

Е.А. КРЯЖЕВА, В.М. БОЕВ, Д.А. КРЯЖЕВ

Оренбургский государственный медицинский университет

**ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА НЕКАНЦЕРОГЕННОГО РИСКА
НА ОРГАНЫ И СИСТЕМЫ ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ ХИМИЧЕСКИХ
ФАКТОРОВ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ**

Целью научного исследования явилась оценка риска при многокомпонентном воздействии химических факторов окружающей среды, загрязняющих атмосферный воздух, питьевую воду и пищевые продукты. В исследовании рассматриваются моногорода с градообразующими промышленными предприятиями и сельские поселения, где антропогенное воздействие находится на минимальном уровне.

В статье отражена оценка индивидуального, суммарного неканцерогенного риска. Рассчитан неканцерогенный риск на органы и системы при химическом воздействии каждого фактора окружающей среды. Установлены приоритетные химические вещества, загрязняющие объекты окружающей среды, для исследуемых территорий.

Ключевые слова: индивидуальный и суммарный неканцерогенный риск, моногорода, сельские поселения, комплексная гигиеническая оценка, многокомпонентное воздействие

Кряжева Елена Александровна – очный аспирант кафедры общей и коммунальной гигиены. E-mail: kryazheva89@inbox.ru

Боев Виктор Михайлович – доктор медицинских наук, профессор, зав. кафедрой общей и коммунальной гигиены. E-mail: kafedragigiena@mail.ru

Кряжев Дмитрий Александрович – кандидат медицинских наук, старший преподаватель кафедры общей и коммунальной гигиены. E-mail: kryazhev.87@inbox.ru

E.A. KRYAZHEVA, V.M. BOEV, D.A. KRYAZHEV

Orenburg State Medical University

**HYGIENIC EVALUATION OF NONCANCEROGENIC RISK
FOR ORGANS AND SYSTEMS WHEN EXPOSED
TO CHEMICAL FACTORS IN THE ENVIRONMENT**

The purpose of the research was to assess the risk of multicomponent effects of chemical environmental factors which pollute air, drinking water and food. The study examines both monotowns with city-forming industrial enterprises and rural settlements, where the anthropogenic impact is at a minimum level.

The article reflects the assessment of individual, total non-carcinogenic risk. Non-carcinogenic risk of each environmental factor s to organs and systems was investigated. The main chemicals which pollute the area were identified.

Key words: individual and total non-carcinogenic risk; single-industry town; rural settlements; integrated hygienic assessment; multicomponent effect

Elena Aleksandrovna Kryazheva – Postgraduate student, Department of General and Communal Hygiene. E-mail: kryazheva89@inbox.ru

Viktor Mikhailovich Boev – Doctor of Medicine, Professor, Head. Of the Department of General and Communal Hygiene. E-mail: kafedragigiena@mail.ru

Dmitrii Aleksandrovich Kryazhev – Candidate of Medicine, Senior Lecturer, Department of General and Communal Hygiene. E-mail: kryazhev.87@inbox.ru

С целью обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения, защиты прав потребителей и совершенствования контрольно-надзорной деятельности Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, на основе системы управления рисками в последние годы все больше внимания уделяется совершенствованию методо-

логии и собственно оценке риска здоровью населения от химических загрязнителей различных объектов окружающей среды [2, 6, 8].

В рамках риск-ориентированной модели контрольно-надзорной деятельности Федеральной службы Роспотребнадзора весьма актуальной и современной остается оценка риска здоровью населения при многокомпонентном химиче-

ском воздействии факторов окружающей среды на здоровье населения с последующим выделением максимальных рисков и приоритетных факторов для различных территорий [3, 4, 9, 10]. Это, в свою очередь, может определять принятие управленческих решений по снижению уровня воздействия тех или иных приоритетных факторов, характерных для конкретных территорий [1, 5, 7].

