

## КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА СОДЕРЖАНИЯ БЕНЗ(А)ПИРЕНА В АТМОСФЕРНОМ ВОЗДУХЕ ГОРОДА КАЗАНИ

© 2010 Л.З. Рашитов<sup>1</sup>, А.Б. Галлямов<sup>1</sup>, А.В. Шулаев<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Казанский государственный медицинский университет

<sup>2</sup>Управление здравоохранения Исполнительного комитета г. Казани

Поступила в редакцию 0404.10.2010

В статье описана методика комплексной оценки с использованием трех параметров: содержания бенз(а)пиренп (БП) в воздухе территорий, соотношения показателей загрязненности воздуха БП, динамике показателя загрязненности за ряд лет. Данная методика может использоваться для оценки загрязненности окружающей среды и различными другими веществами.

Ключевые слова: *атмосферный воздух, бенз(а)пирен, ранжирование территории*

Ежегодный рост промышленности и числа автотранспорта в городах приводит к увеличению количества выбросов в атмосферу. Наиболее сильно загрязнена окружающая среда в городах, где размещаются крупные промышленные предприятия. Масштабы роста выбросов отходов в единицу времени значительно превосходят то количество, которое может нейтрализовать окружающая среда. В результате происходит изменение качественной и количественной характеристики загрязнения окружающей среды. Бенз(а)пирен (БП) является, как известно, одним из основных канцерогенов, влияющих на орга-

низм человека, поступаая самым легкодоступным путем – через воздух [2, 4]. И поскольку на этом пути поставить барьеры проникновению вредоносного агента невозможно, следует обратить внимание на поиск ограничений для поступления БП в воздушную среду [1, 3, 5, 6]. В настоящем исследовании была сделана попытка проведение такого анализа в разрезе территории всех районов г. Казани (Вахитовском, Приволжском, Советском, Ново-Савиновском, Авиастроительном, Московском, Кировском) за 2002-2008 гг. Основная информация о содержании БП в воздухе районов г. Казани приведена в табл. 1.

**Таблица 1.** Содержание БП в воздухе в районах г. Казани за 2002-2008 гг. (в мкг/100 м<sup>3</sup>)

Район	2002 г.	2003 г.	2004 г.	2005 г.	2006 г.	2007 г.	2008 г.
Вахитовский	0,08	0,12	0,18	0,21	0,24	0,27	0,308
Приволжский	0,021	0,032	0,040	0,041	0,43	0,05	0,056
Советский	0,096	0,118	0,121	0,123	0,134	0,137	0,145
Ново-Савиновский	0,08	0,10	0,15	0,18	0,21	0,23	0,260
Авиастроительный	0,055	0,076	0,15	0,15	0,15	0,15	0,169
Московский	0,16	0,18	0,19	0,21	0,21	0,22	0,232
Кировский	0,18	0,19	0,22	0,23	0,23	0,24	0,252
В среднем по городу	0,096	0,104	0,150	0,163	0,174	0,185	0,203

Исходя из полученных данных (табл. 1) были рассчитаны коэффициенты наглядности по содержанию БП в воздухе на территории каждого отдельного района в процентах от среднего уровня по городу в целом (табл. 2) и показатели

*Рашитов Ленар Зулфарович, кандидат медицинских наук, старший преподаватель кафедры общей гигиены с курсом радиационной гигиены. E-mail: rashitov\_lenar@mail.ru*  
*Галлямов Альберт Бариевич, доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой общей гигиены с курсом радиационной гигиены. E-mail: radiation@kgmu.kcn.ru*  
*Шулаев Алексей Владимирович, кандидат медицинских наук, доцент, заместитель начальника*

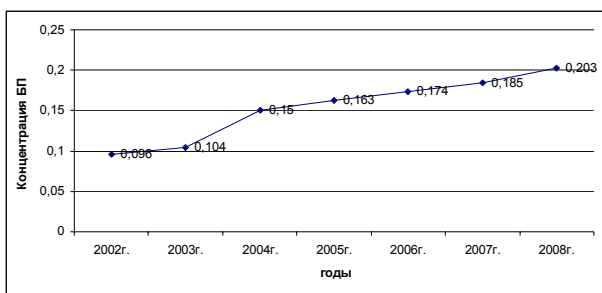
роста концентрации БП по районам г. Казани за 2002-2008 гг. (табл. 3). Данные табл. 1 свидетельствуют, что практически по всем районам г. Казани наблюдается устойчивый рост концентрации БП в воздухе, в большинстве районов имеющий тенденцию к увеличению из года в год без особых колебаний или периодов стабильности (за исключением Авиастроительного района). При этом показатель содержания БП в среднем по г. Казани увеличивался в период с 2004 по 2008 гг. (рис. 1), что свидетельствует о стабильной тенденции к его росту и в ближайшей перспективе.

