

УДК 614.71:615.9

## ЗАГРЯЗНЕНИЕ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА СОЕДИНЕНИЯМИ СВИНЦА И ПРОДУКТАМИ СГОРАНИЯ ТОПЛИВА

Дементьев А. А.

*ГБОУ ВПО «Рязанский государственный медицинский университет имени академика И. П. Павлова» Минздрава России, Рязань, Россия (390026, Рязань, ул. Высоковольтная, 9), e-mail: rzgmu@rzgmu.ru*

**В статье приводятся результаты моделирования рассеивания в атмосферном воздухе основных продуктов сгорания органического топлива, свинца и его соединений от приоритетных стационарных источников и автомобильного транспорта с последующим расчетом максимально-разовых концентраций. Проведено ранжирование районов города по уровню загрязнения атмосферного воздуха. Показана роль автомобильного транспорта и стационарных источников в формировании загрязнения атмосферного воздуха отдельных селитебных территорий. В результате исследования установлено, что в загрязнении атмосферного воздуха диоксидом азота, оксидом углерода, углеводородами определяющее значение имеет автомобильный транспорт, тогда как на содержание в атмосферном воздухе диоксида серы и сажи больше всего влияют выбросы стационарных источников. Загрязнение атмосферного воздуха свинцом в центре города в основном определяется выбросами автомобильного транспорта, а в спальном микрорайоне Дашково-песочня техногенным воздействием стационарных источников.**

Ключевые слова: продукты сгорания топлива, свинец, качество атмосферного воздуха, автомобильный транспорт, стационарные источники загрязнения.

## POLLUTION OF THE AIR BY PLUMBUM COMPOUNDS AND FUEL COMBUSTION PRODUCTS

Dementiev A. A.

*Ryazan State Medical University, Ryazan, Russia (390026, Ryazan, Vysokovoltnaya st., 9), e-mail: rzgmu@rzgmu.ru*

**In the article there are results of fall-out simulation modeling of the main fuel combustion products of organic fuel, plumbum and its compounds in the air from the prior stationary sources and motor transport with subsequent calculation of maximum concentrations. We did ranking of city districts according to the air pollution level. The role of motor transport and stationary sources in the formation of air pollution in individual city districts was shown. In the result of investigation it was detected that paramount importance in air pollution by nitrogen dioxide, carbon oxide, carbohydrates belongs to motor transport whilst the content of sulphur dioxide and soot depends on emissions of stationary sources. Air pollution by plumbum in the city centre is mainly determined by emissions of motor transport and in Dashkovo-Pesochnya district – by man-made impact of stationary sources.**

Key words: fuel combustion products, plumbum, air quality, motor transport, stationary sources of pollution.

### Введение

В настоящее время одной из актуальных проблем гигиены является загрязнение атмосферного воздуха городов выбросами автомобильного транспорта. В 2011 году по данным Федеральной службы государственной статистики с выбросами автотранспорта в атмосферный воздух Российской Федерации поступило 13325 тыс. тонн загрязняющих веществ, что составляет 59,2 % от валового выброса [4]. При этом вклад выбросов автотранспорта в загрязнение атмосферного воздуха крупных городов с развитой транспортно-дорожной сетью и интенсивным движением может достигать 90 % [1,3].

Многочисленными исследованиями выявлено неблагоприятное влияние загрязнения атмосферного воздуха на здоровье населения, что проявляется увеличением детской и под-

ростковой заболеваемости, повышением числа заболеваний сердечно-сосудистой системы и органов дыхания, отрицательно влияет на демографические показатели [4, 5, 6].

