

ОРИГИНАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

© Романкова Ю.Н., 2012  
УДК 614.71

**ХАРАКТЕРИСТИКА ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА  
ПРОДУКТАМИ СГОРАНИЯ АВТОМОБИЛЬНОГО ТОПЛИВА  
НА ТЕРРИТОРИИ АСТРАХАНСКОЙ ОБЛАСТИ  
В ДИНАМИКЕ С 2000 ПО 2009 ГГ.**

*Ю.Н. Романкова*

Астраханская государственная медицинская академия, Астрахань

**Проведено исследование загрязнения атмосферного воздуха продуктами сгорания автомобильного топлива в Астраханской области в динамике с 2000 по 2009 гг. В результате выявлен статистически достоверный рост вредных для здоровья населения химических веществ. Концентрация большинства химических веществ обладающих суммацией действия превышала 1,0 (единицу) на протяжении всего периода наблюдения. Индекс загрязнения атмосферы, начиная с 2003 года, характеризовался как высокий.**

*Ключевые слова:* атмосферный воздух, продукты сгорания, автомобильное топливо, гигиеническая оценка.

Атмосферные поллютанты представляют собой химические вещества самых различных классов, отличающихся по составу, механизму действия и степени патогенности. Большое число соединений, особенно продукты неполного сгорания, накапливаются в атмосфере и могут преобразовываться в еще более токсичные вещества. И, хотя каждый ксенобиотик воздействует на организм человека в сравнительно небольших количествах, суммарное их действие может иметь неблагоприятные последствия – как ближайшие, так и отдаленные.

На сегодня в России экологические факторы вышли, по мнению многих авторов на одно из первых мест среди других, формирующих здоровье (генетических, климатических, эндемических, эпидемиологических, социальных, биологических) [2, 4, 5, 7].

Значительное техногенное воздействие испытывают практически все компоненты природы (воздух, вода, почва и др.). При этом одним из наиболее важных факторов среды с точки зрения возможного влияния на здоровье населения, остаётся

химический состав атмосферного воздуха, так как его необходимость для человека делает этот фактор наиболее значимым среди компонентов среды обитания [1].

Непрерывный рост числа автомобилей на магистралях, многие из которых обладают низкими экологическими характеристиками, сделал автомобиль главным источником загрязнения атмосферного воздуха в крупных городах и вблизи магистралей.

**Материалы и методы**

Источником информации являлись мониторинговые данные Астраханского областного центра по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды, а также Федерального бюджетного учреждения здравоохранения «Центр гигиены и эпидемиологии в Астраханской области». Для описания тенденций динамики показателей применялся метод корреляционно-регрессионного анализа.

Для описания тенденций динамики показателей применялся метод корреляционно-регрессионного анализа [3, 6].

В качестве аппроксимирующей функции использовалось уравнение типа

$y = a + bx$ . В этом уравнении наибольший интерес представляет коэффициент регрессии «b» (угловой коэффициент), который показывает направление и величину регрессии изучаемого показателя. Так, если один показатель в динамике растет, а другой снижается, то перед «b» будет знак «-». Если же оба показателя в динамике растут или снижаются, то перед «b» будет знак «+». Основной статистический смысл углового коэффициента состоит в том, что он демонстрирует, на сколько в среднем в каждый интервал изучаемого периода времени (в нашем случае – в среднем за год) изменялась величина показателя в зависимости от показателя времени (год) или любого другого изменяющегося во времени показателя.

Так же нами учитывались такие характеристики как коэффициент корреляции «r» и коэффициент детерминации «D». Величина «r» в данном случае позволяет оценить выраженность имеющейся тенденции. Так, если  $0,7 \geq r \leq 1,0$ , то тенденция считается выраженной, если  $0,3 \geq r < 0,7$ , то тенденция считается неустойчивой (формирующейся), а если  $0,0 \geq r < 0,3$ , то о какой-либо тенденции в динамике показателя говорить нельзя и этот показатель за анализируемый период времени следует считать стабилизированным (в пределах доверительного интервала среднего значения) [3, 8].

Коэффициент детерминации «D» показывает, какая доля (%) вариации изучаемого показателя (y) объясняется (в нашем случае) временным или любым другим фактором (x) изменяющимся во времени. Считается, что если  $D > 60\%$ , то

это свидетельствует о существенном влиянии фактора времени либо другого фактора, изменяющегося во времени, на динамику исследуемого показателя [6, 9].

#### Результаты и их обсуждение

Отработавшие газы автомобилей с карбюраторными двигателями в числе наиболее токсичных компонентов содержат оксид углерода, оксиды азота, углеводороды, а газы дизелей – оксиды азота, углеводороды, сажу и сернистые соединения.

