

УДК 614.71-614.76

## ЗАГРЯЗНЕНИЕ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА КАК ФАКТОР РАЗВИТИЯ БОЛЕЗНЕЙ ДЫХАТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ

И.И. Березин, А.К. Сергеев

ФГБОУ ВО СамГМУ Минздрава России, Самара, Россия

Статья посвящена оценке воздействия атмосферного воздуха на здоровье населения крупного промышленного центра. Выделены приоритетные загрязняющие вещества, формирующие риск здоровью. Представлены в динамике изменения уровня загрязненности приоритетными загрязнителями. Выявлено, что высокая антропогенная нагрузка обуславливает высокий уровень экологически зависимой заболеваемости населения г.о. Самара.

**Ключевые слова:** город Самара, антропогенное загрязнение, риск здоровью, загрязнение атмосферного воздуха, канцерогенные вещества, автотранспорт, бенз(а)пирен, формальдегид.

I.I. Berezin, A.K. Sergeev □ AIR POLLUTION AS A FACTOR OF DEVELOPMENT OF RESPIRATORY SYSTEM DISEASES □ Samara State Medical University of the Ministry of Healthcare of Russia, Samara, Russia.

The article is devoted to the assessment of the effects of atmospheric air on health of the population of large industrial center. There were identified priority pollutants that form a health risk. Changes of pollution level of priority pollutants were presented. Found that the high anthropogenic load results in a high level of ecologically dependent morbidity in Samara urban district.

**Key words:** industrial and transportation pollutant emissions, ambient air, health risk, carcinogenic substances, vehicles, benzo(a)pyrene, formaldehyde.

Состояние атмосферного воздуха на территориях городов с интенсивным развитием транспортной инфраструктуры ухудшается по мере роста числа автомобилей. В крупных городах России, таких как Москва, Санкт-Петербург, Казань, Самара, Волгоград, Екатеринбург, Новосибирск и других, выбросы автотранспорта преобладают над выбросами от промышленных предприятий [4, 6]. Повышенные концентрации диоксида азота, углеводородов, в том числе с разветвленной структурой углеродной цепи, на фоне интенсивной солнечной радиации обуславливают возникновение фотохимических реакций. Образующиеся вредные вещества неблагоприятно воздействуют на клетки эпителия органов дыхания [5, 7].

В России организована сеть мониторинга состояния приземного слоя атмосферы, состоящая из комплекса стационарных и маршрутных постов в городах с численностью населения более 50 тыс. жителей. В 2014 году наблюдения за загрязнением атмосферного воздуха в России проводились в 252 городах, на 697 станциях, из них регулярные наблюдения Росгидромета выполнялись в 229 городах на 636 станциях, в 3 населенных пунктах дополнительно проводились эпизодические наблюдения. По данным Росгидромета, в 51 городе (24 % городов) уровень загрязнения воздуха характеризуется как высокий и очень высокий. В этих населенных пунктах проживает 19% городского населения [9–11].

Несмотря на то, что с 2014 года значения среднесуточной и максимальной разовой концентрации по формальдегиду увеличены в 3 раза, ситуация по качеству атмосферного воздуха остается напряженной в 19 крупных городах, включенных в Приоритетный список с наибольшим уровнем загрязнения воздуха в России, по данным Росгидромета [1].

По классификации Всемирной организации здравоохранения, здоровье населения на 50 % зависит от образа жизни и на 25 % – от состояния окружающей среды, но при рассмотрении частоты онкологических заболеваний значи-

мость экологического фактора может увеличиваться до 60–80 %. В атмосферном воздухе современных городов присутствуют сотни веществ различных химических классов органической и неорганической природы, поступающих из многочисленных источников, как правило, антропогенного происхождения [4]. Около 30 % всех онкологических заболеваний жителей промышленных районов обуславливает загрязнение атмосферы [3]. Экологические последствия воздействия вредных веществ отличаются от производственных своей глобальностью и вызываются не одиночными или несколькими факторами, а комбинацией множества различных токсикантов. Опасность каждого из них может быть незначительной, но неблагоприятное воздействие одного может многократно усиливаться вредным воздействием других [2].

