

УДК 614.72

**КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА
КРУПНОГО ПРОМЫШЛЕННОГО ГОРОДА****¹Омарова М.Н., ¹Черепанова Л.Ю., ²Таханова Г.К., ¹Глубоковских Л.К.**¹*Научный центр гигиены и эпидемиологии им. Хамзы Жуматова Комитета по защите прав потребителей Министерства национальной экономики РК, Алматы, e-mail: ncgigieny@mail.ru;*²*ТОО «Мегадос санэпидудит», Алматы*

В статье обобщены основные проблемы гигиенического и экологического характера, определяющие состояние основных объектов окружающей среды в крупном промышленном городе. Детально проанализированы такие аспекты экологической ситуации, как загрязнение атмосферного воздуха в мегаполисе. Изучены особенности формирования качества атмосферного воздуха на основе анализа ретроспективных данных о динамике поступления вредных веществ в атмосферу с валовыми выбросами ведущих промышленных предприятий мегаполиса, индивидуального жилого сектора. Дана оценка вклада автотранспорта в уровень загрязнения атмосферы. Установлены основные загрязнители атмосферного воздуха г. Алматы, определяющие наибольший вклад в экологический ущерб и риск здоровью населения. Освещена эколого-гигиеническая значимость шумовой нагрузки на население.

Ключевые слова: мегаполис, объекты окружающей среды, атмосферный воздух, загрязнение, шум**COMPREHENSIVE ASSESSMENT OF AIR POLLUTION
LARGE INDUSTRIAL CITIES****¹Omarova M.N., ¹Cherepanova L.Y., ²Tachanova G.K., ¹Glubokovskih L.K.**¹*Scientific centre of hygiene and epidemiology, named after Hamza Zhumatov of Committee on protection of the rights of the consumers of the Ministry of national economy of Republic of Kazakhstan, Almaty, e-mail: ncgigieny@mail.ru;*²*Limited partnership «Megados sanitary epidemiological audit» Republic of Kazakhstan, Almaty*

The paper summarizes the main problems of hygiene and environmental issues, determining the status of the main objects of the environment in a large industrial city. We analyzed in detail aspects of the environmental situation, as the air pollution in the city. The features of formation of quality of the dynamics of atmospheric air based on an analysis of historical data of receipt of harmful substances into the atmosphere from the total emissions of the leading industrial city, the individual housing sector. The estimation of transport's contribution to atmospheric pollution. The basic pollutants Almaty air, determining the greatest contribution to environmental damage and the risk to public health. The article deals with ecological and hygienic significance of noise pollution on the population.

Keywords: metropolis, objects of the environment, air pollution, noise

В настоящее время экологическая обстановка в крупных промышленных городах является одной из наиболее важных и острых проблем. Одним из негативных последствий урбанизации является прогрессирующее загрязнение атмосферного воздуха, оказывающее вредное влияние на здоровье горожан. В связи с этим особую актуальность приобретает обоснование приоритетов по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека на основе анализа связей «среда обитания – здоровье», в частности, зависимости здоровья населения от техногенного загрязнения среды с учетом конкретной ситуации [1, 2].

Эта проблема является наиболее сложной в условиях современного мегаполиса, включающего территории с различным уровнем и характером индустриализации, неодинаковой плотностью населения, существенно различающихся по архитектурно-планировочным характеристикам, транспортной нагрузке, отдаленности от зеленых массивов и т.п. Анализ экологической ситу-

ации в территориальном аспекте с выделением наиболее значимых вредных факторов для здоровья, является одним из необходимых условий для разработки научно обоснованной комплексной программы оптимизации окружающей среды и эффективного управления здоровьем населения [3, 4].

Цель – дать комплексную гигиеническую оценку степени напряженности экологической ситуации на территории ряда административных районов г. Алматы на современном этапе.

Материалы и методы исследования

Для исследования выбраны 4 района города, а именно, Алатауский, Ауэзовский, Медеуский и Бостандыкский районы. Для адекватной оценки качества воздушной среды анализировались результаты инструментальных измерений ведущих атмосферных загрязнений в ретроспективе за период 2007–2014 гг.

