

УДК 614.71(470.313)

**ВЛИЯНИЕ СКОРОСТИ И НАПРАВЛЕНИЯ ВЕТРА НА УРОВЕНЬ  
ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА ГОРОДА  
ПРОДУКТАМИ СГОРАНИЯ ТОПЛИВА**

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

*ГБОУ ВПО «Рязанский государственный медицинский университет  
имени академика И.П. Павлова» Минздрава России, Рязань, e-mail: rzgmu@rzgmu.ru*

В статье приводятся результаты изучения влияния скорости и направления ветра на средние уровни загрязнения атмосферного воздуха областного центра оксидом углерода и диоксидом азота. Выделены критические направления ветра и его скорости, при которых формируется наибольшее загрязнение атмосферного воздуха в теплый и холодный сезоны года. По данным картографического анализа исследования, показана роль выбросов автомобильного транспорта в загрязнении атмосферного воздуха отдельных районов города. Наибольшие средние уровни загрязнения атмосферного воздуха диоксидом азота в теплый период года в районе расположения первого и второго стационарных постов наблюдения регистрировались соответственно при южном и северо-западном направлениях ветра, тогда как в холодный период года – при юго-западном и западном направлениях ветра. Наиболее неблагоприятной была скорость ветра менее одного метра в секунду.

**Ключевые слова:** скорость ветра, направление ветра, качество атмосферного воздуха, источники загрязнения

**INFLUENCE OF WIND SPEED AND DIRECTION ON THE CITY AIR POLLUTION  
LEVEL BY FUEL COMBUSTION PRODUCTS**

**Lyapkalo A.A., Dementev A.A., Tsurgan A.M.**

*Ryazan State Medical University, Ryazan, e-mail: rzgmu@rzgmu.ru*

In the article there are results of investigation into the influence of wind speed and direction on the average air pollution level of carbon oxide and nitrogen dioxide in the administrative centre of the region. Critical wind speed and directions when there is formation of the maximum air pollution in warm and cold seasons are detected. According to the data of the cartographic analysis the role of motor transport emission in the air pollution of individual city districts is revealed. The highest average air pollution level caused by nitrogen dioxide in the warm season in the area of the first and the second stationary sites was registered if the wind direction was south and north-west but in the cold season – if the wind direction was south-west and west. The most unfavorable wind speed was less than one meter per second.

**Keywords:** wind speed, wind direction, air quality, pollution sources

Загрязнение атмосферного воздуха урбанизированных территорий остается одной из наиболее актуальных проблем гигиены и во многом определяет состояние здоровья городского населения [1, 2, 3]. Метеорологические условия могут на 30–50% определять концентрацию загрязняющего вещества в атмосферном воздухе, поэтому при разработке профилактических мероприятий, направленных на сохранение здоровья населения, должны учитываться не только источники выбросов, качественный и количественный состав загрязняющих атмосферный воздух веществ, но погодноклиматические особенности, влияющие на уровень загрязнения атмосферы городской территории [4]. При этом одной из причин кратковременного повышения концентрации вредных веществ в атмосферном воздухе могут быть неблагоприятные метеорологические условия [5].

**Цель исследования:** определение неблагоприятных направлений и скоростей ветра, при которых создаются наиболее высокие уровни загрязнения атмосферного воздуха изучаемых районов.

**Материалы и методы исследования**

Были проанализированы результаты мониторинга качества атмосферного воздуха по данным двух стационарных постов наблюдения, расположенных в северо-западной и юго-восточной частях г. Рязани (соответственно Пост № 1 и Пост № 2). Посты представляют собой автоматические станции контроля атмосферного воздуха – «Комплекс измерительный «СКАТ» с метеокомплексом» и предназначены для оперативного контроля качества атмосферы населенных пунктов. Анализ влияния направления и скорости ветра проводился по содержанию в атмосферном воздухе оксида углерода и диоксида азота отдельно для холодного и теплого периодов года методом многофакторного дисперсионного анализа.

**Результаты исследования  
и их обсуждение**

По данным первого и второго постов наблюдений, средние концентрации оксида углерода в атмосферном воздухе при большинстве направлений ветра были выше, чем в теплый (рис. 1). Для первого поста исключение составляют восточное, северное и северо-западное направления ветра, при которых концентрации оксида углерода в атмосферном воздухе имели близкие зна-

чения в холодный и теплый периоды года ( $p < 0,01$ ).

