

Н. В. Тимофеева¹, В. Н. Ключниченко²

**КАРТОГРАФИРОВАНИЕ ШУМОВОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ
УРБАНИЗИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЙ
КАК ИНСТРУМЕНТ ФОРМИРОВАНИЯ КОМФОРТНОЙ
СРЕДЫ ОБИТАНИЯ ЧЕЛОВЕКА**

¹ Великолукская государственная сельскохозяйственная академия,
г. Великие Луки, Россия

² Сибирский государственный университет геосистем и технологий,
г. Новосибирск, Россия

Поступила в редакцию 25.03.2024 г.

Принята к публикации 13.05.2024 г.

doi: 10.5922/vestniknat-2024-2-6

Для цитирования: Тимофеева Н. В., Ключниченко В. Н. Картографирование шумового загрязнения урбанизированных территорий как инструмент формирования комфортной среды обитания человека // Вестник Балтийского федерального университета им. И. Канта. Сер.: Естественные и медицинские науки. 2024. №2. С. 85 – 100. doi: 10.5922/vestniknat-2024-2-6.

Рассмотрены вопросы сбалансированного функционирования урбанизированных территорий (в том числе городской среды) как объектов социальной экологии. Целью данной работы является анализ современного состояния городской среды в ее шумовом аспекте и в аспекте создания тематических экологических карт шумового загрязнения городской среды. При помощи статистического метода, авторами была обоснована необходимость создания подобных карт и обозначены основные проблемы, возникающие в процессе их разработки. Эмпирически подтверждено существенное возрастание шумового загрязнения в целом по России на фоне устойчивого роста численности городского населения. Проанализирован опыт российских разработчиков карт шумового загрязнения и показано, как именно карты шумового загрязнения могут помочь в формировании комфортной среды обитания человека. Медико-экологический подход и анализ статистических данных позволил сделать вывод о существующей корреляции между шумовым загрязнением урбанизированных территорий и негативными социальными последствиями для проживающего на этих территориях населения. К таким последствиям следует отнести не только возрастание заболеваемости, в том числе системы кровообращения и нервной системы, но и в целом сокращение активных лет жизни людей. Особенностью исследования является подход к проблеме с позиции формирования в городской среде пространств позитивного звукового наполнения и отображения их на картах шумового загрязнения. Необходимость таких исследований обусловлена спецификой адаптационных механизмов организма человека, неспособных оперативно подстраиваться под изменения окружающей среды. Сделан вывод о том, что для ком-



пенсации воздействия шумового загрязнения на физическое и психическое состояние человека необходимо изменение паттерна застройки в сторону расширенного понимания функционального зонирования городских территорий.

Ключевые слова: городская среда, социальная экология, урбанизированные территории, карта шумового загрязнения, шумовое загрязнение

Введение и постановка проблемы

Современный техногенный мир как никогда остро обозначил проблему необходимости экологических исследований урбанизированных территорий, к которым относятся городские поселения. Специфика существования на этих территориях биологических видов, включая человека, определяется рядом особенностей, которые данные территории имеют по сравнению с естественной средой обитания. В частности, сюда относят такие видоизмененные природно-климатические условия как городской воздух («городская мгла»), измененный режим освещения, повышенная температура и пониженная влажность воздуха [5, с. 43].

Наряду с перечисленными условиями при изучении урбанизированных территорий как среды обитания человека все чаще в сферу интересов представителей международного экологического сообщества включаются вопросы параметрического загрязнения, в том числе шумового [19; 20]. Параметрические загрязнения не свойственны естественной природной среде, а обусловлены только жизнедеятельностью человека, при этом изменения качественных характеристик окружающей среды оказывают ключевое влияние на физическое и психическое состояние населения. Человек в городе испытывает те же трудности, что и другие биологические виды в естественной среде обитания: он не способен адаптироваться к меняющимся условиям со скоростью, адекватной происходящим изменениям. Перечисленное подтверждает важность выделения в структуре экологического знания раздела «социальная экология». Несмотря на то, что этот термин введен в 1921 г., предмет и статус социальной экологии как науки до сих пор являются дискуссионными. Сюда относится раздел экологии, изучающий взаимовлияние урбанизированных территорий и человека, постулирующий, что без массовой переориентации с антропологических проблем на экологические острота последних будет только возрастать.