В настоящем исследовании, которое охватывает период с 2000 по 2009 гг., рассмотрим только некоторые из них, содержащиеся в довольно больших концентрациях и оказывающие наиболее вредное влияние на организм: углерода оксид, азота оксид, азота диоксид, формальдегид, серы диоксид, сероводород.

Рассчитанный в среднем за весь период наблюдения индекс загрязнения атмосферы изученных веществ составил в целом по Астраханской области 7,7616. Для ранжирования поллютантов необходимо фактическую концентрацию разделить на среднесуточную предельно допустимую концентрацию (ПДКсс) данного поллютанта. Таким образом, в среднем за весь период наблюдения на первом месте находился серы диоксид ( $SO_2$ ), составляя  $0,0482 \text{ мг/м}^3$ . Второе место занимал азота диоксид ( $NO_2$ ), –  $0,0374 \text{ мг/м}^3$ . На третьем месте находился азота оксид (NO) –  $0,0280 \text{ мг/м}^3$ . Четвертое место занимал сероводород ( $H_2S$ ) –  $0,0034 \text{ мг/м}^3$ . На пятом месте находился углерода оксид (CO) –  $1,1164 \text{ мг/м}^3$  и шестое место занимал формальдегид ( $CH_2O$ ) –  $0,0098 \text{ мг/м}^3$  (табл. 1).

Таблица 1

#### Ранжирование концентраций поллютантов в атмосферном воздухе Астраханской области в среднем за период с 2000 по 2009 гг.

Наименование вещества	Фактическая концентрация ( $\text{мг/м}^3$ )	Отношение фактической концентрации к ПДКсс
Серы диоксид	0,0482	0,964
Азота диоксид	0,0374	0,935
Азота оксид	0,0280	0,467
Сероводород	0,0034	0,425
Углерода оксид	1,1164	0,372
Формальдегид	0,0098	0,327

Для выявления тенденций динамики концентраций вредных химических веществ в атмосферном воздухе использовался регрессионный анализ (простая регрессия). Для максимального исключения случайных колебаний и выявления тенденций в динамике изученных показателей в качестве аппроксимирующей функции было взято уравнение линейной модели  $y = a + bx$ .

Анализ полученных данных свидетельствует о том, что три из изученных веществ характеризовались выраженной и статистически достоверной тенденцией к росту показателя концентрации: сероводород ( $b = + 0,0002$ ;  $r = + 0,74$ ;  $D = 54,2\%$ ;  $p = 0,01$ ); азота оксид ( $b = + 0,002$ ;  $r = + 0,81$ ;  $D = 66,2\%$ ;  $p = 0,004$ ); углерода оксид ( $b = + 0,1127$ ;  $r = + 0,77$ ;  $D = 58,7\%$ ;  $p = 0,009$ ). Формирующейся тенденцией к увеличению концентрации в атмосфере характеризовался серы диоксид ( $b = + 0,008$ ;  $r = + 0,40$ ;  $D = 16,8\%$ ;  $p = 0,2$ ) и формальдегид ( $b = + 0,0011$ ;  $r = + 0,60$ ;  $D = 33,4\%$ ;  $p = 0,08$ ). Концентрация азота диоксида была стабилизи-

рована в динамике ( $b = - 0,0005$ ;  $r = - 0,16$ ;  $D = 2,6\%$ ;  $p = 0,6$ ).

Поскольку более половины автомобильного парка приходится на областной центр – г. Астрахань мы сочли целесообразным проведение анализа атмосферного воздуха на предмет загрязнения его химическими соединениями, присущими автомобильному транспорту в г. Астрахани.

Рассчитанный в среднем за весь период наблюдения индекс загрязнения атмосферы изученных веществ составил в целом по г. Астрахани 10,1821. В среднем за весь период наблюдения на первом месте находился азота диоксид ( $\text{NO}_2$ ), составляя  $0,0427 \text{ мг/м}^3$ . Второе место занимал серы диоксид ( $\text{SO}_2$ ) –  $0,0508 \text{ мг/м}^3$ . На третьем месте находился азота оксид ( $\text{NO}$ ) –  $0,0314 \text{ мг/м}^3$ . Четвертое место занимал формальдегид ( $\text{CH}_2\text{O}$ ) –  $0,0145 \text{ мг/м}^3$ . На пятом месте находился сероводород ( $\text{H}_2\text{S}$ ) –  $0,0038 \text{ мг/м}^3$  и шестое место занимал углерода оксид ( $\text{CO}$ ) –  $1,2499 \text{ мг/м}^3$  (табл. 2).

