

УДК 613.1:614.7 (574.54)

**ЭКОЛОГО-ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА  
НЕКАНЦЕРОГЕННОГО РИСКА ЗДОРОВЬЮ НАСЕЛЕНИЯ  
НА ОСНОВЕ РАСЧЕТА ДОЗОВЫХ НАГРУЗОК**

**Сейткасымова Г.Ж.**

РГКП «Национальный центр гигиены труда и профессиональных заболеваний»  
Министерства здравоохранения и социального развития Республики Казахстан,  
Караганда, Казахстан

*Цель работы заключалась в изучении формирования и прогнозирования дозовых нагрузок на взрослое и детское население fПриаралья, выявлении основных загрязнителей окружающей среды. Для расчета дозовых нагрузок были взяты среднегодовые концентрации веществ в изучаемых средах. Результаты исследований показали, что по суммарному индексу опасности для детского населения на первом месте находится ванадий, затем следуют сульфаты, хлориды, хром, медь, кобальт; для взрослого населения в порядке убывания – следующие металлы: ванадий, сульфаты, хлориды, медь, хром, цинк, кобальт. Расчет дозовых нагрузок на население позволяет наряду с санитарно-гигиеническими критериями выявлять объекты окружающей среды, оказывающие наибольшее воздействие на здоровье населения анализируемого региона.*

**Ключевые слова:** экотоксиканты, Приаралье, дозовые нагрузки, неканцерогенный риск

**ECOLOGICAL AND HYGIENIC ESTIMATION OF NON-CARCINOGENIC HEALTH  
RISKS OF THE POPULATION BY CALCULATING THE RADIATION DOSE**

**Seitkasymova G.Zh.**

State Enterprise «National Centre of Labour Hygiene and Occupational Diseases» of the  
Ministry of Health and Social Development of the Republic of Kazakhstan, Karaganda,  
Kazakhstan

*The aim of the work was to study the formation and forecasting of radiation exposure to adults and children in the area of the Aral Sea region, and to identify major environmental pollutants. Average annual concentrations of substances in the environment were used to calculate the radiation dose. The results showed that vanadium sulphate, nickel chloride, chromium, copper, cobalt and arsenic rank first in the total hazard indication for pediatric populations. For the adult population, vanadium, sulfates, nickel chloride, copper, chromium, zinc, cobalt, cadmium are in descending order. Calculation of radiation exposure on the population allows to identify environmental factors that have the greatest impact on health of the region under discussion.*

**Key words:** *ecotoxicants, the Aral Sea region, non-carcinogenic risk, radiation exposure.*

В настоящее время внимание мировой общественности привлечено к изучению влияния высохшего Аральского моря на здоровье населения прилегающих территорий. Процесс опустынивания стал существенной проблемой Приаралья, где естественная экологическая нагрузка, преобладает над техногенной. Деградация экосистем, снижение уровня жизни населения и повышение заболеваемости местных жителей, обуславливают интерес к поведению экотоксикантов в экосистемах и формированию дозовых нагрузок. Экотоксиканты обладают неканцерогенным и канцерогенным эффектами, их присутствие значительно увеличивает риск возникновения у населения заболеваний. В связи с этим оценка риска для здоровья населения при воздействии химических веществ (нитраты, сульфаты, фосфаты, хлориды, марганец, цинк, медь, кобальт, свинец, хром, ртуть, селен, ванадий, железо), загрязняющих окружающую среду, является актуальной.

**Цель.** Установить дозовые нагрузки экотоксикантов на взрослый и детский организм. Выявить приоритетные пути и маршруты экотоксикантов. Рассчитать неканцерогенные риски здоровью населения Приаралья.

**Материалы и методы.** Согласно концептуальной фазе программы, был выбран и использован комплекс современных сертифицированных химико-аналитических, эколого-гигиенических и статистических методов исследования.

Расчет дозовых нагрузок проводился согласно документу «Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду» (Р 2.1.10.1920-04). Для расчета дозовых нагрузок были взяты среднегодовые концентрации веществ в изучаемых средах.