В теплый период года в районе первого поста наибольшая средняя концентрация оксида углерода в атмосферном воздухе была характерна для северного направления ветра, при этом она составила  $0,421 \text{ мг/м}^3$  и существенно превышала концентрации при других направлениях ветра ( $p < 0,01$ ).

Для второго поста в теплый период года критическим направлением ветра, обуславливающим наиболее высокие концентрации СО в атмосферном воздухе, следует считать северо-западное, при этом средняя концентрация оксида углерода в атмосферном воздухе составила  $0,448 \text{ мг/м}^3$  и была существенно выше, чем при прочих направлениях ветра ( $p < 0,01$ ).

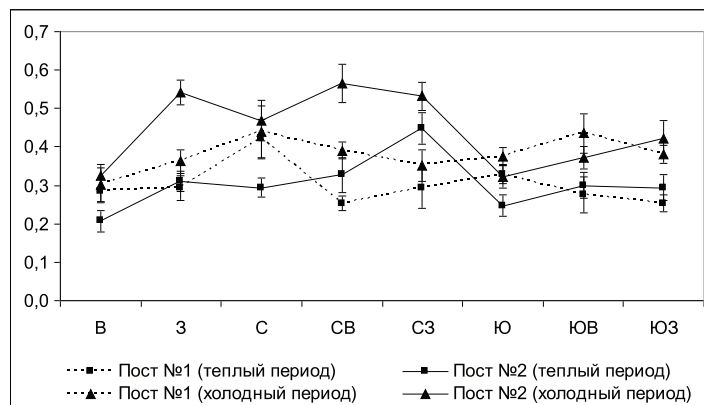


Рис. 1. Среднее содержание СО в атмосферном воздухе в зависимости от направления ветра в теплый и холодный периоды года, в  $\text{мг/м}^3$

Картографический анализ показал (рис. 2), что высокое содержание СО в атмосферном воздухе, по данным первого поста, в теплый период года при северном

ветре, скорее всего, обусловлено расположенной в трехстах метрах к северу котельной «Перинатального центра», имеющей круглогодичный цикл работы.



Рис. 2. Схема г. Рязани с указанием расположения стационарных постов контроля качества атмосферного воздуха и приоритетных стационарных источников его загрязнения

По данным второго поста, высокие средние концентрации СО при северо-западном направлении ветра, скорее всего, обусловлены выбросами автотранспорта центральной части города, так как значимые стационарные источники загрязнения атмосферного воздуха в данном направлении отсутствуют.

В холодный период года, по данным первого поста, значения средних концентраций СО в атмосферном воздухе при северном и юго-восточном направлениях ветра составляли соответственно 0,439 и 0,436 мг/м<sup>3</sup> и были существенно выше, чем при восточном направлении ветра, при котором концентрация составила 0,302 мг/м<sup>3</sup> ( $p < 0,01$ ). Следует отметить, что более высокие средние уровни загрязнения атмосферного воздуха СО при юго-восточном ветре могут быть обусловлены стационарными и передвижными источниками микрорайона Канищево, центра города, северной окружной дорогой, а также такими стационарными источниками загрязнения атмосферного воздуха как «Рязанский завод по обработке и производству цветных металлов», комбинат «Сплав», заводы «Техно», «Гардиан Стекло Рязань», «Новорязанская ТЭЦ», «Рязанская нефтеперерабатывающая компания».

В холодный период года в районе расположения второго поста можно выделить три неблагоприятных направления ветра, формирующих наибольшие значения средних концентраций оксида углерода в атмосферном воздухе – это западное (0,541 мг/м<sup>3</sup>), северо-восточное (0,565 мг/м<sup>3</sup>) и северо-западное (0,532 мг/м<sup>3</sup>), при восточном, южном, юго-восточном и юго-западном направлениях ветра концентрации оксида углерода были ниже и колебались в от 0,323 до 0,421 мг/м<sup>3</sup> ( $p < 0,01$ ). Содержание оксида углерода в воздухе, превышающее ПДКм. р. реги-

стрировалось только при юго-восточном направлении ветра, при этом доля таких проб составила всего лишь 0,095%.

