

КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ И РИСКА ДЛЯ ЗДОРОВЬЯ НАСЕЛЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННОГО ГОРОДА

О. В. Мячина, О. В. Клепиков

Воронежский государственный медицинский университет им. Н. Н. Бурденко, Россия
Воронежский государственный университет инженерных технологий, Россия

Поступила в редакцию 15 сентября 2016 г.

Аннотация: Целью исследования являлась оценка вклада неблагоприятных факторов окружающей среды (загрязнения атмосферного воздуха, качества питьевой воды, загрязнения почвы, шума) в формирование уровня техногенной нагрузки территории промышленного города, а также оценка риска для здоровья населения по ведущему из них.

В исследовании использованы материалы Центра гигиены и эпидемиологии в Воронежской области за 2009-2015 годы.

Установлено, что ведущий вклад в показатель комплексной антропогенной нагрузки ($KN = 14,37$) вносит загрязнение атмосферного воздуха (53,7%), далее следуют загрязнение почвы (19,4%), качество питьевой воды (15,2%), шумовой фактор (11,7%). На основе применения методологии оценки риска установлено, что коэффициенты опасности, характеризующие неканцерогенный риск, превышали приемлемый уровень ($HQ > 1$) на промышленной территории по 6 веществам (диоксид азота, акрилонитрил, акролеин, 1,3-бутадиен, меди оксид, хром⁺⁶) из 12-ти лабораторно контролируемых веществ, в то время как на территории сравнения – только по 3-м (диоксид азота, акролеин, меди оксид) из 8-ми контролируемых веществ.

Ключевые слова: окружающая среда, загрязнение, риск для здоровья.

Abstract: The aim of this study was to evaluate the contribution of environmental factors (air pollution, drinking water quality, soil pollution, noise) in the formation of the level of anthropogenic impact in the industrial city, and the assessment of risk to the health of the population by the most important of them.

The study used the materials of the Centre for Hygiene and Epidemiology in the Voronezh region in 2009-2015.

It was found that the leading contribution to the index of the integrated anthropogenic load ($KN = 14.37$) brings air pollution (53,7%), followed by soil contamination (19,4%), the quality of drinking water (15,2%), noise factor (11,7%). On the basis of risk assessment methodology, it was established that the danger coefficients characterizing non-carcinogenic risk, exceeded an acceptable level ($HQ > 1$) in the industrial area with 6 substances (nitrogen dioxide, acrylonitrile, acrolein, 1,3-butadiene, copper oxide, chromium + 6) from 12 laboratory-controlled substances, while in the comparing territory it was with 3 substances (nitrogen dioxide, acrolein, copper oxide) out of 8 controlled substances.

Key words: environment, pollution, health risks.

Городской округ город Воронеж с развитой промышленностью и высокой автотранспортной нагрузкой вполне может считаться типичным объектом для изучения воздействия техногенных факторов на окружающую среду и здоровье населения. В ряде региональных исследований подтверждено негативное влияние техногенных факторов на здоровье населения. В частности, ранее выполнена оценка состояния окружающей среды

на территории Воронежа [1], выявлены взаимосвязи уровня загрязнения почвы и заболеваемости населения [2], оценен риск здоровью населения, обусловленный воздействием химических веществ, содержащихся в атмосферном воздухе [5, 6], оценено качество питьевой воды [7].

В последнее время приоритет отдается исследованиям по комплексной экологической оценке состояния городской среды, результаты которых позволяют продвинуться в теоретическом изучении закономерностей формирования зон экологи-

Комплексная антропогенная нагрузка на окружающую среду

| Показатель | Атмосферный воздух ($K_{\text{атм}}$) | Питьевая вода ($K_{\text{воды}}$) | Почва ($K_{\text{почвы}}$) | Шум ($K_{\text{шума}}$) | Комплексная нагрузка (КН) |
|---|---|-------------------------------------|------------------------------|---------------------------|---------------------------|
| Суммарный показатель нагрузки (по средним показателям) | 7,71 | 2,18 | 2,79 | 1,68 | 14,37 |
| Вклад в величину КН, % | 53,7 | 15,2 | 19,4 | 11,7 | 100 |
| Суммарный показатель нагрузки (по максимальным показателям) | 29,22 | 4,10 | 11,06 | 2,20 | 46,58 |
| Вклад в величину $K_{\text{макс}}$, % | 62,7 | 8,8 | 23,7 | 4,8 | 100 |

