

11. Дашко Р.Э. Микробиота в подземном пространстве Санкт-Петербурга как деструктор строительных материалов. *Микология*. <http://www.rusmedserv.com/mycology/html/dasko.htm>
12. Покровский В.И., ред. *Медицинская микробиология: учебник*. М.: ГЭОТАР-МЕД; 2002.
13. Шилова Е.А., Левачук А.В., Сазонова А.М. Методика подбора биоцидных препаратов для борьбы с биодеструкцией, вызванной сообществом микромицетов. *Науковедение*. 2015; 7(2): 11. <http://naukovedenie.ru/PDF/31TVN215.pdf>
14. Шилова Е.А., Сазонова А.М. Модификация методики подбора биоцидных препаратов для борьбы с биодеструкцией, вызванной микромицетами. В кн.: *Техносферная и экологическая безопасность на транспорте (ТЭБТРАНС-2014): материалы IV Международной научно-практической конференции*. СПб.; 2014: 226–9.
15. Шилова Е.А., Сазонова А.М. Причины недостаточной эффективности использования биоцидных препаратов для борьбы с биодеструкцией, вызванной микромицетами. В кн.: *Техносферная и экологическая безопасность на транспорте (ТЭБТРАНС-2014): материалы IV Международной научно-практической конференции*. СПб.; 2014: 96–8.
5. Kopytenkova O.I., Shilova E.A., Sazonova A.M. Features of biodeterioration of underground objects and necessary labor protection. *Tekhnologiy tekhnosfernoy bezopasnosti*. 2014; (6). Available at: <http://agps-2006.narod.ru/ttb/2014-6/21-06-14.ttb.pdf> (in Russian)
6. Kopytenkova O.I., Shilova E.A., Sazonova A.M. Complex approach to the assessment of biodestructive factors in the development of underground space. *Naukovedenie*. 2015; 7(1). Available at: <http://naukovedenie.ru/PDF/103TVN115.pdf> (in Russian)
7. Sukharevich V.I., Kuzikova I.L., Medvedeva N.G. Protection Against Biodamages Caused by Fungi [*Zashchita ot biopovrezhdeniy, vyzyvayemykh gribami*]. St. Petersburg: ELBI-SPb; 2009. (in Russian)
8. Andreeva V. Do not become moldy. What harm brings frequent contact with mold? *Argumenty i Fakty. Zdorov'ye*. 2015; (52): 7. (in Russian)
9. Kashnikov A.M., Vasil'ev A.V., Kaddo K.P., Shteyman B.I. Protection of building materials against biodeterioration. *Germostroy*. Available at: http://www.germostroy.ru/art_1147.php (in Russian)
10. WHO. Health effects of particulate matter. Geneva; 2013.
11. Dashko R.E. Microbiota in the underground space of St. Petersburg as a destructor of building materials. *Mikologiya*. Available at: <http://www.rusmedserv.com/mycology/html/dasko.htm> (in Russian)
12. Pokrovskiy V.I., ed. *Medical Microbiology: Textbook [Meditsinskaya mikrobiologiya: uchebnik]*. Moscow: GEOTAR-MED; 2002. (in Russian)
13. Shilova E.A., Levachuk A.V., Sazonova A.M. The method of selection of biocidal preparations for combating biodegradation caused by the community of micromycetes. *Naukovedenie*. 2015; 7(2): 11. Available at: <http://naukovedenie.ru/PDF/31TVN215.pdf> (in Russian)
14. Shilova E.A., Sazonova A.M. Modification of the method of selection of biocidal preparations for controlling biodegradation caused by micromycetes. In: *Technospheric and Environmental Safety in Transport (TABTRASN-2014): Materials of the IV International Scientific and Practical Conference [Tekhnosfernaya i ekologicheskaya bezopasnost' na transporte (TEBTRASN-2014): materialy IV Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii]*. St. Petersburg; 2014: 226–9. (in Russian)
15. Shilova E.A., Sazonova A.M. The reasons for the ineffective use of biocidal preparations for controlling biodegradation caused by micromycetes. In: *Technospheric and Environmental Safety in Transport (TABTRASN-2014): Materials of the IV International Scientific and Practical Conference [Tekhnosfernaya i ekologicheskaya bezopasnost' na transporte (TEBTRASN-2014): materialy IV Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii]*. St. Petersburg; 2014: 96–8. (in Russian)

References

1. Antonov V.B. Anthropogenous focal diseases of the inhabitants of a large city. *Zhurnal infektologii*. 2009; 1(2-3): 7–12. (in Russian)
2. Antonov V.B. Comparison of epidemiological signs of natural focal (endemic) and anthropogenous focal mycoses and mycogenic allergy. In: *Success of Medical Mycology. Volume 10 [Uspekhi meditsinskoy mikologii. Tom 10]*. Moscow: Natsional'naya akademiya mikologii; 2007: 4–6. (in Russian)
3. Putilin S.E. Biological factor in the certification of workplaces in modern conditions. *Bezopasnost' i okhrana truda*. 2011; (2): 37–9. (in Russian)
4. Sazonova A.M., Shilova E.A. Microbiological characteristics of the internal environment of underground premises. In: *Technospheric and Environmental Safety in Transport (TABTRASN-2014): Materials of the IV International Scientific and Practical Conference [Tekhnosfernaya i ekologicheskaya bezopasnost' na transporte (TEBTRASN-2014): materialy IV Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii]*. St. Petersburg; 2014: 162–5. (in Russian)