**Таблица 2.** Коэффициенты наглядности по содержанию БП в воздухе на территории отдельного района (в %) от среднего уровня по городу в целом

Район	2002 г.	2003 г.	2004 г.	2005 г.	2006 г.	2007 г.	2008 г.
Вахитовский	83,3	115,4	120,0	128,8	137,9	145,9	151,7
Приволжский	21,8	30,8	26,7	25,6	24,7	27,0	27,6
Советский	100,0	113,5	80,7	75,5	77,0	74,1	71,4
Ново-Савиновский	83,3	96,2	100,0	110,4	120,7	124,3	128,1
Авиастроительный	52,3	73,1	100,5	92,0	86,2	81,1	83,3
Московский	166,7	173,1	126,7	128,8	120,7	118,9	114,3
Кировский	187,5	182,7	146,7	141,1	132,2	129,7	124,1
В среднем по городу	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

**Таблица 3.** Показатели роста концентрации БП в воздухе районов г. Казани за 2002-2008 гг.

Район	2002 г.	2003 г.	2004 г.	2005 г.	2006 г.	2007 г.	2008 г.
Вахитовский	1	1,5	2,25	2,63	3,0	3,4	3,9
Приволжский	1	1,5	1,9	2,0	2,0	2,4	2,9
Советский	1	1,2	1,3	1,3	1,4	1,4	1,5
Ново-Савиновский	1	1,4	2,7	2,7	2,7	2,7	3,1
Авиастроительный	1	1,1	1,1	1,3	1,3	1,4	1,5
Московский	1	1,1	1,2	1,3	1,3	1,3	1,4
Кировский	1	1,1	1,2	1,3	1,3	1,3	1,4
В среднем по городу	1	1,1	1,6	1,7	1,8	1,9	2,1



**Рис. 1.** Динамика роста концентрации БП в среднем по г. Казани, мкг/100 м³

Из таблицы 1 видно, что самый низкий уровень загрязненности БП на протяжении всего периода наблюдения отмечался в Приволжском районе. На территории других исследуемых районов г. Казани концентрации БП была в несколько раз выше. При этом, однако, показатель концентрации БП в Приволжском районе за годы наблюдения вырос более чем в два раза. Согласно данным табл. 1 в 2002 г. наивысшие показатели были в Кировском (0,18 мкг/100 м³) и Московском (0,16 мкг/100 м³) районах, в конце же изучаемого периода указанные районы сохранили

свое место в начале списка (0,24 и 0,22 мкг/100 м³ соответственно), в последующие годы на первое место вышел Вахитовский район (0,27 мкг/100 м³) и Ново-Савиновский (0,23 мкг/100 м³). Стабильная ситуация сложилась в Авиастроительном районе, где в течение 4 лет (с 2004 по 2007 гг. включительно) показатель концентрации БП в воздухе стабилизировался в среднем на уровне 0,15 мкг/100 м³.

Сравнение показателей загрязненности БП в районах г. Казани со среднегородским уровнем (табл. 2) позволяет отметить также некоторые особенности. В Вахитовском районе уровень БП в воздухе лишь в 2002 г. был ниже среднегородского. Во все последующие годы загрязненность воздуха в районе была выше средней, причем превышение это с каждым годом нарастало. В Приволжском районе показатель концентрации БП имел по сравнению со среднегородским относительно небольшой уровень – в пределах от 21,8% до 30,8%. В Советском районе можно отметить улучшение ситуации по данному показателю в последние годы – на уровне примерно 75% от среднегородского. В Ново-Савиновском,

наоборот, отмечается рост показателя концентрации БП по сравнению со средними по городу цифрами – если в 2002 г. концентрация БП в воздухе района составляла лишь 83,3% от среднегогородского, то в 2004 г. эти уровни сравнялись, а в конце исследуемого периода районный показатель превысил среднегогородской. Авиастроительный район достаточно стабильно имеет показатель загрязненности воздуха БП более низкий, чем по городу в среднем. В Московском и Кировском районах показатель загрязненности постоянно выше среднегогородского, однако нужно отметить тенденцию этих соотношений к снижению, т.е. районные показатели постепенно приближаются к средним по городу. Первое, второе и третье место по данным таблицы 3 место занимают Вахитовский район (3,9), Ново-Савиновский (3,1) и Приволжский район (2,7).

