

Клепиков О.В.<sup>1</sup>, Самойлов С.А.<sup>2</sup>, Ушаков И.Б.<sup>2</sup>, Попов В.И.<sup>3</sup>, Куролап С.А.<sup>4</sup>

## КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ПРОМЫШЛЕННОГО ГОРОДА

<sup>1</sup> ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет инженерных технологий» Министерства образования и науки РФ, 394036, Воронеж;

<sup>2</sup> ФГБУ «Государственный научный центр Российской Федерации – Федеральный медицинский биофизический центр им. А.И. Бурназяна» ФМБА России, 123182, Москва;

<sup>3</sup> ФГБОУ ВО «Воронежский государственный медицинский университет им. Н.Н. Бурденко» Министерства здравоохранения РФ, 394036, Воронеж;

<sup>4</sup> ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет» Министерства образования и науки РФ, 394036, Воронеж

**Введение.** Целью исследования являлся комплексный анализ состояния окружающей среды промышленно развитого города Воронежа для обоснования мероприятий по охране окружающей среды и профилактике заболеваемости населения.

**Материал и методы.** В исследовании использованы материалы регионального информационного фонда социально-гигиенического мониторинга, осуществляющегося на базе Федерального государственного учреждения здравоохранения «Центр гигиены и эпидемиологии в Воронежской области» по разделу «Окружающая среда» за последние 5 лет. Применены методы комплексной оценки техногенной нагрузки на окружающую среду и методы оценки риска для здоровья населения, обусловленного воздействием факторов среды обитания.

**Результаты.** Установлено, что антропогенная нагрузка на окружающую среду значительно выше на территориях с преимущественным негативным влиянием промышленного сектора ( $KH = 13,29$ ) и автотранспортных потоков ( $KH = 14,65$ ) по отношению к относительно благополучной территории ( $KH = 7,97$ ). Из числа анализируемых факторов на основе комплексной гигиенической оценки определен ведущий вклад аэро-техногенного фактора в формирование уровня техногенной нагрузки на городской территории (58,1–58,5%). Оценка риска для здоровья населения показала приоритетность неблагоприятного воздействия на горожан загрязнения атмосферного воздуха и автотранспортного шума. По степени канцерогенной опасности наиболее неблагоприятная ситуация отмечается в промышленном районе вблизи самолётостроительного завода и предприятия по производству синтетического каучука, где отмечены высокие уровни суммарного индивидуального канцерогенного риска (хром<sup>+6</sup>, сажа, акролеин, формальдегид), составляющие более  $1 \cdot 10^{-4}$ , но менее  $1 \cdot 10^{-3}$ , что классифицируется как опасный риск. Неприемлемый уровень неканцерогенного риска ( $HQ > 1$ ) на промышленной территории превышен по 4 из 14 контролируемых веществ: акролеин, диоксид азота, меди оксид, хром<sup>+6</sup>. При оценке однонаправленного воздействия веществ установлено, что неприемлемый уровень неканцерогенного риска ( $HI > 1$ ) характерен для развития патологий органов дыхания, сердечно-сосудистой системы, кроветворной системы (кровь) и эндокринной системы. Риск нарушения здоровья городского населения при существующих уровнях шума от автомобильного транспорта превышает приемлемые величины. Наиболее высокие показатели риска для здоровья от воздействия транспортного шума характерны для заболеваний сердечно-сосудистой системы. По мере увеличения возраста (вероятной продолжительности времени воздействия) от 10 до 35 лет уровень риска оценивается как средний (величины риска составляют от 0,051 до 0,342 единицы), от 40 до 45 лет – как высокий (от 0,352 до 0,591), от 50 до 70 лет – как экстремальный (от 0,607 до 1).

**Заключение.** Выявленные проблемы необходимо решать в контексте общего развития города.

Ключевые слова: загрязнение; окружающая среда; комплексная оценка; риск для здоровья.

**Для цитирования:** Клепиков О.В., Самойлов С.А., Ушаков И.Б., Попов В.И., Куролап С.А. Комплексная оценка состояния окружающей среды промышленного города. Гигиена и санитария. 2018; 97(8): 686-692. DOI: <http://dx.doi.org/10.18821/0016-9900-2018-97-8-686-692>

**Для корреспонденции:** Клепиков Олег Владимирович, доктор биол. наук, проф. каф. промышленной экологии, оборудования химических и нефтехимических производств ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет инженерных технологий» Министерства образования и науки РФ. E-mail: [klera1967@rambler.ru](mailto:klera1967@rambler.ru)

Klepikov O.V.<sup>1</sup>, Samoylov S.A.<sup>2</sup>, Ushakov I.B.<sup>2</sup>, Popov V.I.<sup>3</sup>, Kurolap S.A.<sup>4</sup>

## COMPREHENSIVE ASSESSMENT OF THE STATE OF THE ENVIRONMENT OF THE INDUSTRIAL CITY

<sup>1</sup>Voronezh State University of Engineering Technologies, Voronezh, 394036, Russian Federation;

<sup>2</sup>A.I. Burnazyan Federal Medical Biophysical Centre, Moscow, 123182, Russian Federation;

<sup>3</sup>N.N. Burdenko Voronezh State Medical University, Voronezh, 394036, Russian Federation;

<sup>4</sup>Voronezh State University, Voronezh, 394036, Russian Federation

**The aim of the study** was a comprehensive analysis of the state of the environment in the industrialized city of Voronezh to justify measures to protect the environment and prevent the morbidity of the population.

**Material and methods.** The study uses materials from the regional information fund for social and hygienic monitoring, which is implemented on the basis of the Federal State Health Care Institution "Center for Hygiene and Epidemiology in the Voronezh Region" under the "Environment" section for the last 5 years. The methods of the comprehensive assessment of anthropogenic load on the environment and methods for assessing the health risks of the population due to environmental factors are applied.