Среди населения Самарской области в период с 2011 по 2015 год заболевания органов дыхания занимают первое место. В 2015 г. впервые выявленная заболеваемость болезнями органов дыхания у всего населения области составила 482,7 случая на 1000 населения. Этот показатель выше среднероссийского на 22,6 %. Тенденцию увеличения заболеваемости органов дыхательной системы обуславливает возрастающая антропогенная нагрузка [8].

**Цель исследования** – проведение комплексной оценки воздействия атмосферного воздуха на органы дыхания среди жителей г.о. Самара.

**Материалы и методы.** Исследование степени загрязнения атмосферного воздуха проведено в городе Самара по данным мониторинга на 18 стационарных постах ФГБУ «Приволжское УГМС». Результаты исследований концентраций вредных примесей статистически обработаны с определением среднемесячных и среднегодовых концентраций. Из всего перечня контролируемых веществ были выбраны приоритетные загрязняющие вещества исходя из уровня превышения ПДКсс, класса опасности и удельного вклада в формирование индекса загрязнения атмосферы (ИЗА).

Заболеваемость населения оценивали по форме № 12 за 2015 год. Статистическую обработку проводили с использованием программ Microsoft Excel 2013 и Statistica 6.0.

**Результаты исследования.** Городской округ Самара – крупнейший промышленный центр Среднего Поволжья, административно-территориальный и культурный центр, речной порт, крупный узел шоссейных и железнодорожных линий.

Основными источниками загрязнения атмосферы являются предприятия строительной, топливно-энергетической, нефтеперерабатывающей, металлургической, авиаприборостроительной отраслей промышленности, а также автомобильный и железнодорожный транспорт. Предприятия расположены на всей территории города, однако наибольшая их часть сосредоточена в районе так называемой Безымянской промзоны, расположенной в СВ, В, ЮВ частях областного центра.

Среднегодовая концентрация диоксида азота в целом по городу составила 0,9 ПДК. В несколько большей степени загрязнена данным веществом атмосфера в районах, расположенных вблизи автомагистралей с интенсивным движением автотранспорта (ПНЗ 7, 11, 12). Здесь среднегодовые концентрации диоксида азота составили 1,3–1,5 ПДК. В годовом ходе среднемесячных концентраций (в целом по городу) отмечены колебания от 0,7 до 1,1 ПДК. Максимальные разовые концентрации на уровне 0,9 ПДК зафиксированы на ПНЗ 9, 11, 12.

Содержание в атмосфере города оксида азота на протяжении года находилось на от-

метке 0,2–0,4 ПДК. Максимальная разовая концентрация примеси также была невысока – 0,2 ПДК.

Запыленность города зафиксирована на уровне 0,1 ПДК. Максимальная разовая концентрация пыли 0,6 ПДК выявлена в июле на ПНЗ 3. Бенз(а)пирен определялся на трех постах. Средняя концентрация вещества на уровне 0,4 ПДК. Наибольшая среднемесячная концентрация примеси наблюдалась на ПНЗ 8 в январе – 2,1 ПДК.

Определение формальдегида осуществлялось на тринадцати постах. Загрязнение атмосферы в целом по городу на уровне  $0,014 \text{ мг/м}^3$ , что составило 1,4 ПДК. Наибольшие среднемесячные концентрации токсиканта выявлены на всех постах в летние месяцы (июнь–август). Максимальные из них на уровне 4,4–4,7 ПДК (14,7–15,7 ПДК по старым критериям) отмечены в июне на ПНЗ 8 и в июле на ПНЗ 4. Максимальная из разовых концентраций формальдегида, величина которой составила 2,7 ПДК, была зафиксирована в июле на ПНЗ 4.

В настоящее время уровень загрязнения атмосферы районов города различается незначительно. Этот факт объясняется тем, что наибольший вклад в загрязнение воздушной среды вносят выбросы автотранспорта, вклад которого в суммарный выброс составляет более 70 %.

В то же время для каждого административного района характерно наличие в атмосфере специфических именно для данной местности ингредиентов, хоть и в количествах, в основном не превышающих уровень ПДК (рис. 2).