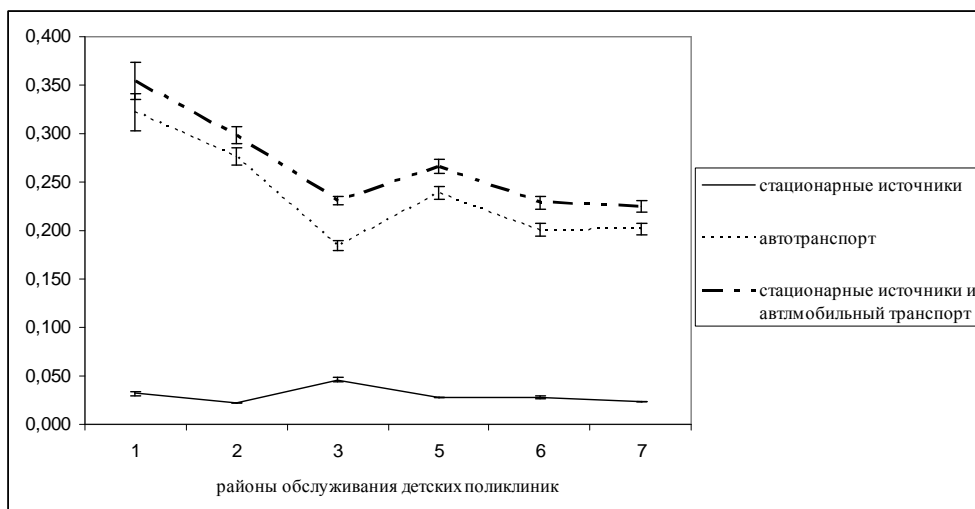
Цель работы: определение влияния выбросов автомобильного транспорта и основных стационарных источников загрязнения на качество атмосферного воздуха селитебных территорий.

### **Материалы и методы исследования**

На основании данных о выбросах диоксида азота и серы, оксида углерода, сажи, углеводородов и свинца от приоритетных стационарных источников и автомобильного транспорта было проведено моделирование их максимально-разовых концентраций в атмосферном воздухе в районах обслуживания детских поликлиник города. Районы обслуживания первой, второй и пятой поликлиник располагаются в основной части города, тогда как территории обслуживания третьей, шестой и седьмой поликлиник находятся в пространственно отделенных спальных районах города, расположенных на северо-западе и юго-востоке города. Рассеивание проводилось при наихудших метеорологических условиях с помощью программы «Эколог - 3» для каждого типа источников отдельно и при их совместном воздействии на атмосферный воздух для теплого и холодного сезонов года с расчетом максимально-разовых концентраций загрязняющих веществ на высоте двух метров от земной поверхности. Проведено сравнение средних концентраций вышеназванных загрязняющих веществ в атмосферном воздухе и проценту рецепторных точек с расчетными концентрациями, превышающими ПДКм.р. районов обслуживания детских поликлиник города. Статистическая обработка результатов исследования проводилась методом дисперсионного анализа, для парного сравнения средних использовался критерий Тамхейна при уровне значимости ( $p < 0,01$ ).

### **Результаты исследования и их обсуждение**

По уровню загрязнения атмосферного воздуха диоксидом азота первые три ранговых места по максимально-разовым концентрациям в среднем за год от всех источников занимают районы обслуживания первой, второй и пятой детских поликлиник соответственно. По ходу убывания рангового места средняя концентрация  $\text{NO}_2$  снижалась от  $0,354 \text{ мг/м}^3$  до  $0,266 \text{ мг/м}^3$  (рисунок 1), среднее содержание диоксида азота на территориях других детских поликлиник не имело существенных отличий и находилось в пределах  $0,231 - 0,225 \text{ мг/м}^3$ .



**Рис. 1. Средние за год расчетные максимально-разовые концентрации диоксида азота в атмосферном воздухе районов обслуживания детских поликлиник**

Следует отметить, что интегральный уровень загрязнения атмосферного воздуха диоксидом азота в основном определяется выбросами автомобильного транспорта, при этом обусловленные ими средние концентрации диоксида азота в 7 – 12,5 раз превышали таковые, связанные со стационарными источниками. Распределение ранговых мест между изучаемыми районами по среднему содержанию диоксида азота определяется загрязнением атмосферного воздуха выбросами автомобильного транспорта.

