

## **ОЦЕНКА РИСКА ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ СТОЙКИХ ОРГАНИЧЕСКИХ ЗАГРЯЗНИТЕЛЕЙ (СОЗ) И ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ НА НАСЕЛЕНИЕ ПРИАРАЛЬЯ**

**Нажметдинова А.Ш., Сарманбетова Г.К.**

*РГП на ПХВ «Научно-практический центр санитарно-эпидемиологической экспертизы и мониторинга» КЗПП МНЭ РК, Алматы, e-mail: gulnaz\_sar@mail.ru*

В рамках реализации программы «Комплексные подходы в управлении здоровьем населения Приаралья» специалистами РГП на ПХВ «НПЦСЭЭиМ» были установлены дозовые нагрузки для стойких органических загрязнителей /хлорорганических пестицидов, полихлорированных бифенилов и диоксинов/ и тяжелых металлов в изучаемых районах Приаралья Кызылординской области; на основании дозовых нагрузок были оценены для объектов окружающей среды канцерогенные риски, проведены расчеты по канцерогенным рискам для СОЗов и свинца. Полученные результаты канцерогенных рисков по СОЗам для воды открытых водоемов, почвенного слоя земли, растениеводческой продукции и продуктов питания, свинца для растениеводческой продукции свидетельствует об общей тенденции загрязненности зоны Приаралья, который и приводит, как показывает статистика заболеваемости сельского населения Кызылординской области, к заболеваниям кожи, глаз, эндокринной патологии, врожденным аномалиям и детской смертности, что соответственно и определяет Приаралье как зону опасного риска, зону экологической катастрофы.

Ключевые слова: стойкие органические загрязнители, тяжелые металлы, объекты окружающей среды, канцерогенные риски.

## **RISK ASSESSMENT UNDER THE INFLUENCE OF PERSISTENT ORGANIC POLLUTANTS (POPS) AND HEAVY METALS ON THE POPULATION OF THE ARAL SEA REGION**

**Nazhmetdinova A.S., Sarmanbetova G.K.**

*RSE on PVC "Scientific and Practical Center of sanitary-epidemiological examination and monitoring" KZPP NEM RK, Almaty, e-mail: gulnaz\_sar@mail.ru*

As part of the program "Integrated approaches in the management of public health Priaralye" experts RSE on PVC "SPCSEE and M" radiation doses were set for Persistent Organic Pollutants / organochlorine pesticides, polychlorinated biphenyls and dioxins / or heavy metals in the studied areas of the Aral region Kyzylorda region; on the basis of radiation dose were evaluated for environmental objects carcinogenic risks were calculated on carcinogenic risks for POPs and lead. The results of carcinogenic risks POPs to open ponds of water, soil land, crop production and food products, lead to crop production shows a general trend of contamination area adjacent to Aral, which leads the statistics show the incidence of the rural population of Kyzylorda oblast skin diseases, eye, endocrine diseases, congenital anomalies and infant mortality, respectively, and determines the Aral Sea region, as a dangerous risk zone, a zone of ecological katostrofy.

Keywords: persistent organic pollutants, heavy metals, environmental objects, carcinogenic risks.

Научные проблемы оценки влияния факторов окружающей среды на здоровье человека и обоснование системы оздоровительных мероприятий сегодня являются приоритетными задачами государственной экологической политики практически во всех развитых странах. Установление причинно-следственных связей между экологическими факторами риска и состоянием здоровья населения дает возможность управления факторами риска в профилактических целях. Проблеме измерения и оценки рисков сегодня отводится особая роль, как в силу обострения экологического неблагополучия за последние десятилетия, так и ввиду сложной управляемости данного процесса.

Современные негативные тенденции в состоянии среды обитания и изменении показателей здоровья населения на сегодняшний день приобрели особую значимость и для Казахстана. В большой степени эти проблемы касаются жителей Кызылординской области, которые испытывают на себе влияние комплекса специфических факторов риска, обусловленных последствиями деградации природной среды в связи с экологической трагедией Арала.

Экологическая угроза является едва ли не самой важной с точки зрения национальной безопасности. Экологическая безопасность и устойчивость развития общества возможны лишь при наличии контроля состояния окружающей среды, контроля источников антропогенного воздействия на окружающую среду и наличии эффективного механизма управления природопользованием.