Данная статья посвящена рассмотрению отдельных вопросов, касающихся шумового загрязнения урбанизированных территорий. Объектом исследования является город как урбанизированная территория, предметом — современное состояние и перспективная регуляция среды обитания человека. Цель статьи — рассмотреть состояние урбанизированной среды в ее шумовом аспекте и проанализировать современное состояние шумового картографирования городских территорий.

Сложность регуляции экологических процессов в данном случае заключается, прежде всего, в исследуемом объекте, отличительной особенностью которого является неспособность к «системному самоподдержанию». Этот критерий был предложен в начале XX в. Н. Ф. Реймерсом для характеристики территорий, имеющих антропогенное происхождение



(среди альтернативных названий встречаются «артеприродная среда», «искусственная среда», «среда населенных мест», «третья природа»). К таким территориям Н. Ф. Реймерс относил городскую, сельскую, производственную среду, а также то, что можно назвать «средой вещей», включающей все артефакты, окружающие человека. Фактически если природный ландшафт способен самостоятельно выходить из состояния экологического кризиса, то урбанизированные территории лишены такой возможности. Таким образом, экологические проблемы, развивающиеся на объектах социальной экологии, не могут быть преодолены без участия человека.

Методика исследования и фактический материал

87

В данной статье применялся статистический метод исследования, а также комплексный медико-экологический подход для оценки влияния урбанизированной среды на здоровье человека. В наши дни воздействие техногенных факторов на физическое и психическое состояние человека приобрело планетарный характер с учетом заявления, сделанного Фондом Организации Объединенных Наций (UNFPA) в области народонаселения, о том, что в 2008 г. городское население впервые «составило более половины населения мира» [16, с. 20]. Согласно прогнозу UNFPA, к 2030 г. число горожан должно превысить 5 млрд. В связи с этим исследования урбанизированных территорий приобретают особую актуальность, тем более в свете того, что тенденция роста городских агломераций непропорциональна тенденции увеличения числа горожан. Это приводит к «повышению концентрации и, соответственно, восприимчивости населения к природным и техногенным опасностям» [1, с. 358]. В. А. Красилов, связывая рост негативных последствий для человека с ростом городов, использовал для этого феномена термин «скученность». Именно скученность или плотность населения «форсирует загрязнение среды», она также способна вызвать гормональные нарушения, увеличение агрессивности и конфликтности, повышение кровяного давления [8, с. 103]. Среди социальных факторов эффекта скученности как неотъемлемой характеристики городской среды в его работах указывалась утрата социальной значимости личности и ценности жизни, а также саморазрушение психики и возрастание преступности.

Россия, безусловно, находится в общемировом тренде роста урбанизированных территорий, что подтверждается статистикой. Анализ данных Росстата, приведенных в докладе «Социально-экономические показатели Российской Федерации в 1991–2021 гг.»¹, позволил представить сводные данные, отражающие сложившуюся динамику численности городского и сельского населения России в абсолютных и относительных показателях (рис. 1).

¹ Социально-экономические показатели Российской Федерации в 1991–2021 гг. : приложение к Ежегоднику // Федеральная служба государственной статистики. URL: <https://rosstat.gov.ru/folder/210/document/13396> (дата обращения: 18.02.2024).