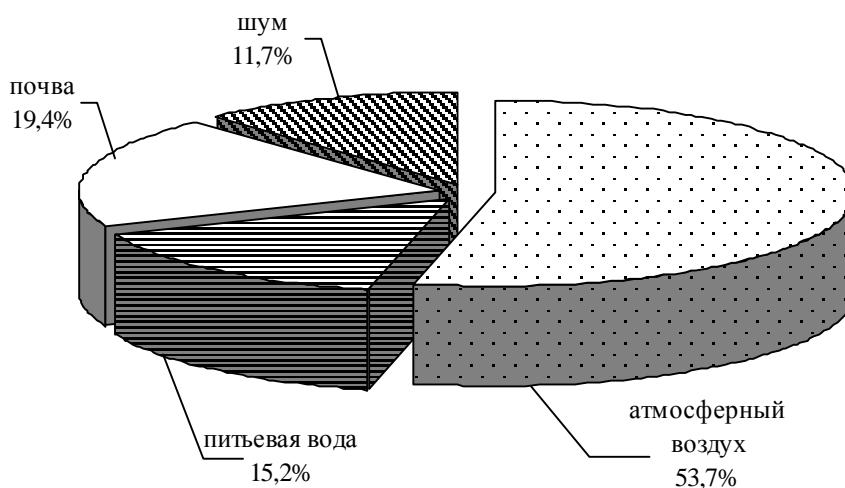


Рис. 1. Вклад факторов среды обитания в комплексную антропогенную нагрузку

ческого риска, а также повысить обоснованность и эффективность управленческих решений по обеспечению экологической безопасности [3, 4, 10].

Мы предприняли попытку оценить вклад неблагоприятных факторов окружающей среды в формировании уровня техногенной нагрузки территории промышленного города и риска для здоровья населения по ведущему из них.

Программа исследований формировалась на основе реализации следующих основных направлений: 1) анализ фондовых данных мониторинга уровня загрязнения атмосферного воздуха, питьевой воды и почвы (по материалам ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Воронежской области» за 2009-2015 годы); 2) интегральная оценка техногенной нагрузки по комплексным характеристикам; 3) оценка различий уровня загрязнения атмосферного воздуха на внутригородских территориях (на примере двух районов).

В статье рассчитаны комплексные коэффициенты техногенной нагрузки на среду обитания, определяемые в соответствии с методическими указаниями Федерального научного центра гигиены им. Ф. Ф. Эрисмана «Комплексное определение антропогенной нагрузки на водные объекты, почву, атмосферный воздух в районах селитебного освоения», опубликованными в открытой печати [8]. Расчет проводился в следующей последовательности: 1) определение средних и максимальных концентраций загрязняющих веществ в объектах среды (атмосферный воздух, питьевая вода, почва); 2) расчет комплексных показателей по средним и максимальным концентрациям загрязняющих веществ в объектах среды; 3) расчет коэффициента, учитывающего уровень воздействия шумового фактора; 4) расчет показателей комплексной антропогенной нагрузки по средним и максимальным показателям.