**Results.** The anthropogenic load on the environment has been established to be significantly higher in the territories with the predominant negative influence of the industrial sector (Coefficient of complex anthropogenic load

( $CL = 13.29$ ) and motor traffic loads ( $CL = 14.65$ ) relative to the relatively prosperous territory ( $CL = 7.97$ ). Among the analyzed factors (air pollution, drinking water quality, soil contamination in the residential area, road noise), the leading contribution of the aerotechnogenic factor to the formation of the level of anthropogenic load in the urban area (58.1-58.5%) was determined on the basis of a comprehensive hygienic assessment. An assessment of the health risks of the population showed the priority of the adverse impact of air pollution and road noise on the city residents. According to the degree of carcinogenic danger, the most unfavorable situation is observed in the industrial area near the aircraft plant and the plant for the production of synthetic rubber, where high levels of total individual carcinogenic risk (chrome<sup>+6</sup>, soot, acrolein, formaldehyde), more than  $1 \cdot 10^{-4}$ , less than  $1 \cdot 10^{-3}$ , which is classified as a hazardous risk. The unacceptable level of non-carcinogenic risk ( $HQ > 1$ ) in the industrial area is exceeded by 4 out of 14 controlled substances: acrolein, nitric oxide, copper oxide, chromium<sup>+6</sup>. When assessing the unidirectional effects of substances, an unacceptable level of non-carcinogenic risk ( $HI > 1$ ) was found to be characteristic for the development of the pathology of respiratory, cardiovascular, hemopoietic (blood) and endocrine system. The risk of disrupting the health of the urban population at existing levels of noise from road transport exceeds acceptable values. The highest risk indices for health from the effects of transport noise are characteristic for diseases of the cardiovascular system. As the age (probable duration of the exposure time) increases from 10 to 35 years, the risk level is estimated as average (the risk ranges from 0.051 to 0.342 units), from 40 to 45 years - as high (from 0.352 to 0.591), from 50 to 70 years - as extreme (from 0.607 to 1). The identified problems must be solved in the context of the overall development of the city.

**Key words:** pollution; environment; integrated assessment; health risk.

**For citation:** Klepikov O.V., Samoylov S.A., Ushakov I.B., Popov V.I., Kurolap S.A. Comprehensive assessment of the industrial environment of the industrial city. *Gigiena i Sanitariya (Hygiene and Sanitation, Russian journal)* 2018; 97(8): 686-692. (In Russ.). DOI: <http://dx.doi.org/10.18821/0016-9900-2018-97-8-686-692>

**For correspondence:** Oleg V. Klepikov, MD, Ph.D., D.Sci., professor, Professor of the Department of Industrial Ecology, Equipment of Chemical and Petrochemical Productions of the Voronezh State University of Engineering Technologies, Voronezh, 394036, Russian Federation. E-mail: [klepa1967@rambler.ru](mailto:klepa1967@rambler.ru)

**Information about authors:** Klepikov O.V. <http://orcid.org/0000-0001-9228-620X>; Samoilov S.A. <http://orcid.org/0000-0002-9241-7238>; Ushakov I.B. <http://orcid.org/0000-0002-0270-8622>; Popov V.I. <http://orcid.org/0000-0001-5386-9082>; Kurolap S.A. <https://orcid.org/0000-0002-6169-8014>.

*Conflict of interest.* The authors declare no conflict of interest.

*Acknowledgment.* The study was carried out with the financial support of the Russian Geographical Society in the framework of the scientific project No. 17-05-41072.

Received: 01 March 2018

Accepted: 02 July 2018

Многочисленными зарубежными и отечественными исследованиями показаны связи между состоянием здоровья населения городов и уровнем загрязнения среды обитания [1–7].

Решение задачи по оценке состояния окружающей среды для обоснования мероприятий по обеспечению гигиенической безопасности населения базируется на сочетании различных методических подходов. В частности, в Федеральном научном центре гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана разработана и апробирована методика расчёта комплексных характеристик состояния объектов среды обитания (атмосферного воздуха, воды, почвы и др.), при определении которых используются отечественные гигиенические нормативы (ПДК, ПДУ) [8]. Широко применяются алгоритмы гигиенического ранжирования факторов и территорий по уровням санитарно-эпидемиологического благополучия [9]. В социально-гигиеническом мониторинге накоплен значительный опыт применения методологии оценки риска для здоровья населения, обусловленного воздействием неблагоприятных факторов [10, 11].

Несмотря на то что для промышленных городов накоплен значительный опыт таких исследований, проблема оценки качества окружающей среды не теряет своей значимости и актуальности, поскольку для каждого из мегаполисов характерны свои региональные особенности [12, 13].

Промышленно развитый город Воронеж с населением около 1 млн человек является вполне репрезентативным объектом исследования.

Интегральная эколого-гигиеническая оценка территории Воронежа, проведённая ранее, позволила выявить ряд региональных особенностей, заключающихся в формировании локальных внутригородских зон повышенного риска для здоровья, обусловленных концентрацией промышленного производства и автотранспортной загруженностью [14]. При этом обращено внимание на ведущий вклад загрязнения атмосферного воздуха в формирование комплексной техногенной нагрузки в городе, при преобладании объёма выбросов загрязняющих веществ от автотранспорта по отношению к промышленным источникам [15].

С автотранспортной загруженностью города связывают повышенный риск здоровью от воздействия шумового фактора [16]. Однако единых исследований, сочетающих в себе применение нескольких методик оценки техногенной нагрузки и риска для здоровья населения города, не проводилось.

Целью исследования являлся комплексный анализ состояния окружающей среды промышленно развитого города Воронежа для обоснования мероприятий по охране окружающей среды и профилактике заболеваемости населения.

Для достижения цели решались следующие основные задачи:

- 1) провести комплексную гигиеническую оценку состояния среды обитания населения промышленно развитого города и выявить территории риска по уровню антропогенной нагрузки;
- 2) оценить вклад неблагоприятных факторов окружающей среды в формирование уровня техногенной нагрузки территории;
- 3) количественно оценить риск для здоровья населения, обусловленный воздействием неблагоприятных факторов городской среды обитания.

## Материал и методы

В исследовании использованы базы данных регионального информационного фонда социально-гигиенического мониторинга (РИФ СГМ), осуществляющегося на базе Федерального государственного учреждения здравоохранения «Центр гигиены и эпидемиологии в Воронежской области» по разделу «Окружающая среда» за последние 5 лет (2013–2017 гг.).

Расчёт комплексных характеристик оценки состояния объектов окружающей среды (атмосферного воздуха, питьевой воды, почвы) проведён по методическим указаниям Федерального научного центра гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана «Комплексное определение антропогенной нагрузки на водные объекты, почву, атмосферный воздух в районах селитебного освоения» опубликованных в открытой печати [9].