Рецепторные точки, в которых расчетные концентрации диоксида азота превышали ПДКм.р., регистрировались на территории всех детских поликлиник. В теплый период года наибольший удельный вес таких точек наблюдался в районах обслуживания второй и пятой детских поликлиник и составил соответственно 86,1 % и 84,6 %, наименьший – на территории третьей детской поликлиники (48,5 %). В холодный период года на территории третьей детской поликлиники удельный вес таких рецепторных точек составил 96,4 % и был наибольшим, а наименьшим был в районе обслуживания седьмой детской поликлиники – 52,8 %.

Выявлена определяющая роль автомобильного транспорта при загрязнении атмосферного воздуха оксидом углерода (таблица 1). При этом распределение районов обслуживания детских поликлиник по средней концентрации оксида углерода от всех источников было таким же, как и при загрязнении только выбросами автотранспорта.

Таблица 1

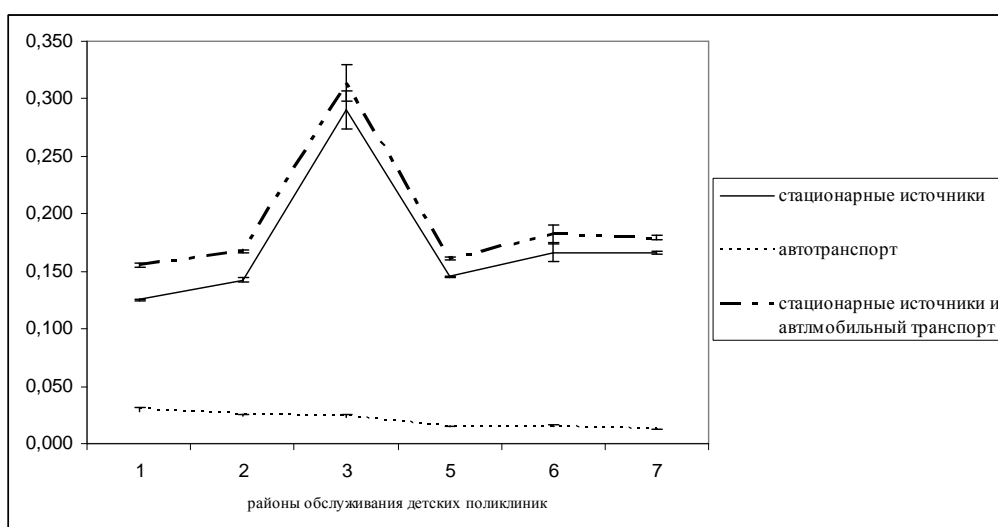
**Средние за год максимально-разовые концентрации оксида углерода в атмосферном воздухе районов обслуживания детских поликлиник, мг/м<sup>3</sup>**

Источники выбросов	Районы обслуживания детских поликлиник					
	Ср., мг/м <sup>3</sup> , при p<0,05					
	1	2	3	5	6	7
Стационарные	0,0102	0,0101	0,019	0,0059	0,0089	0,018

	$\pm 0,0003$	$\pm 0,0004$	$\pm 0,002$	$\pm 0,0004$	$\pm 0,0004$	$\pm 0,003$
Автотранспорт	2,861 $\pm 0,202$	1,951 $\pm 0,072$	0,904 $\pm 0,025$	1,509 $\pm 0,056$	1,146 $\pm 0,051$	1,027 $\pm 0,030$
Стационарные и автотранс- порт	2,871 $\pm 0,202$	1,961 $\pm 0,072$	0,922 $\pm 0,025$	1,515 $\pm 0,056$	1,155 $\pm 0,051$	1,045 $\pm 0,030$