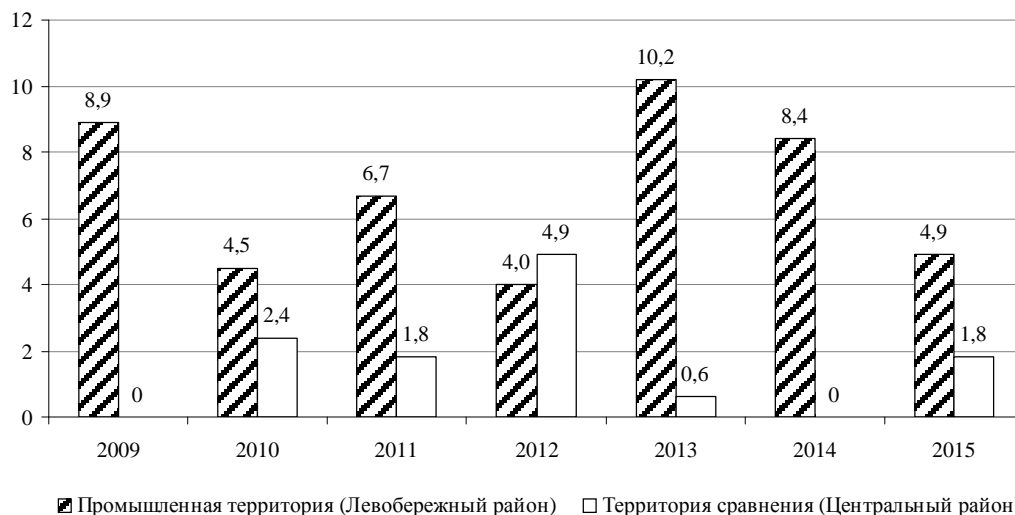


Рис. 2. Удельный вес проб атмосферного воздуха с превышением ПДК_{сс.}, %

Оценка неканцерогенного риска, обусловленного аэротехногенной нагрузкой, проведена в соответствии с «Руководством по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду» и включала расчет коэффициентов и индексов опасности [9].

Аэротехногенный фактор выбран как ведущий из учитываемых по материалам оценки комплексной антропогенной нагрузки, что согласуется с результатами ранее проведенных региональных работ [3, 4, 10].

Имеющаяся база данных показателей, характеризующих состояние атмосферного воздуха, качество питьевой воды, уровень шума и загрязнение почвы селитебной территории, позволила провести оценку комплексной антропогенной нагрузки городской среды за среднесрочный период (2009-2015 годы), что отражено в таблице 1.

При интегральной оценке состояния окружающей среды промышленно развитого города, включающей расчет комплексных коэффициентов, характеризующих уровни загрязнения воздушной среды, питьевой воды, почвы селитебной территории и городского шума, установлено, что загрязнение атмосферного воздуха промышленно развитого города вносит 53,7 % вклада в комплексную антропогенную нагрузку (КН = 14,37) на окружающую среду (рис. 1).

По максимальным концентрациям загрязняющих веществ в объектах окружающей среды также прослеживается ведущий вклад загрязнения атмосферного воздуха (62,7 %) в величину комплексной антропогенной нагрузки (КН = 46,58).

Следовательно, городской округ город Воронеж по уровню загрязнения атмосферного воздуха является территорией риска. Наибольший вклад в величину аэротехногенной нагрузки вносят диоксид азота, сажа, фенол, диоксид серы – загрязнители, для которых периодически регистрируется превышение гигиенических нормативов для воздуха населенных мест.

В этой связи, аэротехногенный фактор является приоритетным для населения Воронежа. Следует отметить, что загрязнение атмосферного воздуха различается по территории города. Проводя подобный анализ, необходимо учитывать, что под воздействием метеорологических факторов вредные соединения могут перемещаться из одного района в другой. Кроме того, в непосредственной близости к объектам – источникам загрязнения атмосферного воздуха – организуются санитарно-защитные зоны и предусматриваются природоохранные мероприятия, направленные на обеспечение рассеивания вредных выбросов в атмосфере и безопасные концентрации в приземном слое воздуха, в том числе и при неблагоприятных метеорологических условиях.

На основании полученных результатов в городе был выделен Левобережный район – мониторинговая точка (м.т.) по ул. Героев Стратосферы, 8 – как один из неблагополучных по показателям загрязнения атмосферного воздуха (промышленная территория). Удельный вес проб атмосферного воздуха, не отвечающих требованиям гигиенических нормативов, на этой территории в различные годы варьирует от 4,0 до 10,2 % (рис. 2).

В этом районе за период 2009-2015 годов регистрировались превышения ПДК_{сс.} для воздуха

