

© Коллектив авторов, 2013
УДК: 614.71(470.313)

МОНИТОРИНГ КАЧЕСТВА АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА ОБЛАСТНОГО ЦЕНТРА

А.А. Ляпкало, А.А. Дементьев, А.М. Цурган

Рязанский государственный медицинский университет им. акад. И.П. Павлова, г. Рязань

В статье приводятся анализ результатов мониторинга качества атмосферного воздуха в г. Рязани по данным стационарных постов наблюдения. Изучены и проанализированы методом дисперсионного анализа суточная и сезонная динамика среднего содержания в атмосферном воздухе оксида углерода и диоксида азота в теплый и холодный периоды года. Выявлены периоды времени, характеризующиеся наибольшими средними концентрациями загрязняющих веществ в атмосферном воздухе. Проведен анализ и выявлена связь уровня загрязнения атмосферного воздуха с выбросами автомобильного транспорта. Установлена прямая корреляционная зависимость между загрязнением атмосферного воздуха оксидом углерода и диоксидом азота и выбросами автомобильного транспорта в холодный период года.

Ключевые слова: мониторинг, качество атмосферного воздуха, автомобильный транспорт.

В настоящее время почти половина населения земного шара проживает в городах. По оценкам экспертов ВОЗ загрязнение атмосферного воздуха на 24% определяет общую заболеваемость городских жителей [6]. По другим данным вклад антропогенных факторов в формирование здоровья населения урбанизированных территорий может колебаться от 10 до 60%, а риск дополнительных случаев заболеваний и смерти составляет соответственно 12% и 17% от всей заболеваемости и смертности городского населения [2, 3]. По свидетельству некоторых авторов удельный вес нестандартных проб атмосферного воздуха на селитебной территории в зоне влияния промышленных предприятий составлял 2,8%, в зоне влияния автомагистралей – 7,5%, а в природоохранной черте – 78% [1]. Вклад автомобильного транспорта в загрязнение атмосферного воздуха урбанизированных территорий колеблется в последние годы в пределах 57-59%, в г. Москве превысил 90% [4, 6]. При этом одним из наиболее

эффективных методов установления причинно-следственных связей в гигиене атмосферного воздуха является анализ временных рядов [5].

Цель исследования установление периодов максимального загрязнения атмосферного воздуха оксидом углерода и диоксидом азота и роли влияния автомобильного транспорта на среднее содержание загрязняющих веществ в атмосферном воздухе.

Материалы и методы

Был проведен анализ качества атмосферного воздуха по данным стационарных постов наблюдения, расположенных в северо-западной и юго-восточной частях г. Рязани, соответственно Пост №1 и Пост №2. Для анализа использовались результаты контроля содержания в атмосферном воздухе оксида углерода и диоксида азота за четыре месяца холодного и теплого периодов года. Результаты исследования качества атмосферного воздуха были обработаны методом дисперсионного анализа.

Для установления вклада выбросов автомобильного транспорта в средние концентрации оксида углерода и диоксида азота в атмосферном воздухе был проведен мониторинг интенсивности его движения в теплый и холодный периоды года, рассчитаны величины валовых выбросов загрязняющих веществ автомобильным транспортом. Методом корреляционного анализа была изучена связь между показателями недельной динамики выбросов диоксида азота и оксида углерода и средними концентрациями вышеназванных загрязняющих

веществ в атмосферном воздухе.

Результаты и их обсуждение

Исследование показало, что для обоих постов были характерны существенные сезонные отличия распределения средних концентраций оксида углерода по дням недели (рис. 1). По данным первого поста, со вторника по пятницу среднесуточные концентрации оксида углерода в атмосферном воздухе в холодный период года находились в пределах $0,351 - 0,467 \text{ мг/м}^3$ и были достоверно выше аналогичных показателей в теплый период года ($p < 0,01$).