Состояние загрязнения воздуха оценивалось по результатам анализа и обработки проб воздуха, отобранных на стационарных постах наблюдений, расположенных в различных районах города, где определялись следующие показатели: взвешенные ча-

стицы PM10, диоксид серы, диоксид углерода, оксид углерода, диоксид азота, озон, формальдегид, фенол и др. Анализ состояния загрязнения атмосферного воздуха также включал качественные и количественные данные о выбросах вредных веществ от различных типов источников (стационарных и мобильных). Были изучены расчетные среднегодовые, среднесуточные и максимально разовые концентрации приоритетных загрязняющих веществ в точках отбора проб. Уровень загрязнения атмосферы оценивался по показателям стандартного индекса (СИ), наибольшей повторяемости (НП в %) и величине комплексного индекса загрязнения атмосферы (ИЗА5), который рассчитывается по пяти веществам с наибольшими нормированными на ПДК значениями с учетом их класса опасности [5].

Результаты исследования и их обсуждение

В настоящее время город Алматы является южной столицей Республики Казахстан. Это – крупный мегаполис, расположен на территории свыше 68 тыс. га и насчитывает более 1,5 млн. населения.

Город располагается у подножья северных склонов Заилийского Алатау на высоте 650–1200 метров над уровнем моря, в широкой долине, закрытой с трех сторон мощными горами. Климат в городе резко-континентальный, с большими колебаниями температур не только в течение года, но и суток. Природные и климатические особенности местности, где расположен город Алматы, способствуют образованию мощной приземной инверсии температуры, сохраняющейся, особенно в зимний период, длительное время. Город расположен во впадине, где часто наблюдается безветрие, туманы и приземные инверсии, которые затрудняют рассеивание примесей в пространстве. Это приводит к накоплению в приземном слое продуктов загрязнения атмосферного воздуха выхлопными газами автомобилей, выбросами котельных, ТЭЦ, промышленных объектов и т.д., что выражается в явлениях смога, ставших привычными для города Алматы независимо от времени года.

В последние годы проблемы экологии воздушного бассейна г. Алматы, забота о сохранении чистого воздуха южной столицы стали особенно острыми и актуальными. Атмосферу города загрязняют выбросы от различных видов экономической деятельности человека, включая промышленность и транспорт.

За период 2007–2014 гг. число стационарных источников (промышленные предприятия, индивидуальный жилой сектор и ТЭЦ-2), имеющих вредные выбросы, сократилось на 22,4%. Их удельный вес в суммарном годовом объеме эмиссий загряз-

няющих веществ составляет 19,8–21,6% от всех стационарных и передвижных источников. Следовательно, ведущим источником загрязнения являются выхлопные газы автотранспорта, удельный вес которых составляет до 80,0% всех выбросов в атмосферу города. Ситуацию усугубляет большой удельный вес в автопарке мегаполиса старых автомобилей со сроком эксплуатации более 10 лет, техническое состояние которых в большинстве случаев не соответствует гигиеническим стандартам. Росту уровня загрязняющих веществ в атмосфере города способствует использование при обслуживании автотранспорта низкокачественных горюче-смазочных материалов.

Транспортные загрязнения атмосферы по своему воздействию на организм человека подразделяются на токсичные, канцерогенные и раздражающие. К первой группе веществ относятся оксид углерода, оксиды азота, оксиды серы, углеводороды и свинец. Бенз(а)пирен, ди- и трихлорметан, бензол, ацетальдегид и формальдегид являются канцерогенами, из-за выбросов на уровне дыхания эти вещества намного опаснее промышленных и энергетических токсикантов, которые рассеиваются высокими трубами на значительные расстояния. Оксиды серы и углеводороды являются веществами раздражающего действия. Степень влияния на организм человека всех вышеперечисленных компонентов выхлопных газов автомобильного транспорта зависит от их концентрации в атмосфере и длительностью экспозиции.