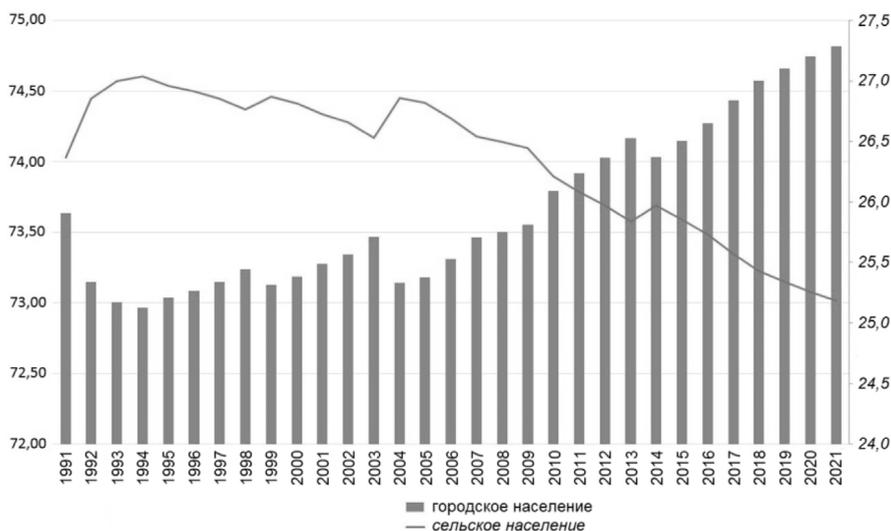


Рис. 1. Численность городского населения в России за период 1991 – 2021 гг.

Источник: рассчитано по данным Росстата.

В результате анализа приведенных данных достоверно установлено, что в России более 70 % населения проживает в городских поселениях; начиная с 2005 г., наблюдается устойчивая тенденция увеличения доли городского населения и, соответственно, снижения доли сельского (за исключением 2014 и 2015 г.).

Указанные тенденции приводят к тому, что значимость решения вопросов социальной экологии, связанных с продолжительностью жизни и здоровьем человека в городах России, высока и будет только возрастать. К сожалению, шумовое загрязнение урбанизированных территорий, прежде всего индустриальный и транспортный шум, до сих пор является одним из недооцененных факторов, который тем не менее в значительной степени определяет благоприятность пространства для жизни, работы и отдыха. Именно шумовое загрязнение территорий было признано в качестве одной из главных экологических проблем городов еще в конце XIX в. В 1920-х гг. данный вопрос начал активно рассматриваться медицинским сообществом, а к настоящему времени Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ) признала шум одним из ключевых рисков для жизни человека в городской среде.

В частности, по данным Европейского регионального бюро ВОЗ, «каждый пятый житель Европы регулярно подвергается слишком высокому уровню шума», в том числе в ночное время¹. Для России эта тен-

¹ Центр СМИ // Европейское региональное бюро ВОЗ. URL: <https://who-sandbox.squiz.cloud/ru/media-centre/sections/press-releases/2009/10/one-in-five-europeans-is-regularly-exposed-to-sound-levels-at-night-that-could-significantly-damage-health> (дата обращения: 18.02.2024).



денция характерна в контексте осложнения. К сожалению, именно по шумовому загрязнению фиксируются существенные ухудшения показателей: в 2022 г. прирост относительно 2016 г. составил 21,6 %¹. Вместе с тем по большинству прочих показателей, например, по загрязнению атмосферного воздуха и питьевых вод, а также по химическому загрязнению пищевой продукции удалось добиться существенного улучшения показателей.

В России нормы шума определяются в СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания»². Согласно таблице 5.35 данного документа, эквивалентный уровень шума на территориях, непосредственно прилегающих к зданиям жилых домов, должен составлять 55 децибел в дневное время и 45 децибел в ночное, а эквивалентный уровень шума в жилых помещениях в ночное время — 30 децибел. Однако исследования, проведенные И. Л. Карагодиной, Т. Г. Смирновой, Л. Г. Орловой, показали, что «в ряде городов России 25–40 % и более населения уже сейчас проживают на территориях, где уровни шума значительно превышают санитарные нормы» [6, с. 3]. В частности, в зоне шумового дискомфорта Москвы находится «почти 70 процентов территории», а в Санкт-Петербурге уровень шума «в среднем превышает допустимую норму на 10–20 децибел» [2, с. 7]».