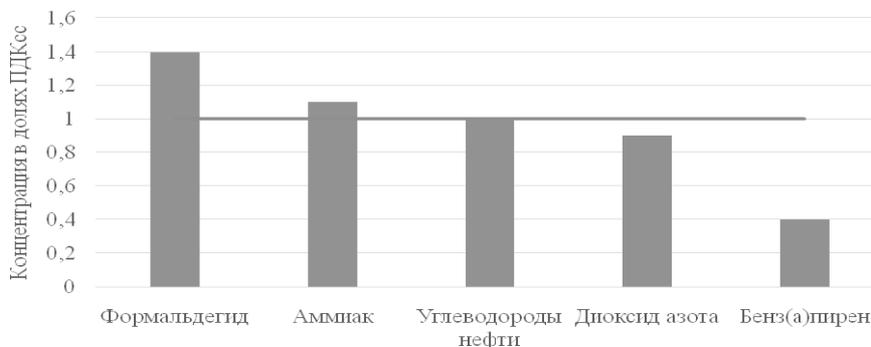


Рис. 1. Концентрации вредных веществ в атмосферном воздухе г. Самары

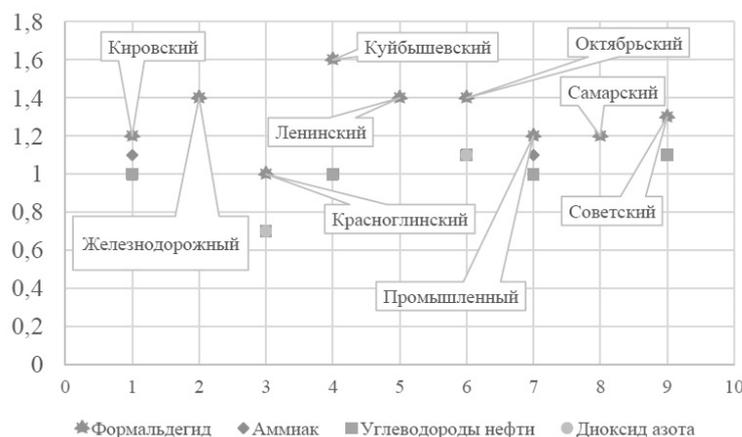


Рис. 2. Распределение концентраций вредных веществ в атмосферном воздухе по районам г. Самары

Неблагополучную картину загрязнения атмосферного воздуха **Кировского района** формируют такие примеси, как углеводороды, аммиак и формальдегид, среднегодовое содержание которых находилось на уровне 1–1,4 ПДК. Среди детского населения выявлена сильная корреляционная связь между заболеваниями органов дыхания и концентрацией формальдегида ( $r = 0,82$ ), аммиака ( $r = 0,68$ ).

В атмосфере **Железнодорожного района** отмечается превышение гигиенических нормативов по формальдегиду в 1,4 раза; кроме того, на уровне 1 ПДК зарегистрировано содержание диоксида азота. Среди детского населения выявлена сильная корреляционная связь между заболеваниями органов дыхания и концентрацией формальдегида ( $r = 0,82$ ). По концентрации диоксида азота корреляционная связь не подтвердилась.

**Красноглинский район.** Содержание примесей, поступающих в атмосферу с выбросами промышленных предприятий, практически не превышает гигиенических нормативов; основными загрязнителями же являются диоксид азота, углеводороды и формальдегид, присутствующие в выбросах автотранспорта. Их среднегодовые концентрации находились на уровне 0,7–1 ПДК. Корреляционные связи по концентрациям вредных веществ и заболеваниям органов дыхания у населения не выявлены.

**Куйбышевский район.** Специфическими для района веществами являются сероводород, различного состава углеводороды, фенол. Содержание данных ингредиентов на протяжении всего периода наблюдений было несколько выше среднегогородского. В последние годы приоритетным в списке загрязняющих веществ района стал формальдегид. По результатам наблюдений превышение санитарных норм отмечено по одной примеси – формальдегиду – в 1,6 раза; на уровне 1 ПДК было содержание углеводородов. Среди детского населения выявлена сильная корреляционная связь между заболеваниями органов дыхания и концентрацией формальдегида ( $r = 0,7$ ).

