

© У.И. Кенесариев, А.Т. Досмухаметов, М.К. Амрин,
А.Е. Ержанова, Д.У. Кенесары, Р.А. Баялиева

*Казахский Национальный медицинский университет им. С.Д. Асфендиярова,
г. Алматы, Казахстан*

СОСТОЯНИЕ ЗДОРОВЬЯ НАСЕЛЕНИЯ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ УРОВНЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА (НА ПРИМЕРЕ Г. АЛМАТЫ)

Аннотация. В статье дана оценка качества атмосферного воздуха и состояния здоровья населения Алматы. Выявлено, что приоритетными загрязнителями воздушного бассейна города являются пылевые фракции взвешенных частиц PM_{10} и $PM_{2,5}$ и диоксид азота.

Наблюдаются высокие показатели коэффициентов и индексов неканцерогенной их опасности, имеется тенденция роста уровня загрязнения атмосферы респираторными фракциями взвешенных частиц и диоксида азота. Уровень первичной заболеваемости населения выше, чем по Республике Казахстан, особенно среди детского населения (в 1,7 раза). Наиболее значимыми болезнями, которые зависят от факторов окружающей среды, в условиях г. Алматы являются болезни органов дыхания, болезни системы кровообращения, болезни крови и кроветворных органов, нервные болезни.

Ключевые слова: воздушный бассейн, загрязнение, риски, заболеваемость.

© U.I. Kenesariiev, A.T. Dosmukhametov, M.K. Amrin,
A.E. Erzhanova, D.U. Kenesary, R.A. Bayalieva

*Kazakh National Medical University named after S.D. Asfendiyarov
Almaty, Kazakhstan*

HEALTH STATUS OF POPULATION DEPENDING ON THE LEVEL OF AIR POLLUTION (ALMATY EXAMPLE)

Abstract. Air quality and the health of the population of Almaty is being evaluated in this article. It has been revealed that the main air pollutants of the city are dust fractions of suspended particles (PM_{10} and $PM_{2,5}$) and nitrogen dioxide. There are high coefficients and their non-carcinogenic hazard indices in the atmospheric air, there is also a tendency of growth of atmospheric pollution by inhalational fractions of suspended particles and nitrogen dioxide. The level of primary morbidity is higher than the Republican one, especially among children (1.7 times). The most significant diseases that depend on environmental factors in Almaty are respiratory diseases, diseases of the cardiovascular system, diseases of the blood and blood-forming organs and neurological diseases.

Keywords: air basin, pollution, risks, primary morbidity.

Введение. В настоящее время население современных городов испытывает все возрастающую антропогенную нагрузку. Интенсивные процессы урбанизации, рост численности автотранспорта сопровождаются повышенной антропогенной нагрузкой на окружающую среду и на здоровье населения. Установить количественные взаимосвязи между факторами окружающей среды и состоянием здоровья населения довольно сложно [9].

Алматы является крупнейшим городом республики. Общая численность жителей на 1 января 2014 года составила 1507,5 тыс. человек. Несмотря на снижение объемов выбросов вредных веществ в воздушный бассейн от стационарных источников в городе не наблюдается улучшения экологической ситуации, что связано с увеличением вклада автотранспорта в загрязнение атмосферы города [4, 7, 8].

Вместе с тем вопрос о влиянии загрязнения воздушного бассейна на здоровье населения города освещен недостаточно. Имеются эпизодические исследования по отдельным классам болезней и иммунологической недостаточности, в которых важным была оценка влияния загрязнения атмосферного воздуха на здоровье населения, в первую очередь детского [1, 2, 6, 8, 11].

Цель – дать гигиеническую характеристику химическому загрязнению атмосферного воздуха и оценить его влияние на здоровье населения г. Алматы.

Материалы. Состояние загрязнения воздуха оценивалось по материалам РГП «Казгидромет» за 5 лет (2009–2013 гг.). Основными критериями качества являлись значения предельно допустимых концентраций (ПДК) и референтная концентрация (уровень минимального риска) загрязняющих веществ в воздухе населенных мест.

