

УДК 616-007-053.1-036.2(470.326)

## АНАЛИЗ АНТРОПОГЕННОЙ НАГРУЗКИ НА ТЕРРИТОРИЯХ КРУПНОГО ГОРОДА

И.Н. ВЕРЗИЛИНА\*, Н.М. АГАРКОВ\*\*, М. И. ЧУРНОСОВ\*\*

По данным ВОЗ, состояние здоровья населения на 20–30% зависит от экологических проблем [3]. Среди факторов окружающей среды на здоровье населения современного города оказывают антропогенные загрязнители атмосферы [2]. В атмосферном воздухе может насчитываться более 400 видов поллютантов [5]. Есть взаимосвязь между загрязнением атмосферного воздуха и патологическими состояниями, которые вызываются загрязнением воздуха. Действие атмосферных загрязнителей может вести к усилению вызываемых ими токсических эффектов [3, 5]. Белгород является одним из городов Центральной России, где предельно допустимые концентрации ряда вредных веществ в атмосфере превышены в десятки раз, что вносит вклад в формирование антропогенной нагрузки [1, 4–5].

**Цель** – изучение количественной и качественной представительности основных атмосферных поллютантов.

**Материалы и методы.** Анализ проводился по ежегодным статистическим отчетам по форме № 2 - ТП (воздух), данным ежегодных областных докладов «О санитарно-эпидемиологической обстановке в Белгородской области» Центра Госсанэпиднадзора в Белгородской области, проектам предельно-допустимых величин (ПДВ) 43 основных стационарных источников загрязнения и сводного тома «Охрана атмосферы и предельно- допустимые выбросы».

**Результаты.** Анализ динамики состояния воздушного бассейна в г. Белгороде показал, что в 2000 году валовой выброс в атмосферу составил 79,6 тыс. тонн, что в 2,84 раза больше, чем в 1985 году (28,0 тыс. тонн) (рис. 1). Максимальный уровень загрязнения отмечен в 1991 году (94,9 тыс. тонн).

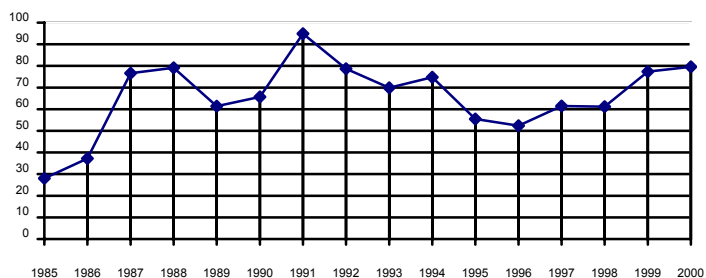
В атмосфере г. Белгорода насчитывается 180 поллютантов. В результате анализа динамики 56 основных загрязнителей воздушного бассейна установлено, что приоритетными загрязнителями воздуха на протяжении изучаемого периода являются пыль неорганическая (29,80%), азота двуокись (27%), углерода окись (21,8%). Анализ динамики кратности превышения ПДК по среднему многолетнему показателю среднесуточных проб (ПДКс.с.) по основным поллютантам показал, что наблюдается тенденция роста выбросов аммиака, диоксида азота, оксида азота и формальдегида. Содержание растворимых сульфатов и фенола остаётся на уровне средних значений. Отмечена тенденция к снижению концентрации в атмосферном воздухе пыли, серной кислоты и ацетона, причём для серной кислоты эта тенденция наблюдается последние 8 лет. Воздушный бассейн г. Белгорода ныне загрязняется выбросами вредных веществ от 43 промышленных предприятий, которые в зависимости от характера производства подразделяются на: машиностроительные, металлообрабатывающие, химические, производства легкой, пищевой и строительной промышленности. Анализ источников загрязнения показал, что основными загрязнителями атмосферы являются 3 предприятия: СП «Белгородский цемент» (валовой выброс – 6506,53 т/год или 42% от общего загрязнения), АО «Биовитамины» (2205,82 т/год или 14,24%), АО «Стройматериалы» (2136,54 т/год, 13,79%) (рис.2).