При этом сущность комплексной количественной гигиенической оценки антропогенной нагрузки на окружающую среду ( $KH = [K_{\text{воздуха}} + K_{\text{воды}} + K_{\text{почвы}} + K_{\text{шума}}]$ ) заключается в сумме пофакторных оценок ( $K_{\text{воздуха}}, K_{\text{воды}}, K_{\text{почвы}}, K_{\text{шума}}$ ), получаемых на основе сопоставления фактических данных качества окружающей среды с соответствующими гигиеническими нормативами (ПДК или ПДУ) [8].

Известно, что каждому из методов присущи свои преимущества и недостатки, а достоверные выводы могут быть получены на основе сочетания использования нескольких методических приёмов. В этой связи нами также использованы основные положения Руководства по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду (Р 2.1.10.1920–04) и МР 2.1.10.0059–12 «Оценка риска здоровью населения от воздействия транспортного шума» [19, 20].

## Результаты

На первом этапе проведена *идентификация опасности*, оценка надёжности и неопределённостей имеющейся информации по контролю качества окружающей среды города.

На территории города Воронежа в последние 5 лет Центром гигиены и эпидемиологии в Воронежской области определены постоянные контрольные точки оценки воздействия факторов риска для здоровья населения. Систематический контроль в рамках действующей системы социально-гигиенического мониторинга осуществляется в пяти контрольных точках (маршрутных постах) с отбором проб и определением среднесуточных концентраций 14-ти приоритетных загрязнителей атмосферного воздуха (азота диоксида, взвешенных веществ, серы диоксида, углерода оксида, формальдегида, гидроксibenзола (фенола), свинца, меди оксида, проп-2-ен-1-аля (акролеина), озона, этилбензола (стирола), хрома<sup>6+</sup>, сажи и марганца).

Местоположение контрольных точек отбора проб атмосферного воздуха на территории жилой застройки обосновывалось в зависимости от решаемых задач. Контрольная точка № 1 (ул. Дарвина, 1) служит для фонового мониторинга, удалена от ведущих промышленных источников от 5 до 16 км, от исторического центра города – на 6 км. К этому району с двух сторон примыкает лесопарковая зона, автотранспортная загруженность наименьшая. По объективным данным лабораторного контроля в точке № 1 район отнесён к относительно благополучной территории. Контрольные точки № 2 (Московский проспект, 36) и № 3 (ул. 20-летия Октября, 94) выбраны для получения данных об уровне загрязнения атмосферного воздуха на самых загруженных автотранспортом уличных транзитных магистралях. Контрольная точка № 4 (ул. Матросова, 6) характеризуется воздействием как автотранспорта, так и промышленных источников. Контрольная точка № 5 (ул. Героев Стратосферы, 8) характеризуется близостью к трём наиболее значительным промышленным источникам загрязнения атмосферного воздуха – ТЭЦ-1 (Вогрес), производству синтетического каучука (АО «Воронеж-синтезкаучук»), авиазаводу (ПАО «Воронежское акционерное самолётостроительное общество»). Удаление от промплощадок предприятий составляет 1–3 км.

Качество питьевой воды контролируется в 18-ти точках разводящей водопроводной сети.

Определяются приоритетные для региона санитарно-химические показатели: содержание бора, марганца, нитратов, нитритов, аммиака, фторидов, общая жёсткость, а также микробиологические показатели.

В 21-й мониторинговой точке контроля показателей санитарно-эпидемиологической безопасности почвы на территориях детских образовательных учреждений, селитебных и рекреационных зон [18].

Можно долго дискутировать о надёжности и репрезентативности имеющихся данных о состоянии окружающей среды, но мы обратим внимание на положительные и отрицательные моменты в организации системы мониторинга.

Переход на определение среднесуточных концентраций загрязняющих веществ в атмосферном воздухе (с 2012 г.), несомненно, повысил достоверность данных об уровнях экспозиции по отношению к ранее определяемым максимально разовым

концентрациям. Ежегодно проводится не менее 20 определений среднесуточных концентраций в каждой контрольной точке. Дискуссионным остается вопрос достаточности пяти точек контроля, хотя их местоположение отвечает задачам оценки ситуации при различных условиях. В селитебной зоне наиболее промышленно-развитого района (Левобережного) расположена 1 точка, на территориях жилой застройки, через которые проходят наибольшие автотранспортные потоки – 3 точки, и на относительно благополучной по уровню аэротехногенного загрязнения территории, обеспечивающей своеобразный фоновый мониторинг, – 1 точка.

Месторасположение контрольных точек разводящей водопроводной сети практически полностью охватывает доминирующие территории подачи воды от той или иной из семи водоподъёмных станций системы централизованного водоснабжения города (город использует только подземные водоисточники). Периодичность контроля – ежеквартальная.

Контрольные точки мониторинга уровня загрязнения почвы в своей основной массе – это территории детских образовательных организаций (14 точек из 21), т. к. для детей не исключено случайное пероральное поступление почвы. Контроль показателей в каждой точке – не менее двух раз в год.

Перечень контролируемых показателей обоснован исходя из территориальных особенностей, а также с учётом ведущих критериев выбора приоритетных (индикаторных) загрязняющих веществ в соответствии с Р 2.1.10.1920–04 [11].

В последние 2 года в связи с актуальностью проблемы оценки риска для здоровья от воздействия автотранспортного шума было увеличено число постоянных контрольных точек измерения уровня звука с четырёх (2013–2015 гг.) до 16-ти (2016–2017 гг.) и принято решение о реализации программы наблюдений, предусматривающей измерения уровней дневного, вечернего и ночного шума [17].

Принцип выбора точек состоял в учёте воздействия автотранспортной нагрузки разной интенсивности (от шести до двух полос движения, наличие или отсутствие перекрёстка). Две контрольные точки – ул. Володарского, 39 и ул. Вешних вод, 28 – служили фоновыми, расположены в квартале малозатраженной застройки и в частном жилом секторе. Улицы не транзитные. Постоянного транспортного потока на этих улицах нет даже в «часы пик».

Измерения уровня шума во всех точках проводились на границе территории жилой застройки со стороны уличной автомагистрали. Расстояние от края проезжей части до жилого дома составляло от 15 до 40 метров. Такие относительно небольшие расстояния сложились ввиду исторической застройки города в 50–80-е годы прошлого века и вынужденного расширения проезжей части на некоторых улицах в последнее десятилетие.