Поступила 15.03.17
Принята к печати 05.07.17

© КОЛЛЕКТИВ АВТОРОВ, 2017

В.Н. Федоров,^{1,2} Е.В. Зибарев,¹ Ю.А. Новикова,¹ А.А. Ковшов,^{1,2} К.Б. Фридман,¹ О.В. Слюсарева¹

ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ФАКТОРОВ РИСКА ЗДОРОВЬЮ НАСЕЛЕНИЯ ГОРОДОВ-СПУТНИКОВ МЕГАПОЛИСА НА ПРИМЕРЕ ЛЕНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

¹ ФБУН «Северо-Западный научный центр гигиены и общественного здоровья» Роспотребнадзора, 191036, Санкт-Петербург;

² ФГБОУ ВО «Северо-Западный государственный медицинский университет им. И.И. Мечникова», 195067, Санкт-Петербург

Малые города с численностью 50–100 тысяч человек значительно реже служат объектом изучения с позиции эколого-гигиенической оценки среды обитания населения, несмотря на то, что для них характерны специфические экологические проблемы. Целью работы являлась гигиеническая оценка влияния городской среды на состояние здоровья населения в городах Ленинградской области Тихвин и Гатчина. Изучена заболеваемость их населения за 2005–2015 гг., выбросы промышленных предприятий в атмосферный воздух, результаты мониторинга загрязнения атмосферного воздуха, воды централизованного питьевого водоснабжения и уровней автотранспортного шума. Рассчитан риск здоровью населения от выбросов предприятий и шумового воздействия. Проведена статистическая обработка данных с корреляционным анализом взаимосвязи показателей загрязнения факторов среды и заболеваемости населения. Результаты работы показали более высокие концентрации загрязняющих веществ в атмосферном воздухе Гатчины, что, вероятно, связано с влиянием автотранспорта. Уровни острого неканцерогенного риска от загрязнителей воздуха находятся на границе приемлемого уровня, тогда как в Тихвине эти значения существенно ниже. Расчетные концентрации загрязняющих веществ в атмосфере от промышленных выбросов в 1,5–2 раза ниже фактического уровня по результатам мониторинга. Уровни шумового воздействия и прогнозируемые риски для здоровья в Гатчине находятся на границе приемлемого уровня, тогда как в Тихвине эти значения существенно ниже. Для Гатчины установлена статистически значимая тенденция роста показателей общей первичной заболеваемости за счет болезней органов дыхания, коррелирующая с загрязнением атмосферного воздуха. Проведенное исследование показало, что, несмотря на наличие в изученных городах крупных промышленных предприятий ключевым фактором, формирующим загрязнение атмосферного воздуха и шумовую нагрузку, является автотранспорт, что в целом более характерно для крупных городов.

Ключевые слова: гигиеническая оценка, среда обитания, здоровье населения, оценка риска, канцерогенный риск, неканцерогенный риск, социально-гигиенический мониторинг, заболеваемость, вода, атмосферный воздух, автотранспортный шум Ленинградская область, Тихвин, Гатчина.

Для цитирования: В.Н. Федоров, Е.В. Зибарев, Ю.А. Новикова, А.А. Ковшов, К.Б. Фридман, О.В. Слусарева. Гигиеническая оценка факторов риска здоровью населения городов-спутников мегаполиса на примере Ленинградской области. *Гигиена и санитария*. 2017; 96(7): 614-619. DOI: <http://dx.doi.org/10.18821/0016-9900-2017-96-7-614-619>

Для корреспонденции: Федоров Владимир Николаевич, младший научный сотрудник отдела научного обеспечения санитарно-эпидемиологического надзора и экспертиз. E-mail: vf1986@mail.ru

Fedorov V.N.^{1,2}, Zibarev E.V.¹, Novikova Yu.A.¹, Kovshov A.A.^{1,2}, Fridman K.B.¹, Slusareva O.V.¹

HYGIENIC ASSESSMENT OF HEALTH RISK FACTORS FOR POPULATION OF MEGAPOLIS'SATELLITE TOWNS BY THE EXAMPLE OF LENINGRAD REGION

¹North-West Public Health Research Center, St.-Petersburg, 191036, Russian Federation;

²I.I. Mechnikov North-Western State Medical University, St. Petersburg, 195067, Russian Federation

Minor towns with population size of 50-100 thousand people are much rarely studied in regards of the ecological-hygienic assessment of human environment, in spite of the fact that they are characterized by specific ecological problems. The objective of the study was the hygienic assessment of the impact of urban environment on population health status in Tikhvin and Gatchina towns of the Leningrad region. Morbidity rate in the population of Tikhvin and Gatchina in 2005-2015, atmospheric emissions of industrial enterprises, findings on monitoring for both atmospheric air pollution and centralized drinking water supply, as well as motor transport noise levels were studied. Population health risk stipulated by industrial emissions and noise exposure was calculated. Statistical data treatment with correlation analysis of the relationship between environmental pollution indices and population morbidity was carried out. The study revealed increased atmospheric air pollutant concentrations in Gatchina, which might be connected with motor transport effect. Acute non-carcinogenic risk levels resulting from air pollutants are on the borderline of the admissible level, while in Tikhvin town those values are significantly lower. Estimated concentrations of atmospheric pollutants produced by industrial emissions are by 1.5-2 times lower than the actual levels shown by monitoring. Noise levels and predicted health risks in Gatchina are on the borderline of the admissible level, while in Tikhvin they are significantly reduced. The statistically significant gain in the general primary morbidity rate indices due to respiratory diseases in Gatchina town, correlated with atmospheric air pollution, was revealed. Our study showed that despite the presence of large industrial enterprises in studied towns, motor transport proved to be the key factor that forms air pollution and noise load, more typical of large cities.