Состояние здоровья населения изучалось сплошным методом по данным о первичной заболеваемости населения с использованием

ведомственной медицинской статистической отчетности за период с 2009 по 2013 гг.

Методы. Гигиенические (методология оценки риска, санитарно-статистический метод). Для гигиенической оценки загрязнения воздушного бассейна города нами проанализированы ретроспективные среднегодовые данные загрязнения атмосферного воздуха города за период с 2009 по 2013 годы, по официальным данным «Казгидромета» [12].

Оценка качества атмосферного воздуха г. Алматы, согласно рекомендациям ВОЗ, принятым в рамках соглашений, проводилась по приоритетным загрязнителям, в список которых входили взвешенные вещества размером менее 10 и 2,5 микронов [3]. Они определялись расчетными методами с преобразованием TSP (взвешенные вещества) $> PM_{10} > PM_{2,5}$. В пересчете применялись различные коэффициенты преобразования. Для преобразования TSP в PM_{10} использовался более высокий коэффициент, который применяется во многих странах и составляет в среднем – 0,5 (формула 1) [5]:

$$PM_{10} = 0,5 \times TSP, \quad (1)$$

где TSP – суммарные взвешенные частицы;

0,5 – пересчетный коэффициент

При проведении расчетов $PM_{2,5}$, учитывая климатические особенности, для Алматы рекомендован коэффициент равный 0,4 [5]. Следовательно, для установления расчетной концентрации взвешенных частиц размером менее 2,5 мкг в атмосферном воздухе города, с учетом выше указанного коэффициента пересчета, применялась формула (2):

$$PM_{2,5} = 0,4 \times PM_{10} \quad (2)$$

Характеристика риска развития неканцерогенных эффектов проводилась нами на основе расчетов коэффициентов опасности (hazardquotient) и индекса опасности. Расчеты коэффициентов и индексов

опасности велись согласно рекомендации российского руководства Р2.1.10.1920-04 [10].

Изучение состояния здоровья населения проводилось сплошным методом по данным действующих информационных систем здравоохранения (форма 12 годовая) и официальных ежегодных статистических сборников МЗ РК за период 2009 по 2013 годы.

Корреляционный анализ проводился методом парной корреляции Пирсона (r) с определением достоверности различий (p).

Результаты. *Гигиеническая оценка химического загрязнения воздушного бассейна г. Алматы.*

Согласно рекомендациям экспертов ВОЗ, оценку качества атмосферного воздуха населенных пунктов необходимо проводить по наиболее опасным для здоровья человека приоритетным веществам, к списку которых отнесены взвешенные вещества размером менее 10 и 2,5 микрон (PM_{10} и $PM_{2,5}$), NO_x , SO_2 и озон (O_3). В национальную систему мониторинга за качеством атмосферного воздуха из представленного списка приоритетных загрязнителей включены диоксиды азота и серы. Фактический мониторинг за пылевыми фракциями PM_{10} и $PM_{2,5}$ в республике практически отсутствует, за исключением некоторых городов, где начиная с 2010 года ведутся наблюдения за фракциями PM_{10} . Мониторинг за указанными частицами в г. Алматы до сих пор не проводится.

Следует подчеркнуть, что в действующих нормативных правовых актах Казахстана отсутствуют гигиенические нормативы на указанные фракции. В связи с этим контролирующими службами республики надзор за наиболее опасными пылевыми частицами не ведется.

В 2012 г. научными сотрудниками Лаборатории оценки рисков здоровью населения КазНМУ и American University (США) впервые расчетным методом определены среднегодовые концентрации PM_{10} и $PM_{2,5}$ в 14 наиболее значимых городах Казахстана, в том числе г. Алматы [3, 4, 5].

Ссылаясь на их данные, нами проведена оценка качества атмосферного воздуха города Алматы по уровню содержания этих веществ, с учетом различной модификации пылевых фракций. В связи с отсутствием отечественных нормативов применялись регламенты Российской Федерации [Гигиенические нормативы ГН 2.1.6.2604-10].