*Оценка экспозиции* по имеющейся за 2013–2017 гг. информации показала, что периодически отмечались превышения ПДК<sub>сс</sub> по содержанию семи из 14 контролируемых веществ: диоксида азота, диоксида серы, оксида углерода, фенола, формальдегида, стирола, озона. Кратность превышения ПДК<sub>сс</sub> по содержанию веществ в атмосферном воздухе составила от 1,1 до 5,3 раз. Превышения ПДК<sub>сс</sub> более пяти раз отмечалось только в 2016 г. по стиролу; источником стало производство синтетического каучука. Превышения ПДК<sub>сс</sub> зарегистрированы во всех пяти мониторинговых точках, однако частота и уровни превышений различны. Ежегодный удельный вес проб воздуха, несоответствующих нормативам, по отдельным загрязнителям варьировал от 1 до 20%, в целом по всем веществам – от 1,6 до 3,5%.

В трёх из 18 мониторинговых точек контроля качества питьевой воды в разводящей сети системы централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения периодически регистрировалось несоответствие качества воды гигиеническим нормативам по содержанию железа до 1,1 до 3,2 ПДК и марганца 1,1 до 2,1 ПДК. По другим санитарно-химическим показателям и показателям микробиологической безопасности питьевая вода соответствовала нормативам.

Ежегодный удельный вес проб почвы, не соответствующих гигиеническим нормативам по санитарно-химическим показателям, в селитебной зоне варьирует от 5,6 до 23,4%, по микробиологическим показателям – от 1,5 до 5,2%, по парази-



**Комплексная антропогенная нагрузка (КН) на окружающую среду промышленного города Воронежа и вклад отдельных составляющих в её величину**

Показатель	Отдельные составляющие КН				Коэффициент комплексной антропогенной нагрузки (КН)
	атмосферный воздух ( $K_{\text{возд}}$ )	питьевая вода ( $K_{\text{воды}}$ )	почва ( $K_{\text{почвы}}$ )	шум ( $K_{\text{шума}}$ )	
<i>Территория с преимущественным преобладанием промышленного сектора:</i>					
Суммарный показатель нагрузки, ед., безразмерный	7,72	1,82	2,53	1,22	13,29
Вклад в величину (КН), %	58,1	13,7	19,0	9,2	100,0
<i>Территория с наибольшими автотранспортными потоками:</i>					
Суммарный показатель нагрузки, ед., безразмерный	8,57	1,78	2,62	1,68	14,65
Вклад в величину (КН), %	58,5	12,1	17,9	11,5	100,0
<i>Относительно благополучная территория, не имеющая транзитных городских магистралей, удалённая от промышленных предприятий, с преимущественной долей жилого сектора:</i>					
Суммарный показатель нагрузки, ед., безразмерный	2,63	1,81	2,48	1,05	7,97
Вклад в величину (КН), %	33,0	22,7	31,1	13,2	100,0

тологическим показателям – от 0,8 до 2,1%. Воронеж отнесён к территории риска по содержанию свинца, цинка, бенз(а)пирена (по фактам превышения ПДК), а также по микробиологическим и паразитологическим показателям. Превышения отдельных нормативов отмечались в 6 из 21 контрольных точек.

Результаты мониторинга уровня шума на автотранспортных магистралях свидетельствовали о наличии превышений ПДУ как в дневное, так и в ночное время, и о стойком ежегодном увеличении общей доли результатов измерений, не отвечающих нормативам, от 21,2% в 2013 г. до 77,1% в 2017 г. [4].

Для комплексной гигиенической оценки состояния объектов среды обитания нами по контрольным точкам были рассчитаны средние за 5 лет концентрации загрязняющих веществ в объектах окружающей среды и уровни шума, была проведена условная группировка данных по трём видам внутригородских территорий:

- с преимущественным преобладанием промышленного сектора;
- с наибольшими автотранспортными потоками и относительно благополучной территории, не имеющей транзитных городских магистралей, удаленной от промышленных предприятий;
- с преимущественной долей жилого сектора.

Мы понимаем, что такая классификация при мультифакторном воздействии на человека техногенноизменённой городской окружающей среды достаточно условна и несёт в себе много неопределённостей, но для решения общей задачи определения ведущего вклада того или иного объекта городской среды обитания (воздуха, воды, почвы) в показатель комплексной антропогенной нагрузки вполне приемлема.

Исходя из рассчитанных для территорий средних арифметических значений показателей (табл. 1), нами определены комплексные коэффициенты, характеризующие состояние отдельных объектов среды обитания ( $K_{\text{возд}}$ ,  $K_{\text{воды}}$ ,  $K_{\text{почвы}}$ ,  $K_{\text{шума}}$ ).

В целом комплексная антропогенная нагрузка на окружающую среду, характеризуемая величиной коэффициента КН, значительно выше на территориях с преимущественным негативным влиянием промышленного сектора ( $KН = 13,29$ ) и автотранспортных потоков ( $KН = 14,65$ ), по отношению к относительно благополучной территории ( $KН = 7,97$ ). Ведущий вклад в величину комплексной антропогенной нагрузки (КН) города вносит загрязнение атмосферного воздуха независимо от классификации территории: на территории с преимущественным преобладанием влияния промышленного сектора вклад загрязнения атмосферного воздуха в КН составляет 58,1%, на территориях с наибольшими автотранспортными потоками – 58,5%, на относительно благополучной территории – 33,0%.

Комплексные показатели качества питьевой воды по территориям города существенно не различаются:  $K_{\text{воды}} = 1,78 \div 1,82$

единиц, что объясняется закольцованностью водопроводной сети и смешением вод из различных подземных водоисточников.

Прослеживается тенденция большего загрязнения почвы на территории с высокой автотранспортной нагрузкой ( $K_{\text{почвы}} = 2,62$ ). Для этой же территории характерна максимальная величина воздействия шумового фактора ( $K_{\text{шума}} = 1,68$ ).

Однако использование и анализ комплексных характеристик состояния окружающей среды не отвечают на вопрос: какие именно конкретные факторы обуславливают неприемлемый риск для здоровья населения? В этой связи необходима количественная характеристика риска.

Последующее применение методологии оценки риска для здоровья населения подтвердило неблагополучность ситуации на территориях с высокой автотранспортной и промышленной нагрузкой, обусловленную воздействием аэротехногенного фактора.