Показатели качества атмосферного воздуха на территории городского округа город Воронеж (обобщенные данные за 2009-2015 годы)

| Вещества | Фактические концентрации, мг/м ³ | | Норматив, ПДК _{с.с.} , мг/м ³ **) | Кратность превышения норматива | |
|--|---|-----------------------|---|--------------------------------|---------------------------|
| | среднее значение (M±m) | максимальное значение | | по среднему значению | по максимальному значению |
| Левобережный район – м.т. ул. Героев Стратосферы, 8 (промышленная территория) | | | | | |
| азота диоксид | 0,043±0,003 | 0,223 | 0,04 | 1,08 | 5,58 |
| акрилонитрил | 0,01±0,000 | 0,01 | 0,03 | 0,33 | 0,33 |
| акролеин | 0,005±0,000 | 0,005 | 0,01 | 0,50 | 0,50 |
| 1,3 бутадиев | 0,5±0,000 | 0,5 | 1 | 0,50 | 0,50 |
| взвешенные вещества | 0,087±0,003 | 0,2 | 0,15 | 0,58 | 1,33 |
| марганца оксид | — ^{*)} | — | 0,001 | — | — |
| меди оксид | 0,00102±0,00001 | 0,003 | 0,002 | 0,51 | 1,50 |
| серы диоксид | 0,0305±0,002 | 0,176 | 0,05 | 0,61 | 3,52 |
| стирол | 0,001106±0,00001 | 0,0103 | 0,002 | 0,55 | 5,15 |
| углерода оксид | 1,14±0,03 | 3,65 | 3 | 0,38 | 1,22 |
| фенол | 0,00201±0,0001 | 0,0098 | 0,003 | 0,67 | 3,27 |
| формальдегид | 0,0018±0,0001 | 0,0109 | 0,003 | 0,60 | 3,63 |
| сажа | — | — | 0,005 | — | — |
| свинец | — | — | 0,0003 | — | — |
| хром ⁺⁶ | 0,000507±0,00001 | 0,00053 | 0,0015 | 0,34 | 0,35 |
| К_{атм.} | | | | 4,36 | 17,97 |
| Центральный район – м.т. по ул. Дарвина,1 (территория сравнения) | | | | | |
| азота диоксид | 0,022996±0,0014 | 0,089 | 0,04 | 0,57 | 2,23 |
| акролеин | 0,005±0,000 | 0,005 | 0,01 | 0,50 | 0,50 |
| взвешенные в-ва | 0,062063±0,001 | 0,132 | 0,15 | 0,41 | 0,88 |
| меди оксид | 0,001007±0,0001 | 0,0016 | 0,002 | 0,50 | 0,80 |
| серы диоксид | 0,025567±0,0003 | 0,066 | 0,05 | 0,51 | 1,32 |
| углерода оксид | 1,107±0,03 | 3,65 | 3 | 0,37 | 1,22 |
| фенол | 0,0015±0,00001 | 0,0094 | 0,003 | 0,49 | 3,13 |
| формальдегид | 0,0015±0,00001 | 0,0021 | 0,003 | 0,47 | 0,70 |
| К_{атм.} | | | | 2,63 | 7,44 |

*) – в данной мониторинговой точке загрязнитель не контролируется.

**) – ПДК_{с.с.} для воздуха населенных мест по ГН 2.1.6.1338-03.

населенных мест для 9 из 15 контролируемых веществ: по диоксиду азота – 5,58 раза; стиролу – 5,15 раза; формальдегиду – 3,63 раза; диоксиду серы – 3,52 раза; фенолу – 3,27 раза; оксиду меди – 1,50 раза; взвешенным веществам – 1,33 раза; оксиду углерода – 1,22 раза. По двум загрязнителям – стиролу (источник – производство синтетического каучука) и диоксиду азота (источники – ТЭЦ и автотранспорт) регистрировались превышения более 5 ПДК_{с.с.} (таблица 2).

В качестве территории сравнения был выбран Центральный район – мониторинговая точка (м.т.)

по ул. Дарвина, 1, где отмечается наименьший уровень загрязнения атмосферного воздуха (условно чистая территория). Это зона обслуживания детского и взрослого населения, относящегося к городской поликлинике № 1. В этом районе отмечались превышения ПДК_{с.с.} по 5 загрязнителям: фенолу – 3,13 раза; диоксиду азота – 2,23 раза; диоксиду серы – 1,32 раза; оксиду углерода – 1,22 раза. При этом средние значения концентраций за период с 2009 по 2015 год по всем контролируемым загрязнителям меньше, чем в Левобережном районе (рис. 3).