Для оценки неканцерогенных рисков были рассчитаны

- суточные дозы при ингаляционном воздействии веществ с атмосферным воздухом;
- суточные дозы и стандартные значения факторов экспозиции при пероральном поступлении химических веществ с питьевой водой;
- средние суточные дозы и стандартные значения факторов экспозиции при ингаляционном поступлении химических веществ, испаряющихся из питьевой воды во время плавания или купания в открытом водоеме;
- средние суточные дозы и стандартные значения факторов экспозиции при случайном заглатывании поверхностной воды;
- средние суточные дозы и стандартные значения факторов экспозиции при пероральном поступлении веществ из почвы;
- средние суточные дозы при ингаляционном воздействии химических веществ, попадающих в воздух из почвы.

Характеристика риска развития неканцерогенных эффектов для отдельных веществ проводилась на основе расчета коэффициента опасности, характеристика

риска развития неканцерогенных эффектов при комбинированном и комплексном воздействии химических соединений – на основе расчета индекса опасности (НИ). При комплексном поступлении химических веществ в организм человека из окружающей среды одновременно несколькими путями, а также при многосредовом и многомаршрутном воздействии критерием риска является суммарный индекс опасности (ТНИ).

Наибольшую ценность результаты характеристики неканцерогенных рисков представляют для сравнительной оценки воздействия факторов окружающей среды на разных территориях, в разные временные периоды, до и после проведения оздоровительных мероприятий, для сравнения эффективности и возможного влияния на здоровье человека различных технологических процессов и природоохранных мероприятий.

### Результаты и обсуждение.

Выявлено, что из атмосферного воздуха г. Арыс Южно-Казахстанской области ингаляционное поступление диоксида серы, фенола, оксида азота и взвешенных веществ не превышало референтных доз (табл. 1).

Таблица 1

### Ингаляционное поступление химических веществ с атмосферным воздухом

Показатели	Референтная доза мг/м <sup>3</sup>	Величина поступления мг/кг (в день)		Коэффициент опасности (НҚ)	
		Взрослое население	Детское население	Взрослое население	Детское население
Диоксид серы	0,05	0,004	0,017	0,07	0,3
Фенол	0,006	0,004	0,002	0,07	0,3
Оксид азота	0,06	0,003	0,02	0,05	0,3
Взвешенные вещества	0,075	0,07	0,01	0,13	0,6

Коэффициент опасности для ингаляционного поступления сульфатов ( $ZnSO_4$ ) во время купания составил 52 раза для взрослого и детского населения. Для цинка этот показатель составил в 4,8 раза, для меди – в 4,2 раза, для хрома – в 2,1 раза выше нормативов (табл. 2).

Таблица 2

**Ингаляционное поступление химических веществ в организм взрослого и детского населения с водой поверхностных водоемов**

Показатели	Референтная доза, мг/м <sup>3</sup>	Величина поступления мг/(кг в день)	Коэффициент опасности (HQ)
Фосфаты	3,5	0,002	0,0006
Нитраты	45	0,00001	0,0000001
Хлориды	350	0,5	0,0015
Сульфаты	0,025	1,3	52,0
Цинк	0,0009	0,004	4,8
Медь	0,00002	0,00008	4,2
Кобальт	0,00002	0,00001	0,4
Свинец	0,0005	0,00007	0,1
Хром	0,0001	0,0002	2,1
Ртуть	0,0003	0	0
Селен	0,00008	0,000001	0,01
Марганец	0,00005	0,00002	0,48
Ванадий	0,00007	0,00003	0,45
Железо	0,6	0,0003	0,0006

Коэффициент опасности при ингаляционном поступлении сульфатов из почвы в организм взрослого населения превысил норму в 36,1 раза, в организм детского населения – в 84,2 раза, меди – в 2,8 и 6,5 раза, кобальта – в 2,5 и 5,8 раза, хрома – в 3,9 и 9,1 раза, ванадия – в 265,7 и 620 раз для взрослого и детского населения соответственно (табл. 3).