Цель исследования: провести сравнительный анализ неканцерогенного риска здоровью населения от химических загрязнителей различных объектов окружающей среды на территориях с различным уровнем антропогенной нагрузки.

Задачи исследования:

Оценить неканцерогенный риск здоровью населения в моногородах с градообразующими промышленными предприятиями и сельских поселениях при многосредовом воздействии химических веществ.

Выделить приоритетные факторы, влияющие на формирование неканцерогенного риска, для исследуемых территорий.

Материалы и методы

Объект исследования – население Оренбургской области, проживающее на территориях с различной антропогенной нагрузкой: сельские поселения (Тюльганский, Октябрьский, Илекский районы) и моногорода с градообразующими промышленными предприятиями (г. Медногорск, г. Новотроицк).

Предметом исследования явились данные лабораторных исследований питьевой воды, атмосферного воздуха и пищевых продуктов. Изучены данные Регионального информационного фонда социально-гигиенического мониторинга ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Оренбургской области», данные официальных статистических форм территориального органа Федеральной службы государственной статистики по Оренбургской области и данные ФГУ «Оренбургский центр по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды».

Проведена оценка безопасности продовольственного сырья и пищевых продуктов, реализуемых на территории исследуемых моногородов и районов за период 2005-2013 гг. В данной работе оценивались пищевые продукты, как местного производства, так и привозные, а также те продукты, которые были выращены на сельскохозяйственных полях и приусадебных участках Оренбургской области. Во всех продуктах, включенных в исследование, были изучены концентрации тяжелых металлов (ртуть, свинец, кадмий,

мышьяк). Источниками информации явились данные ежегодной федеральной статистической формы № 18 «Сведения о санитарном состоянии республики, края, области, города федерального значения, автономной области, автономного округа» и данные РИФ СГМ. В качестве данных о потреблении пищевых продуктов населением использовались данные Федеральной службы государственной статистики о среднелюдном потреблении основных групп пищевых продуктов. Единицей статистического наблюдения являлась проба продовольственного сырья или пищевого продукта (3000 проб).

Оценка неканцерогенных рисков здоровью населения проведена в соответствии с «Руководством по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих среду обитания» Р 2.1.10.1920-04 (Новиков С.М. с соавт., 2004) [1] и Методическими указаниями МУ 2.3.7.2519-09 «Определение экспозиции и оценка риска воздействия химических контаминантов пищевых продуктов на население» [7]. При оценке экспозиции использовались референтные концентрации (дозы) веществ в различных средах. В атмосферном воздухе (29440 исследований) и питьевой воде (6521 проба) оценивались средние концентрации веществ, за которыми ведется многолетнее динамическое наблюдение в рамках СГМ. Для оценки содержания контаминантов в пищевых продуктах использовались медиана содержания и 90-й процентиль (коэффициент опасности оценивался по отношению к допустимой суточной дозе (ДСД)).

Результаты и обсуждение

При идентификации опасности было установлено, что основными источниками загрязнения окружающей среды в г. Новотроицке являются крупные предприятия металлургической промышленности, строительной и пищевой индустрии (ОАО «Урал Сталь», ОАО «Новотроицкий цементный завод», ОАО «Новотроицкий завод силикатных стеновых материалов», ОАО «Новотроицкий завод хромовых соединений», ООО «Новотроицкий мясокомбинат»). В г. Медногорске основным источником загрязнения является ОАО «Медногорский медно-серный комбинат». На территории сельских поселений основными источниками загрязнения являются автомобильный транспорт, предприятия теплоэнергетики и пищевой промышленности, а также сельскохозяйственные предприятия.

Численность населения в г. Новотроицке составляет около 92 тыс. человек, в г.