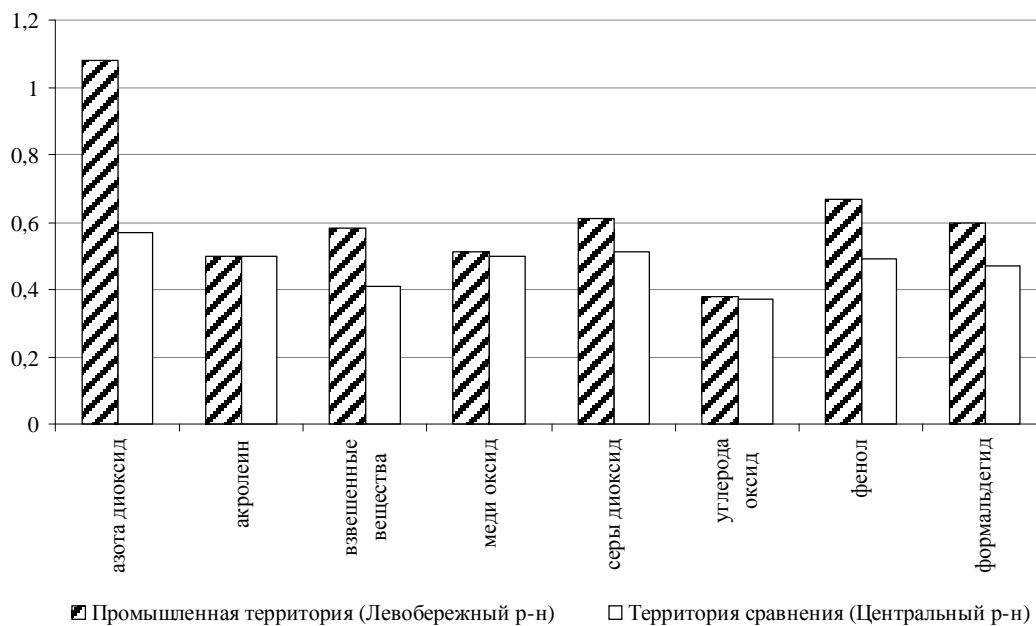


Рис. 3. Кратность превышения ПДК_{с.с.} (по среднему арифметическому значению концентрации за период с 2009 по 2015 год)

На относительно благополучной по аэротехногенному фактору территории удельный вес проб атмосферного воздуха с превышением ПДК_{с.с.} находится в интервале от 0 до 4,9 %. В 2009 и 2014 годах проб атмосферного воздуха, не соответствующих гигиеническим нормативам, не зарегистрировано. Показатель загрязнения атмосферы ($K_{атм.}$), рассчитанный по формуле К. А. Буштуевой, на территории сравнения ниже, чем на промышленной территории по среднему арифметическому значению концентраций за анализируемый период в 1,66 раза, по максимальным значениям концентраций – в 2,42 раза.

Последующим этапом исследования являлась оценка неканцерогенного риска для здоровья населения, обусловленного воздействием аэротехногенного фактора.

При оценке хронического ингаляционного воздействия по среднему арифметическому значению среднесуточных концентраций за 2009-2015 годы установлено, что коэффициенты опасности, характеризующие неканцерогенный риск, превышали приемлемый уровень ($HQ > 1$) на промышленной территории по 6 веществам из 13, которые контролировались в мониторинговой точке (диоксид азота, акрилонитрил, акролеин, 1,3-бутадиен, меди оксид, хром⁺⁶). Наиболее значительный неканцерогенный риск обусловлен присутствием в атмосферном воздухе акролеина и 1,3-бутадиена, а $HQ = 125,0$.

При оценке однонаправленного воздействия веществ установлено, что неприемлемый уровень

неканцерогенного риска ($HI > 1$) характерен для развития патологий органов дыхания ($HI = 285,06$), а также таких систем как сердечно-сосудистая ($HI = 125,72$), кроветворная ($HI = 126,46$) и эндокринная ($HI = 25,58$).

В мониторинговой точке относительно благополучного Центрального района установлено, что коэффициенты опасности, характеризующие неканцерогенный риск, превышали приемлемый уровень ($HQ > 1$) по 3 из 9 контролируемых веществ (диоксид азота, акролеин, меди оксид). Наиболее значительный неканцерогенный риск обусловлен присутствием в атмосферном воздухе акролеина ($HQ = 125,0$).