Прежде всего воздействию шума в фоновом аспекте подвержены представители определенных профессиональных кругов. Так, Московский городской центр условий и охраны труда в 2023 г. опубликовал данные, согласно которым³:

- почти половина всех случаев профессиональных заболеваний обусловлена физическими факторами;
- наибольшее значение из всех физических факторов имеет шумовое воздействие (24,4 %).

К сожалению, жители городских поселений подвержены шумовому воздействию, находясь даже вне производственных помещений. Например, на протяжении последних лет (с 2019 по 2022 г.) наблюдалось устойчивое увеличение доли измерений показателей шумового загрязнения

¹ Государственный доклад «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения Российской Федерации в 2022 году» // Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека. URL: https://www.rosпотребнадзор.ru/documents/details.php?ELEMENT_ID=25076 (дата обращения: 18.02.2024).

² Об утверждении санитарных правил и норм СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания»: постановление главного санитарного врача Российской Федерации от 28.01.2021 №2. URL: <https://docs.cntd.ru/document/573500115> (дата обращения: 18.02.2024).

³ Анализ состояния здоровья населения в связи с вредными воздействиями условий труда // Московский городской центр условий и охраны труда. URL: <http://mcot.ru/novosti/kopiya-analiz-sostoyaniya-zdorovya-naseleniya-v-svyazi-s-vrednym-vozdeystviem-uslovij-truda.html> (дата обращения: 18.02.2024).



на территории жилой застройки городов России, которые не соответствуют гигиеническим нормативам. Данные представлены на диаграмме (рис. 2).

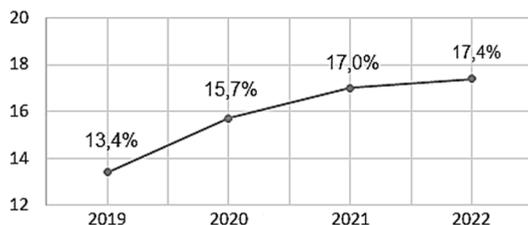


Рис. 2. Доля измерений на территории жилой застройки, не соответствующих гигиеническим нормативам (данные по России в целом)

Источник: рассчитано по данным Государственного доклада «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения Российской Федерации в 2022 году».

В 2019 г. по результатам проведенного социологического исследования статус самого тихого города России получил г. Гурьевск Калининградской области [11, с. 106]. В целом же по стране можно отметить факт наличия регионов, в которых более половины измерений шума на территории жилой застройки не соответствуют нормативам (рис. 3). По состоянию на 2020 г. к таким регионам относилась Ивановская, Новосибирская, Омская, Саратовская, Тюменская и Ульяновская области, а также город Севастополь, Алтайский край и Республика Коми.

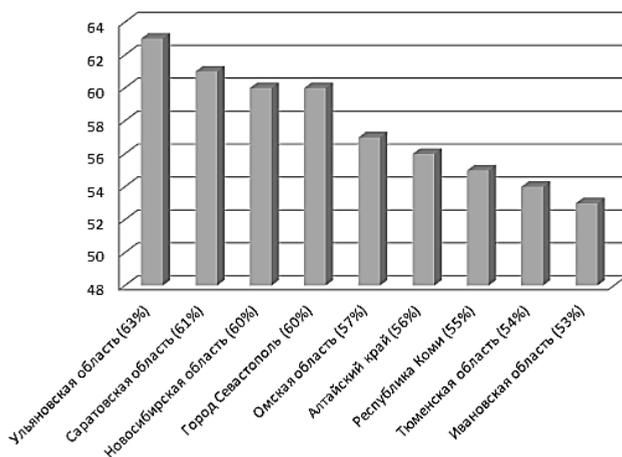


Рис. 3. Доля измерений на территории жилой застройки, не соответствующих гигиеническим нормативам (данные по регионам)

Источник: рассчитано по данным Государственного доклада «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения Российской Федерации в 2022 году».