Key words: hygienic assessment; human environment среда; population health; risk assessment; carcinogenic risk; non-carcinogenic risk; social-hygienic monitoring; morbidity; water; atmospheric air; motor transport noise; Leningrad region; Tikhvin; Gatchina.

For citation: Fedorov V.N., Zibarev E.V., Novikova Yu.A., Kovshov A.A., Fridman K.B., Slusareva O.V. Hygienic assessment of health risk factors for population of megapolis'satellite towns by the example of Leningrad region. *Gigiya i Sanitariya (Hygiene and Sanitation, Russian journal)* 2017; 96(7): 614-619. (In Russ.). DOI: <http://dx.doi.org/10.18821/0016-9900-2017-96-7-614-619>

For correspondence: Vladimir N. Fedorov, junior researcher, Department of scientific support of sanitary and epidemiological surveillance and expert appraisals of the North-West Public Health Research Center, St.-Petersburg, 191036, Russian Federation; I.I. Mechnikov North-Western State Medical University, St. Petersburg, 195067, Russian Federation. E-mail: vf1986@mail.ru

Information about authors:

Fedorov V.N., <http://orcid.org/0000-0003-1378-1232>; Zibarev E.V., <http://orcid.org/0000-0002-5983-3547>; Novikova Yu.A., <http://orcid.org/0000-0003-4752-2036>; Fridman K.B., <http://orcid.org/0000-0001-7189-0141>; Kovshov A.A., <http://orcid.org/0000-0001-9453-8431>; Slusareva O.V., <http://orcid.org/0000-0002-5283-0984>.

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

Acknowledgement. The study had no sponsorship.

Received: 15.03.17

Accepted: 05.07.17

Введение

Эколого-гигиеническая оценка среды обитания населения значительно чаще проводится при изучении крупных городов [1, 2], где экологические проблемы стоят особо остро. В то же время малые города с численностью населения 50–100 тыс. человек в научных отчетах фигурируют редко. Вместе с тем в этих городах-спутниках мегаполисов – формируются специфические экологические проблемы, зачастую не связанные с численностью населения и промышленной нагрузкой данных городов, но в существенной мере влияющие на здоровье населения. К числу таковых, в частности, могут быть отнесены проблемы автотранспортной нагрузки [3, 4].

Города Ленинградской области Тихвин и Гатчина представляют собой населенные пункты с развитой промышленностью, научно-технической базой и значительным населением.

Основными источниками загрязнения атмосферного воздуха в Тихвине и Гатчине являются промышленные предприятия, энергетические комплексы, автотранспорт. Важнейшей экологической проблемой, требующей решения в настоящее время, является снижение уровня техногенного загрязнения. Только

с помощью природоохранных мероприятий решить эту проблему невозможно, поскольку значительная часть предприятий использует устаревшее оборудование и технологии. Стратегия улучшения экологической обстановки состоит в ориентации на современные технологии, закрытие или перепрофилирование экологически грязных производств, а также в концентрации усилий на приоритетных направлениях [5].

Несмотря на вышеперечисленное, в настоящее время отсутствуют данные, характеризующие наличие или отсутствие причинно-следственных связей между всем комплексом факторов среды обитания и состоянием здоровья населения, проживающего в городах-спутниках мегаполиса – Санкт-Петербурга. Необходимость оценки вклада различных факторов в формирование общей эколого-гигиенической обстановки продиктована нуждами принятия управленческих решений и долгосрочного социального и экономического планирования в масштабах как отдельных городов, так и Ленинградской области в целом [6].

Существующие методологии анализа, оценки и прогнозирования риска для здоровья населения от воздействия химических и физических факторов позволяют с одной стороны выявить и

оценить потенциальные нарушения здоровья населения на популяционном уровне, а с другой – спрогнозировать их дальнейшую динамику, что в конечном итоге позволяет принимать управленческие решения, направленные на снижение негативного влияния на здоровье населения факторов среды обитания [7]. Имеющиеся в распоряжении современные технологии пространственного анализа и моделирования на основе географической информационной системы (ГИС) позволяют графически моделировать различные условия воздействия факторов и рассматривать как наименее, так и наиболее благоприятные сценарии [8, 9].

Целью настоящей работы являлась комплексная гигиеническая оценка влияния городской среды на состояние здоровья населения в Тихвине и Гатчине с численностью населения 53 000 и 95 000 человек соответственно [10], расположенных на различном расстоянии от мегаполиса (220 и 49 км соответственно) – Санкт-Петербурга.

Материал и методы

При выполнении настоящего исследования использовались данные по заболеваемости населения городов Тихвин и Гатчина за период с 2005 по 2015 гг.¹, сведения о приоритетных источниках техногенного загрязнения атмосферного воздуха, воды водных объектов, результаты мониторинга загрязняющих веществ, факторов окружающей среды, уровней шума, а также данные о состоянии питьевого водоснабжения исследуемых городов.

Для обработки данных использовались общепринятые статистические методы с применением программного продукта Microsoft Excel 2007. Для вычисления описательных статистических данных (среднее арифметическое, медиана, мода, 25, 50 и 75 процентиля, минимум и максимум, стандартное отклонение, стандартная ошибка среднего значения), расчёта критерия Манна–Уитни, корреляционного анализа (*r* Спирмена) применялась программа IBM SPSS Statistics v.22. Также с ее помощью оценивалась нормальность распределения по критерию Колмогорова–Смирнова и выполнялась оценка значимости отличий между тремя и более показателями в связанных выборках. Критический уровень значимости нулевой статистической гипотезы принимался равным 0,05.