При оценке однонаправленного воздействия веществ установлено, что неприемлемый уровень неканцерогенного риска ($HI > 1$) характерен для развития патологий органов дыхания ($HI = 153,36$), кроветворной ($HI = 1,39$) и эндокринной систем ($HI = 25,00$).

В целом по суммам коэффициентов опасности (ΣHQ), характеризующих неканцерогенный риск при хроническом ингаляционном воздействии загрязняющих веществ, неблагополучие наиболее выражено в промышленном районе ($\Sigma HQ = 285,06$). На территории сравнения данный показатель составил $\Sigma HQ = 153,73$.

Дозовые нагрузки, связанные с ингаляционным поступлением в организм загрязняющих веществ в промышленном районе, также выше, чем на территории сравнения. Поскольку методология

оценки риска в части оценки воздействия загрязнителей воздушной среды исходит из применения референтных концентраций, а не референтных доз, сравнить дозовую нагрузку с безопасной величиной не представляется возможным из-за отсутствия норматива. В этой связи, в доказательность большей дозовой нагрузки на промышленной территории нами соотнесены дозы поступления веществ к территории сравнения. При этом установлено, что для взвешенных веществ, фенола, формальдегида, диоксида серы их соответствующие дозы в промышленном районе в 1,06-1,40 раз выше, чем на территории сравнения.

Вместе с тем, при расчете коэффициентов опасности по акрилонитрилу, акролеину, 1,3-бутадиену, оксиду меди, хрому⁺⁶ нами был использована величина 0,5 нижнего предела количественного определения, а не реальная концентрация. В этом случае для указанных веществ интервал значений HQ оказался крайне высок.

С одной стороны, методология оценки риска в такой ситуации исходит из позиции учета нижнего предела обнаружения вещества, т.е. за реальную концентрацию при оценке риска в этом случае, а именно «...при наличии сведений о возможности присутствия вещества в исследуемой точке или в зоне потенциального влияния источника загрязнения окружающей среды...» используется величина 0,5 предела количественного определения этого химического соединения (см. п. 4.2.16 «Руководство по оценке риска...» [9]), а, с другой стороны, необходимой рекомендацией в таких случаях является замена метода определения с повышением его чувствительности или совершенствование пробоотбора и пробоподготовки для уменьшения нижнего предела количественного определения концентрации. Причем, если обратиться к действующим в Российской Федерации требованиям к методам контроля загрязняющих атмосферный воздух веществ (ГОСТ 17.2.4.02-81 «Охрана природы. Атмосфера. Общие требования к методам определения загрязняющих веществ»), то «...применяемый метод должен обеспечивать определение загрязняющего вещества в атмосферном воздухе на уровне 0,8 ПДК или меньше», что в нашем случае соответствует практике.

Вторым дискуссионным вопросом является синхронизация отечественных нормативов (ПДК_{с.с.}) и референтных концентраций (RfC). Если для большинства приоритетных загрязняющих веществ они совпадают или близки, то для акри-

лонитрила, акролеина, 1,3-бутадиена, оксида меди, хрома+6 они имеют существенные различия.

Так, референтные концентрации для хронического воздействия акрилонитрила и хрома в 15 раз ниже, чем ПДК_{с.с.} воздуха населенных мест, для 1,3-бутадиена и акролеина – в 500 раз ниже, для оксида меди – в 100 раз. В этой связи необходимо синхронизировать значения ПДК по данным веществам с референтными концентрациями.

Кроме того дискуссионным вопросом остается использование для оценки риска величины 0,5 нижнего предела количественного определения веществ, так как коэффициенты опасности (HQ) для акрилонитрила, акролеина, 1,3-бутадиена, оксида меди, хрома⁺⁶, а также индексы опасности, характеризующие неканцерогенный риск при одностороннем воздействии веществ, в которые включены данные вещества, в этом случае несут в себе значительную неопределенность.

Итак, комплексная оценка техногенного загрязнения объектов городской среды (атмосферного воздуха, воды, почвы) с учетом фактора шума показала, что ведущий вклад в показатель комплексной антропогенной нагрузки (КН = 14,37) вносит загрязнение атмосферного воздуха (53,7%), далее следуют загрязнение почвы (19,4%), качество питьевой воды (15,2%), шумовой фактор (11,7%).