Все вышеперечисленные токсиканты присутствуют в атмосферном воздухе мегаполиса. Так, основными загрязнителями атмосферного воздуха г. Алматы, определяющими наибольший вклад в экологический ущерб и риск здоровью населения, являются диоксид азота (NO₂), диоксид серы (SO₂), оксид углерода (CO), формальдегид, бенз(а)пирен, свинец и взвешенные вещества (пыль, сажа), среднегодовые концентрации которых в приземном слое атмосферы превышают ПДК в 2–5 и более раз, особенно при неблагоприятных метеорологических условиях. На холодный период года (1 квартал и конец 4 квартала) приходится сезонный максимум уровня всех приоритетных загрязняющих веществ (ЗВ), среднемесячная концентрация диоксида азота в январе достигает 5,1 ПДК, оксида углерода – 3,4 ПДК, взвешенных веществ – 1,2 ПДК формальдегида – 2,9 ПДК (таблица 1). Из данных таблицы видно, что высокая концентрация формальдегида сохраняется во втором и третьем кварталах. Только за 2014 г. согласно данным РГП «Казгидромет» число

случаев превышения ПДК составило по оксиду углерода – 5897, по диоксиду серы – 2970, по оксиду азота – 589, по взвешенным веществам – 96.

Наиболее высокие показатели зафиксированы по диоксиду азота, относящемуся ко второму классу опасности. Кратность превышения максимально разовой предельно допустимой концентрации составила 11,76 раза, зарегистрировано 30330 случаев превышения ПДК, 673 случая – более 5 ПДК и в 105 случаях было превышение более 10 ПДК.

По данным автоматического поста наблюдений в г. Алматы только за 2014 г. зафиксировано 105 случаев высокого загрязнения атмосферного воздуха. Показатели загрязнения атмосферы г. Алматы составили: стандартный индекс (СИ) – 11,8, наибольшая повторяемость (НП) – 88,8%, что соответствует IV, очень высокой степени загрязнения атмосферного воздуха (СИ >10 и НП >50). Среднегодовой показатель ИЗА₅ в 2014 году составил 10,0.

Общая оценка загрязнения атмосферы за 2015 год показала положительную динамику. Несмотря на то, что в целом

атмосферный воздух города характеризуется высоким уровнем загрязнения, показатели загрязнения атмосферы снизились и составили ИЗА₅ 7,6 против 11,8 в 2014 г., СИ – 8,7 против 11,8 и НП – 47,8% против 88,8%. Воздух города остается более всего загрязненным токсикантом 2 класса опасности – диоксидом азота. В целом по городу среднемесячные концентрации составили: диоксида азота – 2,6 ПДК_{с.с.}, формальдегида – 1,5 ПДК_{с.с.}, взвешенных веществ – 1,2 ПДК_{с.с.}, содержание тяжелых металлов и других загрязняющих веществ – ПДК не превышали.

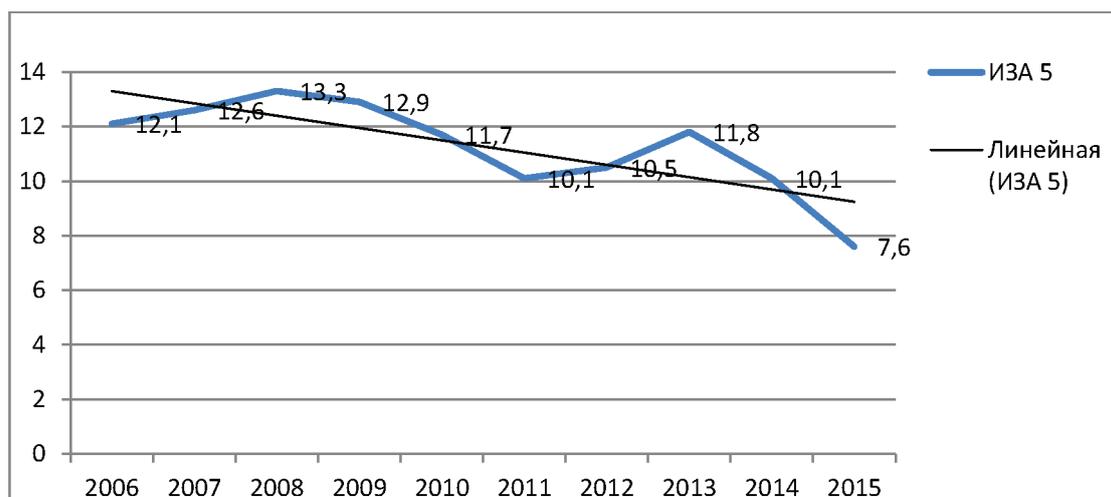
ИЗА₅ в мегаполисе за период 2002–2014 гг. характеризовался волнообразной динамикой. После очередного подъема уровня загрязнения атмосферы города в период 2005–2008 гг. наблюдался спад показателя вплоть до 2011 г., затем вновь зафиксирован рост ИЗА₅ в 1,3 раза, с 9,23 до 11,8. При сохранении тенденции к росту значения ИЗА₅ в ближайшие годы могут превысить ранее отмеченные значения. В среднем за период уровень ИЗА₅ составил 12,16±1,02 (рисунок).