Шумовое загрязнение становится заметным настолько, что его неблагоприятные последствия начинают фиксироваться не только объективно, но и субъективно. Так, из всех параметрических видов воздействия на условия проживания именно акустический фактор год за годом стабильно вызывает наибольшее количество жалоб населения (70,7 % в 2022 г.). Для сравнения: жалобы на электромагнитное поле составили 12,9 %, на вибрацию — 4,4 %, на освещенность — 3,1 %. Среди источников шума традиционно лидируют транспортные магистрали, оборудование предприятий торговли и общественного питания (вентиляционное, холодильное, системы кондиционирования и т. п.), а также учреждения, связанные со спортом, отдыхом и развлечениями. Ситуация настолько критична, что начинает рассматриваться в правовом поле как нарушение прав человека на благоприятную окружающую среду [4, с. 98].

Медицинские исследования последних лет показывают существенные изменения в организме человека, к которым кроме очевидной потери слуха, скорости реакции, памяти и способности сосредотачиваться относят диабет, заболевания сердечно-сосудистой и нервной систем. Установлено негативное влияние шумового загрязнения на здоровье женщин и новорожденных [12, с. 40] и на метилирование ДНК в головном мозге [17].

Согласно исследованиям Европейского регионального бюро ВОЗ, только в Западной Европе за последнее время из-за шума, в частности, дорожного движения, ежегодные потери составляют более миллиона здоровых лет жизни людей [14, с. 26]. В России физическое, химическое и биологическое загрязнение также являются приоритетными санитарно-эпидемиологическими факторами, формирующими медико-демографические потери¹. Согласно таблице 1.37 указанного документа, в 2022 г. по сравнению с 2016 г. вследствие шума, электромагнитного излучения, вибрации и освещенности зарегистрировано увеличение:

- смертности на 18,8 % для группы болезней системы кровообращения и злокачественных образований;
- заболеваемости на 21,6 % для группы болезней, связанных с системой кровообращения, нервной системы, костно-мышечной системы, а также болезни глаз.

Производственный и фоновый шум урбанизированной среды приводит не только к снижению качества жизни и работоспособности населения, но и к существенным демографическим потерям. Таким образом, изначально экологическая проблема обусловила негативные социальные последствия. При этом следует отметить, что комплексное исследование влияния шумового загрязнения урбанизированных территорий на жизнь и здоровье человека не проводилось ни в отечественной, ни в зарубежной практике.

¹ Государственный доклад «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения Российской Федерации в 2022 году» // Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека. URL: https://www.rosпотребнадзор.ru/documents/details.php?ELEMENT_ID=25076 (дата обращения: 18.02.2024).



Результаты исследований и их обсуждение

Без специальных мер, направленных на регулирование уровня параметрического загрязнения, по мере дальнейшего развития цивилизации и укрупнения урбанизированных территорий шумовое загрязнение и его воздействие на жизнь и здоровье человека будут неуклонно возрастать. В связи с этим нормативное регулирование вопросов акустической гигиены окружающей среды приобретает особую значимость.

В настоящее время в России развитие урбанизированных территорий в отношении шума регулируется прежде всего ГОСТ Р 53187-2008 «Акустика. Шумовой мониторинг городских территорий»¹ и СП 51.13330.2011 «Защита от шума»². В частности, в своде правил «Защита от шума» закреплено понятие «оперативная карта шума», а также требование о необходимости включения в состав документов территориального планирования карт шумов не только на территории, прилегающей к линейным объектам (железным дорогам, улично-дорожной сети), но и у фасадов жилых и общественных зданий, на территории зон отдыха.

