

**ОРИГИНАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ**

---

© Ляпкало А.А., Дементьев А.А., Цурган А.М., 2015  
УДК 614.71(470.313)

**ВЛИЯНИЕ НАПРАВЛЕНИЯ ВЕТРА НА КАЧЕСТВО  
АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА В ИСТОРИЧЕСКОМ ЦЕНТРЕ г. РЯЗАНИ  
В ТЕПЛОЕ ВРЕМЯ ГОДА**

А.А. ЛЯПКАЛО, А.А. ДЕМЕНТЬЕВ, А.М. ЦУРГАН

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

---

**THE INFLUENCE OF WIND DIRECTION ON QUALITY  
TMOSPHERIC AIR IN THE HISTORIC CENTRE RYAZAN  
IN THE WARMER MONTHS**

A.A. LYAPKALO, A.A. DEMENTEV, A.M. TSURGAN

Ryazan State Medical University, Ryazan

**В статье приводятся результаты изучения суточной динамики концентраций оксидов азота и серы в атмосферном воздухе в историческом центре г. Рязани и влияние на них направления ветрового потока. Исследование показало, что максимально-разовые концентрации оксидов азота и серы в атмосферном воздухе в историческом центре г. Рязани не превышали нормативных значений. В рабочие дни содержание оксидов азота и диоксида серы в атмосферном воздухе в основном определялось источниками загрязнения, расположенными в центре города, при этом наибольшие концентрации формировались в безветренную погоду. В выходные дни наибольшее влияние на содержание оксидов азота в атмосферном воздухе оказывала окружная дорога.**

*Ключевые слова:* загрязнение, атмосферный воздух, оксиды азота, диоксид серы, направление ветра, окружная дорога.

---

The article presents the results of a study of the daily dynamics of the concentrations of nitrogen oxides and sulfur in the ambient air in the historic center, Ryazan and influence the direction of the wind flow at these concentrations. The study showed that the maximum single concentrations of oxides of nitrogen and sulfur at atmospheric air in the historic centre, Ryazan did not exceed the standard values. On working days the concentration of nitrogen oxides and sulfur dioxide in the ambient air were determined sources of pollution located in the city centre, with the largest concentration was formed in calm weather. At the weekend the greatest impact on concentration of nitrogen oxides in ambient air had a circumferential highway.

*Keywords:* pollution, air, nitrogen oxides, sulfur dioxide, wind direction, circumferential highway.

### **Введение**

Качество атмосферного воздуха является фактором, определяющим состояние здоровья городского населения [6, 7]. Многочисленными исследованиями показана приоритетная роль автотранспорта в загрязнении атмосферного воздуха городов [1, 2]. В ранее выполненных исследованиях проводился анализ результатов мониторинга качества атмосферного воздуха в северо-западной и юго-восточной частях г. Рязани по данным автоматической станции контроля атмосферного воздуха «Скат». Были выявлены критические интервалы время, характеризующиеся наибольшими концентрациями загрязняющих веществ в атмосферном воздухе [3].

### **Цель исследования**

Изучение суточной динамики концентраций оксидов азота и серы в

атмосферном воздухе в историческом центре г. Рязани и влияние на них направления ветрового потока.

### **Материалы и методы**

Суточная динамика концентраций оксидов азота ( $\text{NO}$ ,  $\text{NO}_2$ ) и диоксида серы изучалась по данным измерительного комплекса «СКАТ», который также позволяет определить метеопараметры воздуха в месте забора пробы: скорость, направление движение и влажность. Так как вышеназванный измерительный комплекс расположен на одном из склонов холма (Рязанский Кремль) при обтекании которого ветровой поток может претерпевать существенные изменения [4], мы согласовывали направления ветров, зафиксированных «СКАТ» с дневником погоды города Рязани [5]. В дальнейшем был проведен анализ суточной динамики максимально ра-

зовых концентраций вышеназванных загрязняющих веществ в зависимости от направления ветра. При этом фактические направления ветров группировались в два интегральных направления: 1 – с подветренной стороны относительно северной окружной дороги, 2 – с подветренной стороны относительно центральной части города.

### Результаты и их обсуждение

В результате исследований были установлены усредненные макси-

мально разовые концентрации рассматриваемых загрязняющих веществ в атмосферном воздухе, характерные для теплого периода года (табл. 1).

Из представленных данных следует, что максимально-разовые концентрации оксидов азота и серы в атмосферном воздухе в районе Рязанского Кремля не превышал 0,07 ПДК<sub>м.р.</sub> и наблюдались для оксидов азота в интервале 6.00 – 9.00, а для диоксида сера в более широком временном интервале с 6.00 до 12.00.