Картографический анализ показал, что высокие концентрации оксида углерода на втором посту в холодный период года при западном и северо-западном ветрах могут быть обусловлены стационарными и передвижными источниками микрорайонов «Городская роша», «Центр города», участками окружной дороги, Михайловского шоссе, Московским шоссе и Северной окружной дорогой. Высокие концентрации СО при северо-восточном направлении ветра, по видимому, обусловлены передвижными источниками, так как в данном направлении отсутствуют значимые стационарные источники загрязнения атмосферного воздуха и проходит Солотченское шоссе, характеризующееся интенсивным движением и обеспечивающее основной транзитный поток автотранспорта в сторону г. Владимира. Однако все нестандартные пробы воздуха по содержанию оксида углерода были получены при юго-восточном направлении ветра, что может быть обусловлено влиянием стационарных источников южного промышленного узла (комбинат «Сплав» и завод «Техно»).

Результаты изучения влияния скорости ветра на содержание оксида углерода в атмосферном воздухе в разные периоды года представлены на рис. 3. В теплый и холодный периоды года, по данным обоих постов, среднее содержание оксида углерода в атмосферном воздухе снижается с увеличением подвижности воздуха. При этом в районах первого и второго постов средние концентрации СО в атмосферном воздухе в холодный период года превышали таковые в теплый ( $p < 0,05$ ).

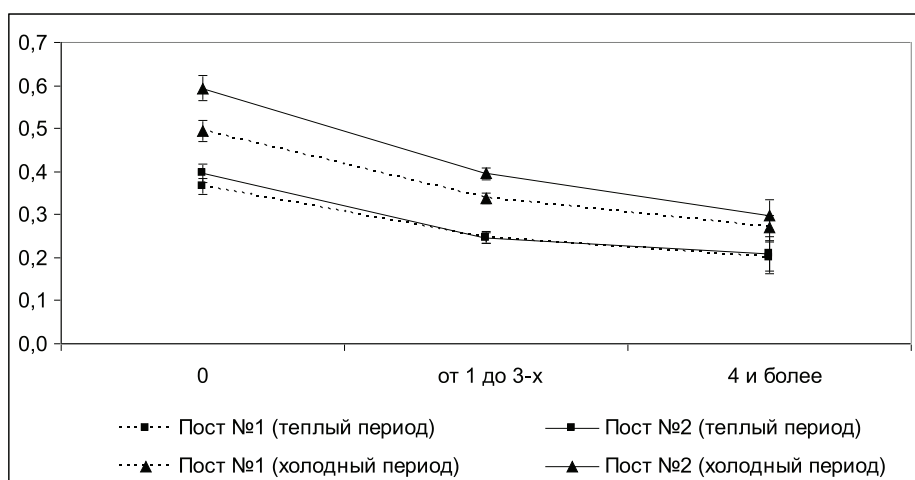


Рис. 3. Среднее содержание СО в атмосферном воздухе в зависимости от скорости ветра в теплый и холодный периоды года, в мг/м<sup>3</sup>

В теплый и холодный периоды года наибольшие концентрации оксида углерода, по данным обоих постов, формируются при скорости ветра от 0 до 1 м/с. Однако пробы воздуха, концентрация оксида углерода в которых превышала ПДКм.р., регистрировались только по данным второго поста,

в холодный период года, при скорости ветра от 1 до 3-х м/с, а их удельный вес составил 0,028 %.

Влияние направления ветра на формирование загрязнения атмосферного воздуха диоксидом азота, по данным стационарных постов наблюдения, представлено на рис. 4.

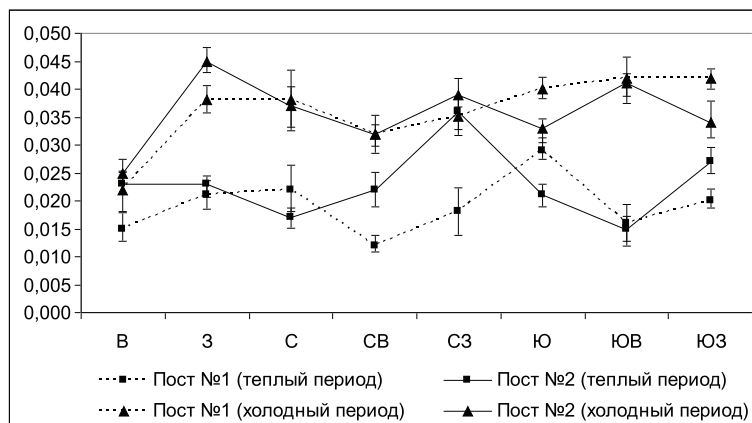


Рис. 4. Среднее содержание  $NO_2$  в атмосферном воздухе при разных направлениях ветра в теплый и холодный периоды года