В программных комплексах, с помощью которых разрабатываются карты шумового загрязнения, закладываются расчетные методики, которые также регламентируются нормативной документацией: ГОСТами, сводами правил и федеральными санитарными нормами. Так, при определении необходимости снижения шумленности и построении карт превышений предельно допустимых уровней шума используется СН 2.2.4/2.1.8.562-96 «Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки»³ [7, с. 32], а на базе ГОСТ 31295.2-2005 «Шум. Затухание звука при распространении на местности. Часть 2. Общий метод расчета»⁴ осуществляется «моделирование распространения шума по территории» [10, с. 212].

Разработка ряда документов, регламентирующих деятельность по созданию карт шумового загрязнения, проводилась при непосредственном участии авторов, занятых теорией и практикой картографирования шумового загрязнения^{5, 6} [3, с. 5].

В соответствии с рекомендациями Агентства по охране окружающей среды при правительстве США (EPA) общемировой практикой при графическом отображении на картах областей с различающимся уровнем

¹ ГОСТ Р 53187-2008. Акустика. Шумовой мониторинг городских территорий. Введ. 18.12.2008. М., 2008.

² СП 51.13330.2011. Защита от шума. Утв. 20.05.2011. М., 2011.

³ СН 2.2.4/2.1.8.562-96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки от 31.10.1996 г. М., 1996.

⁴ ГОСТ 31295.2-2005 Шум. Затухание звука при распространении на местности. Ч. 2. Общий метод расчета. Введ. 01.01.2007. М., 2006.

⁵ ГОСТ Р 56394-2015 Карты шума оперативные для железнодорожного транспорта. Общие требования и методы построения. Введ. 20.04.2015. М., 2016.

⁶ Положение о разработке, утверждении и применении карт шума территорий, прилегающих к объектам инфраструктуры железнодорожного транспорта (утв. Распоряжением ОАО «РЖД» от 11.01.2017 г. №43р).



шума является использование разных цветов или оттенков цветов в зависимости от уровня децибел [18]. Этот, безусловно, оправданный подход тем не менее может вызывать неоднозначную интерпретацию данных благодаря тому, что не исключены затруднения в распознавании оттенков. На рисунке 4 в качестве примера приведена легенда карты шумового загрязнения, построенной ЗАО «Институт “Трансэкопроект”» с помощью программы SoundPLAN. Рисунок наглядно демонстрирует сложность дифференциации близких оттенков цвета при ранжировании уровня шума.

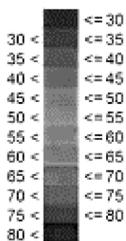


Рис. 4. Легенда карты шума селитебной территории

Источник: данные ЗАО «Институт “Трансэкопроект”» – «Картирование шума на территории, прилегающей к автомобильным дорогам, при помощи программы SOUNDPLAN. URL: <https://www.transecoproject.ru/press-center/33/> (дата обращения: 18.02.2024).

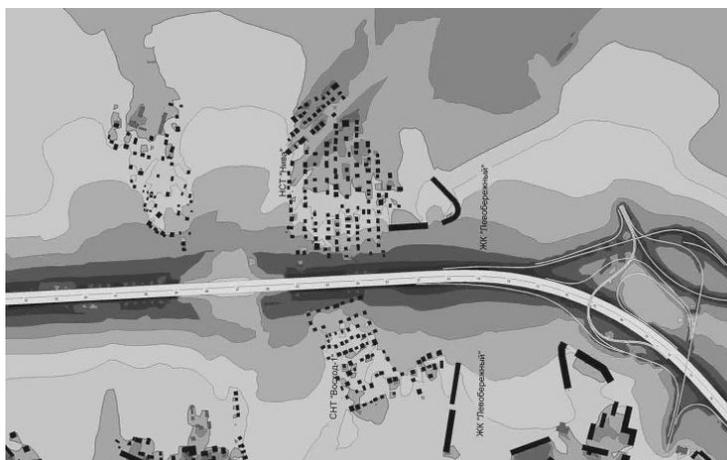
Следует отметить, что в целом данное обстоятельство не мешает осуществлять картографирование шумового загрязнения территорий, которое в последние годы велось достаточно активно. В том числе деятельность ЗАО «Институт “Трансэкопроект”» является ярким положительным примером использования карт шумового загрязнения для снижения шумовой нагрузки на урбанизированные территории. Опубликованные ими данные подтверждают снижение уровня шума на селитебной территории после проведения шумозащитных мероприятий (рис. 5). Комплекс мероприятий, направленных на снижение шума (установка акустических экранов и шумозащитного остекления) был сформирован по результатам:

- расчета карты шумового загрязнения, отражающей текущую ситуацию вдоль автомобильной дороги и на прилегающей селитебной территории;

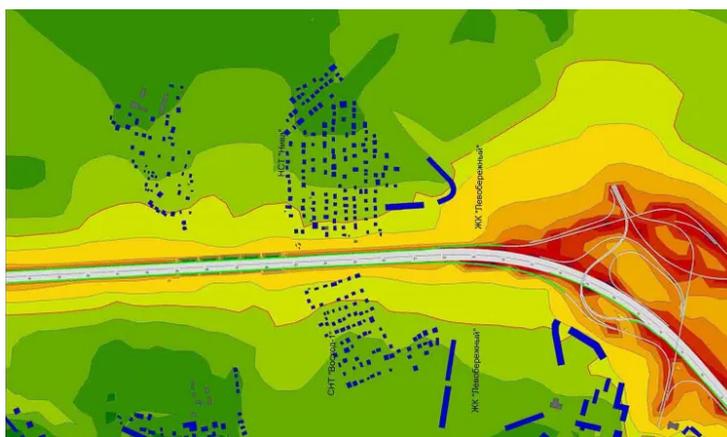
- построения карты ПДУ (предельно допустимых уровней) в соответствии с требованиями СН 2.2.4/2.1.8.562-96.

На базе БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д. Ф. Устинова были разработаны карты шумового загрязнения для г. Санкт-Петербурга, а также «для более чем 50 проектов строительства и реконструкции автомобильных дорог, железных дорог, аэропортов, промышленных объектов, позволившие выбрать эффективные мероприятия для снижения шума до нормативных требований» [3, с. 7]. Еще одна карта, отражающая проблемные

аспекты состояния урбанизированных территорий г. Санкт-Петербурга, была создана специалистами Российского государственного гидрометеорологического университета [13, с. 124].



а



б

Рис. 5. Карта шума селитебной территории, примыкающей к автодороге: а – уровни шума до шумозащитных мероприятий; б – уровни шума после шумозащитных мероприятий

Источник: данные ЗАО «Институт “Трансэкопроект”» – «Картирование шума на территории, прилегающей к автомобильным дорогам, при помощи программы SOUNDPLAN. URL: <https://www.transecoproject.ru/press-center/33/> (дата обращения: 18.02.2024).

В алгоритме комплексной оценки г. Хабаровска при картографировании экологического состояния территории города было предусмотрено формирование отдельного слоя «Шумовое воздействие». Данная



карта рассматривается как продукт, который может быть использован для информационного обеспечения не только органов государственной власти при принятии ими управленческих решений, но и для использования «в учебном процессе Тихоокеанского государственного университета» [9, с. 616].

Следует учитывать и опыт создания коммерческих приложений. Команда Urbica Design при разработке приложения Walkstreets заложила возможность формировать траекторию комфортных пеших прогулок с учетом одной из трех особенностей: наименее шумные улицы, наиболее озелененные или с наиболее чистым воздухом. Для формирования параметров пешеходного графа было проведено исследование распространения шума в г. Москве с построением карты шумового загрязнения [10, с. 215].