Таблица 1

Динамика атмосферных загрязнений в г. Алматы
(кратность превышения ПДК с.с.)*

Примесь	2014 г.			2015 г.								
	октябрь	ноябрь	декабрь	январь	февраль	март	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь
	IV квартал			I квартал			II квартал			III квартал		
Взвешенные вещества	0,9	0,8	0,3	1,1	1,2	1,0	0,9	0,9	0,8	1,2	1,3	1,3
Диоксид азота	1,4	1,4	2,6	3,1	3,3	3,5	2,7	2,5	2,7	2,4	2,4	2,2
Диоксид серы	1,1	0,3	0,4	0,3	0,3	0,4	1,2	0,5	1,4	1,3	1,5	1,0
Формальдегид	4,2	3,3	4,6	4,6	4,3	4,6	5,2	5,3	5,4	5,7	1,4	1,5
Диоксид углерода	2,4	3,1	3,5	3,2	3,2	3,1	1,5	1,5	1,1	1,6	1,8	2,1
СИ (по концентрации NO _x)**	7,9	5,6	11,8	8,7	9,3	8,7	4,9	4,6	4,8	4,6	4,0	2,9
НП, %***	92,3	93,3	98,6	100,0	98,6	100,0	97,4	89,9	97,4	93,6	47,8	22,7

Примечание. * по данным РГП «Казгидромет»; ** СИ (стандартный индекс) – наибольшая измеренная максимально разовая концентрация загрязняющего вещества, деленная на ПДК; *** НП (наибольшая повторяемость) – наибольшая повторяемость превышения ПДК загрязняющим веществом в атмосфере (%).



Динамика загрязнения атмосферного воздуха г. Алматы за период 2006–2015 гг. по ИЗА₅

И, хотя опасным для жизни человека является ИЗА₅, превышающий уровень 14, в условиях слабой естественной вентиляции атмосферы, присущей мегаполису Алматы, загрязнение атмосферного воздуха оказывает прямое негативное воздействие на здоровье населения и представляется наиболее актуальной экологической проблемой, требующей неотложного решения.

При обновлении парка автомобилей и более строгом контроле за токсичностью автомобильных выхлопов, можно было бы достичь значительного снижения загрязнения воздуха. для решения вопросов оптимизации дорожного движения в городе большую роль играет строительство транспортных развязок. Мониторинг качества атмосферного воздуха вдоль автомагистралей после ввода в действие транспортных развязок в районе улиц Аль-Фараби, Саина и Рыскулова показал снижение более чем на 11 % количества показателей вредных веществ, превышающих ПДК. Особенно наглядно демонстрирует данный факт концентрация диоксида азота в атмосферном воздухе в районе транспортного затора на перекрестке улиц Фурманова – Сатпаева и районе развязки Фурманова – Аль-Фараби, расположенной на два квартала южнее. Концентрация диоксида азота в первом случае составила 8,94 ПДК, что практически в 23 раза превысила соответствующий показатель в районе транспортной развязки (0,39 ПДК). В районе перекрестка улиц Шалапина-Алтын-

сарина, где в часы пик также отмечаются выраженные транспортные заторы, уровень диоксида азота в атмосферном воздухе в 4,3 раза превысил таковой в районе транспортной развязки на перекрестке улиц Шалапина-Саина и составил 2,85 ПДК и 0,65 ПДК соответственно.