Медногорске – 26 тыс. человек, в сельских поселениях – 60 тыс. человек. При исследовании структуры населения было установлено, что на территории сельских поселений доля лиц моложе трудоспособного возраста составляет 20%, в моногородах – 25%. Доля лиц в трудоспособном возрасте на территории сельских поселений составляет 58%, в моногородах – 63%. Количество лиц старше трудоспособного возраста, как на территории сельских поселений, так и в моногородах, составляет 22%.

Оценка риска здоровью населения от аэрогенного воздействия показала, что на территории моногородов с учетом рассчитанных коэффициентов опасности (индекс – HQ) и суммарных индексов (НИ) наибольший вклад в риск развития неканцерогенных эффектов вносят в г. Медногорске – серная кислота (HQ=2,34), формальдегид (HQ=0,83), взвешенные вещества (HQ=0,64), диоксид серы (HQ=0,55), сероводород (HQ=0,53) и цинк (HQ=0,5). На территории г. Новотроицка наибольший вклад в риск развития неканцерогенных эффектов вносят серная кислота (HQ=2,74), взвешенные вещества (HQ=1,54), хром (HQ=1,10), формальдегид (HQ=0,98), аммиак (HQ=0,53), сероводород (HQ=0,53).

При оценке риска развития неканцерогенных эффектов на определенные органы и системы, которые в большинстве случаев являются мишенями для загрязнителей, были рассчитаны суммарные индексы опасности от веществ, содержащихся в атмосферном воздухе. Анализ суммарных индексов неканцерогенной опасности показал, что на территории г. Медногорска наибольший риск от воздействия химических веществ, содержащихся в атмосферном воздухе, оказался риск влияния аэрогенных факторов на органы дыхания, кровь, иммунную систему. В г. Новотроицке наибольший неканцерогенный риск – влияние аэрогенных факторов на органы дыхания, кровь, орган зрения, иммунную систему, печень, почки, слизистые.

При анализе аэрогенного риска здоровью населения на территории сельских поселений с учетом рассчитанных коэффициентов опасности (индекс – HQ) установлено, что наибольший вклад в риск развития неканцерогенных эффектов вносят на территории Илекского района хром (HQ=0,99), бензол (HQ=0,88), взвешенные вещества (HQ=0,84), кадмий (HQ=0,73), формальдегид (HQ=0,66); на территории Октябрьского района – взвешенные вещества (HQ=0,54) и кобальт

(HQ=0,45); в Тюльганском районе – взвешенные вещества (HQ=0,58).

При оценке суммарных индексов опасности на территории районов установлено, что на территории Илекского района наибольший неканцерогенный риск опасности при аэрогенном воздействии химических веществ оказался для органов дыхания, крови, центральной нервной системы, иммунной системы, на территории Октябрьского и Тюльганского районов – на органы дыхания.

При оценке неканцерогенного риска от воздействия химических веществ, содержащихся в питьевой воде, для г. Медногорска максимальный коэффициент опасности имеют следующие вещества: мышьяк (HQ=0,89), медь (HQ=0,17), хром (HQ=0,17) и трихлорэтилен (HQ=0,12); для г. Новотроицка – мышьяк (HQ=0,48). При анализе суммарных индексов опасности от воздействия химических веществ, содержащихся в питьевой воде, для критических органов и систем организма жителей моногородов было установлено, что наибольшие суммарные индексы оказались для желудочно-кишечного тракта, центральной нервной системы.

Для Илекского района максимальный коэффициент опасности имеют мышьяк (HQ=0,47), хром (HQ=0,13) и трихлорэтилен (HQ=0,13); для Октябрьского района – мышьяк (HQ=0,18) и кадмий (HQ=0,15); для Тюльганского – мышьяк (HQ=0,3) и нитраты (HQ=0,25).

Оценка суммарных индексов опасности от воздействия химических веществ, содержащихся в питьевой воде, для критических органов и систем организма жителей сельских территорий показала, что в целом суммарные индексы опасности оказались в пределах допустимых значений.