42% всех промышленных предприятий расположено в районе Крейды и Старого города. Наиболее загрязняющими являются: АО «Биовитамины», АО «Белпласт», Завод ЖБК – 1. Они выбрасывают в атмосферу 3657,73 т/год (23,61% от общего количества выбросов). Другой крупный промышленный конгломерат (28% всех промышленных предприятий) находится в западной части города от ул. Фрунзе. Наибольший вклад в ухудшение экологической обстановки в этих районах вносят СП «Белгородский цемент», I площадка

\* МУЗ Муниципальная городская клиническая больница № 1, г. Белгород

\*\* ГОУ ВПО Белгородский государственный университет, г. Белгород

ТЭЦ, асбестоцементный завод (выбросы составляют 7206,37 т/год, 46,52% от общего количества).



*Рис. 1.* Динамика выбросов загрязняющих веществ в атмосферу г. Белгорода, тыс. тонн/год

В центральной части города насчитывается 16% предприятий промышленного комплекса. Основными источниками загрязнения являются комбинат строительных материалов, завод «Белэнергомаш», III площадка ТЭЦ (3353,77 т/год или 21,65% от общего числа выбросов). Остальные 10% стационарных источников загрязнения атмосферы расположены в районе Сокола и Гриневки, а 4% – на территории Харьковской горы. Анализ загрязнения воздушного бассейна проводился на 80 территориальных участках г. Белгорода. Все загрязнители разделены на 3 группы. В I группу поллютантов, встречающихся на всей территории города, входит 13 загрязнителей: азота диоксид (4184,09 т/год), углерода окись (3372,64 т/год), азота окись (646,88 т/год), углеводороды (смесь) (342,18 т/год), ацетон (303,90 т/год), ангидрид сернистый (136,31 т/год), толуол (55,58 т/год), водород хлористый (22,92 т/год), взвешенные вещества (16,27 т/год), пыль древесная (10,72 т/год), сажа (5,40 т/год), железа окись (2,51 т/год), марганец (0,82 т/год). Установлена переменность концентрации загрязнителей I группы в воздушном бассейне г. Белгорода. Высокое содержание в воздухе азота диоксида имеется на 2, 21, 18 участках (937,50 т/год, 860,71 т/год, 309,22 т/год), минимальное количество – на 8 (35,50 т/год) и 13 (26,96 т/год) участках. Максимальная концентрация в атмосфере углерода окиси имеется на 1, 21, 2 участках (681,70 т/год, 570,70 т/год, 564,90 т/год). Меньше всего углерода окиси на 18 (9,25 т/год) и 13 (5,84 т/год) участках. Высокий уровень азота окиси обнаружен в атмосферном воздухе 1 и 2 участков (260 т/год и 100,30 т/год соответственно). Малое содержание в воздухе этого поллютанта отмечено на территории 16 и 13 участков (27,80 и 21,10 т/год соответственно).

Анализ территориального уровня загрязнения атмосферы города поллютантами I группы, проведенный с помощью кластерного анализа, выявил три основные группы кластеров (рис. 3). Наиболее тесно изучаемые загрязнители представлены в кластере 6, объединившем пять поллютантов, связанных между собой положительными корреляционными связями: углеводороды (фактор 10), хлористый водород (фактор 6), железа окись (фактор 7), ацетон (фактор 5), толуол (фактор 3). Кластер 7 включает четыре загрязнителя: азота окись (фактор 13), ангидрид сернистый (фактор 11), сажа (фактор 9), марганец (фактор 8). В кластер 8 входит лишь два поллютанта: углерода окись (фактор 4), азота диоксид (фактор 1). II группа поллютантов включает 25 загрязнителей, которые встречаются на 40–60% всей территории города. В эту группу входят: пыль неорганическая (SiO<sub>2</sub> <20%) (4283,18 т/год), пыль неорганическая (SiO<sub>2</sub> 20 – 70%) (321,23 т/год), аммиак (185,19 т/год), этиловый спирт (79,61 т/год), бензин (58,90 т/год), бензол (37,36 т/год), уайт-спирит (33,77 т/год), ксилол (24,78 т/год), керосин (22,74 т/год), серная кислота (14,97 т/год), пыль неорганическая (SiO<sub>2</sub> > 70%) (10,53 т/год), сварочный аэрозоль (9,44 т/год), скипидар (6,34 т/год), ангидрид серный (1,99 т/год), масло нефтяное (1,89 т/год), бутилацетат (1,77 т/год), формальдегид (0,99 т/год), окрасочный аэрозоль (0,96 т/год), ангидрид уксусный