Наибольшим возможным загрязнением атмосферного воздуха оксидом углерода характеризуются участки первой детской поликлиники, а его средняя концентрация составила  $2,871 \text{ мг/м}^3$ . Второе и третье ранговые места занимают территории второй и пятой детских поликлиник, где средние максимально-разовые концентрации оксида углерода составляли  $1,961 \text{ мг/м}^3$  и  $1,515 \text{ мг/м}^3$  соответственно. Далее, в порядке убывания ранговых мест, располагались районы обслуживания шестой, седьмой и третьей детских поликлиник, где среднее содержание оксида углерода колебалось  $1,155 \text{ мг/м}^3$  до  $0,922 \text{ мг/м}^3$ . Статистически значимых сезонных отличий в среднем содержании оксида углерода в атмосферном воздухе сравниваемых районов выявлено не было ( $p < 0,01$ ). Рецепторные точки, в которых расчетные концентрации оксида углерода в атмосферном воздухе превышали ПДКм.р., регистрировались только на участках первой, второй и пятой поликлиник, а их доля была наибольшей в районе обслуживания первой детской поликлиники и составила в теплый и холодный периоды года соответственно 11,7 % и 10,2 %. На территориях второй и пятой поликлиник их доля была существенно ниже и составила: в теплый период года – 1,7 % и 0,9 %, а в холодный период – 1,4 % и 0,6 %.

Исследование показало, что основное значение в загрязнении атмосферного воздуха изучаемых районов диоксидом серы играют стационарные источники (рисунок 2).



**Рис. 2. Средние за год расчетные максимально-разовые концентрации диоксида серы в атмосферном воздухе районов обслуживания детских поликлиник**

Средние концентрации сернистого ангидрида в атмосферном воздухе, обусловленные выбросами стационарных источников, были в 4,2 – 12,9 раза выше, чем от выбросов автомобильного транспорта, поэтому именно стационарные источники определяют уровень интегрального загрязнения атмосферного воздуха диоксидом серы. Наибольший уровень загрязнения атмосферного воздуха сернистым ангидридом регистрировался на территории третьей детской поликлиники, а его средняя концентрация составила  $0,314 \text{ мг/м}^3$ . На участках других детских поликлиник средние концентрации диоксида серы были существенно ниже ( $p < 0,01$ ), а средние концентрации колебались от  $0,179 \text{ мг/м}^3$  до  $0,182 \text{ мг/м}^3$ . Максимальные уровни интегрального загрязнения атмосферного воздуха диоксидом серы были отмечены в холодный период года, а средние концентрации сернистого ангидрида в воздухе районов обслуживания третьей и шестой детских поликлиник составили соответственно  $0,509 \text{ мг/м}^3$  и  $0,270 \text{ мг/м}^3$ . Более выраженное загрязнение атмосферного воздуха сернистым ангидридом в холодный период года скорее всего обусловлено увеличением объемов выбросов от предприятий топливно-энергетического комплекса. Рецепторные точки, в которых расчетные концентрации диоксида серы превышали ПДКм.р., регистрировались только на участках третьей детской поликлиники в холодный период года, и доля их составила около 58 %. На территории шестой поликлиники в 0,4 % рецепторных точек содержание диоксида серы превышало ПДКм.р.