Таблица 3

**Ингаляционное поступление химических веществ с почвой**

Показатели	Референтная доза мг/м <sup>3</sup>	Величина поступления мг/кг (в день)		Коэффициент опасности (HQ)	
		Взрослое население	Детское население	Взрослое население	Детское население
1	2	3	4	5	6
Фосфаты	200	0,002	0,006	0,00001	0,00003
Нитраты	130	0,00005	0,00011	0,0000004	0,000001
Хлориды	360	0,3	0,6	0,0007	0,0017

1	2	3	4	5	6
Сульфаты	0,025	0,9	2,1	36,1	84,2
Цинк	0,0009	0,00025	0,0006	0,3	0,6
Медь	0,00002	0,00006	0,0001	2,8	6,5
Кобальт	0,00002	0,00005	0,0001	2,5	5,8
Свинец	0,0005	0,00009	0,0002	0,2	0,4
Хром	0,0001	0,0004	0,0009	3,9	9,1
Ртуть	0,0003	0,00002	0,00004	0,05	0,12
Селен	0,00008	0,000003	0,00001	0,04	0,09
Марганец	0,00005	0,00000	0,00001	0,09	0,22
Ванадий	0,00007	0,02	0,04	265,7	620,0

Сравнительный анализ выявил, что индекс опасности при ингаляционном поступлении выше, чем при пероральном: в 43,6 раза для взрослого населения, в 186,9 раза для детского населения. Индекс опасности при ингаляционном поступлении у детского населения выше в 2,1 раза, чем у взрослого, а при пероральном – в 2,0 раза выше у взрослого населения, чем у детского (табл. 4).

Анализ суммарного индекса опасности (ТНІ) неканцерогенного риска в условиях поступления одного вещества разными путями и маршрутами г. Арыс выявил, что наибольшее воздействие на здоровье детского населения оказывают по убывающей: ванадий, сульфаты, хлориды, хром, медь, кобальт; взрослого населения – ванадий, сульфаты, хлориды, медь, хром, цинк, кобальт.

Таблица 4

**Расчет индексов опасности НИ для условий одновременного поступления нескольких веществ одним и тем же путем**

Среда воздействия	Пути поступления			
	Ингаляционный		Пероральный	
	Взрослое население	Детское население	Взрослое население	Детское население
Воздух	0,3	1,6		
Вода питьевая			19,5	91,1
Вода открытых водоемов	65,3	65,3	0,1	0,4
Почва	339,8	792,9	1,02	0,0001
<b>Индекс опасности НИ</b>	<b>405,4</b>	<b>859,7</b>	<b>9,3</b>	<b>4,6</b>

Таблица 5

**Суммарный индекс опасности (ТНІ) неканцерогенного риска для условий поступления одного вещества разными путями и маршрутами**

Вещества	Взрослое население	Детское население
Фосфаты	0,002	0,005
Нитраты	0,0001	0,0004
Хлориды	7,5	35,02
Сульфаты	99,3	189,3
Цинк	5,2	5,8
Медь	7,01	11,02
Кобальт	2,9	6,3
Свинец	0,3	0,7
Хром	6,3	12,7
Ртуть	0,1	0,1
Селен	0,1	0,1
Марганец	0,6	0,7
Ванадий	266,2	620,5
Железо	0,02	0,1

**Заключение.** Дозовые нагрузки химических веществ окружающей среды на взрослое и детское население г. Арыс рассчитывались по неканцерогенным рискам. В сравнительном аспекте индекс опасности при ингаляционном поступлении для взрослого населения в 43,6 раза выше, чем при пероральном, для детского населения – в 186,9 раза; индекс опасности при ингаляционном поступлении у детского населения выше в 2,1 раза, чем у взрослого населения. Для детского населения по суммарному индексу опасности на первом месте находится ванадий, затем следуют сульфаты, хлориды, хром, медь, кобальт, для взрослого населения – в порядке убывания: ванадий, сульфаты, хлориды, медь, хром, цинк, кобальт.

Наряду с санитарно-гигиеническими критериями показатели дозовых нагрузок на организм позволяют выявлять те факторы окружающей среды, которые оказывают наибольшее воздействие на здоровье населения исследуемого региона. Метод оценки риска здоровью населения путем расчета дозовых нагрузок применим и к другим регионам Казахстана.