Первичная заболеваемость населения анализировалась по основным классам болезней в соответствии с МКБ-10: болезни органов дыхания, болезни системы кровообращения, болезни нервной системы, болезни органов пищеварения, болезни крови, кроветворных органов и отдельные нарушения, вовлекающие иммунный механизм, новообразования, болезни эндокринной системы, расстройства питания и нарушения обмена веществ, в том числе болезни щитовидной железы, расстройства менструаций, врожденные аномалии (пороки развития), деформации и хромосомные нарушения. Для установления наличия или отсутствия связи между показателями заболеваемости и воздействием факторов среды обитания выполнялся корреляционный статистический анализ.

Качество водопроводной воды систем хозяйственно-питьевого централизованного водоснабжения и атмосферного воздуха оценивалось по данным многолетнего мониторинга.

Оценка и анализ рисков для здоровья населения выполнялись с применением методологии, изложенной в Р 2.1.10.1920–04² и МР 2.1.10.0059–12³.

Для оценки экспозиции в работе применялся метод математического моделирования рассеивания атмосферных загрязнителей с применением программы УПРЗА «Эколог 3.3» с расчетными блоками «Стандарт», «Средние» производства ООО «Фирма «Интеграл», и файлами климатических характеристик для анализируемых городов.

¹ Форма федерального статистического наблюдения № 12 «Сведения о числе заболеваний, зарегистрированных у пациентов, проживающих в районе обслуживания медицинской организации».

² Р 2.1.10.1920–04 «Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду».

³ МР 2.1.10.0059–12 «Оценка риска здоровью населения от воздействия транспортного шума».

Для оценки риска от воздействия транспортного шума были выполнены расчеты агрегированного риска нарушений со стороны сердечно-сосудистой, нервной системы и органов слуха с применением методологии МР 2.1.10.0059–12. Для расчета агрегированного риска от шумового воздействия был принят сценарий воздействия длительностью 60 лет. Расчет выполнен на периоды экспозиции 1 год, 10, 20, 30, 40, 50 и 60 лет.

Пространственный анализ распределения рисков выполнен с применением ГИС на базе программных продуктов производства компании ESRI ArcGis 9.3, ArcMap, ArcView.

Результаты

Изучение динамики показателей заболеваемости и их трендов за рассматриваемый период времени, проведенное в рамках данного исследования, выявило наличие тенденции к снижению показателей общей первичной заболеваемости у населения в Тихвине, главным образом за счет болезней органов дыхания. В то же время аналогичная заболеваемость в Гатчине за последние 2 года (2014–2015 гг.) демонстрирует слабый рост, главным образом за счет болезней органов дыхания.

Показатели заболеваемости болезнями крови и кроветворных органов в Тихвине и Гатчине демонстрируют тенденцию к снижению за весь период наблюдений. Значения данных показателей по Гатчине и по Ленинградской области близки, как и их полиномиальные тренды, в то время как заболеваемость данными патологиями в г. Тихвин имеет неустойчивую тенденцию, для которой характерны высокие значения в 2006–2009 гг., снижение в интервале 2010–2014 гг. до близких к среднеобластным значениям и увеличение в 2015 г.

Показатели заболеваемости болезнями щитовидной железы у населения Тихвина и Гатчины имеют схожую тенденцию к слабому росту. Показатели заболеваемости болезнями нервной системы как в Тихвине и Гатчине, так и в целом по Ленинградской области демонстрируют достоверную тенденцию к росту за весь период наблюдений. Показатели заболеваемости болезнями системы кровообращения в изучаемых городах и по Ленинградской области в целом характеризуются снижением за последние 4–5 лет. Динамика показателей первичной заболеваемости болезнями органов дыхания в изучаемых городах и Ленинградской области в целом не демонстрирует выраженного роста или снижения. Для болезней органов пищеварения характерен статистически значимый рост по Гатчине и в целом по Ленинградской области, в то время как по Тихвину наблюдается снижение этих показателей. Динамика регистрации диагнозов врожденных пороков и аномалий развития, установленных впервые в жизни, в последние годы остаётся примерно на одинаковом уровне по всей области. Однако необходимо отметить, что в Тихвине отмечается неустойчивая тенденция регистрации врожденных аномалий и пороков развития, для которой характерны экстремально высокие значения в 2007–2009 гг. с последующим резким снижением заболеваемости до средних значений по Ленинградской области.

Анализ результатов статистической обработки показателей загрязнения атмосферного воздуха в изученных городах позволил сделать вывод, что наблюдаемые различия в значениях концентраций загрязняющих веществ по отдельным годам, как в Тихвине, так и в Гатчине статистически значимы ($p < 0,001$).

При анализе достоверности различий концентраций загрязняющих веществ отдельно в Тихвине и Гатчине за исследуемый период было установлено, что имеется высокая статистическая значимость отличий концентраций практически всех веществ, за исключением оксида углерода (в 2013 и 2015 гг.) и взвешенных веществ (в 2011 г.). За период с 2010 по 2015 г. в Гатчине наблюдается отчетливая тенденция формирования более высоких концентраций основных загрязняющих веществ в атмосферном воздухе (по сравнению с Тихвином), что, очевидно, связано с влиянием автомобильного транспорта, в том числе транзитного. Вместе с тем ни максимальные, ни средние значения, равно как и медианы, не выходят за пределы ПДК, поэтому для установления практической значимости подобных различий необходимо учитывать уровни рисков повреждения здоровья.