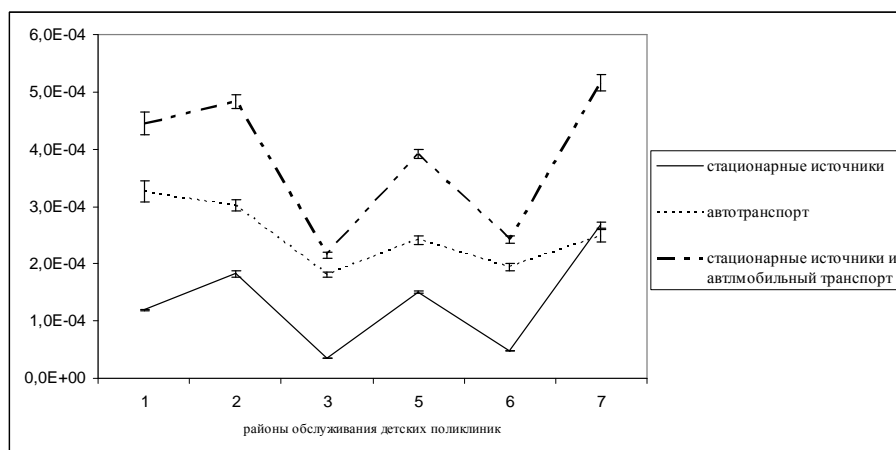
Наибольшие средние концентрации сажи, поступающей в атмосферный воздух с выбросами стационарных и передвижных источников, создавались в районах обслуживания пятой и первой детских поликлиник и составили  $0,021 \text{ мг/м}^3$  и  $0,020 \text{ мг/м}^3$  соответственно. На территории седьмой и второй детских поликлиник среднее содержание сажи составило  $0,016 \text{ мг/м}^3$  и было достоверно ниже, чем в районах обслуживания пятой и первой поликлиник, но выше, чем на территориях третьей и шестой детских поликлиник ( $p < 0,01$ ). Существенных сезонных отличий в загрязнении атмосферного воздуха сажей выявлено не было. Во всех рецепторных точках на сравниваемых территориях ее расчетные концентрации соответствовали гигиеническим нормативам. При этом средние концентрации сажи в атмосферном воздухе, обусловленные выбросами автомобильного транспорта, в 1,6 – 4,4 раза превышали таковые, связанные с загрязнением воздуха стационарными источниками. Таким образом, передвижные источники оказывают определяющее влияние на загрязнение атмосферного воздуха селитебных территорий сажей.

Интегральный уровень загрязнения атмосферного воздуха сравниваемых районов углеводородами в основном определялся выбросами автомобильного транспорта, так как средние концентрации углеводородов, обусловленные выбросами стационарных источников, носили следовые количества и находились в пределах  $0,0001 - 0,0028 \text{ мг/м}^3$ . Первые три ранго-

вых места по уровню загрязнения атмосферного воздуха углеводородами приходились на районы обслуживания первой, второй и пятой детских поликлиник, а средние концентрации углеводородов в атмосферном воздухе этих районов снижались с  $0,452 \text{ мг/м}^3$  до  $0,271 \text{ мг/м}^3$  с увеличением рангового места. Среднее содержание углеводородов в атмосферном воздухе территории шестой детской поликлиники составило  $0,213 \text{ мг/м}^3$  и было статистически достоверно ниже, чем в вышеназванных районах, однако, выше, чем в районе обслуживания третьей детской поликлиники ( $p < 0,01$ ). Только в атмосферном воздухе на участках второй детской поликлиники средняя концентрация углеводородов в теплый период года ( $0,368 \text{ мг/м}^3$ ) была достоверно выше, чем в холодный период года –  $0,316 \text{ мг/м}^3$  ( $p < 0,01$ ). Рецепторные точки, в которых расчетные концентрации углеводородов в атмосферном воздухе превышали ПДКм.р., отмечались только на территориях обслуживания первой и второй детских поликлиник. В теплый период года их удельный вес от общего числа расчетных точек составил 7,6 % и 1,0 % соответственно, а в холодный – 6,3 % и 0,7 %.

На территориях поликлиник, за исключением участков седьмой детской поликлиники, средние концентрации свинца в атмосферном воздухе, связанные с выбросами автотранспорта, в 1,6 – 5,2 раза превышали концентрации, обусловленные выбросами стационарных источников ( $p < 0,01$ ) (рисунок 3).

