

DOI: 10.37279/2309-7663-2020-6-3-43-50

УДК 614.712

С. А. Епринцев¹,
С. А. Куролап¹,
О. В. Клепиков^{1, 2},
С. В. Шекоян¹

**Оценка воздействия техногенного
загрязнения воздушной среды на медико-
демографические процессы крупных
урбанизированных регионов**

¹ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет»,
г. Воронеж, Российская Федерация;

²ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет
инженерных технологий», г. Воронеж,
Российская Федерация

e-mail: ¹esa81@mail.ru, ²klepa1967@rambler.ru

Аннотация. По данным Федерального информационного фонда социально-гигиенического мониторинга ФЦГиЭ Роспотребнадзора изучено загрязнение атмосферы урбанизированных регионов Центральной России. Выявлены наиболее токсичные антропогенные поллютанты и регионы с наибольшими превышениями максимально-разовых и среднесуточных предельно-допустимых концентраций антропогенных поллютантов в городской среде. Для оценки воздействия техногенного загрязнения воздушной среды на медико-демографические процессы в крупных урбанизированных территориях Центральной России проведено изучение в среде ГИС динамики общей смертности населения от злокачественных новообразований различных органов, а также динамики смертности населения от лейкемии. Проведённые исследования показали, что ряд медико-демографических процессов прямо коррелирует с загрязнением атмосферы антропогенными поллютантами.

Ключевые слова: урбанизированные территории, антропогенные поллютанты, медико-демографические показатели, предельно-допустимые концентрации, смертность населения, злокачественные новообразования, лейкемия, экологическая обусловленность.

Введение

Медико-демографическая безопасность является важным критерием устойчивого развития территории, а риски возникновения угроз данному критерию — мощный вызов современному обществу. Техногенное загрязнение воздушной среды современных городов влечет массовое появление экологически-обусловленных заболеваний населения, снижение качества жизни и прочие негативные последствия [1–7].

Целью настоящего исследования является оценка воздействия техногенного загрязнения воздушной среды на медико-демографические процессы на примере урбанизированных территорий Центральной России.

Теоретические основы изучения проблемы изменения медико-демографических условий при техногенном загрязнении атмосферы урбанизированных территорий обоснованы во многих классических трудах отечественных и зарубежных ученых по урбоэкологии, геохимии окружающей

среды и экологии человека: Н. С. Касимовым, В. Р. Битюковой, С. М. Малхазовой [8], А. А. Келлером, В. И. Кувакиным [9], Б. Б. Прохоровым с соавторами [10], R. G. Mueller с соавторами [11], V. Speller, A. Learmonth [12] и другими. В частности, концепция риска, обоснованная в трудах ведущих отечественных гигиенистов Г. Г. Онищенко с соавторами [13;14], Б. А. Ревича с соавторами [15] и других, исходит из того, что сочетание в окружающей среде потенциально опасных химических веществ и других вредных экологических факторов создает угрозу здоровью человека.

Ключевое звено концепции — здоровье населения и его охрана от вредоносного воздействия на основе анализа, выявления и устранения факторов риска. В последние годы стремительно развивается новое научное направление, базирующееся на теории риска для здоровья, связанного с химическим загрязнением окружающей среды. Оно получило развитие на базе совместных разработок Федерального научного центра гигиены им. Эрисмана, Федерального Центра экологической политики России и Американского агентства по охране окружающей среды (US. EPA).

Материалы и методы

Оценка техногенного загрязнения атмосферы, а также медико-демографических показателей крупных урбанизированных регионов предполагает работу с большими массивами геоданных, что делает необходимым использование геоинформационных ресурсов для проведения заявленных исследований [1; 2; 5; 16; 17]. Научно-методический подход использования ГИС-технологий для оценки экологических и медико-демографических факторов показал свою эффективность при создании Медико-экологического атласа города Воронежа [16].