Таким образом, сопоставляя результаты анализа, вряд ли можно однозначно определить, какой район «более чистый», а какой «загрязненный». Россия, как и многие экономически развитые страны мира, перешла от индустриального этапа своего развития к этапу постиндустриальному. Это характеризуется в основном тем, что за счет сферы услуг формируется значительно более половины ВВП страны. Среди основополагающих характеристик постиндустриального общества с точки зрения подхода к решению обозначенной нами проблемы можно выделить 2 параметра: необходимость противодействия последствиям развития общества на индустриальном, предыдущем этапе и высокая потребность в креативности при решении возникающих проблем. С этих позиций нами предлагается методика многомерного анализа ситуации с загрязненностью воздуха районов г. Казани БП по 3 параметрам (табл. 1, 2, 3): фактическому показателю содержания БП в воздухе (первый признак), показателю коэффициента наглядности содержания БП в воздухе района по сравнению со среднегогородским уровнем (второй признак), показателю роста концентрации БП в динамике за ряд лет (третий признак).

Следует учесть, что использовать указанные параметры надо не в соотношении 1:1:1, а с учетом веса каждого параметра в процессе формирования мотивации административно-властных структур к борьбе с загрязнением воздуха БП. Веса могут определяться различными способами. Нами был использован экспертный путь, в результате чего:

- коэффициент наглядности по содержанию БП в воздухе районов по сравнению со среднегогородским (признак 2, табл. 2) получил вес  $V=1$ ;
- показатель содержания БП в воздухе (признак 1, табл. 1) получил вес  $V=2$ ;

- показатель роста концентрации БП в воздухе (признак 3, табл. 3) получил вес  $V=3$ .

Кроме величины весов для комплексной оценки ситуации с БП необходимо иметь шкалу оценивания степени выраженности каждого из трех признаков. Единицей измерения в этой шкале мы решили (в целях упрощения техники расчетов) взять ранговое распределение районов с решающим правилом классификации «чем ниже концентрация БП – тем выше ранг», т.е. по каждому из трех показателей ранг 1 присваивался территории, имеющей лучшую характеристику по БП:

- показателю 1 – самому низкому уровню содержания БП в воздухе (Приволжскому району –  $0,056 \text{ мкг}/100 \text{ м}^3$ );
- по показателю 3 – самому медленно растущему показателю (Московский и Кировский районы – по 1,4).

По показателю 2 требуются дополнительные построения, т.к. однозначно определить по табл. 2 какой же район имеет лучшую динамику изменения показателя соотношения концентрации БП в районе к среднегогородскому не представляется возможным. Мы предлагаем для выявления этой динамики использовать формулу расчета темпа прироста в динамических рядах (ТП), но с обратным знаком, т.к. нас интересует улучшение ситуации с БП – чтобы ранг 1 присваивался той территории, которая по данному показателю может считаться лучшей:

$$\text{ТП} = (a_n - a_1)/a_1 \%$$

где:  $a_n$  – данные за 2008 г.;  $a_1$  – данные за 2002 г.

Результаты преобразований по признаку 2 приведены в табл. 4. Далее все необходимые для принятия решений данные можно свести воедино в трехмерную матрицу (табл. 5). Таким образом, по данным графы 13 табл. 5 можно отметить, что по совокупности трех учитывавшихся параметров и с учетом весов этих параметров лучшая ситуация наблюдается в Московском районе, за которым по мере ухудшения комплексной оценки следуют Кировский, Советский, Авиастроительный, Приволжский, Ново-Савиновский, Вахитовский районы.

**Выводы:** предлагаемая методика многомерного анализа ситуации может использоваться, безусловно, в отношении не только воздуха и БП, но любой другой среды и иного загрязняющего среду агента. При этом перечень и количество включаемых в анализ параметров будет изменяться. Кроме того, следует добавить, что описанная методика в большой мере является схемой, т.к. и веса признаков, и шкалы их оценивания могут определяться различными способами.