(0,88 т/год), ванадия пятиокись (0,28 т/год), анилин (0,18т/год), хрома окись (0,08 т/год), азотная кислота (0,07 т/год), фтористый водород (0,07 т/год), меди оксид (0,01 т/год). Наиболее загрязненными пылью органической ( $SiO_2 < 20\%$ ) являются 1, 18, 16 участки (1412 т/год, 808 т/год, 697,30 т/год соответственно). Максимальная концентрация в воздушном бассейне аммиака отмечена на 20 (80,22 т/год) и 26 участках (46 т/год). Кластерный анализ загрязнителей второй группы позволил выделить 5 групп значимых кластеров (рис. 4). Наиболее многочисленным является кластер 17, включающий 9 поллютантов: анилин (фактор 25), хрома окись (фактор 21), окрасочный аэрозоль (фактор 12), ангидрид серный (фактор 23), скипидар (фактор 17), сварочный аэрозоль (фактор 16), масло нефтяное (фактор 10), ксилол (фактор 9), бутилацетат (фактор 4). Второе ранговое место, по количеству входящих в него факторов, занимает кластер 16, состоящий из 6 загрязнителей: бензол (фактор 3), фтористый водород (фактор 20), керосин (фактор 6), серная кислота (фактор 8), бензин (фактор 2), аммиак (фактор 1). Кластеры 15, 18 и 19 сформированы из трёх загрязнителей каждый.

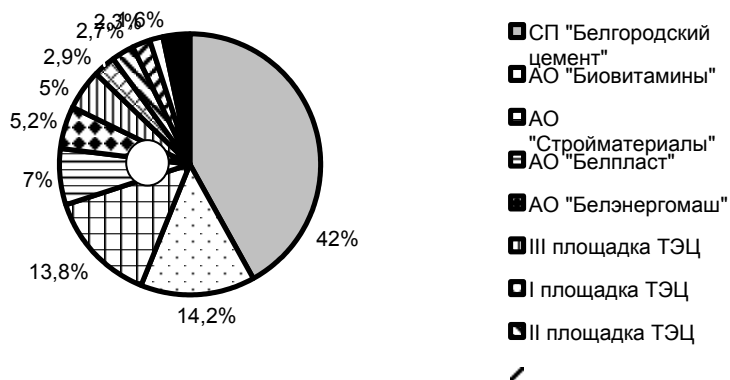


Рис. 2. Распределение выбросов загрязняющих веществ от основных стационарных источников (в%)

III группа включает поллютанты, которые встречаются на 20–30% территории города и выбрасываются в атмосферу лишь специфическими производствами. В эту группу входит 18 загрязнителей: пыль цементная (624,53 т/год), гексан (505,46 т/год), пыль минеральных солей (61,56 т/год), спирт изопропиловый (29,46 т/год), пиридин (25,12 т/год), бензапирен (23,27 т/год), дихлорэтан (8,18 т/год), фреон-13 (5,94 т/год), кислота муравьиная (4,94 т/год), кислота аскорбиновая (3,26 т/год), бутиловый спирт (1,71 т/год), нефрас (0,50 т/год), тетрахлорэтилен (0,03 т/год), натр едкий (0,02 т/год), фториды (0,01 т/год), бария хлорид (0,01 т/год), цинка окись (0,003 т/год), свинец (0,001 т/год). Наиболее загрязнённым по содержанию гексана является 20 участок (320 т/год). Загрязнители III группы объединены в три группы кластеров. Тесно связаны загрязнители в кластере, включающем 8 поллютантов (7 из них объединены на уровне 0,89): муравьиная кислота, пиридин, аскорбиновая кислота, спирт изопропиловый, пыль минеральных солей, дихлорэтан, гексан и кластере, состоящем из 5 поллютантов: нефрас, цинка окиси, фториды, бутиловый спирт, бария хлорид. На 3-м ранговом месте находится кластер, включающий пыль цементную, тетрахлорэтилен, натр едкий.