Оценка рисков влияния факторов среды обитания на здоровье населения – это не только неотъемлемая часть социально-гигиенического мониторинга, но и вершина гигиенической диагностики. Реализация этой методологии позволяет не только оценить санитарное благополучие территории, но и разработать эффективную систему профилактических мероприятий на основе системного анализа вклада отдельных факторов риска в прогнозируемый показатель индивидуального или популяционного здоровья населения. Оценка риска для здоровья удачно сочетает в себе способность комплексно учитывать медицинские, природоохранные, социальные и экономические проблемы регионов. Решения, принимаемые на такой основе, преследуют цель устранения даже минимального риска для здоровья человека или стабильности экосистемы без учета затрат на обеспечение такой ситуации.

Оценка риска для канцерогенов Приаралья была проведена согласно Руководству по оценке риска здоровью населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду [1].

Целью данной работы является:

Внедрение оценки канцерогенных рисков при воздействии химических факторов объектов окружающей среды на здоровье населения Приаралья для разработки и внедрения принципов управления здоровьем населения.

Задачи:

- проведение расчетов дозовых нагрузок для хлорорганических пестицидов, полихлорированных бифенилов и диоксинов в изучаемых районах Приаралья по Кызылординской области;

- проведение расчетов канцерогенных рисков для всех объектов окружающей среды по хлорорганическим пестицидам, полихлорированным бифенилам и диоксинам в изучаемых

районах Приаралья по Кызылординской области;

- проведение расчетов для оценки канцерогенных рисков по токсичным металлам.

#### *Обзор литературных данных*

По мнению большинства отечественных и зарубежных экспертов ВОЗ, здоровье человека и его заболеваемость определяются 4 группами факторов, взаимодействующими в следующем соотношении:

- 1) медико-генетическими (20 %);
- 2) образом жизни и качеством питания (50 %);
- 3) состоянием окружающей среды (20 %);
- 4) уровнем развития здравоохранения и качеством лечебно-профилактической помощи (10 %) [1].

Вопросы количественной оценки вклада каждой группы факторов в общую структуру заболеваемости важны, т.к. определяют объем и специфику профилактических мероприятий.

При оценке риска здоровью населения в связи с качеством среды обитания обычно выделяют три группы факторов:

- а) природные;
- б) социально-экономические;
- в) медико-санитарные, в том числе гигиенические критерии, отражающие уровень техногенного загрязнения среды и рациональность архитектурно-планировочной организации территории [2].

Важной стороной индивидуального здоровья человека являются его связи с окружающей средой как системой физических, химических, биологических, психосоциальных и техногенных факторов.

Однако, как показывают исследования и анализ заболеваемости населения в сельских регионах Кызылординской области, была зарегистрирована в 2014 и 2015 годах следующая заболеваемость: заболевания кожи и подкожной клетчатки 2867,7 в 2014 году и 3093,3 в 2015 году при республиканском уровне в 2014 году 1812,8 и 1878 в 2015 году на 100 тысяч населения; заболевания эндокринной системы в 2014 году – 1029,4 и в 2015 году – 1071,0 при республиканском уровне 566,9 (2014 г.) и 574,8 (2015 г.); заболевания глаза и его придаточного аппарата 2217,2 в 2014 году и 3130,8 в 2015 году при республиканском уровне 1630,0 и 1848,0 соответственно в 2014 и 2015 годах. Статистическая отчетность показывает высокую смертность детей до 1 года в Кызылординской области с диагнозом «врожденные аномалии» в 2014 году 26,5 и 25,4 в 2015 году при республиканском уровне 20,3 и 19,7 в 2014 и 2015 годах на 10000

родившихся, отмечается высокий уровень смертности при состояниях, возникающих в перинатальном периоде, в том числе сепсиса 5,9 и 5,6, был зарегистрирован в 2014 и 2015 годах при республиканском уровне 1,6 и 1,7 на 10000 родившихся [3], [4].

В обзорной работе С.Л. Авалиани и другие «Окружающая среда. Оценка риска для здоровья (мировой опыт)» [2] и последующей работе Г.Г. Онищенко «Основы оценки риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду» [5] дается понятие риска, его структуризация, а также излагается процедура его оценки. Приводится санитарно-гигиенический алгоритм анализа риска, созданный для комплексного изучения последствий негативного влияния загрязняющего комплекса среды на здоровье населения.

На сегодняшний день работы по оценке риска, где были проведены канцерогенные и не канцерогенные риски, имеются и в работах казахстанских ученых.