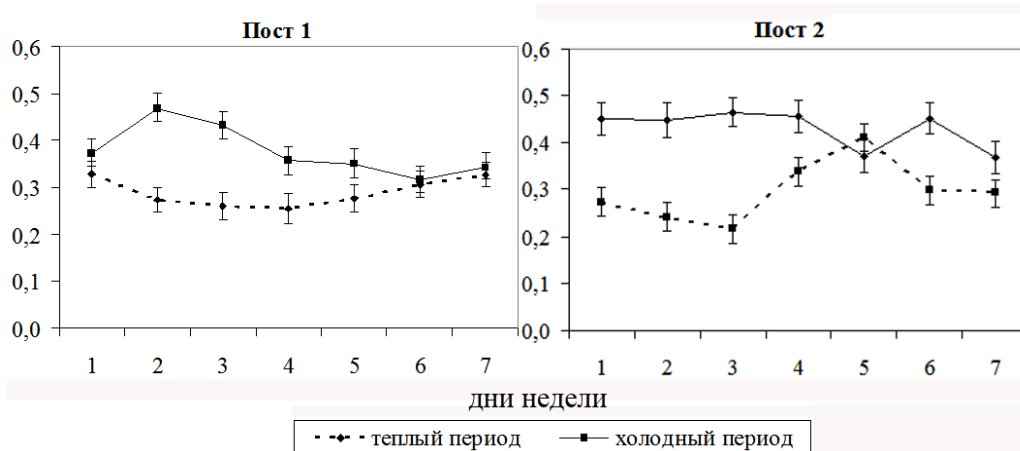


Рис. 1. Среднее содержание СО в атмосферном воздухе в разные дни недели теплового и холодного периодов года

В районе расположения второго поста, в холодный период года среднесуточные концентрации оксида углерода в атмосферном воздухе в течение всей недели за исключением пятницы были существенно выше таковых, рассчитанных для теплового периода года ($p < 0,01$).

В теплый период года в районе первого поста наибольшие средние концентрации СО в атмосферном воздухе отмечались в первый и последний дни недели. В частности, загрязнение атмосферного воздуха оксидом углерода в понедельник было существенно выше, чем в среду и четверг и составило $0,328 \text{ мг/м}^3$ ($p < 0,01$). В воскресенье, средняя суточная концентрация СО в атмосферном воздухе достоверно превышала аналогичные показатели

для вторника, среды и четверга ($p < 0,01$). Район расположения второго поста характеризовался наибольшим загрязнением атмосферного воздуха оксидом углерода в четверг и пятницу теплового периода года. При этом в четверг сезонная среднесуточная концентрация составила $0,338 \text{ мг/м}^3$ и была существенно выше, чем в понедельник, вторник и среду ($p < 0,01$). В тоже время сезонная среднесуточная концентрация СО в пятницу превышала аналогичный показатель в остальные дни недели и достигла $0,412 \text{ мг/м}^3$ ($p < 0,01$).

В холодный период года, наибольшим средним содержанием оксида углерода в атмосферном воздухе по данным первого поста характеризовались второй и третий дни недели. При этом сезонные

среднесуточные концентрации СО в атмосферном воздухе во вторник и среду составили соответственно 0,467 мг/м³ и 0,434 мг/м³ и были достоверно выше аналогичных показателей в остальные дни недели ($p < 0,01$). По данным второго поста в пятницу и воскресенье холодного периода года значения сезонных среднесуточных концентраций оксида углерода в атмосферном воздухе были достоверно ниже, чем в другие дни недели и составили, соответственно 0,371 мг/м³ и 0,367 мг/м³ ($p < 0,01$). При этом отдельные пробы воздуха, в которых содержание СО превышало ПДКм.р. регистрировались только в понедельник, а их доля составила 0,14%.

Исследование выявило выраженные различия в суточной динамике средних концентраций оксида углерода в атмосфер-

ном воздухе в теплый и холодный периоды года по данным первого поста наблюдения (рис. 2). В то время как для второго поста наблюдения, динамика средних концентраций оксида углерода в атмосферном воздухе в течение суток в теплый и холодный периоды носила сходный характер.

В холодный период года в интервалы времени с 6 до 20 часов средняя концентрация оксида углерода в атмосферном воздухе по данным первого поста находилась в пределах 0,387 – 0,431 мг/м³ и существенно превышала аналогичный показатель в теплый период года ($p < 0,01$). Район расположения второго поста характеризовался более высокими средними концентрациями оксида углерода в атмосферном воздухе в течение суток в холодный период года по сравнению с теплым ($p < 0,01$).

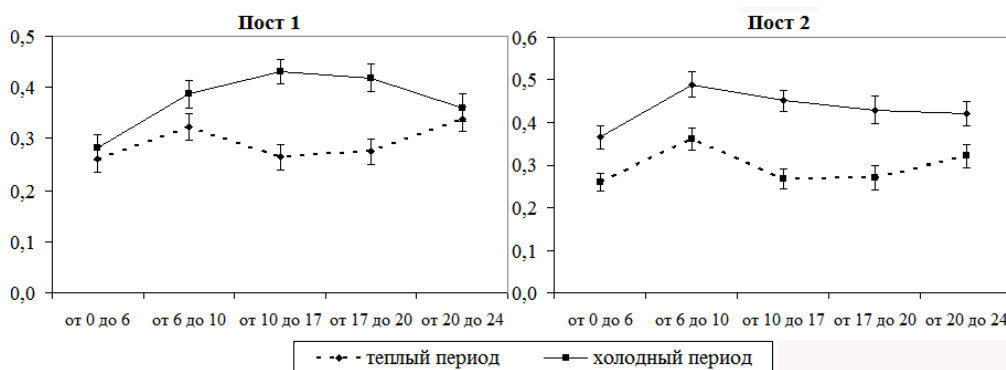


Рис. 2. Среднее содержание СО в атмосферном воздухе в разное время суток теплового и холодного периодов года, в мг/м³