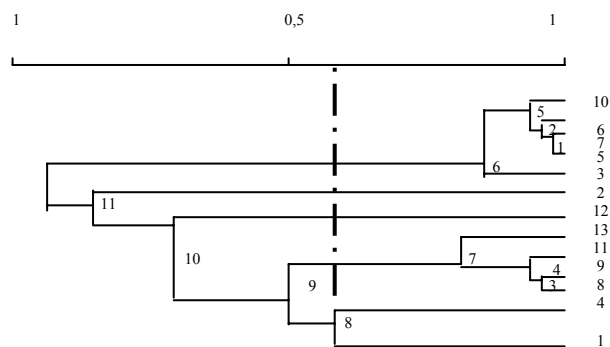


Рис. 3. Дендрограмма взаимодействия загрязнителей в I группе (линией отмечен достоверный уровень значимости,  $p < 0,05$ ). 1 – азота диоксид; 8 – марганец; 2 – взвешенные вещества; 9 – сажа; 3 – толуол; 10 – углеводороды (смесь); 4 – углерода окись; 11 – ангидрид сернистый; 5 – ацетон; 12 – пыль древесная; 6 – водород хлористый; 13 – азота окись; 7 – железа окись

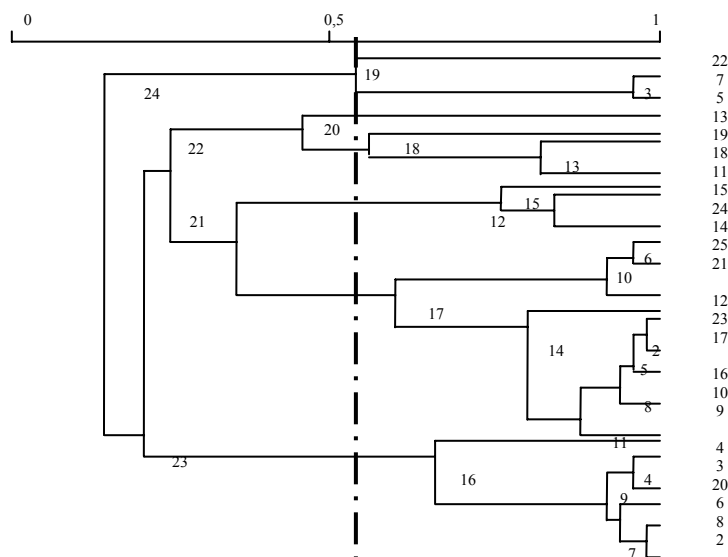


Рис. 4. Дендрограмма взаимодействия загрязнителей во II группе (линией отмечен достоверный уровень значимости,  $p < 0,05$ )

1 – аммиак; 2 – бензин; 3 – бензол; 4 – бутилацетат; 5 – ванадия пятиокись; 6 – керосин; 7 – азотная кислота; 8 – серая кислота; 9 – ксилол; 10 – масло нефтяное; 11 – меди оксид; 12 – окрасочный аэрозоль; 13 – пыль неорган.  $\text{SiO}_2 < 20\%$ ; 14 – пыль неорган.  $\text{SiO}_2 20-70\%$ ; 15 – пыль неорган.  $\text{SiO}_2 > 70\%$ ; 16 – сварочный аэрозоль; 17 – скипидар; 18 – уайт-спирит; 19 – формальдегид; 20 – фтористый водород; 21 – хрома окись; 22 – этиловый спирт; 23 – ангидрид сернистый; 24 – ангидрид уксусный; 25 – анилин

**Заключение.** Анализ выбросов загрязнителей в атмосферу города выявил, что территории города имеют свою, отличную от других территорий, представительность поллютантов. Лишь 13 из 56 рассмотренных загрязнителей (23,21%) встречаются в воздушном бассейне на всей территории города. Уровень выбросов загрязнителей в атмосферу по ряду территорий города изменяется в среднем в 4–10 раз. 51 из 56 поллютантов формирует кластеры (всего выделено 11 групп кластеров), что говорит об их комбинированном влиянии. Каждая группа кластеров включает от 2 до 9 поллютантов (в среднем – 4,64 загрязнителя). Отметим высокий уровень объединения загрязнителей в этих группах кластеров (0,7–0,9).

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ № 06-06-96502.

**Литература**

1. *Большаков А.М.* // Гигиена и санитария.– 1993.– № 6.– С. 75–77.
2. *Журков В. С.* // Гигиена и санитария.– 2003.– № 6.– С. 77–79.
3. *Онищенко Г.Г.* // Гигиена и санитария.– 2003.– № 1.– С. 3–10.
4. *Протасов В.Ф.* Экология, здоровье и природоиспользование в России.– М.: Финансы и статистика, 1995.– 528 с.
5. *Рахманин Ю. А.* // Гигиена и санитария.– 2003.– № 6.– С. 14–16.

**N.M. Agarkov, I.N. Verzilina, M.I. Churnosov.** The Analysis of Antropogenic Load in Territory of City