Данный атлас обобщил комплексные исследования факторов, обеспечивающих экологическую безопасность [16]. В исследованиях были задействованы ведущие учёные региона, а также представители природоохранных и управленческих структур. Результаты исследований стали мощным справочным материалом при разработке региональной экологической политики [16].

Наиболее информативным источником экологических и медико-географических данных на территории России служит федеральный информационный фонд социально-гигиенического мониторинга Роспотребнадзора [17].

Изучение медико-демографического потенциала урбанизированных регионов Центральной России при воздействии техногенного загрязнения атмосферы проведено по методологии оценки экологической комфортности населения урбанизированных территорий, разработанной в Воронежском государственном университете [3]. Данная методология основана на сопоставлении экологических, социально-экономических факторов, а также степени комфортности природных условий [3].

Результаты и обсуждение

Анализ техногенного загрязнения атмосферы урбанизированных регионов Центральной России, проведённый по данным Федерального информационного

фонда санитарно-гигиенического мониторинга ФБУЗ ФЦГиЭ Роспотребнадзора [17] показал наличие превышений ПДК по ряду загрязнителей.

Оценка удельного веса среднесуточных проб атмосферного воздуха населенных мест Центральной России, превышающих гигиенические нормативы в 2017–2019 годах показала, что в ряде городов Тверской, Тамбовской, Белгородской областей, а также в городе Москве наблюдается превышение предельно-допустимых концентраций бенз(а)пирена, являющегося сильным канцерогеном и относящегося к первому классу опасности. Основными источниками данного поллютанта являются предприятия теплоэнергетики, нефтехимические и асфальтобитумные производства, а также выбросы автотранспорта [17].

В ряде проб воздуха, отобранных на территории города Москвы, наблюдаются превышения среднесуточных концентраций ПДК формальдегида. Данный загрязнитель является канцерогеном, а также может стать причиной появления ряда экологически-обусловленных заболеваний. При этом, в некоторых пробах, отобранных на территории города Москвы, концентрация формальдегида превышает среднесуточные ПДК более чем в 5 раз, что не может не вызывать беспокойство. Основным источником загрязнения атмосферы формальдегидом являются выхлопы отработанных газов транспорта, а также выбросы промышленных предприятий [17].

Существенная доля проб воздуха, отобранных на территории городов Белгородской области, показала превышения среднесуточных концентраций оксида углерода [17], являющегося фактором неканцерогенного риска ряда экологически-обусловленных заболеваний. Основным источником данного загрязнителя являются выхлопы отработанных газов транспорта.

В некоторых пробах, отобранных на территории городов Воронежской области (преимущественно в областном центре), фиксируются превышения среднесуточных ПДК диоксида азота и пыли [17].

Проведя анализ удельного веса проб атмосферного воздуха городов Центральной России с превышением максимально-разовых концентраций [17], установлено, что в городах Владимирской и Воронежской областей, почти 20 процентов проб имеют превышения ПДК пыли. Данный факт представляется возможным объяснить интенсивными строительными работами в указанных регионах, а также высокой плотностью автотранспортных потоков. Загрязнение атмосферы пылью является фактором неканцерогенного риска возникновения бронхиальной астмы и других заболеваний органов дыхания.

На территории города Москвы, а также городов Московской и Калужской областей около 10 процентов проб атмосферного воздуха имеют превышения максимально-разовых ПДК дигидросульфида (сероводорода). Причём, в ряде проб, отобранных на территории г. Москвы, наблюдаются опасные концентрации данного поллютанта (превышающие максимально-разовые ПДК более чем в 5 раз). Загрязнение атмосферы сероводородом является фактором неканцерогенного риска появления у населения заболеваний органов зрения и пищеварения. Основным источником загрязнения атмосферы сероводородом является химическая промышленность.

В ряде городов Центрально-Чернозёмного региона (Воронеж, Курск и другие) фиксируются превышения в атмосфере фенола и формальдегида [17].