**Ленинский район.** Как и во всех районах Самары, наиболее высоких значений достигло загрязнение атмосферы формальдегидом. Среднегодовая концентрация формальдегида, как и по городу в целом, превысила гигиенический норматив в 1,4 раза. Среди детского населения выявлена сильная корреляционная связь между заболеваниями органов дыхания и концентрацией формальдегида ( $r = 0,68$ ).

**Октябрьский район.** На территории района наиболее ярко выражено влияние выбросов автотранспорта: именно здесь расположены значительные отрезки двух крупных автомагистралей – Московского шоссе и улицы Ново-Садовой. Среднегодовые концентрации примесей, превысившие санитарные нормы, составили: 1,4 ПДК по формальдегиду, 1,1 ПДК по диоксиду азота и углеводородам. Среди детского населения выявлена сильная корреляционная связь между заболеваниями органов дыхания и концентрацией формальдегида ( $r = 0,77$ ).

**Промышленный район.** Как и в целом по Самары, наиболее высоко загрязнение воздушной среды аммиаком, углеводородами и фор-

мальдегидом, среднегодовые концентрации которых находились на отметке 1,1–1,3 ПДК. Среди детского населения выявлена сильная корреляционная связь между заболеваниями органов дыхания и концентрацией формальдегида ( $r = 0,85$ ).

**Самарский район.** В 2015 году в районе существенно снизились концентрации пыли, сероводорода и диоксида серы, но по-прежнему высоки – формальдегида (1,2 ПДК). Среди детского населения выявлена сильная корреляционная связь между заболеваниями органов дыхания и концентрацией формальдегида ( $r = 0,71$ ).

**Советский район** – это часть Безымянской промзоны. Несмотря на то, что вклад стационарных источников в загрязнение воздуха здесь более существенен, чем в центральных районах города, в настоящее время среднегодовые концентрации большинства определяемых примесей не превысили пределов гигиенических нормативов. Наиболее высокое – на уровне 1–1,3 ПДК – выявлено содержание углеводородов и формальдегида. Среди детского населения выявлена сильная корреляционная связь между заболеваниями органов дыхания и концентрацией формальдегида ( $r = 0,69$ ).

В 2015 году в 9 административных территориях города заболеваемость болезнями органов дыхания была выше областного показателя: Кировский район – 513,9 на 10 000 населения, Красноглинский район – 510,0, Ленинский – 522,1, Промышленный – 651,3, Куйбышевский – 628,5, Октябрьский – 605,7, Железнодорожный – 541,7, Советский – 527,1 и Самарский район – 512,4.

За период с 2011 по 2015 год выявлена тенденция к росту заболеваемости по таким группам нозологий, как ОРИ верхних дыхательных путей, хронический и неуточненный бронхит и эмфизема, хронические болезни миндалин и аденоиды, перитонзиллярный абсцесс, астма и астматический статус; к снижению – острые респираторные инфекции (ОРИ) нижних дыхательных путей, аллергический ринит, пневмония и прочие.

Впервые выявленная заболеваемость острыми респираторными инфекциями верхних дыхательных путей в 2015 г. у всего населения города Самары составила 438,2 случая на 10 000 населения. В 2015 г. в 6 административных территориях города заболеваемость ОРИ верхних дыхательных путей на 10 000 населения была выше областного показателя: Промышленный (552,0), Кировский (540,7), Куйбышевский (517,9), Железнодорожный (466,6), Советский (497,1) и Октябрьский (468,3) районы.

При проведении регрессионного анализа загрязнения атмосферного воздуха формальдегидом и заболеваний органов дыхания среди детского населения выявлена сильная корреляционная связь ( $r = 0,75$ ), среди взрослого населения – корреляционная связь средней силы ( $r = 0,53$ ). По содержанию в воздухе бенз(а)пирена получено низкое значение рангового коэффициента корреляции Спирмена: по детскому населению ( $r = 0,32$ ) и по взрослому населению ( $r = 0,24$ ). Выявленные корреляционные связи подтверждают негативное влияние указанных примесей на здоровье населения города Сама-

ры, в первую очередь детей и подростков. При этом заболевания дыхательной системы относятся к болезням, которые нуждаются в регулярном медицинском контроле.