По данным мониторинга первого и второго постов, средние концентрации  $NO_2$  в холодный период года при всех направлениях ветра были выше, чем в теплый за исключением восточного и северо-западного направлений ветра на территории второго поста, при которых концентрации диоксида азота не имели существенных отличий в теплый и холодный периоды года ( $p < 0,01$ ). По данным первого поста, в теплый период года наибольшая средняя концентрация диоксида азота в атмосферном воздухе регистрировалась при южном направлении ветра и составляла 0,029 мг/м<sup>3</sup> и превышала концентрации при других направлениях ветра ( $p < 0,01$ ).

Результаты мониторинга качества атмосферного воздуха в теплый период года на втором посту показали, что наибольшие средние концентрации диоксида азота на территории формировались при северо-западном направлении ветра и составили 0,036 мг/м<sup>3</sup>, что было существенно выше, чем при ветрах других направлений ( $p < 0,01$ ).

В холодный период года, по данным первого поста, средняя концентрация диоксида азота в атмосферном воздухе при юго-западном направлении ветра составляла 0,042 мг/м<sup>3</sup> и была существенно выше таковых при восточном, северо-восточном и северо-западном направлениях ветра ( $p < 0,01$ ).

По данным второго поста, наибольшие концентрации диоксида азота в атмосферном воздухе в холодный период года определялись при западном направлении

ветра, а средняя концентрация составляла 0,045 мг/м<sup>3</sup>, что значительно выше концентраций при ветрах других направлений ( $p < 0,01$ ). Высокие средние концентрации диоксида азота отмечались также при юго-восточном и северо-западном направлениях ветра, однако они были несколько ниже и составили 0,041 и 0,039 мг/м<sup>3</sup> соответственно, но превышали концентрации при ветрах восточного, северо-восточного, южного и юго-западного направлений ( $p < 0,01$ ).

Картографический анализ показал, что на юге и юго-западе от первого поста, а также на северо-западе и западе от второго поста отсутствуют значимые стационарные источники загрязнения атмосферного воздуха. Следовательно, можно предположить, что высокие средние концентрации диоксида азота в атмосферном воздухе, регистрируемые при вышеназванных направлениях ветра, могут быть обусловлены выбросами автомобильного транспорта.

По данным обоих постов, средние концентрации диоксида азота в атмосферном воздухе в холодный период года при всех градациях скорости ветра были выше аналогичных показателей в теплый период года (рис. 5).

Наибольшие средние концентрации диоксида азота в атмосферном воздухе, по данным первого и второго постов, формировались при скорости ветра 0–1 м/с и составляли в теплый период года соответственно 0,027 и 0,03 мг/м<sup>3</sup>, а в холодный – 0,05 и 0,047 мг/м<sup>3</sup> ( $p < 0,01$ ).

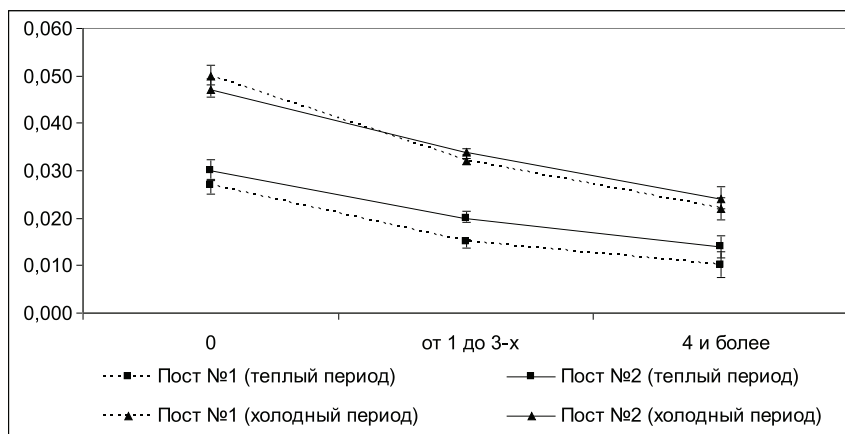


Рис. 5. Среднее содержание NO<sub>2</sub> в атмосферном воздухе при разных скоростях ветра в теплый и холодный периоды года

При скорости ветра 1–3 м/с среднее содержание NO<sub>2</sub> в атмосферном воздухе в теплый период в районе расположения второго поста составляло 0,02 мг/м<sup>3</sup> и было значительно выше, чем на территории первого поста наблюдения ( $p < 0,01$ ). При прочих значениях подвижности воздуха в теплый и холодный периоды года средние концентрации диоксида азота в атмосферном воздухе по данным обоих постов имели близкие значения.