По уровню канцерогенной опасности наиболее неблагополучная ситуация складывается в промышленном районе расположения мониторинговой точки контроля вблизи самолётостроительного завода и предприятия по производству синтетического каучука, где отмечены высокие уровни суммарного индивидуального канцерогенного риска (хром<sup>+6</sup>, сажа, акролеин, формальдегид), составляющие более  $1 \cdot 10^{-4}$ , но менее  $1 \cdot 10^{-3}$ , что классифицируется как опасный риск, приемлемый для профессиональных групп и неприемлемый для населения в целом, требующий разработки и проведения плановых профилактических мероприятий. Наиболее высокие значения неканцерогенного риска  $HQ > 1$  отмечены также в этой же точке контроля. Приемлемый уровень неканцерогенного риска ( $HQ > 1$ ) на промышленной территории был превышен по 4 из 14 контролируемых веществ: акролеин, диоксид азота, меди оксид, хром<sup>+6</sup>. При оценке однонаправленного воздействия веществ установлено, что неприемлемый уровень неканцерогенного риска ( $HI > 1$ ) характерен для развития патологий органов дыхания, сердечно-сосудистой системы, кроветворной системы (кровь) и эндокринной системы.

Нами обращено внимание, что по результатам оценок на основе отечественной системы нормирования по ПДК<sub>сс</sub> загрязняющих веществ в воздухе населённых мест и на основе референтных концентраций для хронического ингаляционного воздействия ( $RfC$ ), используемых в методологии оценки риска для здоровья, возникли разногласия по интерпретации опасности воздействия хрома<sup>+6</sup>, оксида меди, акролеина, что связано со значительным различием ПДК<sub>сс</sub> и  $RfC$ : референтные концентрации для хронического воздействия хрома<sup>+6</sup> в 15 раз ниже ПДК<sub>сс</sub>, оксида меди – в 100 раз, акролеина – в 500 раз. В этой связи необходимо провести работу по синхронизации значений ПДК по данным веществам с референтными концентрациями для нормативно-методических документов.

Величина неканцерогенного риска, обусловленного показателями качества питьевой воды, находится на приемлемом уровне.

Таблица 2

**Риск развития заболеваний сердечно-сосудистой системы под воздействием автотранспортного шума по данным 2013–2017 гг.**

Адрес мониторинговой точки	Время экспозиции, лет						
	40	45	50	55	60	65	70
Московский проспект, 38	0,372	0,491	0,651	0,871	1	1	1
Московский проспект, 82	0,375	0,495	0,657	0,878	1	1	1
ул. 20 лет Октября, 94	0,259	0,342	0,454	0,607	0,820	1	1
ул. Ворошилова, 49	0,223	0,295	0,391	0,523	0,706	0,969	1
ул. 60 Армии, 27	0,22	0,29	0,384	0,514	0,695	0,953	1
ул. Космонавтов, 60	0,216	0,285	0,378	0,505	0,683	0,937	1
ул. Кольцовская, 52	0,204	0,269	0,356	0,477	0,644	0,884	1
ул. Краснознаменная, 1716	0,143	0,189	0,251	0,337	0,454	0,624	0,878
ул. Димитрова, 102	0,136	0,179	0,238	0,319	0,430	0,591	0,831
Московский пр., 114	0,123	0,162	0,215	0,287	0,388	0,532	0,746
Ленинский пр., 154	0,081	0,107	0,142	0,19	0,257	0,352	0,494
ул. Героев Стратосферы, 8	0,076	0,1	0,133	0,177	0,24	0,329	0,461
ул. Беговая, 2/2	0,036	0,048	0,063	0,085	0,114	0,157	0,22
Московский проспект, 175	0,006	0,008	0,01	0,014	0,019	0,026	0,036
ул. Володарского, 39	0	0	0	0	0	0	0
ул. Вешних вод, 28	0	0	0	0	0	0	0

не ( $HQ < 1$ ,  $HI < 1$ ), что показал расчёт вероятных доз поступления химических веществ и сравнение их с референтными.

Расчёты суммарного индивидуального канцерогенного риска от воздействия канцерогенных веществ – бенз(а)пирена, кадмия, мышьяка, свинца, содержащихся в почве селитебной территории города Воронежа, показали, что уровни индивидуального канцерогенного риска для детского населения (6 лет) относятся к первому диапазону рисков (равный и меньше  $1 \cdot 10^{-6}$ ) и определены как пренебрежимо малые, не требующие принятия мер по их снижению, подлежащие периодическому контролю.

Расчитанные величины коэффициентов опасности неканцерогенного риска ( $HQ$ ) составили показатели от минимального значения  $5,07 \cdot 10^{-9}$  до максимального  $2,05 \cdot 10^{-5}$ . Эти величины можно охарактеризовать как допустимые, не требующие принятия мер по управлению риском ( $HQ$  значительно меньше 1). Индексы опасности ( $HI$ ) при однонаправленном воздействии на нейроэндокринную, сердечно-сосудистую, иммунную, периферическую нервную, центральную нервную, репродуктивную системы, кровь, почки, печень, желудочно-кишечный тракт, на процессы развития и биохимические процессы в организме также ниже допустимого значения ( $HI < 1$ ).

Следует отметить, что в выбранном алгоритме оценки риска здоровью населения, обусловленного загрязнением почвы селитебной территории, как и в любом исследовании, есть допущения и неопределённости. Основные неопределённости обусловлены неполнотой информации на стадии идентификации опасности, связанной с отбором проб почвы в 21-ой мониторинговой точке на достаточно большой площади территории города; на стадии оценки экспозиции, в частности, с применением стандартных величин, таких как усреднённая масса тела ребенка, с выбранным ежесуточным объемом (200 мг) случайного поступления почвы в организм ребенка пероральным путем без учёта его индивидуальных особенностей. Вместе с тем, такие допущения в соответствии Руководством по оценке риска Р.2.1.10.1920–04 являются возможными и широко применяются в практических исследованиях.

Согласно данным, полученным в ходе мониторинга за шумовым воздействием на территории жилой застройки города Воронежа, значения эквивалентных уровней звука ( $L_{\text{ЭКВ}}$ ) в дневное время лежали в интервале от 28 до 87 дБА, в ночное время – от 27 до 71 дБА; значения максимальных уровней звука ( $L_{\text{АМКС}}$ ) составляли соответственно от 32 до 97 дБА и от 32 до 82 дБА.

Практически во всех 16 мониторинговых точках, за исключением двух, в разрезе времени суток (дневной, вечерней и ночной шумов) как по эквивалентному, так и по максимальному уровню звука были отмечены факты превышения ПДУ шума для территории жилой застройки.

По результатам оценки риска для здоровья населения от воздействия шумового фактора установлено, что наиболее высокие показатели риска для здоровья от воздействия транспортного шума характерны для заболеваний сердечно-сосудистой системы (табл. 2).