В работе Засорина Б.В. «Оценка канцерогенного риска для здоровья населения урбанизированных территорий при воздействии факторов среды обитания» [6] на примере г. Актюбинска дается оценка воздействия на здоровье населения по канцерогенным рискам в виде приоритетных загрязнителей, выявленных в атмосфере селитебных территорий города: трех- и шестивалентный хром, формальдегид, свинец. В работе В.В. Меньшикова и А.И. Тасмагамбетовой «Оценка риска для здоровья населения в связи с загрязнением атмосферного воздуха крупного промышленного центра» [7] даются основные аспекты загрязнения свинцом и пылью г. Усть-Каменогорска.

В республике были разработаны правила проведения оценки риска для здоровья населения при воздействии химических факторов окружающей среды [8].

### **Материалы и методы**

Расчеты экспозиции, суточных доз путей поступления химических веществ в организм из основных объектов окружающей среды и расчеты канцерогенных рисков проводились согласно Руководству по оценке риска здоровью населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду [9].

Расчеты для канцерогенных веществ проводились по формуле :

$$I = C_s \times FI \times EF \times ET \times CF_2 \times ((ED_c \times IR_c / BW_c) + (ED_a \times IR_a / BW_a)) / (AT \times 365)$$

При оценке канцерогенных рисков используют средние суточные дозы, усредненные с учетом ожидаемой средней продолжительности жизни человека (70 лет). Такие дозы обозначаются как LADD. Стандартное уравнение для расчета LADD имеет следующий вид:

$$LADD = [C \times CR \times ED \times EF] / [BW \times AT \times 365].$$

### **Результаты и обсуждение**

СОЗы или стойкие органические загрязнители – это группа высокоустойчивых химических веществ, в которые входят: промышленные вещества типа полихлордифенилов, пестициды типа ДДТ, ГХЦГ, вредные отходы типа диоксинов и фуранов. СОЗами занимается в настоящее время и Республика Казахстан в связи с подписанием конвенции в 2002 г. «По ограничению и запрещению СОЗов» [10].

Для оценки канцерогенных рисков нами были проведены канцерогенные риски для следующих СОЗов – ПХБ (полихлорированные бифенилы), диоксины, ГХЦГ и его изомеры и ДДТ.

В связи с высоким уровнем загрязнения тяжелым металлом-свинцом нами также были рассчитаны канцерогенные риски для свинца.

Данная работа проводилась в следующей последовательности:

-В пяти населенных пунктах п. Айтеке-би, п. Жалагаш, п. Жосалы, п. Шиели, г. Аральск была проведена оценка экспозиции с учетом воздействия объектов окружающей среды – вода, почва, продукты питания.

Оценка дозовых нагрузок проводилась с учетом количества экспозиции исследуемого вещества при воздействии в зависимости от путей поступления.

Доза – основная мера экспозиции, характеризующая количество химического вещества, воздействующего на организм.

Зависимость «экспозиция – ответ» – связь между воздействующей дозой (концентрацией), режимом, продолжительностью воздействия и степенью выраженности, распространенностью изучаемого вредного эффекта в экспонируемой популяции. Для оценки дозовых нагрузок или оценки экспозиции устанавливается количественное поступление химических веществ в организм разными путями (ингаляционным, пероральным, кожным) в результате контакта с различными объектами окружающей среды (атмосферный воздух, питьевая вода, продукты питания).

Процесс оценки экспозиции состоит из трех основных этапов.

Первый этап – характеристика окружающей обстановки, которая предусматривает анализ основных физических параметров исследуемой области и характеристику популяций, потенциально подверженных воздействию.

Второй этап – идентификация маршрутов воздействия, источников загрязнения, потенциальных путей распространения и точек воздействия на человека.

Третий этап (количественная характеристика экспозиции) – предусматривает установление и оценку величины, частоты и продолжительности воздействий для каждого анализируемого пути, идентифицированного на втором этапе. При химической экспозиции

этот этап состоит из двух стадий: оценки воздействующих концентраций и расчета поступления.

Наибольшая экспозиция из 5 населенных мест по полихлорированным бифенилам была установлена в г.Аральск.

