	1635,96	1319,10	927329,57	930284,63		
Среды поступления канцерогенов							
Атмосфера	0,13	12,52	10,10	7098,04	7120,66	0,8	4
Питьевая вода	0,00	0,20	0,16	113,03	113,39	0,0	5
Водоёмы	196,79	1235,08	995,86	700093,34	702324,29	75,5	1
Почва	3,62	344,28	277,60	195153,46	195775,35	21,0	2
Продукты питания	0,46	43,88	35,38	24871,69	24950,95	2,7	3

Получена высокая социально-экономическая значимость мероприятий по достижению уровней целевого минимального риска в отношении ингаляционных маршрутов поступления канцерогенов, составившая 465941,35 руб, т.е. 50,1 % от общей «маршрутной» эффективности (рис.2).

Экономическая эффективность мероприятий достижения целевого уровня маршрутов канцерогенного риска в руб. и доля в общей эффективности, %

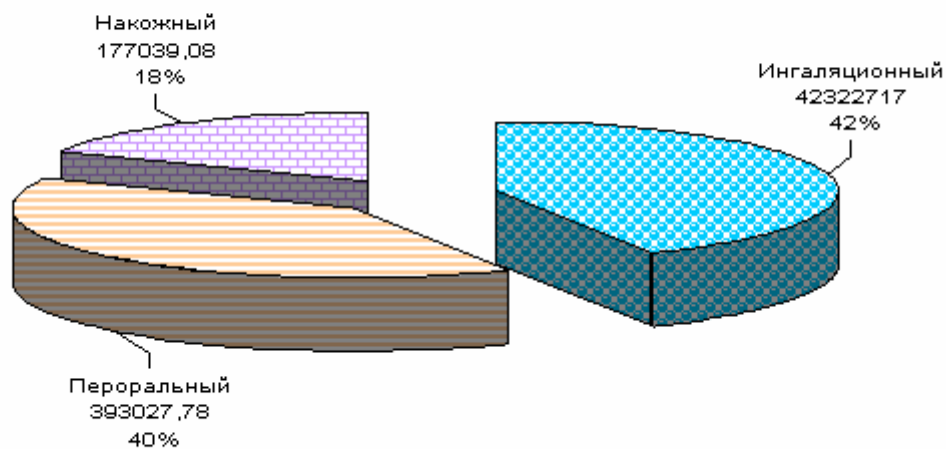


Рис. 2. Экономическая эффективность достижения минимальных уровней накожного, ингаляционного и перорального маршрутов поступления канцерогенов в организм жителей

Для выбора приоритета социально-гигиенических мероприятий с учетом их социально-экономической значимости для здоровья городского населения нами была рассчитана экономическая эффективность мероприятий достижения приемлемого канцерогенного риска в отношении идентифицированных в городской среде канцерогенов (табл. 4.).

При моделировании получена экономическая эффективность мероприятий по установлению минимальных целевых канцерогенных рисков, имеющая высокую результативность для мышьяка, формальдегида, кадмия и хрома, снижение концентраций которых в объектах ОС до возможного реального минимума обеспечит экономию на сумму 930859,33 руб. в год, т.е. 82,5 % от общей эффективности проводимых мероприятий по достижению целевых уровней канцерогенного риска.

Таблица 4

Экономическая эффективность достижения целевых уровней канцерогенных рисков по веществу, руб.

Дата поступления: 18.12.2006.

Канцерогены	Популяционный годовой риск, (дополнительное число случаев в год ЗН)	Стоимость медицинского обслуживания, руб.	Выплаты в связи с нетрудоспособностью, руб.	Недополучение продукции, руб.	Всего, руб.	Долевой вклад в общий уровень экономического ущерба здоровью от дополнительных случаев ЗН, %	РАНГ приоритетной значимости
3-4 Бенз(а)пирен	0,002	2,0E-01	1,6E-01	1,1E+02	112,31	0,0	11
Бензол	0,6	5,3E+01	4,3E+01	3,0E+04	30153,96	3,2	7
Бериллий	1,3	1,2E+02	9,7E+01	6,8E+04	68442,70	7,4	5
Кадмий	3,4	3,2E+02	2,6E+02	1,8E+05	181546,72	19,5	3
Кобальт	0,4	4,2E+01	3,4E+01	2,4E+04	23951,95	2,6	8
Мышьяк	4,181	4,0E+02	3,2E+02	2,3E+05	226408,51	24,3	2
Никель	0,0	1,3E+00	1,0E+00	7,3E+02	727,55	0,1	10
Свинец	0,7	6,5E+01	5,2E+01	3,7E+04	36770,52	4,0	6
Формальдегид	4,4	4,2E+02	3,4E+02	2,4E+05	238539,40	25,6	1
Хром	2,2	2,1E+02	1,7E+02	1,2E+05	121222,76	13,0	4
Этилбензол	0,1	5,2E+00	4,2E+00	3,0E+03	2982,92	0,3	9
Суммарный риск по веществу	17,19	1,6E+03	1,3E+03	9,3E+05	930859,33		

На основании полученных уровней минимальных канцерогенных рисков и показателей эффективности «затрат» на их достижение с учетом сред, маршрутов и отраслевых особенностей канцерогенного загрязнения среды промышленного города с развитой отраслью черной металлургии были определены следующие дополнительные региональные критерии для включения в перечень показателей городского социально-гигиенического мониторинга (таб. 5).