В частности, в десяти из 16 мониторинговых точек для продолжительности времени воздействия в 50, 55, 60, 65, 70 лет уровень риска для заболеваний сердечно-сосудистой системы оценивается как экстремальный (величины составляют от 0,607 до 1). Риск возникновения заболеваний нервной системы под воздействием автотранспортного шума в двух наиболее неблагоприятных контрольных точках составляет 0,053 до 0,059 единиц для 65 и 70 лет воздействия и оценивается как средний. В других мониторинговых точках риск возникновения заболеваний нервной системы оценивается как низкий. Максимальное значение риска возникновения заболеваний органов слуха под воздействием транспортного шума составляет 0,039 (для 70 лет воздействия) и расценивается как низкое.

Мы говорим об уличном автотранспортном шуме. Конечно, непосредственно в жилом помещении уровень звука значительно снижается. Но

не стоит недооценивать ситуацию. Для жилого помещения законодательством РФ установлена предельная норма 55 дБА в дневное время и 45 дБА в ночное время. В последнее время возрастает количество жалоб от населения на воздействие именно автотранспортного шума [4]. Кроме того, в соответствии с п. 3.3 СН 2.2.4/2.1.8.562 «Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки» соблюдение ПДУ шума не исключает нарушения здоровья у сверхчувствительных лиц.

## Обсуждение

Полученные нами результаты в целом согласуются с данными других региональных исследований. В частности, исследования по гигиенической оценке риска для здоровья детей, ассоциированного с вредным воздействием факторов среды обитания, также показали ведущую роль загрязнения атмосферного воздуха города в его формировании [21, 22]. Заболеваемость детей, проживающих на внутригородских территориях с более высоким уровнем аэротехногенной нагрузки, достоверно выше, чем в относительно благополучных микрорайонах [23]. Загрязнение атмосферного воздуха на локальных территориях рассматривается как угроза безопасности жизнедеятельности населения [24, 25, 26]. Результаты оценки шумового фактора города также свидетельствуют об имеющей место гигиенической проблеме [27].

Следует отметить, что исследования по комплексной гигиенической оценке состояния здоровья населения и факторов среды обитания в настоящее время становятся актуальными не только для городов-миллионников, но и для малых городов и поселений сельского типа. Примером могут служить исследования, проведенные в Саранске, в которых показано, что его население подвергается воздействию комплекса антропогенных факторов окружающей среды [28]. Причинно-следственные связи между уровнем заболеваемости детского населения и факторами среды обитания выявлены по результатам комплексной гигиенической оценки медико-экологической ситуации в Кемеровской области [29].

Интересным является факт, что из тридцати городов Российской Федерации, включённых в исследование по комплексной оценке антропогенной нагрузки на городскую территорию крупнейших промышленных городов по аналогично применённой нами методике с расчётом коэффициента КН (величины комплексной антропогенной нагрузки), по результатам ранжирова-

ния Воронеж занимает промежуточное (девятнадцатое) место, но, вместе с тем, ситуация классифицируется как «напряжённая» [30].

## Заключение

Установлено, что из числа анализируемых факторов (загрязнение атмосферного воздуха, качество питьевой воды, загрязнение почвы селитебной территории, автотранспортный шум) на основе комплексной гигиенической оценки определён ведущий вклад азротехногенного фактора в формирование уровня техногенной нагрузки на городской территории. Оценка риска для здоровья населения показала приоритетность неблагоприятного воздействия на горожан загрязнения атмосферного воздуха и автотранспортного шума.

В отличие от более ранних региональных работ, в выполненном исследовании использовано сочетание оценок на основе разных подходов – отечественных гигиенических нормативов с расчётом комплексных показателей техногенной нагрузки и методических подходов оценки риска от воздействия факторов химической (загрязнение) и физической (шум) природы.

Обращено внимание на проблему и необходимость синхронизации ПДК<sub>сс</sub> и референтных концентраций для отдельных загрязнителей воздушной среды.

Для Воронежа на первый план первичной профилактики заболеваемости и снижения риска для здоровья населения выходят мероприятия по охране атмосферного воздуха от загрязнения и необходимость улучшения шумового режима на уличных магистралях.

Для улучшения шумового режима на уличных магистралях перспективно проектирование и строительство скоростных автомобильных дорог, предназначенных для связи удалённых друг от друга районов города. Причём при проектировании общегородской системы скоростных автомобильных дорог снижение вредного воздействия магистралей на жилые районы и рекреационные территории должно достигаться за счёт их размещения в санитарно-защитных зонах предприятий, на нарушенных и неудобных землях, в зонах малоэтажной застройки (с установкой шумозащитных экранов). На практике не всегда удается реализовать этот принцип. В этой связи при формировании новой застройки и удалении ветхого жилого фонда перспективно применение вдоль магистралей жилых зданий специальных типов, выполняющих роль шумозащитных экранов, со специальной планировкой квартир, в которых подсобные помещения, кухни и лестничные клетки (т. е. помещения, которые не предназначены для отдыха людей) обращены в сторону шумной магистрали.

Выявленные проблемы необходимо решать в контексте общего развития города в комплексе с другими градостроительными проектными решениями.

**Финансирование.** Исследование выполнено при финансовой поддержке Русского географического общества в рамках научного проекта № 17-05-41072.

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

## Литература

- Damstra T., Barlow S., Bergman A., Kavlock R., Kraak G. *Global Assessment on the State of the Science of Endocrine Disruptors*. Geneva: World Health Organization; 2002.
- Kjellstrom T., Friel S., Dixon J., Corvalan C., Rehfuess E. Urban Environmental Health Hazards and Health Equity. *J Urban Health*. 2007, May; 84 (Suppl 1): 86–97.
- Bai X., Nath I., Capon A., Hasan D., Jaron D. Health and wellbeing in the changing urban environment: complex challenges, scientific responses, and the way forward. *Current Opinion in Environmental Sustainability*. V. 4, Issue 4, October 2012, pages 465-472.
- Maji K.J., Dikshit A.K., Deshpande A., Speldewinde P.C. Human health risk assessment due to air pollution in 10 urban cities in Maharashtra, India. *Cogent Environmental Science*. 2016; 2 (1).
- Ярыгина М.В., Кику П.Ф., Горборукова Т.В. Социально-гигиенический анализ экологозависимой заболеваемости населения как ведущий фактор системного подхода к оценке состояния популяционного здоровья (на примере Приморского края). *Общественное здоровье и здравоохранение*. 2014; (1): 4-11.