Таблица 2

**Ранжирование концентраций загрязнителей в атмосферном воздухе г. Астрахани в среднем за период с 2000 по 2009 гг.**

Наименование вещества	Фактическая концентрация ( $\text{мг/м}^3$ )	Отношение фактической концентрации к ПДКсс
Азота диоксид	0,0427	1,068
Серы диоксид	0,0508	1,016
Азота оксид	0,0314	0,523
Формальдегид	0,0145	0,483
Сероводород	0,0038	0,475
Углерода оксид	1,2499	0,417

Анализ динамики загрязнителей показал, что четыре из изученных веществ характеризовались выраженной и статистически достоверной тенденцией к росту показателя концентрации: сероводород ( $b = + 0,0003$ ;  $r = + 0,80$ ;  $D = 64,9\%$ ;  $p = 0,004$ ); азота оксид ( $b = + 0,0042$ ;  $r = + 0,76$ ;  $D = 58,4\%$ ;  $p = 0,01$ ); углерода оксид ( $b = + 0,1539$ ;  $r = + 0,77$ ;  $D = 59,0\%$ ;  $p = 0,009$ ); формальдегид ( $b = + 0,0013$ ;  $r = + 0,70$ ;  $D = 47,5\%$ ;  $p = 0,02$ ). Формирующей-

ся тенденцией к увеличению концентрации в атмосфере характеризовался серы диоксид ( $b = + 0,0085$ ;  $r = + 0,42$ ;  $D = 18,2\%$ ;  $p = 0,2$ ). Концентрация азота диоксида была стабилизирована в динамике ( $b = + 0,0007$ ;  $r = + 0,16$ ;  $D = 2,7\%$ ;  $p = 0,6$ ).

Так как в атмосферном воздухе присутствуют несколько химических веществ, правильнее говорить о комплексном (комбинированном) воздействии загрязнителей на организм.

При совместном присутствии в атмосферном воздухе нескольких веществ, обладающих суммацией действия, сумма их концентраций не должна превышать 1 (единицы) при расчете по формуле:

$$\frac{C_1}{ПДК_1} + \frac{C_2}{ПДК_2} + \dots + \frac{C_n}{ПДК_n} \leq 1$$

где:  $C_1, C_2, \dots, C_n$  – фактические концентрации веществ в атмосферном воздухе;

$ПДК_1, ПДК_2, \dots, ПДК_n$  – предельно допустимые концентрации тех же веществ.

В связи с этим из изученных ранее химических веществ нами были определены вещества обладающие суммацией действия и рассчитаны их суммарные концентрации.

Так в среднем за период с 2000 по 2009 гг. из всех изученных нами химических веществ обладающих суммацией действия только сероводород в сочетании с формальдегидом имел суммарную концентрацию по Астраханской области 0,8, а по г. Астрахани 1,0. Суммарная концентрация всех других веществ была больше 1,0 (табл. 3).

Таблица 3

**Суммарная концентрация загрязняющих веществ в атмосферном воздухе Астраханской области и г. Астрахани в среднем за период с 2000 по 2009 гг.**

Химические вещества обладающие суммацией действия	Коэффициент концентрации
Астраханская область	
Сероводород, формальдегид	0,8
Азота диоксид, азота оксид, серы диоксид	2,4
Азота диоксид, углерода оксид, формальдегид	1,6
Азота диоксид, серы диоксид, углерода оксид	2,3
Азота диоксид, серы диоксид	1,9
Серы диоксид, сероводород	1,4
г. Астрахань	
Сероводород, формальдегид	1,0
Азота диоксид, азота оксид, серы диоксид	2,6
Азота диоксид, углерода оксид, формальдегид	2,0
Азота диоксид, серы диоксид, углерода оксид	2,5
Азота диоксид, серы диоксид	2,1
Серы диоксид, сероводород	1,5

Анализ динамики годовых суммарных концентраций вышеперечисленных веществ также показал, что большинство из них превышало 1,0 (единицу) на протяжении всего периода наблюдения с 2000 по 2009 гг.

На завершающем этапе нами был проанализирован индекс загрязнения атмосферы (ИЗА), учитывающий несколько примесей. Величина ИЗА рассчитывается по значениям среднегодовых концентраций. Поэтому данный показатель характеризует уровень хронического, длительного загряз-

нения воздуха. ИЗА учитывает не только концентрации различных веществ, но и вредность их воздействия на здоровье. Он рассчитывается следующим образом:

$$I(n) = \sum_{i=1}^n I_i = \sum_{i=1}^n (qcp\ i / ПДК_{с\ i})^{C_i}$$

где  $qcp\ i$  – среднегодовая концентрация  $i$ -го загрязняющего вещества,  $ПДК_{с\ i}$  – его среднесуточная предельно допустимая концентрация,  $C_i$  – безразмерный коэффициент, позволяющий привести степень вредности  $i$ -ого загрязняющего вещества к

степени вредности диоксида серы. Значения  $C_i$  равны 1,5; 1,3; 1,0 и 0,85 соответ-

ственно для 1, 2, 3 и 4 классов опасности загрязняющего вещества (табл. 4).