Таблица 5.

Перечень приоритетных канцерогенов сред для контроля за качеством объектов окружающей среды в городах с развитой отраслью черной металлургии

Показатели	Атмосферный воздух	Вода водоемов	Питьевая вода	Почва	Продукты питания
Формальдегид	+	+			
Бенз(а)пирен	+	+	+	+	+
Мышьяк		+	+	+	+
Кобальт	+			+	
Бензол	+		+	+	
Никель	+			+	+
Этилбензол	+	+			
Хром	+	+	+	+	
Кадмий		+	+		+

Свинец	++	+		+	+
--------	----	---	--	---	---

Примечание:

+ определение обязательно

++ определение дополнительно

Выводы: выявленные особенности полученных концентраций идентифицированных в объектах городской среды канцерогенов, определяющих целевой уровень суммарной канцерогенной нагрузки приемлемы для использования в качестве критериев региональных норм содержания канцерогенов в объектах городской среды и научного обоснования целевых программ по снижению канцерогенного риска здоровью населения в системе социально – гигиенического мониторинга г. Магнитогорска, включающих:

- усиление контроля за состоянием канцерогенного профиля вод заводского пруда, выявление опасных источников его загрязнения мышьяком, формальдегидом, кадмием и хромом (VI);
- необходимость внедрения новых технологий на производстве черного металла, которые будут обеспечивать снижение выбросов в окружающую среду мышьяка, формальдегида, кадмия, хрома, кобальта и установление их приемлемых концентраций в объектах окружающей среды по уровню минимального канцерогенного риска;
- необходимость планирования строительства жилых массивов с учетом процессов трансмиссии в окружающей среде выявленных канцерогенов при использовании геоинформационных технологий и системы картирования местности, что уменьшит поступление в организм канцерогенов ингаляционным путем;
- усиление контроля за канцерогенной безопасностью продуктов питания с включением обязательного определения индикатора химических канцерогенов - бенз(а)пирена; нитрозаминов в мясных продуктах; афлотоксинов и пестицидов в более широком перечне хлебобулочных, мукомольных, молочных продуктов;
- проведение первичной профилактики ЗН в первую форм ЗН, имеющих обусловленность канцерогенного воздействия среды: рака молочной железы, рака легких, рака предстательной железы, рака желудка, а в последующим форм ЗН, имеющих высокую зависимость от многофакторного средового воздействия: рака лимфатической ткани, рака прямой кишки.
- использовать полученные величины экономического ущерба здоровью, особенно в условиях производства, от фактического канцерогенного воздействия на человека в системе социального страхования населения.

Список литературы:

1. Бродов А. Черная металлургия: Состояние и проблемы // Экономист, 1999 – №4. – С.42.
2. Двойрин В.В., Аксель Е.М. Состояние онкологической помощи населению России и некоторых других стран СНГ в 1993 г. М., 1994.
3. Кошкина В.С. Эпидемиология и профилактика злокачественных новообразований у рабочих производств черной металлургии: Автореф. дис.... д-ра мед. наук. – М., 1989. – 49 с.
4. Кошкина В.С. Факторы канцерогенного риска и злокачественные новообразования в условиях техногенного влияния на популяцию. // Материалы Международного симпозиума «Приоритетные направления противораковой борьбы в России» 14-16 ноября 2001 г. Екатеринбург, 2000. – С.63 – 65.
5. Методические рекомендации. Критерии установления уровней минимального риска здоровью населения от загрязнения окружающей среды. – М.: Санэпидмедиа, ГУ НИИ ЭЧ и ГОС имени А. Н. Сысина РАМН, Центр Госсанэпиднадзора в г. Москве. 2003. – 40 с.
6. Новиков С. М. Проблема оценки канцерогенного риска воздействия химических загрязнений окружающей среды. С. М. Новиков, Г. И. Румянцев, З. И. Жолдакова и др. // Гигиена и санитария. – 1998. – № 1. – С.29–34.
7. Привалова Л. И. Некоторые итоги использования методологии оценки риска в условиях Свердловской области. Л. И. Привалова, Б. А. Кацнельсон, Б. И. Никонов и др. // Медицина труда и промышленная экология. – 2000. – № 3. – С. 27–30.