Таким образом, оценка качества химического загрязнения воздушного бассейна г. Алматы проводилась по следующим веществам: PM_{10} и $PM_{2,5}$, NO_2 и SO_2 , так называемым приоритетным поллютантам.

Оценка осуществлялась по среднегодовому уровню содержания в воздухе указанных веществ за период с 2009 по 2013 годы (табл. 1).

Таблица 1

**Среднегодовые концентрации приоритетных загрязнителей воздуха
г. Алматы (mg/m^3) за 2009–2013 гг.**

Годы наблюдения	Среднегодовые концентрации, в mg/m^3			
	Взвешенные вещества		NO_2 ,	SO_2
	PM_{10}	$PM_{2,5}$		
2009	0,132	0,053	0,08	0,042
2010	0,115	0,046	0,10	0,046
2011	0,066	0,026	0,06	0,048
2012	0,086	0,034	0,08	0,056
2013	0,065	0,026	0,11	0,065
ПДК, mg/m^3	0,04*	0,025*	0,04**	0,125**

Примечание: * – норматив принят в Российской Федерации; ** – норматив принят в Республике Казахстан.

Во весь анализируемый период из списка приоритетных загрязнителей воздуха города Алматы все вещества были выше нормативных уровней, за исключением диоксида серы. Среднегодовые концентрации диоксида серы, несмотря на некоторый рост, были ниже допустимого содержания.

Среднегодовые концентрации приоритетных загрязнителей воздушного бассейна города сравнивались с гигиеническими нормативами (ПДК). На сегодняшнее время рациональнее использовать *референтные* концентрации, как совершенно безопасные нормативные величины, которые инициированы общепризнанной методологией оценки риска.

В этой связи нами проведена оценка качества атмосферного воздуха г. Алматы с позиции оценки риска здоровью населения от установленных уровней загрязнения воздуха приоритетными веществами.

Так как изначально рассматривались значения среднегодовых концентраций приоритетных загрязнителей атмосферного воздуха города, мы ориентировались на референтные уровни для хронического ингаляционного воздействия, т.е. определялись хронические риски развития неканцерогенного эффекта [9]. Как правило, риски развития неканцерогенного эффекта определяются по коэффициентам (Н_к) и индексу опасностей (Н_и). Результаты расчетов коэффициентов и индексов опасностей представлены в табл. 2 и 3.

Таблица 2

Коэффициенты опасности приоритетных загрязнителей атмосферного воздуха г. Алматы за 2009–2013 гг.

Годы наблюдения	Коэффициенты опасности (Н _к)			
	Взвешенные вещества		NO ₂	SO ₂
	PM ₁₀	PM _{2,5}		
2009	2,64	3,53	2,00	0,84
2010	2,30	3,07	2,50	0,92
2011	1,32	1,73	1,50	0,96
2012	1,72	2,27	2,00	1,12
2013	1,30	1,73	2,75	1,30
Регламент	Н _к ≤ 1,0			

Таблица 3

Индекс опасности (Н_и) развития неканцерогенных эффектов при ингаляционном воздействии приоритетных загрязнителей

Годы наблюдения	Индекс опасности (Н _и)
2009	9,01
2010	8,79
2011	5,51
2012	7,11
2013	7,08
Регламент	Н _и ≤ 1,0.

Расчеты коэффициентов опасности приоритетных загрязнителей атмосферного воздуха показали, что значения Н_к превышают допустимую

норму ($HQ \leq 1,0$) в диапазоне от 1,5 до 3,53 с 2009 по 2013 гг., за исключением значений диоксида серы (табл. 2). Риск развития неканцерогенных эффектов при комбинированном воздействии химических соединений (индекса опасности) по направленности действия преимущественно на органы дыхания значительно превышал допустимые нормы (в диапазоне от 7,08 до 9,01), т.е. установлена высокая вероятность развития неканцерогенного риска здоровью населения города Алматы.