В качестве практических рекомендаций по снижению уровня вредного воздействия от продуктов сгорания топлива целесообразно выполнить мероприятия по:

– оптимизации транспортной схемы города, а также системы обеспечения пассажирских перевозок населения общественным транспортом, предусмотрев снижение интенсивности транспортных потоков по Московскому шоссе, ул. Победы, ул. Гагарина, ул. Ново-Садовая, пр. Кирова;

– созданию условий для строительства крытых автопарковок на территориях, прилегающих к центральной части города, с ограничением стоянок транспорта на дорожном полотне;

– внедрению мер стимулирования автовладельцев за переоборудование транспортных средств для работы на газомоторном топливе;

– созданию санитарных разрывов между автомагистралями и границей жилой застройки.

В качестве дополнительных практических рекомендаций для населения, способствующих предупреждению развития болезней органов дыхания, следует отметить отказ от вредных привычек (табакокурение и чрезмерное употребление алкоголя), регулярную физическую активность, оптимальные режимы труда и отдыха, закаливание, увлажнение воздуха в помещениях в зимний период, профилактику стрессовых состояний и дистресса, предупреждение профессиональных вредностей, связанных с ингаляционным воздействием вредных химических веществ.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Государственный доклад о состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2014 году [Электронный ресурс]. Режим доступа: [http://ecogodoklad.ru/2014/wwwAir1\\_2.aspx](http://ecogodoklad.ru/2014/wwwAir1_2.aspx) (дата обращения: 30.07.2017).
2. Куккоев С.П. и др. О влиянии загрязнения атмосферного воздуха в городе Краснодаре на здоровье населения / С.П. Куккоев, Т.Ф. Никишина, П.Н. Николаевич // Здоровье населения и среда обитания. 2017. № 7 (292). С. 22–25.
3. Михайлова Л.А. и др. Сравнительная характеристика показателей первичной онкологической заболеваемости и смертности населения районов города Читы / Л.А. Михайлова, Т.В. Елизарова // Сибирский медицинский журнал. 2008. № 8. С. 62–65.
4. Ревич Б.А. и др. Основы оценки воздействия загрязнения окружающей среды на здоровье человека / Б.А. Ревич, С.Л. Авалиани. Москва: ЦЭПР, Акрополь, 2004. 268 с.
5. Рыбак В.А. Влияние факторов окружающей среды на здоровье детского населения урбанизированных территорий // Экология урбанизированных территорий. 2008. № 1. С. 25–29.
6. Сучков В.В. Комплекс мероприятий по снижению загрязнения атмосферы в городах // Проблемы медицины в современных условиях: Сборник научных трудов по итогам международной научно-практической конференции. 2014. С. 100–102.
7. Сучков В.В. Мероприятия, направленные на уменьшение загрязнения атмосферного воздуха // Материалы конференции с международным участием «Молодые ученые 21 века – от современных технологий к инновациям», посвященной 95-летию СамГМУ. 2014. С. 235–237.
8. Сучков В.В. Оценка качества атмосферного воздуха в городах с развитой нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленностью // Аспирантские чтения – 2013 // Материалы докладов Всероссийской конференции с международным участием. 2013. С. 202–204.
9. Сучков В.В. Оценка качества атмосферного воздуха в городах с развитой нефтеперерабатывающей и нефте-

химической промышленностью // Санитарный врач. 2014. № 5. С. 12–15.

10. Сучков В.В. Способ оценки эффективности деятельности медицинских организаций и органов Роспотребнадзора // Аспирантский вестник Поволжья. 2014. № 1–2. С. 257–259.
11. Фирulina И.И. Анализ заболеваемости населения Самарской области по основным классам заболеваний // Современные проблемы науки и образования. 2015. № 3. Режим доступа: <https://science-education.ru/article/view?id=19310> (дата обращения: 30.07.2017).