Сравнительный анализ среднегодовых максимально-разовых концентраций в динамике с 2013 по 2015 г., измеренных на маршрутных постах в Гатчине и Тихвине, позволяет констатировать следующее:

1. Среднегодовые концентрации диоксида азота в Тихвине и Гатчине за весь период наблюдения не превышают гигиенических нормативов (ПДК максимальных разовых). В то же время в Гатчине концентрации диоксида азота существенно выше, чем в Тихвине (в среднем в 2,5 раза).

2. Среднегодовые концентрации оксида углерода как в Гатчине, так и в Тихвине не превышают гигиенических нормативов (ПДК максимально-разовых), при этом данный показатель существенно ниже аналогичного, усредненного в целом по Ленинградской области.

3. Среднегодовые концентрации таких веществ, как бензол, метилбензол, диметилбензол, сажи чёрные промышленные и сероводород анализировались в 2013–2015 гг. на маршрутных постах только в Гатчине, так как в Тихвине соответствующих измерений не проводилось. По этой причине провести сравнительный анализ концентраций данных веществ в атмосферном воздухе изучаемых городов не представляется возможным.

Проведенный в рамках данной работы корреляционный анализ связи концентраций химических веществ (диоксид азота, взвешенные вещества, диоксид серы, оксид углерода) в атмосферном воздухе и заболеваемости населения Гатчины показал наличие прямой сильной статистически значимой зависимости между концентрацией диоксида серы и оксида азота с одной стороны и болезнями крови и эндокринной системы с другой. Кроме того, получена статистически значимая прямая сильная зависимость между концентрацией оксида углерода и болезнями щитовидной железы.

Анализ данных упомянутой корреляции в Тихвине не выявил практически и статистически значимых зависимостей между загрязнением атмосферного воздуха и болезнями органов дыхания. Таким образом, можно констатировать отсутствие значимых с практической точки зрения зависимостей между содержанием вредных веществ в атмосферном воздухе и заболеваемостью населения.

С целью оценки влияния фактора загрязнения атмосферного воздуха, формируемого за счет индустриальных выбросов, была проведена инвентаризация выбросов промышленных предприятий, расположенных в изучаемых городах с последующим расчетом и анализом риска для здоровья населения. Выполнен анализ структуры и вклада наиболее приоритетных предприятий в общий индекс загрязнения атмосферного воздуха (ИЗА) Тихвина и Гатчины. Для этого был сформирован перечень предприятий 1-го, 2-го, 3-го классов опасности, расположенных в Тихвине (4 предприятия) и Гатчине (8 предприятий, из них не функционирует 2). Территориальное расположение предприятий в Гатчине и Тихвине приведено на рис. 1 и 2 (см. на 3 стр. обложки).

Проведенное ранжирование выбрасываемых предприятиями загрязнителей позволило сформировать 2 перечня приоритетных загрязняющих веществ от выбранных предприятий – отдельно для каждого города, по которым были выполнены расчеты среднегодовых концентраций. В перечень приоритетных загрязняющих веществ, выбрасываемых предприятиями Тихвина, вошли 20 веществ, в аналогичный перечень для предприятий Гатчины – 26 веществ.

Расчет среднегодовых концентраций, формируемых за счет выбросов предприятий 1-го, 2-го, 3-го классов в изучаемых городах, показал отсутствие превышений действующих гигиенических нормативов на территории всей жилой застройки как в Тихвине, так и в Гатчине.

Выполненные расчеты канцерогенного риска от воздействия приоритетных веществ, выбрасываемых предприятиями г. Гатчина, показали приемлемые уровни риска (от 5,02E-10 до 2,47E-09), относящиеся к 1 диапазону (менее 1,00E-06). С учетом имеющихся сведений о численности населения Гатчины, был рассчитан популяционный канцерогенный риск, который составил от 0,00005 до 0,0002 случаев онкологических заболеваний в течение жизни, что применительно к данной ситуации следует рассматривать как крайне малую величину. Расчетные

значения канцерогенного риска от воздействия приоритетных загрязнителей, выбрасываемых предприятиями Тихвина, также относятся к первому диапазону риска, варьируя в пределах 3,02E-07 – 6,08E-07. Популяционный канцерогенный риск для населения Тихвина, рассчитанный с учетом сведений о численности населения, составил от 0,02 до 0,03 случаев онкологических заболеваний в течение жизни, что применительно к данной ситуации следует рассматривать как крайне малую величину. В соответствии с Р 2.1.10.1920–04 данные уровни риска оцениваются как крайне низкие, не превышающие фоновое значение (De minimis) и считаются пригодными для проживания населения. Графическое изображение территориального распределения канцерогенного риска в Гатчине и Тихвине приведено на рис. 3 и 4 (см. на 3 стр. обложки).

Анализ территориального распределения хронического неканцерогенного риска для различных органов и систем свидетельствует об отсутствии превышения допустимой величины 1,0 для всех органов и систем на территории жилой застройки как в Гатчине, так и в Тихвине.

Анализ результатов мониторинга уровней автотранспортного шума на территории жилой застройки городов показал, что максимальные среднегодовые значения как эквивалентных, так и максимальных уровней шума в Гатчине существенно выше аналогичных показателей в Тихвине. При этом для Гатчины средние значения эквивалентного шума составили 56,7 дБА, для Тихвина – 50,6 дБА, в то время как значения максимально-го уровня шума составили 71,3 дБА и 65,1 дБА соответственно, ввиду чего можно констатировать превышение предельно-допустимых уровней шума в Гатчине в соответствии с требованиями действующих санитарных норм СН 2.2.4/2.1.8.562–96⁴.

В то же время, шумовая обстановка в Тихвине может быть охарактеризована как приемлемая.