Оценка состояния здоровья населения г. Алматы. Анализ первичной заболеваемости населения г. Алматы в динамике с 2009 г. по 2013 г. показывает снижение ее уровня на 14,1 %, с 84461,3 ‰ до 72527,8 ‰. Такая же тенденция наблюдается и по республике (табл. 4).

Таблица 4

Первичная заболеваемость населения г. Алматы в сравнении с Республикой Казахстан за 2009–2013 гг. (на 100 000 населения)

Годы	2009	2010	2011	2012	2013
все население					
Алматы	84461,3	78934,7	75113,2	76719,1	72527,8
РК (городское население)	72191,6	68718,5	66484,3	65080,3	63158,4
взрослое население					
Алматы	54132,5	49666,1	48374,2	50028,2	47425,1
РК (городское население)	50842,8	47635,2	45807	44635,5	43613,2
детское население					
Алматы	182083,2	188217,2	175115,6	170327,1	156314,8
РК (городское население)	133480,4	133963,1	127523,1	123300,1	91586,5

Уровень первичной заболеваемости населения г. Алматы за весь изучаемый период всегда был выше, чем по Республике Казахстан на 15–16 %. Первичная заболеваемость детского населения города выше республиканской в 1,7 раза.

Кроме того, по интенсивности движения автотранспорта для исследований нами выбраны 2 района: контрольный (в Бостандыкском районе) и опытный (в Жетысуском районе). В контрольном районе ведущими являлись болезни органов дыхания, болезни мочеполовой системы, болезни

органов пищеварения, болезни костно-мышечной системы, травмы и отравления (рис. 1).

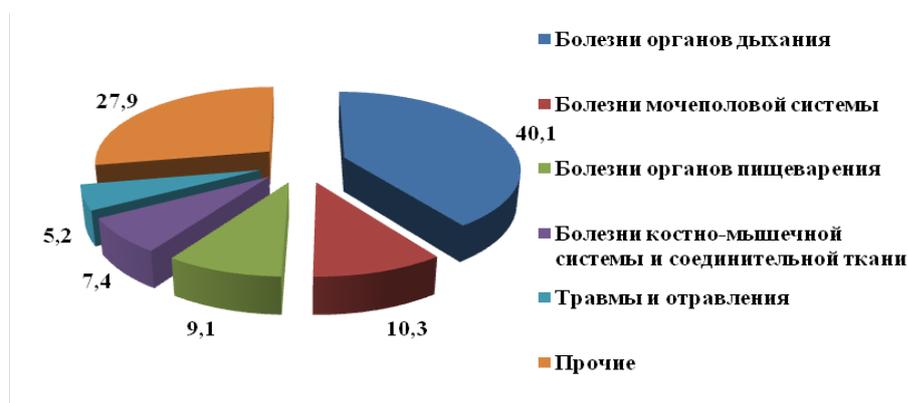


Рис. 1. Структура первичной заболеваемости населения контрольного района в 2013 году

Взрослые чаще обращались по поводу болезней органов дыхания, мочеполовой системы, органов пищеварения, системы кровообращения, травм и отравлений. В структуре детской заболеваемости преобладали болезни органов дыхания, костно-мышечной системы, инфекционные и паразитарные болезни, болезни органов пищеварения, травмы и отравления. В опытном районе ведущими классами являлись болезни органов дыхания, крови, органов пищеварения, системы кровообращения и нервной системы (рис. 2).