Для оценки воздействия техногенного загрязнения воздушной среды на медико-демографические процессы крупных урбанизированных территорий в среде ГИС на исследуемых территориях Центральной России проведено изучение динамики общей смертности населения от злокачественных новообразований, смертности от злокачественных новообразований органов дыхания, пищеварения, щитовидной железы, а также динамики смертности населения от лейкемии. Кроме того, проанализирована динамика демографических процессов, удельный вклад в которые может внести загрязнение атмосферы антропогенными поллютантами — динамика младенческой смертности и динамика общей смертности.

Анализ динамики смертности населения от злокачественных новообразований в городах Центральной России показал наиболее высокие фоновые показатели в Тульской, Брянской и Орловской областях (табл. 1). Наибольший рост данного показателя за пятилетний период (с 2014 по 2018 годы) наблюдается в г. Москве, а также городах Ивановской и Тамбовской областях (табл. 1). Данный показатель коррелирует с загрязнением воздушной среды городов бенз(а)пиреном и формальдегидом.

Оценка динамики смертности населения городов Центральной России от лейкемии за пятилетний период (2014–2018 гг.) показал, что наиболее высокие показатели по данному фактору наблюдаются в городах Курской, Брянской, Тульской и Ярославской областей. На территории г. Москвы, а также городов Тамбовской, Ярославской, Рязанской и Калужской областей наблюдается уверенный рост смертности населения от лейкемии за пятилетний период, что также коррелирует с загрязнением воздушной среды по ряду показателей [17].

На территории городов Тульской, Брянской, Курской, Костромской, Калужской, Белгородской и Владимирской областей наблюдается наиболее высокий уровень смертности населения от злокачественных новообразований органов дыхания. Устойчивый рост данного показателя за пятилетний период зафиксирован в городах Брянской, Белгородской, Липецкой и Тамбовской областей, а также на территории города Москвы. Смертность населения от злокачественных новообразований органов дыхания коррелирует как с превышением среднесуточных, так и с превышением максимально-разовых ПДК антропогенных поллютантов на территории городов Центральной России [17].

Таблица 1
Динамика смертности населения от злокачественных новообразований за 2014–2018 гг. в городах Центральной России, (на 1 000 чел. населения)

Субъект РФ	2014	2015	2016	2017	2018
1	2	3	4	5	6
Белгородская область	1,88	1,89	1,91	1,85	1,88
Брянская область	2,23	2,36	2,34	2,32	2,41
Владимирская область	2,00	1,91	1,95	1,80	1,79
Воронежская область	1,44	1,67	1,41	1,51	1,55
Ивановская область	1,90	1,94	2,06	1,81	2,23
Калужская область	2,06	1,90	1,92	1,84	1,81
Костромская область	2,24	1,99	1,94	1,92	2,05
Курская область	2,22	2,23	2,23	2,13	2,00
Липецкая область	1,73	1,81	0,92	1,79	1,76
Московская область	1,61	1,56	1,50	1,24	1,33

Оценка воздействия техногенного загрязнения воздушной среды на медико-демографические процессы крупных урбанизированных регионов

Орловская область	2,23	2,28	2,21	2,25	2,24
Рязанская область	2,29	2,31	2,19	2,04	1,06

Продолжение Таблицы 1

1	2	3	4	5	6
Смоленская область	1,93	1,85	1,83	1,91	2,07
Тамбовская область	1,27	1,40	1,39	1,33	1,38
Тверская область	2,31	2,18	2,30	2,40	2,10
Тульская область	2,60	2,57	2,55	2,55	2,60
Ярославская область	2,05	2,03	2,03	2,01	2,04
г. Москва	1,14	1,47	1,24	1,87	1,52

Составлено по: [17].

Из общих демографических показателей следует выделить динамику младенческой смертности. Наибольшие значения за пятилетний период (2014–2018 гг.) по данному показателю наблюдаются на территории Костромской, Брянской, Смоленской, Тульской областей и в г. Москве. Уверенный рост младенческой смертности за пятилетний период выделяется на территории Смоленской области [17]. В формирование данного показателя вносят вклад множество факторов, при этом удельный вклад качества окружающей среды также очевиден [3].