- Заводова Е.И., Оськина О.Ф. Комплексная гигиеническая оценка состояния здоровья населения и факторов среды обитания. *Санитарный врач*. 2015 (4): 43-6.
- Ушаков И.Б., Турзин П.С., Агаджанян Н.А., Попов В.И., Чубирко М.И., Фаустов А.С. *Экология человека и профилактическая медицина*. Воронеж: ИПФ «Воронеж», 2001. 488 с.
- Винокур И.Л., Бобылёва О.В. Комплексный показатель гигиенической характеристики окружающей среды. *Международный научно-исследовательский журнал*. 2015 (34): 72-3.
- Потапов А.И., Винокур И.Л., Гильденскиольд Р.С. *Здоровье населения и проблемы гигиенической безопасности*. М.: ИНФРА-М, 2006. 304 с.
- Онищенко Г.Г., Попова А.Ю., Зайцева Н.В., Май И.В., Шур П.З. Анализ риска здоровью в задачах совершенствования санитарно-эпидемиологического надзора в Российской Федерации. *Анализ риска здоровью*. 2014 (2): 4-13.
- Рахманин Ю.А., Леванчук А.В., Копытенкова О.И. Совершенствование системы социально-гигиенического мониторинга территорий крупных городов. *Гигиена и санитария*. 2017; 96 (4): 298-301.
- Савельев С.И., Трухина Г.М., Бондарев В.А., Нахичеванская Н.В. Развитие социально-гигиенического мониторинга на региональном уровне. *Гигиена и санитария*. 2016; 95 (11): 1033-6.
- Малых О.Л., Кочнева Н.И., Никонов Б.И., Шевчик А.А., Цепилова Т.М. Интегрированная система управления риском для здоровья населения на региональном и муниципальном уровнях. *Гигиена и санитария*. 2017; 96 (12): 1136-40.
- Никифорова Е.А. Комплексная гигиеническая оценка состояния среды обитания и здоровья населения промышленного узла города Сыктывкара. *Здоровье населения и среда обитания*. 2011 (2): 10-2.
- Клепиков О.В., Куролап С.А., Виноградов П.М. Интегральная эколого-гигиеническая оценка территории промышленного центра. *Санитарный врач*. 2016 (1): 20-6.
- Мячина О.В., Клепиков О.В. Комплексная оценка состояния окружающей среды и риска для здоровья населения промышленного города. *Вестник Воронежского государственного университета. Серия: География. Геоэкология*. 2017 (1): 100-7.
- Ушаков И.Б., Клепиков О.В., Попов В.И., Самодурова Н.Ю. Воздействие городского автотранспортного шума с оценкой риска здоровью населения. *Гигиена и санитария*. 2017; 96 (9): 904-9.
- Доклад о состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия в городском округе город Воронеж в 2017 году*. Воронеж: Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Воронежской области, 2018. 126 с.
- Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду (Р 2.1.10.1920 — 04)*. М.: Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России, 2004. 143 с.
- MP 2.1.10.0059-12. «Состояние здоровья населения в связи с состоянием окружающей среды и условиями проживания населения. Оценка риска здоровью населения от воздействия транспортного шума. Методические рекомендации» (утв. Роспотребнадзором 23.03.2012) [электронный ресурс] (<http://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc; base=EXP;n=527996#0>).
- Пичужкина Н.М., Чубирко М.И., Михалькова Е.В. Гигиеническая оценка риска для здоровья детей, ассоциированного с вредным воздействием факторов среды обитания. *Научно-медицинский вестник Центрального Черноземья*. 2018 (73): 113-5.
- Бережнова Т.А., Мамчик Н.П. Приоритетные факторы риска среды обитания. *Здравоохранение Российской Федерации*. 2011 (4): 14-5.
- Пичужкина Н.М., Чубирко М.И., Мячина О.В. Заболеваемость детей, проживающих на территориях с разным уровнем аэрогенной нагрузки. *Национальная Ассоциация Ученых*. 2015; 10 (5-4): 74-6.
- Самодурова Н.Ю., Мамчик Н.П. Ранжирование территории воронежской области по комплексным характеристикам техногенной нагрузки на атмосферный воздух. *Вестник Воронежского государственного университета. Серия: География. Геоэкология*. 2017 (1): 113-7.
- Бережнова Т.А., Мамчик Н.П., Клепиков О.В. Загрязнение атмосферного воздуха как угроза безопасности жизнедеятельности населения. *Системный анализ и управление в биомедицинских системах*. 2011; 10 (1): 37-9.
- Чубирко М.И., Савенкова Н.Е., Овсянникова Н.В. Гигиеническая оценка качества атмосферного воздуха. *Научно-медицинский вестник Центрального Черноземья*. 2014 (57): 75-8.
- Чубирко М.И., Степкин Ю.И., Середенко О.В. Гигиеническая оценка шумового фактора крупного города. *Гигиена и санитария*. 2015; 94 (9): 37-8.