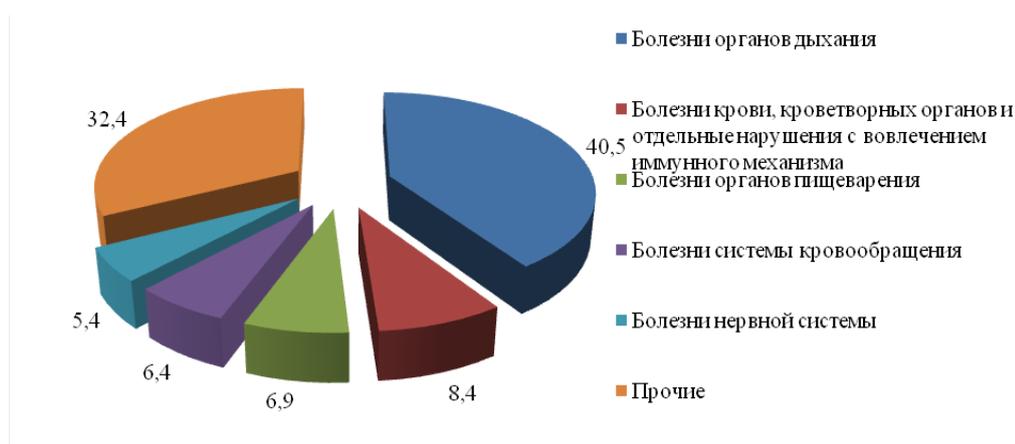


Рис. 2. Структура первичной заболеваемости населения опытного района в 2013 году

У взрослых ведущими являлись болезни системы кровообращения, мочеполовой системы, травмы и отравления, болезни органов дыхания, болезни костно-мышечной системы.

Уровень заболеваемости детского населения в опытном районе в 2013 году (1434,8 случая на 1000 детей) был выше контрольных значений (1375,8 ‰). У детей чаще встречались болезни органов дыхания, крови, органов пищеварения, кожи и подкожной клетчатки, а также болезни нервной системы.

Корреляционный анализ показал высокую зависимость уровня первичной заболеваемости (все болезни) от содержания в атмосферном воздухе взвешенных частиц ($r = 0,95$, $p = 0,049$). Выявлены высокие коэффициенты прямой корреляционной связи между содержанием в воздухе г. Алматы взвешенных веществ и болезнями органов дыхания ($r = 0,944$ - $0,945$, $p = 0,049$), болезнями кожи и подкожной клетчатки ($r = 0,840$, $p = 0,23$); между концентрациями SO_2 и болезнями системы кровообращения ($r = 0,841$, $p = 0,132$), болезнями крови и кроветворных органов ($r = 0,972$, $p = 0,025$); между концентрациями NO_2 и болезнями крови и кроветворных органов ($r = 0,721$, $p = 0,215$).

Заключение. Таким образом, в настоящих исследованиях дана гигиеническая характеристика химического загрязнения атмосферного воздуха города Алматы по основным приоритетным загрязнителям на основе данных наблюдений на стационарных постах Гидрометслужбы РК.

Следует сказать, результаты натурных наблюдений вследствие ограниченного числа постов и количества отбора проб не дают целостного пространственного представления о рассеивании выбросов и не позволяют оценить полноту риска для здоровья населения всех приоритетных загрязнителей. Анализ опыта зарубежных и отечественных исследований за последние годы показывает, что при проведении оценки риска следует отдавать предпочтение моделям рассеивания загрязняющих веществ в атмосферном воздухе. Это дает возможность определить в пространственном и временном разрезе значения максимальных, среднесуточных и среднегодовых концентраций.

Состояние здоровья населения оценивалось по данным обращаемости населения города за медицинской помощью. В структуре заболеваемости, кроме болезней органов дыхания, крови, кожи и подкожной клетчатки, ведущими являются болезни системы кровообращения и болезни нервной системы, что требует дополнительных исследований по изучению влияния факторов городской среды, в том числе физических, таких как транспортный шум.

Таким образом, результаты анализа полученных данных позволяют сделать следующие **выводы**:

1. Приоритетными загрязнителями воздушного бассейна г. Алматы, определяющими антропогенную аэрогенную нагрузку на городских жителей, являются пылевые фракции взвешенных частиц PM_{10} и $PM_{2,5}$ и диоксид азота.

2. Воздушный бассейн города интенсивно загрязняется неспецифическими загрязнителями, что характерно для всей территории города, и представляет большую опасность для здоровья населения города, о чем свидетельствуют высокие показатели коэффициентов ($HQ = 3,53$) и индексов неканцерогенной опасности ($HI = 9,01$).