Таблица 1

### *Усредненные максимально-разовые концентрации оксидов азота и серы в районе Рязанского Кремля в теплое время года*

| Время   | Концентрации, мг/м <sup>3</sup> |                 |                 |
|---------|---------------------------------|-----------------|-----------------|
|         | ON                              | NO <sub>2</sub> | SO <sub>2</sub> |
| 00:00   | 0,0003                          | 0,0231          | 0,0002          |
| 03:00   | 0,0002                          | 0,0114          | 0,0031          |
| 06:00   | 0,0011                          | 0,014           | 0,0055          |
| 09:00   | 0,0033                          | 0,0156          | 0,0054          |
| 12:00   | 0,0011                          | 0,0046          | 0,0038          |
| 15:00   | 0,0005                          | 0,0041          | 0,0012          |
| 18:00   | 0,0003                          | 0,0052          | 0,0011          |
| 21:00   | 0,0001                          | 0,0122          | 0,0028          |
| Средняя | 0,0009±0,0003                   | 0,0113±0,0016   | 0,0029±0,0004   |

Изучение динамики усредненных максимально-разовых концентраций оксидов азота и серы в рабочие дни теплого периода года показало, что на протяжении большей части времени

суток, за исключением 6:00, 18:00 и 21:00, концентрации оксида азота при направлении ветра с окружной дороги были существенно ниже, чем при направлении ветра из города (табл. 2).

Таблица 2

*Усредненные максимально-разовые концентрации оксида азота в районе Рязанского Кремля в рабочие дни теплого времени года в зависимости от преимущественного направления ветра*

| Время   | Концентрации в зависимости от направления ветра, мг/м <sup>3</sup> |                   |               |
|---------|--|-------------------|---------------|
|         | из города  | с окружной дороги | штиль         |
| 0:00    | 0,0004   | 0,0               | 0,0007        |
| 3:00    | 0,0002   | 0,0001            | 0,0001        |
| 6:00    | 0,0004   | 0,0006            | 0,0050        |
| 9:00    | 0,0033   | 0,0025            | 0,0197        |
| 12:00   | 0,0014   | 0,0011            | 0,0           |
| 15:00   | 0,0008   | 0,0007            | 0,0003        |
| 18:00   | 0,0002   | 0,0004            | 0,0004        |
| 21:00   | 0,0  | 0,0               | 0,0003        |
| Средняя | 0,0008±0,0002  | 0,0007±0,0002     | 0,0033±0,0017 |

Среднесезонные концентрации оксида азота при направлении ветра с окружной дороги были в 1,2 и 4,9 раза ниже, таковых, формируемых ветром из города и в условиях штиля соответственно. При этом пиковые концентрации оксида углерода обнаруживались в атмосферном воздухе во время штиля в 9:00 – 12:00.

Обращает на себя внимание, что в отношении суточной динамики максимально-разовых концентраций диоксида азота были получены практически аналогичные данные (табл. 3). При этом временной интервал пиковых концентраций диоксида азота в атмосферном воздухе не изменился для концентраций, формируемых под действием ветров, дующих из города, и сузился (до 18:00) для ветров, дующих со стороны окружной дороги. В условиях штиля временной ин-

тервал пиковых значений расширился, в частности к утреннему максимуму (в 6:00 – 9:00) присоединился ночной (в 0:00).

Для диоксида серы ситуация была несколько иной (табл. 4). На большем протяжении суток (за исключением 15:00), ветра, дующие из центра города, формировали более высокие усредненные за сезон максимально-разовые концентрации, по сравнению с ветрами со стороны окружной дороги. При этом для «городских» ветров выявлен ночной и утренний периоды пиковых значений (3:00 – 9:00), тогда как для ветров со стороны окружной дороги – утренне-дневной (9:00 – 15:00) и ночной (21:00) временные интервалы наибольших концентраций. Для штиля был характерен ночной интервал пиковых значений с 21:00 до 00:00.

Таблица 3

**Усредненные максимально-разовые концентрации диоксида азота в районе Рязанского Кремля в рабочие дни теплого времени года в зависимости от преимущественного направления ветра**

| Время   | Концентрации в зависимости от направления ветра, мг/м <sup>3</sup> |                   |               |
|---------|--|-------------------|---------------|
|         | из города  | с окружной дороги | штиль         |
| 0:00    | 0,02   | 0,0012            | 0,0382        |
| 3:00    | 0,0118   | 0,0078            | 0,0149        |
| 6:00    | 0,0134   | 0,0064            | 0,0304        |
| 9:00    | 0,0175   | 0,0095            | 0,0748        |
| 12:00   | 0,0053   | 0,005             | 0             |
| 15:00   | 0,0065   | 0,0034            | 0,0018        |
| 18:00   | 0,0053   | 0,0084            | 0,0045        |
| 21:00   | 0,0111   | 0,0065            | 0,0165        |
| Средняя | 0,0114±0,0014  | 0,006±0,0007      | 0,0226±0,0062 |