Наибольшая средняя концентрация свинца, обусловленная суммарным загрязнением атмосферного воздуха обеими группами источников, наблюдалась на участках седьмой детской поликлиники и составила  $5,2\text{E-}04 \text{ мг/м}^3$ . Эта территория также занимала первое ранговое место по содержанию свинца при рассеивании выбросов от стационарных источников. На втором и третьем ранговых местах расположились территории второй и первой детских поликлиник, а средние концентрации свинца составили соответственно  $4,8\text{E-}04 \text{ мг/м}^3$  и  $4,5\text{E-}04 \text{ мг/м}^3$  ( $p < 0,05$ ), на участках пятой, шестой и третьей детских поликлиник средние концентрации свинца колебались от  $3,9\text{E-}04 \text{ мг/м}^3$  до  $2,2\text{E-}04 \text{ мг/м}^3$ . На территориях второй и седьмой поликлиник средние концентрации свинца в атмосферном воздухе в теплый период года ( $5,3\text{E-}04 \text{ мг/м}^3$  и  $5,7\text{E-}04 \text{ мг/м}^3$ ) и были достоверно выше, в холодный период года ( $4,4\text{E-}04 \text{ мг/м}^3$  и  $4,6\text{E-}04 \text{ мг/м}^3$ ). Сходная закономерность была выявлена при изучении сезонных особенностей загрязнения атмосферного воздуха выбросами автомобильного транспорта.



**Рис. 3. Средние за год расчетные максимально-разовые концентрации соединений свинца в атмосферном воздухе районов обслуживания детских поликлиник**

Исследование показало, что наибольшая доля рецепторных точек, в которых расчетные концентрации свинца превышали ПДК<sub>м.р.</sub>, отмечалась в районе обслуживания второй поликлиники в теплый период года и составила 5,1 %, в холодный период года – 1,4 %. На участках первой поликлиники в теплый и холодный периоды года процент превышений ПДК<sub>м.р.</sub> имел близкие значения, соответственно 4,9 % и 4,4 %. В районе обслуживания седьмой детской поликлиники такие рецепторные точки регистрировались только в теплый период года, а их удельный вес от общего количества расчетных точек составил 1,9 %.

### **Заключение**

Таким образом, результаты выполненного исследования свидетельствуют о том, что в загрязнении атмосферного воздуха диоксидом азота, оксидом углерода, углеводородами определяющее значение имеет автомобильный транспорт, а диоксидом серы и сажей – стационарные источники. Загрязнение атмосферного воздуха свинцом в районе первой и второй детских поликлиник в основном определяется выбросами автомобильного транспорта, а в районе седьмой поликлиники техногенным воздействием стационарных источников.

### **Список литературы**

1. 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.
2. Денисова Е. Л. Влияние факторов среды обитания на состояние здоровья населения (на примере г. Орехово-Зуево) / Е. Л. Денисова, А. И. Горшков, Н. П. Ляхова // Гигиена и санитария. – 2005. – № 1. – С. 6-8.

3. Лобанов Е. М. Пропускная способность автомобильных дорог / Е. М. Лобанов, В. В. Сильянов и др. – М.: Транспорт, 1970. – 146 с.
4. Охрана окружающей среды в России. 2012: Стат. сб. / Росстат. – 0-92. – М., 2012.
5. Савченко М. Ф. Проблемы медицины окружающей среды в Сибири / М. Ф. Савченко, Е. Д. Савилов // Гигиена и санитария. – 2006. – № 1. – С. 19-20.
6. Сетко А. Г. Медицина окружающей среды и санитарно-гигиенический мониторинг на урбанизированных и сельских территориях / А. Г. Сетко, В. М. Боев // Гигиена и санитария. – 2006. – № 1. – С. 20-22.

**Рецензенты:**

Гревцова Екатерина Адексеевна, д-р мед. наук, профессор кафедры охраны здоровья и безопасности жизнедеятельности, ГБОУ ВПО РГУ имени С. А. Есенина, г. Рязань.

Авчинников Андрей Васильевич, д-р мед. наук, профессор, заведующий кафедрой общей гигиены ГБОУ ВПО «Смоленская государственная медицинская академия» Минздрава России, г. Смоленск.