3. Уровень первичной заболеваемости населения города более высокий, чем по республике, особенно среди детей (в 1,7 раза).

4. В структуре заболеваемости ведущими являются болезни органов дыхания, болезни системы кровообращения, крови и кроветворных органов, кожи и подкожной клетчатки, а также болезни нервной системы.

5. Выявлена достоверно высокая прямая корреляционная связь между содержанием в воздухе г. Алматы взвешенных веществ и заболеваний органов дыхания, болезнями кожи и подкожной клетчатки; между концентрациями SO_2 и болезнями системы кровообращения; SO_2 и NO_2 и болезнями крови.

Список литературы:

1. *Акоев Ю.С., Балаболкин И.И., Бржезовский М.М. и др.* Экология и здоровье детей // Медицина, 1998. – 384 с.
2. *Бейсембаева У.Т., Сайлауова К.С., Есенгараева З.Б.* Динамика распространенности атопического дерматита // Здоровье семьи – XXI век: материалы XVI Международной научной конференции, 27 апреля – 4 мая 2012, Венгрия: в 2 частях / под ред. А.Я. Перевалова; Перм. гос. мед. академия; Урал. регион. центр питания. – Ч. 1. – Пермь: ИПК «От и ДО», 2012. – С. 39–42.
3. *Кенесариев У.И., Бекшин Ж.М., Досмухаметов А.Т., Амрин М.К., Ержанова А.Е.* Риск развития неканцерогенных эффектов в зависимости от уровня загрязнения воздушного бассейна городов Республики Казахстан пылевыми частицами PM_{10} и $PM_{2,5}$ // Материалы XI Всероссийского съезда гигиенистов и санитарных врачей: Том 1 / Под редакцией академика РАМН профессора Г.Г. Онищенко. – М., Ярославль: Изд-во «Канцлер», 2012. – С. 326–328.
4. *Кенесариев У.И., Досмухаметов А.Т., Амрин М.К., Ержанова А.Е.* Оценка риска развития смертности в городах Казахстана от загрязнения атмосферного воздуха взвешенными частицами $PM_{2,5}$ // Здоровье семьи – XXI век: материалы XVI Международной научной конференции. 27 апреля – 04 мая 2012 года. Венгрия: в 2 частях / под ред. А.Я. Перевалова; Перм. гос. мед. академия; Урал. регион. центр питания. – Ч. 1. – Пермь: ИПК «От и ДО», 2012. – С. 146–148.
5. *Кенесариев У.И., Досмухаметов А.Т., Амрин М.К.* Респираторные фракции как фактор смертности населения городов Казахстана // Здоровье семьи XXI век: материалы XVII Материалы научной конференции, 27 апреля 6 мая 2013. Пермь, 2013. – С.167-170.
6. *Лучанинова В.Н.* Комплексная оценка состояния здоровья детей на фоне техногенной нагрузки // Российский педиатрический журнал. – 2004. – № 1. – С. 29–33.
7. «Методические указания по оценке риска воздействия взвешенных частиц атмосферы на здоровье населения». – Астана, 2006. – 10 с.
8. *Неменко Б.А., Уважанова А.С.* Накопление тяжелых металлов в волосах дошкольников в условиях крупного города // Современные проблемы экологии человека в Республике Казахстан: материалы международной конференции. – Алматы, 1995. – С. 138–140.
9. *Онищенко Г.Г., Новиков С.М., Рахманин Ю.А., Авалиани С.Л., Буштуева К.А.* Основы оценки риска для здоровья при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду. – М., 2002. – 408 с.
10. «Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду», Р2.1.10.1920-04. – М., 2004. – 116 с.

11. *Brown K.* Effect of zinc supplementation on childrens growth: a meta-analysis of intervention trials / K. Brown, J. Peerson, L. Allen // *Bibl. Nutr. Diet.* – 1998. – Vol. 54. – P. 76–83.

12. Информационные бюллетени о состоянии окружающей среды Республики Казахстан. – URL: www.kazhydromet.kz/ru/monitor_beluten (дата обращения: 18.09.2014).