### Заключение

Исследование показало, что концентрации оксида углерода в атмосферном воздухе, превышающие ПДКм.р., регистрировались только по данным второго поста, в холодное время года, при юго-восточном ветре силой от 1 до 3-х м/с. Наибольшие средние уровни загрязнения атмосферного воздуха диоксидом азота в теплый период года в районе расположения первого и второго постов наблюдались соответственно при южном и северо-западном направлениях ветра, тогда как в холодный период года – при юго-западном и западном при скорости ветра меньше одного метра в секунду.

Картографический анализ показал, что на юге и юго-западе от первого поста, а также на северо-западе, северо-востоке и западе от второго поста отсутствуют значимые стационарные источники загрязнения атмосферного воздуха, поэтому высокие уровни загрязнения атмосферного воздуха могут быть обусловлены выбросами автомобильного транспорта.

### Список литературы

1. Рахманин Ю.А. Современные направления методологии оценки риска / Ю.А. Рахманин, С.М. Новиков, Т.А. Шашина // Гигиена и санитария. – 2007. – № 3. – С. 3–8.

2. Даутов Ф.Ф. Влияние загрязнения атмосферного воздуха на аллергологическую заболеваемость детей в крупном промышленном городе / Ф.Ф. Даутов, Р.Ф. Хакимова, Н.З. Юсупова // Гигиена и санитария. – 2007. – № 2. – С. 10–12.

3. Суржиков В.Д. Оценка и управление риском для здоровья от многокомпонентного загрязнения окружающей среды крупного центра металлургии / В.Д. Суржиков, Д.В. Суржиков // Гигиена и санитария. – 2005. – № 5. – С. 32–35.

4. Степанова Н.В. Влияние комплекса метеорологических условий на загрязнение атмосферного воздуха города / Н.В. Степанова, А.П. Шлычков // Казанский медицинский журнал. – 2004. – Том. 85. – № 5. – С. 380–383.

5. Чурсин А.С. К прогнозу загрязнения атмосферного воздуха г. Усть-Каменогорска [Электронный ресурс] // www.rusnauka.com/ 12\_EN\_2008/ Ecologia/31359.doc.htm (дата обращения 19.02.2013 г.).

### References

1. Rakhmanin Yu.A. Current Trends in Risk Assessment Methodology / Yu.A. Rakhmanin, S.M. Novikov, T.A. Shashina // Gigena i sanitariya. 2007. no. 3. pp. 3–8.

2. Dautov F.F. Air Pollution Effect on Allergy Morbidity in Children in the Large Industrial City / F.F. Dautov, R.F. Khakimova, N.Z. Yusupova // Gigena i sanitariya. 2007. no. 2. pp. 10–12.

3. Surzhikov V.D. Assessment and Management of Health Risk Associated with Multicomponent Air Pollution in the Large Metallurgical Centre / V.D. Surzhikov, D.V. Surzhikov // Gigena i sanitariya. 2005. no. 5. pp. 32–35.

4. Stepanova N.V. Meteorology effect on air pollution in the city / N.V. Stepanova, A.P. Shlychokov // Kazanskiy meditsinskiy zhurnal. 2004. Tom. 85. no. 5. pp. 380–383.

5. Chursin A.S. To forecast of air pollution in Ust-Kamenogorsk [e-resource] // www.rusnauka.com/ 12\_EN\_2008/ Ecologia/31359.doc.htm (date of circulation 19.02.2013 г.).

### Рецензенты:

Попов В.И., д.м.н., профессор, заведующий кафедрой общей гигиены, ГБОУ ВПО ВГМА им. Н.Н. Бурденко, г. Воронеж;

Гревцова Е.А., д.м.н., профессор кафедры охраны здоровья и безопасности жизнедеятельности, ГБОУ ВПО РГУ имени С.А. Есенина, г. Рязань.

Работа поступила в редакцию 16.05.2013.