По данным первого поста наблюдения среднее содержание оксида углерода в атмосферном воздухе в теплый период года в 6 – 10 часов составило 0,323 мг/м³ и превышало аналогичный показатель для интервалов времени 0 – 6 часов и 10 – 17 часов в 1,2 раза ($p < 0,01$). В 20 – 24 часа средняя концентрация СО в атмосферном воздухе в районе первого поста составила 0,338 мг/м³ и была существенно выше таковой в остальные периоды суток за исключением интервала времени с 6 до 10 часов ($p < 0,01$). По данным второго поста в 6 – 10 часов дня средняя концентрация

СО в атмосферном воздухе находилась на уровне 0,359 мг/м³ и достоверно превышала таковую в другие интервалы времени за исключением 20 - 24 часов ($p < 0,01$). В период с 20 до 24 часов среднее содержание оксида углерода в атмосферном воздухе составляло 0,322 мг/м³ и существенно превышало аналогичный показатель в 0 – 6 часов и 10 – 17 часов ($p < 0,01$).

В холодный период года наибольшие средние концентрации оксида углерода в атмосферном воздухе по данным первого и второго постов наблюдались соответственно в 10 – 17 часов и 6 – 10

часов, составили $0,431 \text{ мг/м}^3$ и $0,489 \text{ мг/м}^3$ и существенно превышали аналогичные показатели в 0 – 6 часов и 20 – 24 часа.

Исследованием установлено, что концентрации оксида углерода в атмосферном воздухе, превышающие ПДКм.р. наблюдались только в районе второго

стационарного поста наблюдения в холодный период года с 6 до 10 часов, при этом доля таких проб составила 0,12%.

Динамика средних концентраций диоксида азота в атмосферном воздухе в теплый и холодный периоды года представлена на рисунке 3.

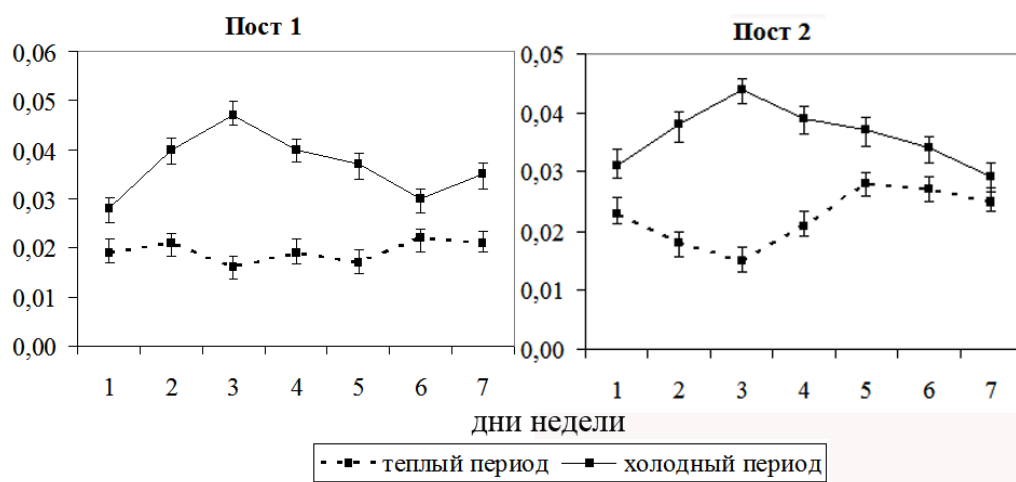


Рис. 3. Среднее содержание NO_2 в атмосферном воздухе в разные дни недели теплового и холодного периодов года

В районе расположения первого поста в холодный период года средние концентрации NO_2 в течение всей недели были существенно выше, чем в теплый ($p < 0,01$). По данным второго поста, сходная закономерность проявляется с понедельника по субботу, тогда как в воскресенье средние концентрации NO_2 в холодный и теплый сезоны года не имели существенных отличий ($p < 0,01$).