References

1. Akoev Yu.S., Balabolkin I.I., Brzhezovskiy M.M. i dr. *Ekologiya i zdorov'e detey* [Ecology and child health]. *Meditsina*, 1998. 384 p. (in Russian).

2. Beysenbaeva U.T., Saylauova K.S., Esengaraeva Z.B. *Dinamika rasprostranennosti atopicheskogo dermatita* [Dynamics of atopic dermatitis incidence]. *Family Health – the 21st Century. Materials of the VI International Conference, 27 April – 4 May 2012, Hungary: in 2 parts.* Edited by A.Ya. Perevalov; Perm State Medical Academy, Ural Regional Nutrition Centre. Perm: ИПК «От и ДО», 2012, Part 1. pp. 39–42 (in Russian).

3. Kenesariyev U.I., Bekshin Zh.M., Dosmukhametov A.T., Amrin M.K., Erzhanova A.E. *Risk razvitiya nekantserogennykh effektov v zavisimosti ot urovnya zagryazneniya vozdušnogo basseyna gorodov Respubliki Kazakhstan pylevymi chastitsami RM10 i RM2,5* [Risk of the development of non-cancerogenic effects depending on the level of air pollution of Kazakhstan cities with dust particles RM10 and RM2,5]. *Materials of the XIth All-Russian meeting of hygienists and sanitary doctors.* Edited by academician of the RAMS professor G.G. Onishchenko. Moscow, Yaroslavl: Kantsler, 2012, vol. 1, pp. 326–328 (in Russian).

4. Kenesariyev U.I., Dosmukhametov A.T., Amrin M.K., Erzhanova A.E. *Otsenka riska razvitiya smertnosti v gorodakh Kazakhstana ot zagryazneniya atmosfernogo vozdukhа vzveshennymi chastitsami RM2,5* [Assessment of the development of mortality in Kazakhstan cities caused by the pollution of atmospheric air with suspended particles RM2,5]. *Family Health – the 21st Century. Materials of the VI International Conference, 27 April – 4 May 2012, Hungary: in 2 parts.* Edited by A.Ya. Perevalov; Perm State Medical Academy, Ural Regional Nutrition Centre. Part 1. Perm: ИПК «От и ДО», 2012, pp. 146–148. (in Russian).

5. Kenesariyev U.I., Dosmukhametov A.T., Amrin M.K. *Respirabel'nye fraktsii kak faktor smertnosti naseleniya gorodov Kazakhstana* [Respectable fractions as a factor population mortality in Kazakhstan]. *Family Health – the 21st Century. Materials of the XVII International Conference, 27 April – 6 May 2013.* Perm, 2013, pp. 167–170 (in Russian).

6. Luchaninova V.N. *Kompleksnaya otsenka sostoyaniya zdorov'ya detey na fone tekhnogennoy nagruzki* [Complex assessment of the health state of

children against technogenic burden]. *Rossiyskiy pediatricheskiy zhurnal*, 2004, no. 1, pp. 29–33 (in Russian).

7. Metodicheskie ukazaniya po otsenke riska vozdeystviya vzheshennykh chastits atmosfery na zdorov'e naseleniya [Methodological instructions to assess the risk of atmospheric particle influence on population health]. Astana, 2006. 10 p. (in Russian).

8. Nemenko B.A., Uvazhanova A.S. Nakoplenie tyazhelykh metallov v volosakh doskol'nikov v usloviyakh krupnogo goroda [Accumulation of heavy metals in preschool children's hair under the conditions of a big city]. *Contemporary problems of human ecology in the Kazakhstan Republic. Materials of the International Conference*. Almaty, 1995. pp. 138–140 (in Russian).

9. Onishchenko G.G., Novikov S.M., Rakhmanin Yu.A., Avaliani S.L., Bushtueva K.A. Osnovy otsenki riska dlya zdorov'ya pri vozdeystvii khimicheskikh veshchestv, zagryaznyayushchikh okruzhayushchuyu sredu [Basis of health risk assessment under the conditions of the influence of chemical substances polluting the environment]. Moscow, 2002. 408 p. (in Russian).