Сравнительная оценка многокомпонентного риска показала, что на территории моногородов суммарный индекс неканцерогенной опасности от аэрогенного воздействия химических веществ на органы дыхания в 2,7 раза выше, чем в сельских поселениях. Суммарный индекс неканцерогенной опасности от аэрогенного воздействия химических веществ на кровь в моногородах в 1,6 раза выше, чем в селах.

Суммарный индекс неканцерогенной опасности от аэрогенного воздействия химических веществ в моногородах на иммунную систему в 1,5 раза выше, чем в селах; при воздействии на печень и почки было определено значение данных показателей на уровне, равном 1, что выше чем в сельских поселениях в 2 и 1,4 раза соответственно.

Суммарные индексы опасности для критических органов и систем организма

	Атмосферный воздух		Питьевая вода	
	Сельские поселения	Моногорода	Сельские поселения	Моногорода
Органы дыхания	3,13	8,41	-	-
Кровь	0,92	1,40	0,17	0,14
Сердечно-сосудистая система	0,64	0,57	0,47	0,70
Центральная нервная система	0,94	0,79	0,39	0,80
Орган зрения	0,39	0,93	-	-
Иммунная система	1,28	1,91	0,32	0,67
Гормональная система	0,35	0,10	0,46	0,76
Печень	0,48	1,00	0,15	0,40
Почки	0,82	1,11	0,22	0,30
Желудочно-кишечный тракт	-	-	0,40	0,94
Слизистые	0,38	0,58	-	-
Репродуктивная система	0,41	0,10	0,02	0,03
Красный костный мозг	0,35	0,08	-	-

Сравнительный анализ суммарных индексов неканцерогенной опасности от веществ, содержащихся в питьевой воде, выявил, что в моногородах суммарный индекс неканцерогенной опасности на органы и системы в среднем выше в 1,5-2 раза на такие органы и системы как кровь, сердечно-сосудистая система, центральная нервная система, иммунная система, гормональная система, печень, почки, желудочно-кишечный тракт.

Санитарно-гигиенический анализ содержания химических контаминантов в основных группах продуктов показал, что максимальный вклад групп в значение экспозиции по тяжелым металлам как в сельских поселениях, так и моногородах в основном приходится на молоко, молочные продукты и зернопродукты (таблица 2).

Таблица 2

Вклад групп пищевых продуктов в значение экспозиции (%)

	Село	Моногород
Рыба и рыбопродукты	0	18,0
Мясо и мясопродукты	3,2	10,3
Молоко и молочные продукты	44,3	32,2
Зернопродукты	24,2	21,4
Сахар и кондитерские изделия	0	10,3
Флодоовощная продукция	10,8	5,0
Масло растительное и другие жиры	19,1	3,3

На следующем этапе проводился расчет коэффициентов опасности от содержания ртути, кадмия, свинца, мышьяка в исследуемых группах пищевых продуктов по медиане и 90-му перцентилю. Таким образом, установлено, что в моногородах суммарный коэффициент опасности для всех групп пищевых продуктов, потребляемых населением, составляет по медиане 1, по 90-му перцентилю 2,75 (таблица 3). При этом максимальный вклад в формирование неканцерогенного риска здоровью населения вносит мышьяк.

Установлено, что в сельских поселениях суммарный коэффициент опасности всех групп пищевых продуктов по медиане составляет 0,47, по 90-му перцентилю 0,80, что в 2-3 раза ниже, чем в моногородах (таблица 3). При этом максимальный вклад в формирование неканцерогенного риска здоровью населения вносят ртуть и кадмий.

Наибольший суммарный индекс опасности по 90-му перцентилю в моногородах зарегистрирован для гормональной системы – 2,75, за счет перорального поступления с продуктами питания мышьяка и свинца. На втором месте – воздействие на ЦНС и нервную систему 2,15, за счет наибольшего вклада свинца. На третьем месте – кожа, ЖКТ, иммунная система, система кровообращения – 1,15, за счет наибольшего вклада свинца. Наибольший суммарный индекс опасности по медиане в моногородах зарегистрирован для гормональной системы (таблица 4).