Таблица 1

Сводная таблица для анализа многомаршрутной, многосредовой экспозиции ПХБ

Путь поступления ПХБ	Объекты окружающей среды					
	воздух	почва	питьевая вода	открытый водоем	продукты	сумма
Ингаляция						
Перорально		6,8x10 <sup>-9</sup>		7,5x10 <sup>-9</sup> взрослые	1,1x10 <sup>-5</sup>	Do 1,1x10 <sup>-5</sup> взрослые
				8,2x10 <sup>-8</sup> дети		1,1x10 <sup>-5</sup> дети
Накожно		3,6x10 <sup>-8</sup> взрослые				Dd 3,6x10 <sup>-8</sup> взрослые
		4,7x10 <sup>-7</sup> дети				4,7x10 <sup>-7</sup> дети
сумма		Ds 4,3x10 <sup>-8</sup> взрослые		Dg 7,5x10 <sup>-9</sup> взрослые	Df 1,1x10 <sup>-5</sup>	Dsum 1,1x10 <sup>-5</sup> взрослые
		Ds 5,1x10 <sup>-7</sup> дети		Dg 8,2x10 <sup>-8</sup> дети		Dsum 1,2x10 <sup>-5</sup> дети

Среднесуточная доза ПХБ, получаемая от перорального и кожного пути поступления из почвы, составила для взрослого населения г. Аральска 4,3x10<sup>-8</sup>; для детей 5,1x10<sup>-7</sup> мг/(кг в день).

Среднесуточная доза ПХБ, получаемая перорально с открытых водоемов, составила для взрослого населения 7,5x10<sup>-9</sup>; для детей 8,2x10<sup>-8</sup> мг/(кг в день).

Среднесуточная доза ПХБ, получаемая с продуктами питания, составила для взрослого и детского населения 1,1x10<sup>-5</sup> мг/(кг в день).

В итоге суммарная экспозиция ПХБ составила для взрослых 1,1x10<sup>-5</sup> мг/(кг в день); для детей 1,2x10<sup>-5</sup> мг/(кг в день).

Наибольшая экспозиция из 5 населенных мест по диоксинам была установлена в п. Жосалы.

Диоксины. Среднесуточная доза диоксинов получаемая от перорального и кожного пути поступления из почвы составила для взрослого населения 8,0x10<sup>-12</sup>; для детей 8,5x10<sup>-11</sup> мг/(кг в день). Доза диоксинов, получаемая перорально с открытых водоемов, составила для взрослого населения 3,7 x10<sup>-13</sup>; для детей 4,1x10<sup>-12</sup> мг/(кг в день). Среднесуточная доза ПХБ, получаемая с продуктами питания, составила для взрослых –

$7,1 \times 10^{-12}$ , для детей –  $3,3 \times 10^{-11}$ . В итоге суммарная доза диоксинов составила для взрослых  $1,5 \times 10^{-11}$  мг/(кг в день); для детей  $1,3 \times 10^{-10}$  мг/(кг в день).

Таблица 2

Сводная таблица для анализа многомаршрутной, многосредовой экспозиции диоксинов

Путь поступления диоксинов	Объекты окружающей среды					
	воздух	почва	Питьев. вода	Открытый водоем	продукты	сумма
Перорально		$1,2 \times 10^{-12}$		$3,7 \times 10^{-13}$ взросл	$7,1 \times 10^{-12}$ взросл	$8,7 \times 10^{-12}$ взросл
				$4,1 \times 10^{-12}$ дети	$3,3 \times 10^{-11}$ дети	$4,0 \times 10^{-11}$ дети
Накожно		$6,7 \times 10^{-12}$ взрослые				$6,7 \times 10^{-12}$ взрослые
		$8,4 \times 10^{-11}$ дети				$8,4 \times 10^{-11}$ дети
сумма		$8 \times 10^{-12}$ взрослые		$3,7 \times 10^{-13}$ взросл	$7,1 \times 10^{-12}$ взросл	$1,5 \times 10^{-11}$ взросл
		$8,5 \times 10^{-11}$ дети		$4,1 \times 10^{-12}$ дети	$3,3 \times 10^{-11}$ дети	$1,3 \times 10^{-10}$ дети

В п. Айтеке-би была установлена самая высокая экспозиция хлорорганическим пестицидом – ДДТ, которая была обнаружена в рисе, овощной продукции и рыбе.

Таблица 3

Анализ многомаршрутной, многосредовой экспозиции ДДТ

Путь поступления ДДТ	Объекты окружающей среды	
		продукты
Ингаляция		
Перорально		$9,1 \times 10^{-5}$ взрослые
		$3,0 \times 10^{-4}$ дети

Доза ДДТ, получаемая с продуктами питания, составила для взрослого  $9,1 \times 10^{-5}$ , для детского населения  $3,0 \times 10^{-4}$  мг/(кг в день).