В теплый период года в районе расположения первого поста средние концентрации диоксида азота в атмосферном воздухе по дням недели не имели существенных отличий и находились в пределах $0,016 - 0,022 \text{ мг/м}^3$. При этом 3,3% среднесуточных концентраций NO_2 в атмосферном воздухе превышали ПДКс.с. ($0,04 \text{ мг/м}^3$) и регистрировались только по пятницам и субботам, а их доли от общего числа среднесуточных концентраций в эти дни недели составляли соответственно 16,7% и 7,7%. По данным второго поста,

наибольшее среднее содержание диоксида азота в атмосферном воздухе в теплый период года регистрировалось с пятницы по понедельник, находилось в пределах $0,023 - 0,028 \text{ мг/м}^3$ и было существенно выше такового во вторник и среду ($p < 0,01$). Тем не менее, среднесуточные концентрации диоксида азота в атмосферном воздухе, превышающие ПДКс.с. регистрировались практически во все дни недели за исключением вторника и четверга, а их доля составила 16,7%. При этом содержание диоксида азота ни в одной из проб воздуха по данным обоих постов не превышало ПДКм.р. ($0,2 \text{ мг/м}^3$).

В холодный период года на территории первого и второго постов средние концентрации диоксида азота в атмосферном воздухе по средам составляли соответственно $0,047 \text{ мг/м}^3$ и $0,044 \text{ мг/м}^3$ и существенно превышали аналогичные показатели в другие дни недели, за исключением четверга (для второго поста) ($p < 0,01$), одна-

ко ни в одной пробе атмосферного воздуха по данным первого и второго постов содержание диоксида азота не превышало ПДКм.р. По данным обоих стационарных постов наблюдений среднесуточные концентрации диоксида азота в холодный период года, превышающие ПДКс.с., регистрировались во все дни недели. Чаще всего они отмечались по средам, при этом их удельные веса по данным первого и второго постов составляли соответственно 47,1% и 52,9%, а реже всего - по субботам в 5,6% измерений.

По данным обоих стационарных постов наблюдения, во все выделенные периоды суток среднее содержание в атмосферном воздухе диоксида азота в холодный период года было существенно выше, чем в теплый (рис. 4). В теплый период года в районе расположения первого поста наибольшее среднее содержание NO₂ в атмосферном воздухе (0,026 мг/м³) отмечалось в интервале 20 – 24 часов. Тогда как в районе расположения второго поста наибольшие средние концентрации диоксида азота в атмосферном воздухе регистрировались в 6 – 10 и 20 – 24 часа и составили

соответственно 0,028 мг/м³ и 0,027 мг/м³ и были существенно выше таковых в другие интервалы времени (p<0,01).

В холодный период года в районе расположения первого стационарного поста среднее содержание диоксида азота в атмосферном воздухе в 17 – 20 часов составило 0,043 мг/м³ и значимо превышало таковое в другие интервалы времени, за исключением 20 – 24 часов. При этом в 20 – 24 часа средняя концентрация NO₂ в атмосферном воздухе была существенно выше аналогичных показателей в 0 – 6 и 10 – 17 часов и составляла 0,04 мг/м³ (p<0,01). В тоже время в районе расположения второго стационарного поста среднее содержание диоксида азота в атмосферном воздухе в интервалы времени 6 – 10 часов, 17 – 24 часа находилось в пределах 0,036 – 0,04 мг/м³ и было существенно выше, чем в другое время суток.(p<0,01).

Результаты изучения связи динамики выбросов автомобильного транспорта и средних концентраций оксида углерода и диоксида азота в атмосферном воздухе по данным второго поста представлены в таблице 1.

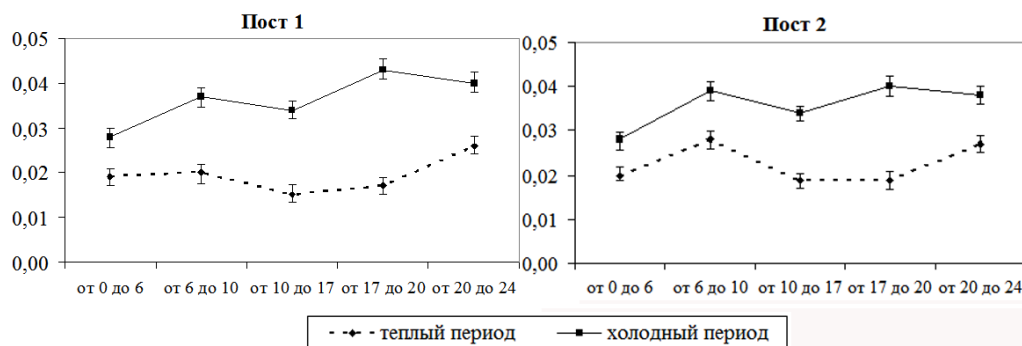


Рис. 4. Среднее содержание NO₂ в атмосферном воздухе в разное время суток теплового и холодного периодов года