10. Rukovodstvo po otsenke riska dlya zdorov'ya naseleniya pri vozdeystvii khimicheskikh veshchestv, zagryaznyayushchikh okruzhayushchuyu sredu. R2.1.10.1920-04 [Guide of population health risk assessment under the conditions of the influence of chemical substances polluting the environment. R2.1.10.1920-04]. Moscow, 2004. 116 p. (in Russian).

11. Brown K. Effect of zinc supplementation on children growth: a meta-analysis of intervention trials. *Bibl. Nutr. Diet*, 1998, vol. 54, pp. 76–83 (in Russian).

12. Informatsionnye byulleteni o sostoyanii okruzhayushchey sredy Respubliki Kazakhstan [Information bulletins about the condition of the environment of the Kazakhstan Republic]. Available at: www.kazhydromet.kz/ru/monitor_beluten (in Russian).

Кенесариев Усен Исмаилович – доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой общей гигиены и экологии (тел.: 8 (727) 33-87-093, 8 (727) 33-87-090 вн. 7170, e-mail: kenesary@indox.ru).

Досмухаметов Асхат Турсынханович – кандидат медицинских наук, доцент кафедры общей гигиены и экологии (тел.: 8 (727) 33-87-090 вн. 7172, e-mail: zhantore_2009@mail.ru).

Амрин Мейрам Казиевич – доцент кафедры общей гигиены и экологии, кандидат медицинских наук (тел.: 8 (727) 33-87-090 вн. 7172, e-mail: amrin_m@mail.ru).

Ержанова Ая Ералыевна – кандидат медицинских наук, старший преподаватель кафедры общей гигиены и экологии (тел.: 8 (727) 33-87-090 вн. 7172, e-mail: aya_er@mail.ru).

Кенесары Динара Усеновна – докторант PhD (тел.: 8 (727) 33-87-090 вн. 7172, e-mail: dku999@mail.ru).

Баялиева Раушан Алибековна – магистр медицины (общественное здравоохранение), преподаватель кафедры общей гигиены и экологии (тел.: 8 (727) 33-87-090 вн. 7172, e-mail: raukenty@mail.ru).

Казахский национальный медицинский университет им. С.Д. Асфендиярова, Казахстан, 050000, г. Алматы, ул. Толе би, 94.

Kenessariy Usen Ismailovich – Doctor of Medical Sciences, professor, head of the department of general hygiene and ecology (tel. 8 (727) 33-87-093, 8 (727) 33-87-090 ext. 7170, e-mail: kenesary@indox.ru).

Dosmuhametov Ashat Tursynhanovich – Candidate of Medical Sciences, associate professor of the department of general hygiene and ecology (tel. 8 (727) 33-87-090 ext. 7172, e-mail: zhantore_2009@mail.ru).

Amrin Meyram Kazievich – Candidate of Medical Sciences, associate professor of the department of general hygiene and ecology
e-mail: amrin_m@mail.ru, (tel. 8 (727) 33-87-090 ext. 7172, e-mail: amrin_m@mail.ru).

Erzhanova Aya Eralyvnna – Candidate of Medical Sciences, senior lecturer of the department of general hygiene and ecology (tel. 8 (727) 33-87-090 ext. 7172, e-mail: aya_er@mail.ru).

Kenessary Dinara Usenovna – doctoral student (tel. 8 (727) 33-87-090 ext. 7172, e-mail: dku999@mail.ru).

Bayalievna Raushan Alibekovna – Master of Medicine (Public Health), lecturer of the department of general hygiene and ecology (tel. 8 (727) 33-87-090 ext. 7172, e-mail: raukenty@mail.ru).

Asfendiyarov Kazakh National Medical University, 94, Tole bi street, Almaty, 050000, Kazakhstan.

Source of financing – Asfendiyarov Kazakh National Medical University.