Расчетные значения уровня средневзвешенного суточного шума Гатчины соответствуют величине 66,7 дБА, в то время как для Тихвина эти значения равны 56,2 дБА.

Выполненные расчеты риска здоровью населения от данных уровней шума показали, что значения дополнительного (атрибутивного) агрегированного риска, агрегированного совокупного риска и дополнительного (атрибутивного) совокупного риска нарушений органов кровообращения, нервной системы и органов слуха у населения г. Тихвин не превышают значения 0,05 при расчетной экспозиции 60 лет, что в соответствии с МР 2.1.10.0059–12 можно рассматривать как низкий диапазон риска.

В то же время риск возникновения нарушений со стороны сердечно-сосудистой и нервной систем у населения Гатчины при аналогичной экспозиции выше и достигает значений диапазона умеренного риска для нервной системы и высокого для сердечно-сосудистой системы, что может быть обусловлено высокими значениями шумовой нагрузки в точках мониторинга Гатчины.

Анализ динамики показателей загрязнения воды централизованного водоснабжения Тихвина и Гатчины за период 2010–2015 гг. показывает, что наиболее статистически и практически значимые отличия отмечались в отношении концентраций железа, нитратов и сульфатов.

Для водопроводной воды централизованного водоснабжения Тихвина характерно регулярно регистрируемое превышение (около 30% проб) гигиенических нормативов для алюминия, железа, окисляемости перманганатной, мутности и цветности, что, вероятно, обусловлено особенностью источника водоснабжения (реки Тихвинки).

Для питьевой воды централизованного водоснабжения в Гатчине характерны регулярно регистрируемые превышения гигиенических нормативов по жесткости (около 50% проб) и биологическому потреблению кислорода (БПК, около 20% проб). Несмотря на это, регистрируемые превышения не имеют выраженной гигиенической или эпидемиологической значимости. Применительно к изученным городам не удалось установить статистически и практически значимой связи между качеством

⁴ СН 2.2.4/2.1.8.562–96 «Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки».

питьевой воды и показателями заболеваемости населения по исследованным классам болезней.

Анализ взаимосвязи показателей заболеваемости и содержания загрязняющих веществ в водопроводной воде Тихвина и Гатчины выявил корреляции между рядом показателей (хлороформ, фтор, никель, железо) и заболеваемостью по отдельным классам болезней (новообразования, болезни крови, болезни эндокринной системы). Однако практическая значимость таких корреляций представляется сомнительной в связи с отсутствием научно обоснованных данных о влиянии концентрации хлоридов, хлора остаточного и фтора на возникновение новообразований, болезней крови, болезней эндокринной и других систем.

Обсуждение

Наблюдаемая отчетливая тенденция формирования гигиенически значимых концентраций основных загрязняющих веществ (азота диоксид, серы диоксид, углерода оксид, взвешенные вещества) в атмосферном воздухе, очевидно, может быть связана с влиянием автомобильного транспорта, в том числе транзитного. Концентрации указанных веществ за изученный период находятся на границе ПДК, что определяет вероятность возможного превышения гигиенических нормативов. Вероятность значительного вклада транспортных источников в уровень загрязнения атмосферы Гатчины подтверждает и тот факт, что аналогичные показатели качества атмосферы в Тихвине, где транспортная нагрузка меньше, существенно ниже нормативных значений.

В то же время гигиеническая оценка загрязнения атмосферного воздуха Гатчины и расчетные значения острого неканцерогенного риска от приоритетных мониторируемых загрязнителей атмосферного воздуха (азота диоксид, серы диоксид, углерода оксид, взвешенные вещества) показали наличие выраженного риска заболеваний органов дыхания у населения. Аналогичные значения острого риска для населения Тихвина характеризуются как приемлемые. Это обстоятельство требует дальнейшего изучения и обсуждения, поскольку наиболее эффективное средство борьбы с атмосферным загрязнением в Гатчине выполнено – город имеет объездную автодорогу для транзитного транспорта. Очевидно, что для минимизации риска здоровью от транспортного загрязнения атмосферы требуются дополнительные организационные мероприятия по организации транспортных потоков в Гатчине.

Обращает на себя внимание и тот факт, что расчетные концентрации загрязняющих веществ в атмосфере от стационарных источников – промышленных предприятий Гатчины – в 1,5–2 раза ниже фактического уровня, установленного по результатам лабораторных исследований (мониторинга). Расчеты хронического канцерогенного и неканцерогенного риска от выбросов промышленных предприятий 1-го, 2-го, 3-го классов в Гатчине показали низкую вероятность возникновения нарушений здоровья, близкую к фоновым значениям в популяции населения.

Уровни шумовой нагрузки в жилой зоне центральных районов изученных городов, для которых характерно интенсивное движение автотранспорта, находятся на границе предельно допустимых уровней для территорий жилой застройки (в соответствии с СН 2.2.4/2.1.8.562–96). При этом следует отметить, что уровни шумовой нагрузки в Гатчине в среднем выше на 10 дБ, чем в Тихвине. Это обстоятельство диктует необходимость применения дополнительных мер по защите от транспортного шума, наиболее эффективным из которых представляется применение современного шумозащитного остекления.