Известно, что территория такого крупного промышленного города, как Алматы, по уровню санитарно-гигиенической ситуации неоднородна. В связи с этим, население, проживающее в его различных районах, испытывает отличающееся по интенсивности, воздействие разнообразных комплексов негативных факторов. Причины этого кроются в различной степени развития промышленного производства в районах, наличия ТЭЦ и других источников загрязнения, географическим расположением и «розой ветров».

В городе Алматы в 2014 г. 1185 предприятий допустили выбросы загрязняющих вредных веществ в атмосферный воздух, объем этих веществ составил более 43,5 тыс. тонн. Данные по распределению количества этих загрязняющих веществ по исследуемым районам в период 2007–2013 гг. приведены в таблице 2.

Как видно из данных табл. 2 наиболее высокий уровень загрязнения атмосферы в среднем за период 2007–2013 гг. наблюдался в Ауэзовском районе (1694,71±735,52 тонн/год), который составил 13,9% от среднегородского уровня.

Таблица 2

Динамика выбросов загрязняющих веществ в атмосферу г. Алматы от стационарных источников в разрезе административных районов (т/год)

Год	г. Алматы	Район			
		Алатауский	Ауэзовский	Бостандыкский	Медеуский
2007	15068	-	838	824	808
2008	13964	69	1015	756	854
2009	11338	144	886	662	1030
2010	10966	234	1812	430	574
2011	11657	320	1305	752	508
2012	12084	297	2517	715	704
2013	12424	298	3490	854	915
Средний уровень за период	12500,14±1104,21	227,00±74,44	1694,71±735,52	713,29±104,00	770,43±138,11

В Бостандыкском и Медеуском районах показатели загрязнения атмосферы выбросами от стационарных источников практически идентичны и составили 713,29±104,00 и 770,43±138,11 тонн/год соответственно. Самый низкий показатель отмечен в Алатауском районе – 227,00±74,44 тонн/год, что можно объяснить отсутствием крупных промышленных предприятий в данном районе. Основное воздействие на общее загрязнение атмосферного воздуха Алатауского района, как и всего города в целом, оказывают выбросы теплоэнергетического комплекса ТЭЦ-2, располагающегося вблизи западной границы Алатауского района. Основным топливом, используемым ТЭЦ-2, является экибастузский уголь зольностью 34,4%. При суммарных выбросах 39,5 тыс. т/год на территорию города с ветрами северного, западного и северо-западного направлений переносится до 15642 т/год вредных веществ, что превышает объем эмиссий от всех стационарных источников предприятий теплоэнергетики и промышленности, расположенных непосредственно на городской территории. Кроме того, существенная часть индивидуального жилого частного сектора, занимающую значительную часть территории Алатауского района не газифицирована и является источником продуктов сгорания твердого топлива, что подтверждается превышением в 1,2–1,6 раза ПДК оксида углерода и до 11,2 раза ПДК пыли в атмосфере района в холодный период года. При неполном сгорании и термическом разложении углеводородов топлива образуются взвешенные вещества (сажа), представляющие собой частицы твердого углерода, на поверхности которых может адсорбироваться бенз(а)пирен. В этом случае попадание частиц сажи в дыхательные пути оказывает еще более негативное влия-

ние на организм, стимулируя развитие злокачественных новообразований.

Ранжирование по величине удельного веса выбросов загрязняющих веществ в атмосферу исследуемых районов от стационарных источников позволило распределить исследуемые районы в следующем порядке: Ауэзовский (13,90±6,15%), Медеуский (6,23±1,15%), Бостандыкский (5,73±0,68%) и Алатауский районы (1,92±0,63%). Основными причинами загрязнения атмосферного воздуха в городе от стационарных источников являются: устаревшие технологии многих производств; недостаточное количество и невысокая эффективность существующих пылегазоочистных установок; нарушения технологического режима работы; использование в энергетике низкокачественных углей.

Стремительный рост автопарка в мегаполисе привел к увеличению более чем на 50% количества вредных примесей в воздухе и к возрастанию уровней шума на городских магистралях на 5–10 дБ. Одной из отрицательных характеристик транспортного шума является его распространение на обширных территориях и практически постоянное воздействие на протяжении суток. Сильный и продолжительный шум оказывает вредное воздействие на организм человека в целом, вызывая раздражение, ухудшение самочувствия и ускоряя процессы утомления. Доля транспорта в шумовом воздействии на население на территориях Ауэзовского и Медеуского районов, где расположены крупные транспортные магистрали, достигает 80% и составляет 55–73 дБ в дневное время и 40–45 дБ в ночное время.