Таблица 1

Характер и направление связи между выбросами автомобильного транспорта и загрязнением атмосферного воздуха диоксидом азота и оксидом углерода

Вещество	Период года	r _{x,y}	p	Характер связи
Оксид углерода (II)	теплый	-0,057	0,744	не выявлена
	холодный	0,382	0,023	средняя прямая
Диоксид азота	теплый	-0,184	0,291	не выявлена
	холодный	0,466	0,005	средняя прямая

Из представленных данных следует, что только в холодный период года прослеживается статистически значимая прямая корреляционная связь средней силы между выбросами автомобильного транспорта и средним содержанием диоксида азота и оксида углерода в атмосферном воздухе по данным второго стационарного поста.

Заключение

Выполненное исследование позволило выделить дни недели и время суток характеризующиеся наибольшими средними концентрациями оксида углерода и диоксида азота в атмосферном воздухе, что может быть использовано при корректировке городского плана мониторинга качества атмосферного воздуха. Установлено, что пробы воздуха с концентрацией оксида углерода выше ПДК_{м.р.} регистрировались только по данным второго поста в холодное время года с 6 до 10 часов. В теплый период года среднесуточные концентрации диоксида азота в атмосферном воздухе превышали ПДК_{с.с.}, по данным первого поста, только по пятницам и субботам, а по данным второго поста во все дни недели за исключением вторника и четверга. В холодный период года нестандартные среднесуточные концентрации диоксида азота наблюдались только по средам.

Доказана связь между уровнем выбросов автомобильного транспорта и средним содержанием оксида углерода и

диоксида азота в атмосферном воздухе в холодный период года.

Литература

1. Гигиеническая оценка формирования суммарного риска популяционному здоровью на урбанизированных территориях / В.М. Боев [и др.] // Гигиена и санитария. – 2007. – №5. – С. 12-14.
2. Состояние проблемы и перспективы снижения риска здоровью населения от загрязнения атмосферного воздуха в Байкальском регионе / А.Б. Болوشيнов [и др.] // Гигиена и санитария. – 2007. – №5. – С. 24-28.
3. Онищенко Г.Г. Городская среда и здоровье человека / Г.Г. Онищенко // Гигиена и санитария. – 2007. – №5. – С. 3-4.
4. Охрана окружающей среды в России. 2012: стат. сб. / Росстат. – М., 2012.
5. Привалова Л.И. Анализ временных рядов для установления зависимости респираторной симптоматики у детей от колебания загрязнения атмосферного воздуха / Л.И. Привалова, А.А. Кошелева, С.В. Брезгина // Гигиена и санитария. – 2007. – №3. – С. 64-67.
6. Актуальные проблемы комплексной гигиенической характеристики факторов городской среды и их воздействия на здоровье населения / Ю.А. Рахманин [и др.] // Гигиена и санитария. – 2007. – №5. – С. 5-7.

MONITORING OF AIR QUALITY IN THE CITY

A.A. Lyapkalo, A.A. Dementiev, A.M. Tsurgan

In the article there is outcome analysis of air quality monitoring in Ryazan by the data of stationary sites. Daily and season dynamics of the average content of carbon oxide and nitrogen dioxide in the air in the warm and cold seasons are investigated and analyzed by the dispenser analysis. Periods characterized by the highest average concentrations of pollutants in the air are revealed. The relation between the air pollution level and the motor transport emissions is revealed and analyzed. Direct correlation dependence between air pollution by carbon oxide and nitrogen dioxide and the motor transport emissions in the cold season is detected.

Keywords: monitoring, air quality, motor transport.

Ляпкало А.А. – д-р мед. наук, проф., Заслуженный работник высшей школы, заведующий кафедрой общей гигиены и экологии ГБОУ ВПО Рязанский государственный медицинский университет им. акад. И.П. Павлова.

E-mail: ecology-rgmu@mail.ru.

Дементьев А.А. – канд. мед. наук, доцент кафедры общей гигиены и экологии ГБОУ ВПО Рязанский государственный медицинский университет им. акад. И.П. Павлова.

E-mail: ecology-rgmu@mail.ru.