Полученные расчетные значения риска от воздействия транспортного шума учитывают лишь сценарий прямого воздействия на человека, поскольку натурные измерения шума проводились на улице. Учитывая коэффициент ослабления шума и ориентировочное снижение уровней звукового давления внутри жилых зданий в среднем на 7–10 дБ, можно ожидать, что фактическое шумовое воздействие на население, проживающее в условиях данной шумовой нагрузки, будет ниже полученных в ходе измерений значений. Соответственно, фактические значения риска также будут ниже, чем полученные расчетные значения. Несмотря на это можно с высокой вероятностью ожидать

увеличения значений риска нарушения здоровья от воздействия транспортного шума в изучаемых городах в долгосрочной перспективе с учетом дальнейшего развития городов и увеличения транспортных потоков. Ситуация более актуальна для Гатчины, где в настоящее время значения риска здоровью от воздействия транспортного шума оцениваются как пограничные между диапазонами умеренного и высокого риска.

Выявленная в настоящем исследовании прямая сильная статистически значимая зависимость между концентрациями диоксида серы и диоксида азота в атмосферном воздухе Гатчины и болезнями крови и эндокринной системы может быть обусловлена воздействием автотранспорта и выбросов котельных, которые являются основными источниками данных веществ в городах с небольшой численностью населения.

Несмотря на обнаружение превышения гигиенических нормативов питьевой воды централизованного водоснабжения, регулярно регистрируемых в Тихвине и Гатчине по целому ряду показателей (алюминий, железо, окисляемость перманганатная, мутность и цветность в Тихвине, жесткость и биологическое потребление кислорода в Гатчине), выраженной гигиенической или эпидемиологической значимости это обстоятельство, по видимому, не имеет, поскольку установить статистически значимые связи между качеством питьевой воды и показателями заболеваемости населения не удалось.

Отдельный интерес представляет перспектива анализа и оценки сочетанного риска здоровью населения от воздействия различных факторов, таких как шум и загрязнение атмосферного воздуха, однако в настоящее время проведение подобного анализа весьма затруднительно в силу несовершенства методологии оценки риска.

С учетом полученных данных планируется продолжение настоящей работы и дальнейшее изучение эколого-гигиенической обстановки в городах численностью населения до 100 000 человек, являющихся типичными для Ленинградской области, с последующим сравнительным анализом полученных данных между собой.

В то же время сравнение изученных показателей в городах Ленинградской области с аналогичными показателями в Санкт-Петербурге нам представляется некорректным ввиду принципиальных различий в уровнях промышленного воздействия на среду обитания, численности населения, развитости инфраструктуры и социально-экономических показателей.

Выводы

1. Подводя итоги, можно сделать вывод о существенной роли автотранспорта в формировании как суммарного загрязнения атмосферного воздуха, так и шумовой нагрузки в изучаемых городах (преимущественно в Гатчине), что в целом нехарактерно для городов с небольшой численностью населения. Исходя из этого, необходимы разработка и принятие управленческих решений, направленных на минимизацию риска.

2. Анализ заболеваемости в изученных городах показал наличие слабовыраженной тенденции к снижению показателей общей первичной заболеваемости в Тихвине, главным образом за счет болезней органов дыхания.

В то же время, для Гатчины характерна противоположная тенденция в виде слабого роста показателей общей первичной заболеваемости, преимущественно так же за счет болезней органов дыхания.

Характерно, что показатели общей первичной заболеваемости в обоих городах не обнаруживают статистически достоверных различий с аналогичными среднеобластными показателями по Ленинградской области.

3. Выполненное исследование показало неоднородность гигиенической обстановки в Гатчине с позиции загрязнения атмосферного воздуха и прогнозируемого риска нарушений здоровья населения. В частности, территории города на западе, юге и юго-западе характеризуются близкими к фоновым значениям риска здоровью населения от выбросов предприятий, в то время как территории северо-восточной части города, вблизи Промзоны 1 и трассы Р-23, отличаются более высоким уровнем загрязнения атмосферы, и, как следствие, более выраженными значениями риска для здоровья. Тем не менее значения риска

здоровью населения во всех случаях характеризуются как приемлемые.

4. Ввиду высокой шумовой нагрузки в Гатчине, формируемой преимущественно за счет автотранспорта, целесообразна реорганизация движения транспорта в центральных районах города с выведением значительной части транспортного потока на объездные магистрали (Р-23). Особенно это касается грузового автотранспорта, составляющего в общем потоке до 20% и привносящего значительный вклад в общую шумовую нагрузку городской среды.

5. В целом, по результатам проведенного исследования можно сделать вывод, что формирование экологической ситуации в малых городах Ленинградской области существенным образом зависит не от численности населения (как это происходит в сельской местности), а от транспортной нагрузки, обусловленной инфраструктурной связью с городом-мегаполисом (Санкт-Петербург). В частности, Тихвин, расположенный приблизительно в 5 раз дальше Гатчины и имеющий население в 2 раза меньше, сохраняет более благополучную эколого-гигиеническую обстановку и приемлемые риски среды обитания, несмотря на наличие в черте города ряда крупных промышленных предприятий 1-го, 2-го, 3-го классов.

Финансирование. Исследование выполнено при финансировании в рамках Госконтракта № 25.2016 «Оценка состояния окружающей среды и здоровья населения в районах расположения предприятий химической, металлургической и радиоактивной промышленности Ленинградской области и выявление их взаимосвязей».