**Таблица 4.** Ранжирование районов в соответствии с улучшением показателей наглядности по отношению районного показателя к среднероссийскому

Район	Кoeff. наглядности за		Прирост ( $a_n - a_1$ )	ТП ( $a_n - a_1$ )/ $a_1$	- ТП	Ранг
	2002 г.( $a_1$ )	2008 г.( $a_n$ )				
Вахитовский	83,3	151,7	68,4	82,1	-82,1	7
Приволжский	21,8	27,6	5,8	26,6	-26,6	5
Советский	100,0	71,4	-28,6	-28,6	28,6	3
Ново-Савиновский	83,3	128,1	44,8	53,4	-53,4	6
Авиастроительный	52,3	83,3	31,0	5,9	-5,9	4
Московский	166,7	114,3	-52,1	52,1	31,3	2
Кировский	187,5	124,1	-63,4	-33,8	33,8	1

**Таблица 5.** Трехмерная матрица соотношения рангов исследуемых признаков и их весов с определением конечного результата комплексной оценки (КО)

Район	Признак 1			Признак 2			Признак 3			$\Sigma$ $B_n P_n$	$\Sigma B_n P_n$ / $\Sigma \min$	Ранги (КО)
	$B_1$	$P_1$	$B_1 P_1$	$B_2$	$P_2$	$B_2 P_2$	$B_3$	$P_3$	$B_3 P_3$			
Вахитовский	2	7	14	1	7	7	3	7	21	42	2,9	7
Приволжский		1	2		5	5		5	15	22	1,5	5
Советский		2	4		3	3		3,5	10,5	17,5	1,2	3
Ново-Савиновский		6	12		6	6		6	18	36	2,5	6
Авиастроительный		3	6		4	4		3,5	10,5	20,5	1,4	4
Московский		4	8		2	2		1,5	4,5	14,5	1,0	1
Кировский		5	10		1	1		1,5	4,5	15,5	1,1	2

**СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:**

1. Киреев, Г.В. Содержание бензпирена в различных зонах мегаполиса / Г.В. Киреев, О.Ю. Баленков, Л. Н. Демина // Гигиена и санитария. 2008. № 3. С. 6-7.
2. Мун, С.А. Бенз(а)пирен в атмосферном воздухе и онкологическая заболеваемость в РФ / С.А. Мун, С.А. Ларин // Гигиена и санитария. 2006. №4. С. 28-29.
3. Мусийчук, Ю.И. Методология комплексной оценки состояния здоровья населения при проведении социально-гигиенического мониторинга / Ю.И. Мусийчук, О.П. Ломов, В.М. Кудрявцев // Гигиена и санитария. 2008. № 3. С. 89-92.
4. Чиссов, В.И. О совершенствовании онкологической службы и улучшении онкологической помощи населению Российской Федерации / В.И. Чиссов и др. // Практическая медицина. 2009. № 4 (36). С. 97-105.
5. Маймулов, В.Г. Основы системного анализа в эколого-гигиенических исследованиях / В.Г. Маймулов и др. // Вестник СПб. гос. мед. академии. 2000. №2. 342 с.
6. Даутов, Ф.Ф. Оценка степени загрязнения атмосферного воздуха в районе размещения химических и нефтехимических предприятий / Ф.Ф. Даутов и др. // Каз. мед. журнал. 1990. № 2. С. 149-152.

**COMPLEX ESTIMATION OF BENZ(A)PIREN CONTENTS IN A FREE AIR OF KAZAN CITY**

© 2010 L.Z. Rashitov<sup>1</sup>, A.B. Gallyamov<sup>1</sup>, A.V. Shulaev<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Kazan State Medical University

<sup>2</sup> Department of Health Protection of Kazan Executive Committee

In article the technique of complex estimation with use of three parameters is described: contents of benz(a)piren (BP) in air of territories, ratio of parameters of air impurity by BP, dynamics of impurity parameter for a number of years. The given technique can be used for an estimation of impurity of environment with various other substances.

Key words: free air, benz(a)piren, ranging of territory

Lenar Rashitov, Candidate of Medicine, Senior Lecturer at the Department of Common Hygiene with Course of Radiating Hygiene. E-mail: rashitov\_lenar@mail.ru  
 Albert Gallyamov, Doctor of Medicine, Professor, Head of the Department of Common Hygiene with Course of Radiating Hygiene. E-mail: radiation@kgmu.kcn.ru  
 Aleksey Shulaev, Candidate of Medicine, Associate Professor, Deputy Director