Таблица 3

Коэффициенты опасности развития неканцерогенных эффектов по медиане и 90-му процентилю (М-моногород, С-сельские поселения)

	HQ	ртуть		кадмий		свинец		мышьяк		HQсумм.	
		М	С	М	С	М	С	М	С	М	С
Рыба и рыбопродукты	med	0	0	0,06	0	0,09	0	0,03	0	0,18	0
	90%	0	0	0,06	0	0,12	0	0,19	0	0,38	0
Мясо и мясопродукты	med	0	0,01	0,01	0	0,04	0	0,05	0,00	0,10	0,01
	90%	0	0,02	0,03	0,03	0,11	0,01	0,14	0,03	0,28	0,09
Молоко и молочные продукты	med	0	0,06	0,06	0,08	0,16	0,02	0,11	0,04	0,32	0,20
	90%	0	0,12	0,27	0,08	0,25	0,02	0,24	0,04	0,76	0,26
Зернопродукты	med	0	0,03	0,02	0,05	0,05	0,01	0,14	0,02	0,21	0,11
	90%	0	0,03	0,08	0,05	0,13	0,01	0,18	0,07	0,39	0,16
Сахар и кондитерские изделия	med	0	0	0,03	0	0,03	0	0,05	0	0,10	0
	90%	0	0	0,07	0	0,05	0	0,06	0	0,18	0
Флодоовощная продукция	med	0	0,02	0	0,02	0	0	0,05	0,01	0,05	0,05
	90%	0	0,02	0,07	0,06	0,33	0,02	0,32	0,03	0,72	0,13
Масло растительное и другие жиры	med	0	0,02	0,01	0,05	0,00	0,01	0,02	0,01	0,03	0,09
	90%	0	0,06	0,02	0,05	0,01	0,03	0,02	0,02	0,05	0,16
Суммарный коэффициент опасности	med	0	0,14	0,18	0,19	0,38	0,05	0,44	0,08	1,01	0,47
	90%	0	0,26	0,60	0,26	1,00	0,09	1,15	0,19	2,75	0,80

Таблица 4

Суммарный индекс опасности для критических органов и систем организма при пероральном воздействии химических веществ, загрязняющие пищевые продукты

Поражаемые органы и системы	Сельские поселения		Моногорода	
	med	90%	med	90%
ЦНС	0,27	0,54	0,82	2,15
Нервная система	0,13	0,28	0,82	2,15
Кровь	0,05	0,09	0,38	1,00
Развитие	0,05	0,09	0,38	1,00
Репродуктивная система	0,19	0,35	0,38	1,00
Гормональная система	0,47	0,80	1,01	2,75
Кожа	0,08	0,19	0,44	1,15
Система кровообращения	0,08	0,19	0,44	1,15
Иммунная система	0,22	0,44	0,44	1,15
Желудочно-кишечный тракт	0,08	0,19	0,44	1,15
Почки	0,33	0,52	0,18	0,60

В сельских поселениях максимальные индексы опасности по 90-му процентилю определены для гормональной системы – 0,8, на втором месте ЦНС и почки – 0,54 и 0,52 соответственно.

Основной источник неопределенностей связан с неполной информацией об особенностях структуры питания населения групп популяций в моногородах и сельских поселениях. При оценке экспозиции неопределенность связана с особенностями мониторинга окружающей среды, так как наблюдение ведется только за приоритетными загрязнителями, установленными для всей территории Оренбургской области.

Отмеченная неопределенность связана с тем, что для оценки рисков при воздействии загрязнителей атмосферного воздуха используются концентрации, которые получены из значений максимально-разовых концентраций, что особенно характерно для маршрутных постов отбора проб. Это в свою очередь может отражаться на итоговом значении риска и тенденции к его завышению.