Выводы

Оценка техногенного загрязнения воздушной среды крупных урбанизированных регионов Центральной России показала, что на территории большинства городов наблюдаются превышения среднесуточных и максимально-разовых предельно-допустимых концентраций антропогенных поллютанов. Наиболее токсичными загрязнителями городов Центральной России являются бенз(а)пирен, формальдегид, сероводород. Наибольшие превышения максимально-разовых и среднесуточных ПДК по различным загрязнителям фиксируются на территории г. Москвы, городов Московской, Тамбовской, Тверской, Белгородской, Владимирской и Калужской областей.

Анализ медико-демографических показателей регионов Центральной России показал широкий разброс значений в пределах исследуемых территорий. Наибольший рост смертности от появления различных злокачественных новообразований фиксируется на территории г. Москвы, а также Брянской, Белгородской, Липецкой, Тамбовской и Калужской областей.

Оценка воздействия техногенного загрязнения воздушной среды на медико-демографические процессы крупных урбанизированных регионов показала, что ряд медико-демографических процессов прямо коррелируют с загрязнением атмосферы антропогенными поллютантами.

Наиболее сильные корреляционные зависимости обнаружены при воздействии загрязнения атмосферы бенз(а)пиреном и формальдегидом на показатель интегральной смертности населения от злокачественных новообразований, а также смертности населения от лейкемии.

Исследование осуществлено при финансовой поддержке Российского научного фонда, проект 20-17-00172.

Литература

1. Yeprintsev S. A., Klevtsova M. A., Lepeshkina L. A., Shekoyan S. V., Voronin A. A. Assessment of the dynamics of urbanized areas by remote sensing // В сборнике: IOP Conference Series: Earth and Environmental Science Current Problems and Solutions. 2018. С. 012034.
2. Епринцев С. А., Шекоян С.В. Изучение параметров качества окружающей среды урбанизированных территорий в условиях повышенной антропогенной нагрузки // Геополитика и экогеодинамика регионов. 2014. Т. 10. № 2. С. 520–525.
3. Епринцев С. А. Оценка экологической комфортности населения урбанизированных территорий // Вестник Тамбовского университета. Серия: Естественные и технические науки. 2014. Т. 19. № 5. С. 1410–1412.
4. Епринцев С. А., Клевцова М. А., Калаев В. Н., Шекоян С. В. Мониторинг состояния биотехносферы урбанизированных территорий (на примере города Воронежа) как фактора экологической безопасности населения // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: География. Геоэкология. 2017. № 1. С. 126–132.
5. Епринцев С. А., Шекоян С. В. Геоинформационное картографирование урбанизированных территорий как механизм пространственной оценки социально-экологических факторов // Геополитика и экогеодинамика регионов. 2019. Т. 5. № 3. С. 109–115.
6. Епринцев С. А., Клепиков О. В., Шекоян С. В., Жигулина Е. В. Формирование очагов экологически обусловленной заболеваемости как критерий «отклика» на качество окружающей среды // Наука Юга России. 2019. Т. 15. № 3. С. 70–80.
7. Сафонова И. В., Епринцев С. А., Каверина Н. В. Оценка антропогенного загрязнения почвенного покрова урбанизированных территорий городского округа г. Воронеж // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: География. Геоэкология. 2014. № 3. С. 99–104.
8. Регионы и города России: интегральная оценка экологического состояния / Н. С. Касимов, В. Р. Битюкова, С. М. Малхазова и др. М., 2016. 560 с.
9. Келлер А. А., Кувакин В. И. Медицинская экология. СПб, 1998. 255 с.
10. Общественное здоровье и экономика / Б. Б. Прохоров, И. В. Горшкова, Д. И. Шмаков, Е. В. Тарасова. М., 2007. 292 с.
11. Mueller R. G., Joyce A. A., Borejsza A., Goman M. Anthropogenic landscape change and the human ecology of the lower Rio Verde valley // Polity and Ecology in Formative Period Coastal Oaxaca. 2013. P. 65–96.
12. Speller V., Learmonth A. The search for evidence of effective health // BMJ: British Medical Journal: International Edition. 1997. Т. 315. № 7104. P. 361–363.
13. Анализ риска здоровью в стратегии государственного социально-экономического развития / Г. Г. Онищенко, Н. В. Зайцева, И. В. Май и др. Пермь, 2014. 738 с.
14. Санитарная охрана территории Российской Федерации в современных условиях / Г. Г. Онищенко, В. Ю. Смоленский, Е. Б. Ежлова и др. Саратов, 2014. 460 с.
15. Ревич Б. А. Оценка опасности для здоровья населения Москвы высокой температуры и загрязнения атмосферного воздуха / Б. А. Ревич, Д. А.