Однако наибольшая экспозиция из всех исследованных нами СОЗов была установлена по хлорорганическому пестициду ГХЦГ.

Таблица 4

Сводная таблица для анализа многомаршрутной, многосредовой экспозиции ГХЦГ

для п. Шиели

Путь поступления ГХЦГ	Объекты окружающей среды					
	воздух	почва	Питьевая вода	Открытый водоем	продукты	сумма
Перорально		$6 \times 10^{-10}$		$2,0 \times 10^{-8}$ взрослые	$1 \times 10^{-4}$ взрослые	$1 \times 10^{-4}$ взрослые
				$2,2 \times 10^{-7}$	$2,4 \times 10^{-4}$	$2,4 \times 10^{-4}$

				дети	дети	дети
Накожно		$3,3 \times 10^{-9}$ взрослые				$3,3 \times 10^{-9}$ взрослые
		$4,2 \times 10^{-8}$ дети				$4,2 \times 10^{-8}$ дети
сумма		$4 \times 10^{-9}$ взрослые		$2,0 \times 10^{-8}$ взрослые	$1 \times 10^{-4}$ взрослые	$1 \times 10^{-4}$ взрослые
		$4,3 \times 10^{-8}$ дети		$2,2 \times 10^{-7}$ дети	$2,4 \times 10^{-4}$ дети	$2,4 \times 10^{-4}$ дети

Среднесуточная доза ГХЦГ, получаемая от перорального и кожного пути поступления из почвы, составила для взрослого населения  $4,0 \times 10^{-9}$ ; для детей  $4,3 \times 10^{-8}$  мг/(кг в день). Доза, получаемая перорально с открытых водоемов, составила для взрослого населения  $2,0 \times 10^{-8}$ ; для детей  $2,2 \times 10^{-7}$  мг/(кг в день). Среднесуточная доза ГХЦГ, получаемая с продуктами питания, составила для взрослых  $1 \times 10^{-4}$ , для детей –  $2,4 \times 10^{-4}$ .

Суммарная экспозиция ГХЦГ составила для взрослых  $1 \times 10^{-4}$  мг/(кг в день); для детей  $2,4 \times 10^{-4}$  мг/(кг в день).

Как известно, токсичные металлы являются одними из самых канцерогенных загрязнителей объектов окружающей среды.

В нашей работе нами были обнаружены высокие содержания свинца в рисе, овощной продукции.

Таблица 5

Экспозиция свинца (г. Аральск)

Путь поступления свинца	Объекты окружающей среды	
		продукты
Перорально		$7,1 \times 10^{-5}$ взрослые $3,3 \times 10^{-4}$ дети

Доза свинца, получаемая с продуктами питания, составила для взрослого  $7,1 \times 10^{-5}$ , для детского населения  $3,3 \times 10^{-4}$  мг/(кг в день).

Таким образом, на основании полученных результатов наибольшая многомаршрутная, многосредовая экспозиция была установлена для хлорорганического пестицида ГХЦГ (гексахлорана) в п. Шиели на территории Кызылординской области.

Канцерогенный риск (ICR) – вероятность развития злокачественных новообразований на протяжении всей жизни человека, обусловленная воздействием потенциального канцерогена. Канцерогенный риск представляет собой верхнюю доверительную границу дополнительного пожизненного риска.

На основании результатов экспозиции нами в дальнейшем согласно математическим расчетам были проведены канцерогенные риски по каждому СОЗу – хлорорганическим

пестицидам – ГХЦГ и его изомерам, ДДТ и его метаболитам, ПХБ – полихлорированным бифенилам и диоксином (стойким органическим загрязнителям) по путям поступления химических веществ. А также были проведены расчеты по канцерогенным рискам для тяжелых металлов, в частности свинца.

Для п. Шиели суммарный канцерогенный риск для хлорорганического пестицида ГХЦГ составил  $1,2 \times 10^{-4}$ .