Таблица 4

**Усредненные максимально-разовые концентрации диоксида серы в районе Рязанского Кремля в рабочие дни теплого времени года в зависимости от преимущественного направления ветра**

| Время   | Концентрации в зависимости от направления ветра, мг/м <sup>3</sup> |                   |               |
|---------|--|-------------------|---------------|
|         | из города  | с окружной дороги | штиль         |
| 0:00    | 0,0008   | 0,0004            | 0,0059        |
| 3:00    | 0,0059   | 0,0002            | 0,0008        |
| 6:00    | 0,0094   | 0,0001            | 0,001         |
| 9:00    | 0,0105   | 0,0007            | 0,0012        |
| 12:00   | 0,0013   | 0,001             | 0,0           |
| 15:00   | 0,0007   | 0,0008            | 0,0011        |
| 18:00   | 0,0006   | 0,0004            | 0,0019        |
| 21:00   | 0,0015   | 0,0007            | 0,0048        |
| Средняя | 0,0038±  | 0,0005±0,00006    | 0,0021±0,0005 |

Анализ суточного хода усредненных максимально-разовых концентраций оксида азота в выходные дни показал, что их наибольшие значения формировались с 6 до 15:00 при

ветрах, дующих со стороны окружной дороги (табл. 5). При этом их пиковое значение составило 0,0034 мг/м<sup>3</sup> и регистрировалось в утренний час пик (9:00).

Таблица 5

*Усредненные максимально-разовые концентрации оксида азота в районе Рязанского Кремля в выходные дни теплого времени года в зависимости от преимущественного направления ветра*

| Время   | Концентрации в зависимости от направления ветра, мг/м <sup>3</sup> |                   |                |
|---------|--|-------------------|----------------|
|         | из города  | с окружной дороги | штиль          |
| 0:00    | 0,0  | 0,0               | 0,0            |
| 3:00    | 0,0  | 0,0               | 0,0004         |
| 6:00    | 0,0  | 0,0010            | 0,0002         |
| 9:00    | 0,0013   | 0,0034            | 0,0            |
| 12:00   | 0,0002   | 0,0004            | 0,0            |
| 15:00   | 0,0  | 0,0002            | 0,0001         |
| 18:00   | 0,0003   | 0,0               | 0,0            |
| 21:00   | 0,0  | 0,0               | 0,0            |
| Средняя | 0,0003±0,0001  | 0,0007±0,0003     | 0,0001±0,00004 |

Наименьшая среднесезонная концентрация оксида азота была характерна для штиля, при этом подъем концентрации оксида азота в атмосферном воздухе был характерен для ночных часов и раннего утра (3:00 и 6:00). В утренние часы выходных дней теплого периода года максимально-разовые концентрации диок-

сида азота, формирующиеся при ветрах, дующих со стороны окружной дороги, и штиле находились в пределах, соответственно 0,0149 – 0,0190 мг/м<sup>3</sup> и 0,0169 – 0,0348 мг/м<sup>3</sup> и были существенно выше, аналогичных концентраций регистрируемых при преимущественном направлении ветра из города (табл. 6).

Таблица 6

*Усредненные максимально-разовые концентрации диоксида азота в районе Рязанского Кремля в выходные дни теплого времени года в зависимости от преимущественного направления ветра*

| Время   | Концентрации в зависимости от направления ветра, мг/м <sup>3</sup> |                   |               |
|---------|--|-------------------|---------------|
|         | из города  | с окружной дороги | штиль         |
| 0:00    | 0,0113   | 0,0168            | 0,0348        |
| 3:00    | 0,0025   | 0,0149            | 0,0169        |
| 6:00    | 0,0032   | 0,0190            | 0,0289        |
| 9:00    | 0,0104   | 0,0098            | 0,0           |
| 12:00   | 0,0025   | 0,0027            | 0,0           |
| 15:00   | 0,0023   | 0,0019            | 0,0010        |
| 18:00   | 0,0043   | 0,0014            | 0,0038        |
| 21:00   | 0,0083   | 0,0042            | 0,0093        |
| Средняя | 0,0048±0,0008  | 0,0077±0,0017     | 0,0086±0,0026 |

Во второй половине дня (с 15:00 – 21:00) содержание диоксида азота в атмосферном воздухе при направлении ветра из города находилось в пределах 0,0023 – 0,0083 мг/м<sup>3</sup>, и было существенно выше, чем в аналогичные часы при противоположном направлении ветра.