- Шапошников, С. Л. Авалиани и др. // Гигиена и санитария. 2015. Т. 94. № 1. С. 36–40.
16. Куролап С. А. Медико-экологический атлас города Воронежа / С. А. Куролап, О. В. Клепиков, С. А. Епринцев и др., Русское географическое общество, Воронежский государственный университет, Центр гигиены и эпидемиологии в Воронежской области. Воронеж, 2019. [Электронный ресурс]. Режим доступа <http://www.geogr.vsu.ru/atlas.htm> (дата обращения: 08.06.2020)
17. Федеральный информационный фонд СГМ. 2019. ФБУЗ ФЦГиЭ Роспотребнадзора. [Электронный ресурс], Режим доступа: https://www.fcgie.ru/fif_sgm.html (дата обращения: 08.06.2020)

S. A. Yeprintsev¹,
S. A. Kurolap¹,
O. V. Klepikov^{1,2},
S. V. Shekoyan¹

Assessment of the impact of man-made air pollution on the medical and demographic processes of large urbanized regions

¹Voronezh State University, Voronezh, Russian Federation
e-mail: esa81@mail.ru

²Voronezh State University of Engineering Technologies,
Voronezh, Russian Federation
e-mail: klepa1967@rambler.ru

Abstract. According to the data of the Federal information Fund for social and hygienic monitoring of the Federal state statistics Service of Rosпотребнадзор, air pollution in urbanized cities of Central Russia was studied. The most toxic anthropogenic pollutants and regions with the highest excess of the maximum single and average daily maximum permissible concentrations of anthropogenic pollutants in the urban environment were identified. To assess the impact of anthropogenic air pollution on the medical and demographic processes of large urbanized territories in the GIS environment in the studied territories of Central Russia, the study of the dynamics of total population mortality from malignant neoplasms of various organs, as well as the dynamics of population mortality from leukemia, was conducted.

Research has shown that a number of medical and demographic processes are directly correlated with atmospheric pollution by anthropogenic pollutants.

Keywords: urbanized territories, anthropogenic pollutants, medical and demographic indicators, maximum permissible concentrations, population mortality, malignant neoplasms, leukemia, environmental conditionality.

References

1. Yeprintsev S. A., Klevtsova M. A., Lepeshkina L. A., Shekoyan S. V., Voronin A. A. Assessment of the dynamics of urbanized areas by remote sensing // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science Current Problems and Solutions. 2018. P. 012034. (in Russian)
2. Yeprintsev S. A., Shekoyan S. V. Izuchenie parametrov kachestva okruzhayushchej sredy urbanizirovannyh territorij v usloviyah povyshennoj antropogennoj nagruzki // Geopolitika i ekogeodinamika regionov. 2014. T. 10. № 2. S. 520–525. (in Russian)