Несмотря на возникающие дискуссионные вопросы, на основе двух методических подходов, основанных на применении отечественных гигиенических нормативов с расчетом комплексных характеристик и заимствованной из мировой практики методологии оценки риска для здоровья, установлено, что в городе имеются территории, контрастно различающиеся по уровню загрязнения атмосферного воздуха.

Промышленная территория Левобережного района является неблагоприятной по удельному весу проб, не отвечающих гигиеническим нормативам, и частоте превышения нормативов. Удельный вес проб атмосферного воздуха, не отвечающих требованиям гигиенических нормативов, на данной территории в различные годы варьирует от 4,0 до 10,2%. Регистрировались наиболее значительные превышения ПДК_{с.с.} для воздуха населенных мест по 9 из 12 контролируемых веществ: по диоксиду азота, стиролу, формальдегиду, диоксиду серы, фенолу, оксиду меди, взвешенным веществам, оксиду углерода (от 1,22 до 5,58 раз). По двум загрязнителям – стиролу (ис-

точник – производство синтетического каучука) и диоксиду азота (источники – ТЭЦ и автотранспорт) регистрировались превышения более 5 ПДК_{с.с.}. На относительно благополучной по аэротехногенному фактору территории (Центральный район) удельный вес проб атмосферного воздуха с превышением ПДК_{с.с.} находится в интервале от 0 до 4,9%. Причем, в 2009 и 2014 годах проб атмосферного воздуха, не соответствующих гигиеническим нормативам, в мониторинговой точке Центрального района не зарегистрировано.

На основе применения методологии оценки риска установлено, что коэффициенты опасности, характеризующие неканцерогенный риск, превышали приемлемый уровень ($HQ > 1$) на промышленной территории по 6 веществам (диоксид азота, акрилонитрил, акролеин, 1,3-бутадиен, меди оксид, хром⁺⁶) из 12-ти лабораторно контролируемых веществ, в то время как на территории сравнения – только по 3-м (диоксид азота, акролеин, меди оксид) из 8-ми контролируемых веществ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Воронеж: среда обитания и зоны экологического риска / С. А. Куролап [и др.]. – Воронеж : Истоки, 2010. – 207 с.
2. Ильина И. С. Оценка взаимосвязи уровня загрязнения почвенного покрова и заболеваемости населения / И. С. Ильина, О. В. Клепиков, В. Д. Болдырев // Системный анализ и управление в биомедицинских системах. – 2015. – Т. 14, №1. – С. 177-183.
3. Интегральная экологическая оценка состояния городской среды / С. А. Куролап [и др.]. – Воронеж : Научная книга, 2015. – 231 с.
4. Клепиков О. В. Интегральная эколого-гигиеническая оценка территории промышленного центра / О. В. Клепиков, С. А. Куролап, П. М. Виноградов // Санитарный врач. – 2016. – № 1. – С. 20-26.
5. Куролап С. А. Оценка уровня загрязнения атмосферного воздуха и аэротехногенного риска для здоровья населения / С. А. Куролап, О. В. Клепиков // Экологическая оценка и картографирование состояния городской среды. – Воронеж, 2014. – С. 71-94.
6. Куролап С. А. Экологическая оценка качества воздушного бассейна г. Воронежа / С. А. Куролап, О. В. Клепиков, Л. Н. Костылева // Экологические системы и приборы. – 2010. – № 5. – С. 29-34.
7. Мамчик Н. П. Качество питьевой воды и здоровье населения Воронежа / Н. П. Мамчик, И. И. Механтьев, О. В. Клепиков // Здравоохранение Российской Федерации. – 1998. – № 2. – С. 51.
8. Потапов А. И. Здоровье населения и проблемы гигиенической безопасности / А. И. Потапов, И. Л. Ви-

нокур, Р. С. Гильденскиольд. – Москва : ИНФРА-М, 2006. – 304 с.

9. Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду (Р 2.1.10.1920 - 04). – Москва : Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России, 2004. – 143 с.

10. Экологическое зонирование города Воронежа с применением геоинформационных технологий / С. А. Епринцев [и др.]. // Вестник Воронежского государственного университета. Сер. География. Геоэкология. – 2008. – № 1. – С. 68-76.