Таблица 6

Сводная таблица канцерогенных рисков при одновременном воздействии нескольких химических веществ

Путь поступления	ПХБ	Диоксины	ГХЦГ	Сумма
Почва				
перорально	$1,5 \times 10^{-8}$	$1,5 \times 10^{-8}$	$9 \times 10^{-9}$	CRsoj $4 \times 10^{-8}$
Открытый водоем				
перорально	$3 \times 10^{-9}$	-	$6,6 \times 10^{-8}$	CRaoj $7 \times 10^{-8}$
Продукты питания				
перорально	$4 \times 10^{-8}$	-	$1,2 \times 10^{-4}$	CRfoj $1,2 \times 10^{-4}$
Суммарное поступление				
суммарное пероральное поступление	$6 \times 10^{-8}$	$1,5 \times 10^{-8}$	$1,2 \times 10^{-4}$	CRoj $1,2 \times 10^{-4}$
сумма по всем средам и путям	$\Sigma$ CR ПХБ $6 \times 10^{-8}$	$\Sigma$ CR диоксины $1,5 \times 10^{-8}$	$\Sigma$ CR ГХЦГ $1,2 \times 10^{-4}$	$\Sigma$ CRj $1,2 \times 10^{-4}$

Суммарный индивидуальный канцерогенный риск (CRsum) при воздействии ПХБ, диоксинов, ГХЦГ разными путями воздействия из разных сред составил  $1,2 \times 10^{-4}$ , т.е. это дополнительный по сравнению с фоном риск для индивидуума заболеть раком в течение жизни от воздействия данных химических веществ и составил 12 дополнительных случаев рака на 100 тысяч человек.

Для свинца суммарный индивидуальный канцерогенный риск (CRsum) составил  $3,3 \times 10^{-5}$  в г. Аральске.

### Заключение

Полученные материалы по результатам анализов проведенных санитарно-химических и токсикологических исследований позволяют определить и установить основные закономерности загрязненности изучаемого региона Приаралья – Кызылординской области стойкими органическими загрязнителями, токсичными элементами в объектах окружающей среды путем экспозиции и оценки риска на состояние здоровья людей канцерогенных рисков.

Таким образом, основной риск СОЗов – это суммарный канцерогенный риск.

Наибольший канцерогенный риск был отмечен в п. Шиели за счет превышения ПДК хлорорганических пестицидов, в частности ГХЦГ и его изомеров в растениеводческой продукции (рис), который составил  $1,2 \times 10^{-4}$ , в следующих населенных пунктах суммарный канцерогенный риск составлял от  $1,3 \times 10^{-5}$  до  $7,0 \times 10^{-5}$  (п. Айтеке-би, г. Аральск, п. Шалкар, п. Жалагаш, п. Жосалы, п. Иргиз, г. Арысь) свинцу наибольший канцерогенный риск составил для г. Аральска –  $3,3 \times 10^{-5}$ .

Наличие высокого канцерогенного риска подтверждается и данными заболеваемости, что соответственно говорит о том, что данный регион является зоной экологической катастрофы.

### Список литературы

1. Авилиани С.Л. и др. Окружающая среда. Оценка риска для здоровья (мировой опыт). – М.: ЦОП РСІ, 1997. – 157с.
2. Засорина Б.В. Оценка канцерогенного риска для здоровья населения урбанизированных территорий при воздействии факторов среды обитания. – Алматы, 2009. – С.8-11.
3. Застенская И.А. Оценка проблем в области охраны здоровья и окружающей среды при разработке Программы мониторинга здоровья населения в рамках проблематики СОЗ. – Минск, 2005. – 38 с.
4. Кенесариев У.И., Досмагамбетов А.Т., Амрин М. Правила проведения оценки риска для здоровья населения от воздействия химических факторов окружающей среды. – Алматы, 2016. – С.14.
5. Меньшиков В.В., Тасмагамбетова А.И. Оценка риска для здоровья населения в связи с загрязнением атмосферного воздуха крупного промышленного центра. – Москва, 2015. – С. 12-15.
6. Онищенко Г.Г., ред., Новиков С.М., Рахманин Ю.А., ред., Авалиани С.Л., Буштуева К.А. Основы оценки риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду. – М.: ГУ НИИ ЭЧиГОС им. А.Н. Сысина РАМН, 2002.
7. Рахманин Ю.А., Новиков С.М., Шашина Т.А., Иванов С.И., Авалиани С.Л., Буштуева К.А. и др. Руководство Р 2.1.10.1920-04 «Руководство по оценке риска здоровью населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду». – М.: Федеральный центр Госсанэпиднадзора Минздрава России, 2004.
8. Сперанская О. Новости экосогласия. – Москва, 2009. – С.2-4.

9. Статистический сборник «Здоровье населения Республики Казахстан и деятельность организаций здравоохранения в 2014 году». – Астана, 2015. – С.24, 55, 65, 95.
10. Статистический сборник «Здоровье населения Республики Казахстан и деятельность организаций здравоохранения в 2015 году». – Астана, 2016. – С.24, 55, 65, 95.