3. Yeprintsev S. A. Ocenka ekologicheskoy komfortnosti naseleniya urbanizirovannyh territorij // Vestnik Tambovskogo universiteta. Seriya: Estestvennye i tekhnicheskie nauki. 2014. T. 19. № 5. S. 1410–1412. (in Russian)
4. Yeprintsev S. A., Klevcova M. A., Kalaev V. N., Shekoyan S. V. Monitoringa sostoyaniya biotekhnosfery urbanizirovannyh territorij (na primere goroda Voronezha) kak faktora ekologicheskoy bezopasnosti naseleniya // Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Geografiya. Geoekologiya. 2017. № 1. S. 126–132. (in Russian)
5. Yeprintsev S. A., Shekoyan S. V. Geoinformacionnoe kartografirovanie urbanizirovannyh territorij kak mekhanizm prostranstvennoj ocenki social'no-ekologicheskikh faktorov // Geopolitika i ekogeodinamika regionov. 2019. T. 5. № 3. S. 109–115. (in Russian)
6. Yeprintsev S. A., Klepikov O. V., Shekoyan S. V., Zhigulina E. V. Formirovanie ochagov ekologicheskoi obuslovlennoy zaboлеваemosti kak kriterij «otklika» na kachestvo okruzhayushchej sredy // Nauka YUga Rossii. 2019. T. 15. № 3. S. 70–80. (in Russian)
7. Safonova I. V., Yeprintsev S. A., Kaverina N. V. Ocenka antropogennoho zagryazneniya pochvennogo pokrova urbanizirovannyh territorij gorodskogo okruga g. Voronezh // Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Geografiya. Geoekologiya. 2014. № 3. S. 99–104. (in Russian)
8. Regiony i goroda Rossii: integral'naya ocenka ekologicheskogo sostoyaniya / N. S. Kasimov, V. R. Bitukova, S. M. Malhazova i dr. M., 2016. 560 s. (in Russian)
9. Keller A. A., Kuvakin V. I. Medicinskaya ekologiya. SPb, 1998. 255 s. (in Russian)
10. Obshchestvennoe zdorov'e i ekonomika / B. B. Prohorov, I. V. Gorshkova, D. I. Shmakov, E. V. Tarasova. M., 2007. 292 s. (in Russian)
11. Mueller R. G., Joyce A. A., Borejsza A., Goman M. Anthropogenic landscape change and the human ecology of the lower Rio Verde valley // Polity and Ecology in Formative Period Coastal Oaxaca. 2013. P. 65–96. (in Russian)
12. Speller V. The search for evidence of effective health / V. Speller, A. Learmonth // BMJ: British Medical Journal: International Edition. 1997. T. 315. № 7104. P. 361–363.
13. Analiz riska zdorov'yu v strategii gosudarstvennogo social'no-ekonomicheskogo razvitiya / G. G. Onishchenko, N. V. Zajceva, I. V. Maj i dr. Perm', 2014. 738 s. (in Russian)
14. Sanitarnaya ohrana territorii Rossijskoj Federacii v sovremennyh usloviyah / G. G. Onishchenko, V. YU. Smolenskij, E.B. Ezhlova i dr. Saratov, 2014. 460 s. (in Russian)
15. Revich B. A. Ocenka opasnosti dlya zdorov'ya naseleniya Moskvy vysokoj temperatury i zagryazneniya atmosfernogo vozduha / B. A. Revich, D. A. Shaposhnikov, S. L. Avaliani i dr. // Gigiena i sanitariya. 2015. T. 94. № 1. S. 36-40. (in Russian)
16. Kurolap S. A. Mediko-ekologicheskij atlas goroda Voronezha / S. A. Kurolap, O. V. Klepikov, S. A. Yeprintsev i dr. // Russkoe geograficheskoe obshchestvo, Voronezhskij gosudarstvennyj universitet, Centr gigieny i epidemiologii v Voronezhskoj oblasti. Voronezh, 2019. URL: <http://www.geogr.vsu.ru/atlas.htm> (data obrashcheniya: 08.06.2020) (in Russian)
17. Federal'nyj informacionnyj fond SGM. 2019. FBUZ FCGiE Rospotrebnadzora. URL: https://www.fcgie.ru/fif_sgm.html (data obrashcheniya: 08.06.2020) (in Russian)

Поступила в редакцию 14.06.2020 г.