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Литература

1. Отчет о НИР «Комплексное медико-гигиеническое обследование состояния здоровья и среды обитания населения г. Тихвина в начальный период эксплуатации Ферросплавного завода». Том 1. Часть 1. СПб.: ФГУП «НИИ ГПЭЧ» ФМБА, 2008.
2. Горбанев С.А., Саркисян Ф.Ш., Девяткина А.А., Редченко А.В., Радиллов А.С., Комбарова М.Ю. Эколого-гигиенический анализ влияния выбросов загрязняющих химических веществ промышленных предприятий г. Тихвина на здоровье населения. *Профилактическая и клиническая медицина*. 2012; (2): 68–71.
3. Фридман К.Б., Лим Т.Е., Шусталов С.Н. К вопросу гигиенической оценки транспортных загрязнений и влияния их на здоровье населения. *Экология человека*. 2012; (6): 43–7.
4. Киселев А.В., Панкина Е.Н., Зибарев Е.В., Федоров В.Н., Никонова С.М., Слюсарева О.В. О методических аспектах одориметрических исследований в системе мониторинга загрязнения атмосферного воздуха. В кн.: *Материалы VII Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Актуальные проблемы безопасности и анализа риска здоровью населения при воздействии факторов среды обитания»*. Пермь, 2016.
5. Государственный доклад «О санитарно-эпидемиологической обстановке в Ленинградской области в 2005 г.». http://www.lentu.ru/doc_files/sanepid_report_2005.zip
6. Фридман К.Б., Лим Т.Е., Шусталов С.Н., Леванчук А.В. Концептуальная модель оценки и управления риском для здоровья населения от транспортных загрязнений. *Известия Петербургского университета путей сообщения*. 2011; (1): 230–7.
7. Айдинов Г.Т., Заиченко Т.А., Киселев А.В., Прядко Л.И., Соловьев М.Ю. Оценка риска здоровью населения при обосновании управленческих градостроительных решений. *Гигиена и санитария*. 2004; 73(5): 72.
8. Элиович И.Г., Горбанев С.А., Нехорошев А.С. О повышении качества региональных информационных баз данных социально-гигиенического мониторинга. *Профилактическая и клиническая медицина*. 2010; (1): 17–20.
9. Карелин А.О., Еремин Г.Б., Май И.В., Ломтев А.Ю., Киселев А.В., Мозжухина Н.А. Использование системы управления рисками для совершенствования санитарно-эпидемиологического контроля и надзора. *Ученые записки СПбГМУ им. акад. И.П. Павлова*. 2015; 22(1): 81–5.
10. Численность населения Российской Федерации по муниципальным образованиям на 1 января 2016 года. http://www.gks.ru/free_doc/doc_2016/bul_dr/mun_obr2016.rar

References

1. *Research Report «Comprehensive Medico-hygienic Survey on Population Health Status and Human Environment in Tikhvin the Initial Period of Ferroalloy Plant Operation». Vol. 1. Part 1 [Otchet o NIR «Kompleksnoe mediko-gigienicheskoe obsledovanie sostoyaniya zdorov'ya i sredy obitaniya naseleniya g. Tikhvina v nachal'nyy period ekspluatatsii Ferrosplavnogo zavoda». Tom. 1. Chast' 1]*. St. Petersburg: FGUP «NII GPECh» FMBA, 2008. (in Russian)
2. Gorbanev S.A., Sarkisyan F.Sh., Devyatkina A.A., Redchenko A.V., Radilov A.S., Kombarova M.Yu. Environmental-hygienic analysis of the effect of chemical pollutant emissions produced by Tikhvin industrial enterprises on population health. *Profilakticheskaya i klinicheskaya meditsina*. 2012; (2): 68–71. (in Russian)
3. Fridman K.B., Lim T.E., Shustalov S.N. On the issue of hygienic assessment of transport pollution and its effect on population health. *Ekologiya cheloveka*. 2012; (6): 43–7. (in Russian)
4. Kiselev A.V., Pankina E.N., Zibarev E.V., Fedorov V.N., Nikonova S.M., Slusareva O.V. On procedural aspects of odorimetric studies in atmospheric air pollution monitoring system. In: *Proceedings of the VII All-Russian Workshop Conference with International Participants, Entitled: «Current Problems of Safety and Population Health Risk Analysis in Environmental Factors Exposure» [Materialy VII Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii s mezhdunarodnym uchastiem «Aktual'nye problemy bezopasnosti i analiza riska zdorov'yu naseleniya pri vozdeystvii faktorov sredy obitaniya»]*. Perm', 2016. (in Russian)
5. State Report «On sanitary-epidemiological situation in Leningrad region in 2005». Available at: http://www.lentu.ru/doc_files/sanepid_report_2005.zip (in Russian)
6. Fridman K.B., Lim T.E., Shustalov S.N., Levanchuk A.V. Conceptual model of risk assessment and management for population health, caused by transport pollution. *Izvestiya Peterburgskogo universiteta putey soobshcheniya*. 2011; (1): 230–7. (in Russian)
7. Aydinov G.T., Zaichenko T.A., Kiselev A.V., Pryadko L.I., Solov'ev M.Yu. Population health risk assessment in grounding managerial urban-planning decisions. *Gigiena i sanitariya*. 2004; 73(5): 72. (in Russian)
8. Eliovich I.G., Gorbanev S.A., Nekhoroshev A.C. On quality improvement of regional information databases on social-hygienic monitoring. *Profilakticheskaya i klinicheskaya meditsina*. 2010; (1): 17–20. (in Russian)
9. Karelin A.O., Eremin G.B., May I.V., Lomtev A.Yu., Kiselev A.V., Mozhukhina N.A. Use of risk management system for improvement of sanitary-epidemiological control and supervision. *Uchenye zapiski SPbGMU im. akad. I.P. Pavlova*. 2015; 22(1): 81–5. (in Russian)
10. Population size of Russian Federation by municipal units of January 1, 2016. Available at: http://www.gks.ru/free_doc/doc_2016/bul_dr/mun_obr2016.rar (in Russian)

Поступила 15.03.17

Принята к печати 05.07.17