#### REFERENCES

1. Gosudarstvennyj doklad o sostojanii i ob ohrane okruzhajushchej sredy Rossijskoj Federatsii v 2014 godu [State report on the condition and protection of environment of the Russian Federation in 2014]. Available at: [http://ecogodoklad.ru/2014/wwwAir1\\_2](http://ecogodoklad.ru/2014/wwwAir1_2). (30.07.2017) (in Russian).
2. Kukkoev S.P., Nikishina T.F., Nikolaevich P.N. O vlijanii zagraznenija atmosfernogo vozdukh v gorode Krasnodare na zdorov'e naselenija [The impact of air pollution in the city of Krasnodar on the health of the population]. *Zdorov'e naselenija i sreda obitanija*, 2017, no. 7 (292), pp. 22–25 (in Russian).
3. Mikhajlova L.A., Elizarova T.V. Sravnitel'naja kharakteristika pokazatelej pervichnoj onkologicheskoj zabolevaemosti i smertnosti naselenija rajonov goroda Chity [Comparative characteristic of primary cancer incidence and mortality in areas of Chita city]. *Sibirskij meditsinskij zhurnal*, 2008, no. 8, pp. 62–65 (in Russian).
4. Revich B.A., Avaliani S.L. Osnovy otsenki vozdejstvija zagraznenija okruzhajushhej sredy na zdorov'e cheloveka [Basis of assessment of environmental pollution impact on human health]. Mocsow: CEPR, Acropol Publ., 2004, 268 p. (in Russian).
5. Rybak V.A. Vlijanie faktorov okruzhajushchej sredy na zdorov'e detskogo naselenija urbanizirovannykh territorij [Influence of environmental factors on the health of the child population in urban areas]. *Ekologija urbanizirovannykh territorij*, 2008, no. 1, pp. 25–29 (in Russian).
6. Suchkov V.V. Kompleks meroprijatij po snizheniju zagraznenija atmosfery v gorodakh. [Complex of measures aimed at reducing of atmospheric pollution in cities]. Medical issues in the modern conditions. Collection of scientific works on the results of international scientific-practical conference, 2014, pp. 100–102 (in Russian).
7. Suchkov V.V. Meroprijatija, napravlennye na umen'shenie zagraznenija atmosfernogo vozdukh [Activities aimed at reducing of atmospheric air pollution]. Proceedings of the conference with international participation «Young scientists of the 21st century – from modern technology to innovations», dedicated to the 95th anniversary of Samara State Medical University. 2014, pp. 235–237 (in Russian).
8. Suchkov V.V. Otsenka kachestva atmosfernogo vozdukh v gorodakh s razvitoj neftepererabatyvajushhej i neftehimicheskoj promyshlennost'ju [Atmospheric air quality assessment in cities with developed oil refinery and petrochemical industry]. *Aspirantskie chtenija – 2013* Proceedings of all-Russian conference with international participation. 2013, pp. 202–204 (in Russian).
9. Suchkov V.V. Otsenka kachestva atmosfernogo vozdukh v gorodakh s razvitoj neftepererabatyvajushhej i neftehimicheskoj promyshlennost'ju [Atmospheric air quality assessment in cities with developed oil refinery and petrochemical industry]. *Sanitarnyj vrach*, 2014, no. 5, pp. 12–15 (in Russian).
10. Suchkov V.V. Sposob otsenki effektivnosti dejatel'nosti meditsinskikh organizatsij i organov Rospotrebнадзора [Method for assessing the effectiveness of activity of medical organizations and bodies of Rospotrebнадзор]. *Aspirantskij vestnik Povolzhja*, 2014, no. 1–2, pp. 257–259 (in Russian).
11. Firulina I.I. Analiz zaboлеваemosti naselenija Samarskoj oblasti po osnovnym klassam zabolevanij [Incidence analysis of the population of Samara region of main categories of diseases]. *Sovremennye problemy nauki i obrazovanija*, 2015, no. 3. Available at: <https://science-education.ru/article/view?id=19310> (30.07.2017) (in Russian).

Контактная информация:

**Березин Игорь Иванович**,  
тел.: +7 (917) 147-78-91,  
e-mail: [ii.berezin@yandex.ru](mailto:ii.berezin@yandex.ru)

Contact information:

**Berezin Igor**,  
phone: +7 (917) 147-78-91,  
e-mail: [ii.berezin@yandex.ru](mailto:ii.berezin@yandex.ru)