Неопределенность в настоящей работе связана также с условностью выбранного сценария воздействия, не до конца учитывающего специфические аспекты суточной деятельности населения раз-

ных возрастных и половых групп, в частности, время, которое потенциально экспонируемая популяция проводит на исследуемой территории.

Поэтому полученные значения характеристик риска в данной работе могут рассматриваться как относительные. Наиболее точные же результаты по оценке влияния вредных факторов окружающей среды на здоровье могут быть реально установлены только в правильно спланированных и целенаправленных эпидемиологических исследованиях, по возможности, снижающих уровни неопределенности путем использования аналитических и лабораторных данных и разработки сценариев, наиболее приближенных к реальным ситуациям.

Заключение и выводы

Анализ многокомпонентного воздействия ксенобиотиков, содержащихся в различных средах, показал, что уровень воздействия на критические органы и системы в моногородах выше, чем на территориях сельских поселений, в 2,5 раза.

Наибольший вклад от загрязнения атмосферного воздуха в неканцерогенный риск в моногородах вносят серная кислота, формальдегид, хром и взвешенные вещества, в сельских поселениях – взвешенные вещества, бензол и хром.

Наибольший вклад в неканцерогенный риск от воздействия загрязнителей питьевой воды как в моногородах, так и в селах характерен для мышьяка.

При исследовании продуктов питания было установлено, что наибольший вклад в общую экспозицию как в моногородах, так и в сельских поселениях вносят молоко и молочные продукты, а также зернопродукты.

Список литературы

1. Зайцева Н.В., Май И.В., Шур П.З. Анализ риска здоровью населения на современном

этапе. – *Здравоохранение Российской Федерации*. – 2013. – № 2. – С. 20-24.

2. Зайцева Н.В., Шур П.З., Май И.В., Сбоев А.С., Волк-Леонович О.П., Нурисламова Т.В. Комплексные вопросы управления риском здоровью в решении задач обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия на муниципальном уровне // *Гигиена и санитария*. – 2007. – № 5. – С. 16-18.

3. Малышева А.Г., Рахманин Ю.А., Е.Г. Растянников, Н.Ю. Козлова Химико-аналитические аспекты исследования комплексного действия факторов окружающей среды на здоровье населения // *Гигиена и санитария*. – 2015. – № 7. – С. 5-10.

4. Новиков С.М., Унгуриян Т.Н. Оценка химического воздействия на работающее население в моногородах // *Гигиена и санитария*. – 2014. – № 5. – С. 74-78.

5. Онищенко Г.Г. Оценка и управление рисками для здоровья как эффективный инструмент решения задач обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения Российской Федерации // *Анализ риска здоровью*. – 2013. – № 1. – С. 4-14.

6. Рахманин Ю.А. Новиков С.М., Авалиани С.Л., Сеницына О.О., Шашина Т.А. Современные проблемы оценки риска воздействия факторов окружающей среды на здоровье населения и пути ее совершенствования // *Анализ риска здоровью*. – 2015. – № 2. – С. 4-11.

7. Сетко А.Г., Вьяльцина Н.Е. Воздействие факторов среды обитания на детское население урбанизированных и сельских территорий Оренбургской области // *Гигиена и санитария*. – 2009. – № 4. – С. 58-60.

8. Суржиков В.Д., Суржиков Д.В. Оценка и управление риском для здоровья от многокомпонентного загрязнения окружающей среды крупного центра металлургии // *Гигиена и санитария*. – 2006. – № 5: 32-5.

9. Фридман К.Б., Крюкова Т.В. Урбанизация – фактор повышенного риска здоровью С. *Гигиена и санитария*. 2015; 1: 8-11.

10. Фролова О.А., Карпова М.В. Оценка риска развития канцерогенных и неканцерогенных эффектов при употреблении продуктов питания // *Гигиена и санитария*. – 2012. – № 5. – С. 107-108.