28. Заводова Е.И., Оськина О.Ф. Комплексная гигиеническая оценка состояния здоровья населения и факторов среды обитания. *Санитарный врач*. 2015 (4): 43-6.
29. Косыкина Е.В., Глебова Л.А., Попкова Л.В. Комплексная гигиеническая оценка медико-экологической ситуации в кемеровской области. *Здоровье населения и среда обитания*. 2014 (7): 10-13.
30. Помеляйко И.С., Помеляйко В.И. Комплексная антропогенная нагрузка на городскую территорию ряда крупных промышленных городов и курортов Федерального значения России. *Известия высших учебных заведений. Геология и разведка*. 2016 (1): 47-54.
15. Klepikov O.V., Kurolop S.A., Vinogradov P.M. Integral ecological and hygienic assessment of the territory of the industrial center. *Sanitarnyj vrach*. 2016 (1): 20-6.
16. Myachin O.V., Klepikov O.V. Comprehensive assessment of the state of the environment and the risk to the health of the population of the industrial city. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Geografiya. Geoekologiya*. 2017 (1): 100-7.
17. Ushakov I.B., Klepikov O.V., Popov V.I., Samodurova N.Yu. Impact of urban road traffic noise with an assessment of the health risk of the population. *Gigiena i sanitariya. (Hygiene and Sanitation)*. 2017; 96 (9): 904-9.
18. Report on the state of sanitary and epidemiological well-being in the urban district of the city of Voronezh in 2017. Voronezh: Office of the Federal Service for Supervision of Consumer Rights Protection and Human Welfare in the Voronezh Region, 2018. 126 p.
19. Guidance on the assessment of public health risks from exposure to chemicals that pollute the environment (P 2.1.10.1920 - 04). Moscow: Federal Center for State Sanitary and Epidemiological Supervision of the Russian Ministry of Health, 2004. 143 p.
20. Methodical recommendations №2.1.10.0059-12. "The state of health of the population in connection with the state of the environment and the living conditions of the population. Assessment of the risk to public health from the effects of traffic noise. Methodical recommendations" (approved by Rosпотребнадзор on 23.03.2012) [electronic resource] (<http://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc; base = EXP; n = 527996 # 0>).
21. Pichuzhkina N.M., Chubirko M.I., Mikhalkova E.V. Hygienic assessment of the risk to the health of children associated with the harmful effects of habitat factors. *Nauchno-meditsinskij vestnik Tsentral'nogo Chernozem'ya*. 2018 (73): 113-5.
22. Berezhnova T.A., Mamchik N.P. Priority factors of habitat risk. *Zdravookhranenie Rossijskoj Federatsii*. 2011 (4): 14-5.
23. Pichuzhkina N.M., Chubirko M.I., Myachin O.V. Morbidity of children living in territories with different levels of aerogenic load. *Natsional'naya Assotsiatsiya Uchenykh*. 2015; 10 (5-4): 74-6.
24. Samodurova N.Yu., Mamchik N.P. Ranking of the territory of Voronezh region on complex characteristics of technogenic load on atmospheric air. *Geografiya. Geoekologiya. Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Geografiya. Geoekologiya*. 2017 (1): 113-7.
25. Berezhnova T.A., Mamchik N.P., Klepikov O.V. Pollution of atmospheric air as a threat to the safety of vital activity of the population. *Sistemnyj analiz i upravlenie v biomeditsinskikh sistemakh*. 2011; 10 (1): 37-9.
26. Chubirko M.I., Savenkova N.E., Ovsyannikova N.V. Hygienic assessment of the quality of atmospheric air. *Nauchno-meditsinskij vestnik Tsentral'nogo Chernozem'ya*. 2014 (57): 75-8.
27. Chubirko M.I., Stepkin Yu.I., Seredenko O.V. Hygienic assessment of the noise factor of a large city. *Gigiena i sanitariya. (Hygiene and Sanitation)*. 2015; 94 (9): 37-8.
28. Zavadova E.I., Oskina O. O. Comprehensive hygienic assessment of the health status of the population and environmental factors. *Sanitarnyj vrach*. 2015 (4): 43-6.
29. Koskina E.V., Glebova L.A., Popkova L.V. Complex hygienic assessment of the medical and environmental situation in the Kemerovo region. *Zdorov'e naseleniya i sreda obitaniya*. 2014 (7) 256: 10-3.
30. Pmelyayko I.S., Pomelyayko V.I. Complex anthropotechnogenic load on the urban territory of a number of large industrial cities and resorts of the Federal significance of Russia. *Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii. Geology and exploration*. 2016 (1): 47-54.
1. Damstra T., Barlow S., Bergman A., Kavlock R., Kraak G. *Global Assessment on the State of the Science of Endocrine Disruptors*. Geneva: World Health Organization; 2002.
2. Kjellstrom T., Friel S., Dixon J., Corvalan C., Rehfuess E. Urban Environmental Health Hazards and Health Equity. *J Urban Health*. 2007, May; 84 (Suppl 1): 86-97.
3. Bai X., Nath I., Capon A., Hasan D., Jaron D. Health and wellbeing in the changing urban environment: complex challenges, scientific responses, and the way forward. Current Opinion in Environmental Sustainability. V. 4, Issue 4, October 2012, pages 465-472.
4. Maji K.J., Dikshit A.K., Deshpande A., Speldewinde P.C. Human health risk assessment due to air pollution in 10 urban cities in Maharashtra, India. *Cogent Environmental Science*. 2016; 2 (1).
5. Yarygina M.V., Kiku P.F., Gorborkova T.V. Socio-hygienic analysis of the ecologically dependent morbidity of the population as a leading factor in the systematic approach to assessing the state of population health (Primorsky Territory as an example). *Obshchestvennoe zdorov'e i zdravookhranenie*. 2014 (1): 4-11.
6. Zavadova E.I., Oskina O.F. Comprehensive hygienic assessment of the health status of the population and environmental factors. *Sanitarnyj vrach*. 2015 (4): 43-6.
7. Ushakov I.B., Turzin P.S., Agadzhanian N.A., Popov V.I., Chubirko M.I., Faustov A.S. *Human ecology and preventive medicine*. Voronezh, 2001: 488 p.
8. Vinokur I.L., Bobyleva O.V. Integrated indicator of the hygienic characteristics of the environment. *Mezhdunarodnyj nauchno-issledovatel'skij zhurnal*. 2015 (3-4): 72-3.
9. Potapov A.I., Vinokur I.L., Gildenskiold R.S. *Public health and hygiene security problems*. Moscow, 2006: 304.
10. Onishchenko G.G., Popova A.Yu., Zaitseva N.V., May I.V., Shur P.Z. The analysis of the health risk in the tasks of improving sanitary and epidemiological surveillance in the Russian Federation. *Analiz riska zdorov'yu*. 2014 (2): 4-13.
11. Rakhmanin Yu.A., Levanchuk A.V., Kopytenkova O.I. Perfection of the system of social and hygienic monitoring of territories of large cities. *Gigiena i sanitariya. (Hygiene and Sanitation)*. 2017; 96 (4): 298-301.
12. Savelyev S.I., Trukhina G.M., Bondarev V.A., Nakhichevanskaya N.V. Development of socio-hygienic monitoring at the regional level. *Gigiena i sanitariya. (Hygiene and Sanitation)*. 2016; 95 (11): 1033-6.
13. Malych O.L., Kochneva N.I., Nikonov B.I., Shevchik A.A., Tsepilova T.M. Integrated risk management system for public health at the regional and municipal levels. *Gigiena i sanitariya. (Hygiene and Sanitation)*. 2017; 96 (12): 1136-40.
14. Nikiforova E.A. Comprehensive hygienic assessment of the state of the environment and health of the population of the industrial hub of the city of Syktyvkar. *Zdorov'e naseleniya i sreda obitaniya*. 2011 (2): 10-2.

Поступила 13.03.2018  
Принята к печати 02.07.2018