Средние значения радиационного гамма-фона приземного слоя атмосферы по районам мегаполиса находились в пре-

делах 0,10–0,31 мкЗв/ч. В среднем радиационный гамма-фон за период составил 0,16±0,01 мкЗв/ч и находился в допустимых пределах.

Таким образом, проведенный анализ позволил сделать следующие выводы:

1. Общая оценка атмосферного воздуха г. Алматы в целом характеризуется высоким и очень высоким уровнем загрязнения по СИ, НП и ИЗА₃, показатели которых по годам периода 2007–2014 гг. варьировали в диапазоне 5–10, 20–49% (и выше), 10,1–13,3 соответственно.

2. Основными загрязнителями атмосферного воздуха г. Алматы, определяющими наибольший вклад в экологический ущерб и риск здоровью населения, являются диоксид азота (NO₂), диоксид серы (SO₂), оксид углерода (CO), формальдегид, бенз(а)пирен, свинец и взвешенные вещества (пыль, сажа), среднегодовые концентрации которых в приземном слое атмосферы превышают ПДК в 2–5 и более раз, особенно при неблагоприятных метеорологических условиях. На холодный период года (1 и 4 кварталы) приходится сезонный максимум уровня всех приоритетных загрязняющих веществ (ЗВ), среднемесячная концентрация диоксида азота в январе достигает 5,1 ПДК, оксида углерода – 3,4 ПДК, взвешенных веществ – 1,2 ПДК. Максимальная кратность превышения ПДК по формальдегиду отмечается в теплую часть года с апреля по август.

3. За период 2007–2014 гг. число стационарных источников (промышленные предприятия, индивидуальный жилой сектор и ТЭЦ-2), имеющих вредные выбросы, сократилось на 22,4%. Их удельный вес в суммарном годовом объеме эмиссий загрязняющих веществ составляет 19,8–21,6% от всех

стационарных и передвижных источников. Следовательно, ведущим источником загрязнения являются выхлопные газы автотранспорта, которые составляют около 80,0% всех выбросов в атмосферу города.

4. Самая неблагоприятная ситуация отмечена в Ауэзовском районе, где средний уровень за период превысил аналогичный показатель в Медеуском районе – в 2,2 раза, в Бостандыкском и Алатауском районах – в 2,4 и 7,5 раза соответственно. Отмечен устойчивый рост выбросов загрязняющих веществ в динамике в Ауэзовском районе – в 4,16 раза, и в Алатауском районе – в 4,7 раза. Превышение в 1,2–1,6 раза ПДК оксида углерода и до 11,2 раза ПДК пыли в атмосфере Алатауского района свидетельствует о преобладающем использовании в теплоисточниках индивидуального жилого сектора твердого топлива (низкокачественного угля, древесины, бытовых отходов). Доля транспорта в шумовом воздействии на население на территориях Ауэзовского и Медеуского районов, где расположены крупные транспортные магистрали, достигает 80%.

Список литературы

1. Слажнева Т.И., Корчевский А.А., Яковлева Н.А., Шаймерденов Б.М., Леонтьев Н.Н., Франковская Н.М. Системный подход к управлению медико-экологической ситуацией в промышленном городе. – Алматы, 2001. – 371 с.
2. Кенесариев У.И., Жакашов Н.Ж. Экология и здоровье населения. – Алматы, 2002. – 229 с.
3. Безуглая Э.Ю., Смирнова И.В. Воздух городов и его изменения – СПб.: Астерион, 2008. – 254 с.
4. Иванова С.В. Влияние химических веществ, загрязняющих атмосферный воздух городов, на репродуктивное здоровье (обзор) //Гигиена и санитария. – 2004. – № 2. – С. 10–14.
5. Информационные бюллетени о состоянии окружающей среды Республики Казахстан. За 2007–2015 гг. – URL: www.kazhydromet.kz/ru/monitor_beluten.