Таблица 4

**Показатели индекса загрязнения атмосферы в Астраханской области и г. Астрахани в динамике с 2000 по 2009 гг.**

Годы	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2000-2009
Область	2,779	2,696	5,471	8,379	6,565	13,687	13,281	8,767	7,966	8,011	7,762
Астрахань	2,779	2,697	5,619	8,141	6,578	13,670	13,444	10,940	9,070	9,889	10,182

Как видно из таблицы на протяжении всего периода наблюдения показатели ИЗА в областном центре – г. Астрахани были несколько выше, чем в Астраханской области в целом. Начиная с 2003 г. показатели ИЗА характеризовались как высокие ( $14 < \text{ИЗА} \geq 7$ ).

**Выводы**

1. Проведенный анализ показал, что как в областном центре – г. Астрахани, так и во всей Астраханской области в целом в динамике за период с 2000 по 2009 гг. происходил существенный и статистически достоверный рост вредных для здоровья населения химических веществ – продуктов сгорания топлива в автомобильных двигателях различного типа. При этом в атмосферном воздухе г. Астрахани концентрации изученных веществ были выше, чем в целом по Астраханской области.

2. Анализ динамики годовых суммарных концентраций изученных нами химических веществ обладающих суммацией действия показал, что большинство из них превышало 1,0 (единицу) на протяжении всего периода наблюдения с 2000 по 2009 гг.

3. Анализ динамики индекса загрязнения атмосферы (ИЗА) показал, что в г. Астрахани он был выше, чем в Астраханской области в целом. Начиная с 2003 г. как в области, так и в областном центре – г. Астрахани ИЗА характеризовался как высокий.

**Литература**

1. Берлянд М.Е. Прогноз и регулирование загрязнения атмосферы / М.Е. Берлянд. – Л.: Гидрометеоздат, 1985. – 272 с.

2. Божанов А.А. Социально-экономические последствия взаимодействия автотранспортного комплекса с окружающей средой: автореф. дис. ... канд. соц. наук / А.А. Божанов. – М., 2010. – 28 с.

3. Гублер Е.В. Вычислительные методы анализа и распознавание патологических процессов / Е.В. Гублер. – Л.: Медицина, 1978. – 293 с.

4. Онищенко Г.Г. Актуальные проблемы совершенствования государственного санитарно-эпидемиологического надзора в области гигиены окружающей среды / Г.Г. Онищенко // Гигиена и санитария. – 2002. – №3. – С. 3-9.

5. Пляскина И.В. Центральный регион: эколого-гигиеническая характеристика и динамика состояния здоровья детей и подростков / И.В. Пляскина // ЗН и СО. – 2003. – №1 (118). – С. 11-13.

6. Сепетлиев Д.А. Статистические методы в научных медицинских исследованиях / Д.А. Сепетлиев; под ред. А.М. Меркова. – М.: Медицина, 1968. – 419 с.

7. Социально-гигиенические и экологические аспекты сохранения популяционного здоровья детей и подростков / И.И. Новикова [и др.] // Здоровье населения и среда обитания. – 2005. – №6. – С. 4-12.

8. Шиган Е.Н. Целевые комплексные программы в здравоохранении / Е.Н. Шиган. – М.: Медицина, 1988. – 223 с.

9. Шиган Е.Н. Методы прогнозирования и моделирования в социально-гигиенических исследованиях / Е.Н. Шиган. – М.: Медицина, 1986. – 208 с.

**THE CHARACTERISTICS OF ATMOSPHERE POLLUTION BY  
PRODUCTS OF AUTOMOBILE FUEL COMBUSTION IN THE TERRITORY OF  
THE ASTRAKHAN REGION IN DYNAMICS FROM 2000 – 2009**

*J.N. Romankova*

**An investigation of atmosphere pollution by products of automobile fuel combustion was carried on in the Astrakhan region in dynamics from 2000 to 2009. As a result statistically factual stature of unhealthy chemical substances was uncovered. Most chemical substances concentration, possessing action summatsiya, exceeded 1,0 (unit) throughout the entire period of observation. The atmosphere pollution index was characterized as high since 2003.**

*Key words: air, combustion products, automobile fuel, hygienic assessment.*

Романкова Юлия Николаевна.  
E-mail: nicalisa83@mail.ru.