REFERENCES

1. Voronezh: sreda obitaniya i zony ekologicheskogo riska / S. A. Kurolap [i dr.]. – Voronezh : Istoki, 2010. – 207 s.
2. Il'ina I. S. Otsenka vzaimosvyazi urovnya zagryazneniya pochvennogo pokrova i zaboлеваemosti naseleniya / I. S. Il'ina, O. V. Klepikov, V. D. Boldyrev // Sistemnyy analiz i upravlenie v biomeditsinskikh sistemakh. – 2015. – T. 14, №1. – S. 177-183.
3. Integral'naya ekologicheskaya otsenka sostoyaniya gorodskoy sredy / S. A. Kurolap [i dr.]. – Voronezh : Nauchnaya kniga, 2015. – 231 s.
4. Klepikov O. V. Integral'naya ekologo-gigienicheskaya otsenka territorii promyshlennogo tsentra / O. V. Klepikov, S. A. Kurolap, P. M. Vinogradov // Sanitarnyy vrach. – 2016. – № 1. – S. 20-26.
5. Kurolap S. A. Otsenka urovnya zagryazneniya atmosfernogo vozdukha i aerotekhnogennogo riska dlya zdorov'ya naseleniya / S. A. Kurolap, O. V. Klepikov // Ekologicheskaya otsenka i kartografirovaniye sostoyaniya gorodskoy sredy. – Voronezh, 2014. – S. 71-94.
6. Kurolap S. A. Ekologicheskaya otsenka kachestva vozdušnogo basseyna g. Voronezha / S. A. Kurolap, O. V. Klepikov, L. N. Kostyleva // Ekologicheskkiye sistemy i pribory. – 2010. – № 5. – S. 29-34.
7. Mamchik N. P. Kachestvo pit'evoy vody i zdorov'e naseleniya Voronezha / N. P. Mamchik, I. I. Mekhant'ev, O. V. Klepikov // Zdravookhraneniye Rossiyskoy Federatsii. – 1998. – № 2. – S. 51.
8. Potapov A. I. Zdorov'e naseleniya i problemy igienicheskoy bezopasnosti / A. I. Potapov, I. L. Vinokur, R. S. Gil'denskiol'd. – Moskva : INFRA-M, 2006. – 304 s.
9. Rukovodstvo po otsenke riska dlya zdorov'ya naseleniya pri vozdeystvii khimicheskikh veshchestv, zagryaznyayushchikh okruzhayushchuyu sredy (P 2.1.10.1920 - 04). – Moskva : Federal'nyy tsentr gossanepidnadzora Minzdrava Rossii, 2004. – 143 s.
10. Ekologicheskoye zonirovaniye goroda Voronezha s primeneniye geoinformatsionnykh tekhnologiy / S. A. Eprintsev [i dr.]. // Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta. Ser. Geografiya. Geoekologiya. – 2008. – № 1. – S. 68-76.

Мячина Ольга Владимировна
кандидат медицинских наук, доцент кафедры биологии
Воронежского государственного медицинского
университета им. Н. Н. Бурденко, г. Воронеж,
т. +7(960)1165990, E-mail: olga_v_myachina@mail.ru

Клепиков Олег Владимирович
доктор биологических наук, профессор, заведующий
отделением информационных технологий ФБУЗ
«Центр гигиены и эпидемиологии в Воронежской
области», профессор кафедры инженерной экологии
Воронежского государственного университета
инженерных технологий, г. Воронеж,
т. +7(473) 2640482, E-mail: klepa1967@rambler.ru

Myachina Olga Vladimirovna
Candidate of Medical Sciences, Associate Professor of the
Chair of Biology, Voronezh State Medical University named
after N.N. Burdenko, Voronezh, tel. +7(960)1165990,
E-mail: olga_v_myachina@mail.ru

Klepikov Oleg Vladimirovich
Doctor of Biological Sciences, Professor, Head of the In-
formation Technologies Department at the Centre for Hy-
giene and Epidemiology in the Voronezh Region, Profes-
sor of the Chair of Environmental Engineering, Voronezh
State University of Engineering Technologies, Voronezh,
tel. +7(473)2640482, E-mail: klepa1967@rambler.ru