В штиль регистрировались наибольшие концентрации диоксида азота

в атмосферном воздухе. При этом отчетливо прослеживались три временных максимума: ночной (0:00 – 3:00), утренний (6:00) и вечерний (21:00).

Ночью и ранним утром выходных дней (0:00 – 6:00) наибольшие концентрации диоксида серы в атмосферном воздухе формировались в безветренную погоду (табл. 7). Аналогичная ситуация наблюдалась и в 18:00.

Таблица 7

**Усредненные максимально-разовые концентрации диоксида серы в районе Рязанского Кремля в выходные дни теплого времени года в зависимости от преимущественного направления ветра**

| Время | Концентрации в зависимости от направления ветра, мг/м <sup>3</sup> |                   |                |
|-------|--|-------------------|----------------|
|       | из города  | с окружной дороги | штиль          |
| 0:00  | 0,0004   | 0,0003            | 0,0013         |
| 3:00  | 0,0002   | 0,0003            | 0,0006         |
| 6:00  | 0,0003   | 0,0003            | 0,0006         |
| 9:00  | 0,0008   | 0,0012            | 0,0            |
| 12:00 | 0,0003   | 0,0009            | 0,0            |
| 15:00 | 0,0  | 0,0015            | 0,0            |
| 18:00 | 0,0002   | 0,0               | 0,0007         |
| 21:00 | 0,0008   | 0,0               | 0,0003         |
| Ср    | 0,0004±0,00004   | 0,0006±0,00016    | 0,0003±0,00008 |

При ветрах, дующих со стороны окружной дороги в период с 9:00 до 15:00 максимально-разовые концентрации диоксида серы в атмосферном воздухе находились в пределах 0,0009 – 0,0015 мг/м<sup>3</sup> и были выше, чем при направлении ветра из города.

**Выводы**

1. Максимально-разовые концентрации оксидов азота и серы в ат-

мосферном воздухе в историческом центре г. Рязани не превышали нормативных значений.

2. В рабочие дни содержание оксидов азота и диоксида серы в атмосферном воздухе в основном определялось источниками загрязнения, расположенными в центре города, при этом наибольшие концентрации формировались в безветренную погоду.

3. В выходные дни наибольшее влияние на содержание оксидов азота в атмосферном воздухе оказывала окружающая дорога, что вероятно связано с интенсификацией транспортных потоков. Безветренная погода является фактором риска увеличения концентрации диоксида серы в атмосферном воздухе.

### Литература

1. Ляпкало А.А. Динамика воздействия транспортных потоков на приземный слой атмосферного воздуха в районе транспортной развязки №2 «Северного обвода» / А.А. Ляпкало, А.А. Дементьев, А.М. Цурган // Наука молодых. – 2013. – №4. – С. 112-116.

2. Ляпкало А.А. Динамика воздействия транспортных потоков в районе ул.Каширина на атмосферный воздух до и после введения в строй развязки №1 «Северного обвода» / А.А. Ляпкало, А.А. Дементьев, А.М. Цурган // Наука молодых. – 2013. – №3. – С. 75-79.

3. Ляпкало А.А. Мониторинг ка-

чества атмосферного воздуха областного центра / А.А. Ляпкало, А.А. Дементьев, А.М. Цурган // Российский медико-биологический вестник им. акад. И.П. Павлова. – 2013. – №4. – С. 83-89.

4. Методика расчета концентрации в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятия. ОНД-86. – М.: Госкомгидромет, 1987. – С. 19-22.

5. Дневник погоды в Рязани за Июнь 2014 г. – Режим доступа: [www.pogodaiklimat.ru](http://www.pogodaiklimat.ru).

6. Хотько Н. И. К методологии критериальной оценки экологического благополучия и медико-биологического состояния здоровья населения / Н.И. Хотько, В.Н. Чупис // Химическая безопасность РФ в современных условиях: сб. тр. науч.-практ. конф. (27-28 мая 2010 г.). – СПб., 2010. – С. 145-148.

7. Air Pollution from Traffic at the Residence of Children with Cancer // *Am J Epidemiol.* – 2001. – Vol. 153. – P. 433-443.

---

### СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Дементьев Алексей Александрович – канд. мед. наук, доц. кафедры общей гигиены и экологии ГБОУ ВПО РязГМУ Минздрава России, г. Рязань.  
E-mail: [ecology-rgmu@mail.ru](mailto:ecology-rgmu@mail.ru)

Ляпкало Александр Андреевич – д-р мед. наук, проф., зав. кафедрой общей гигиены и экологии ГБОУ ВПО РязГМУ Минздрава России, г. Рязань.  
E-mail: [ecology-rgmu@mail.ru](mailto:ecology-rgmu@mail.ru)