Однако на данный момент для создания комфортной городской среды недостаточно только контроля и снижения уровня зашумленности посредством картографирования шумового загрязнения и установки акустических экранов, шумозащитного остекления и т.п. С точки зрения снижения экологических рисков длительного пребывания на проблемных территориях, комплексные данные о шумовом загрязнении урбанизированной среды должны включать не только оперативную информацию об уровне шумового загрязнения, но и о наличии особых рекреационных зон, которые характеризуются повышенным уровнем звукового комфорта. Для таких зон пока нет устоявшегося названия, они могут обозначаться как «шумопримечательные места» по аналогии с достопримечательностями, например, «островки тишины», «зоны шумового комфорта», «тихие места» или «зоны запрета шума». Так или иначе, улучшение звукового ландшафта должно предполагать создание продуманной системы городского зонирования, включающей выделение особых рекреационных территорий. Это должны быть зоны отдыха, способные компенсировать шумовое воздействие окружающей среды, как продолжительное (фоновое), так и кратковременное (резкое). Необходимость таких зон обусловлена спецификой человеческого организма, не обладающего в достаточной степени адаптационными механизмами, способными корректировать воздействие параметрических загрязнений в среде его обитания. Именно такие общественные пространства позитивного звукового наполнения способны сформировать новые точки роста благоприятной городской среды, компенсируя стрессогенную обстановку повседневности, окружающую человека. Это позволит по-новому оценить функциональное зонирование территорий и в будущем создать новый паттерн (модель) застройки, который включал бы в себя зоны рекреации. В них совместно с шумоизолирующими технологиями возможно применение инновационных способов улучшения звукового ландшафта, способного насыщать территорию звуками, приближенными к природному звучанию.

Такой подход предполагает рассмотрение в будущем в качестве необходимого элемента концептуальной схемы организации данных в геоинформационных системах не только слой, включающий информацию о физическом загрязнении окружающей среды, но также слой, отобра-



жающий пространства позитивного звукового наполнения как особые зоны рекреации. Для этого необходима продуманная система мероприятий, включающая в себя определение правового статуса, систему долгосрочного мониторинга и поддержания таких территорий в функциональном состоянии.

Проведение долгосрочного автоматизированного мониторинга не только зон рекреаций, но и любых урбанизированных территорий рассматривается как способ повышения точности результатов измерений и качества их обработки [15, с. 29]. С другой стороны, долгосрочный мониторинг делает полевые измерения более экономически затратными.

В настоящее время в основе исследований шумового загрязнения лежат два главных метода сбора данных: полевые измерения и оценка по комплексным показателям (плотность транспортного потока, GPS-треки). Оценка по комплексным показателям успешно проводилась в Северной Македонии, Индии, Турции [10, с. 214]. Положительным моментом в данном случае является сокращение количества и стоимости натурных работ, тем не менее в России традиционно широко применяется метод полевых измерений с использованием шумомеров и математического моделирования для последующей визуализации информации.

В общем случае процесс разработки карты шумового загрязнения с использованием полевых измерений и математического моделирования включает в себя следующие этапы:

1. Проведение предварительных натурных обследований, общая оценка ситуации с определением источников шума и точек измерения.
2. Измерение шума с помощью различных шумомеров или мобильных приложений.
3. Обработка данных: акустические расчеты, учитывающие параметры излучения, распространения и экранирования звука, и визуализация полученных данных как с помощью простых программных решений на базе СУБД Access, так и на базе специализированных программных комплексов (ArcGIS, SoundPlan, «Эколог Шум», ExNoise и др.).
4. Разработка на основе полученных отклонений от предельно допустимого уровня шума рекомендаций по его снижению или по шумозащитным мероприятиям на прилегающих к источнику шума территориях.
5. Проведение проверочных расчетов, подтверждающих достаточную эффективность рекомендаций и мероприятий.

Гибкая возможность выбора программного решения из множества существующих позволяет выстроить процесс создания карт шумового загрязнения с учетом особенностей каждой конкретной ситуации: природных и антропогенных условий, бюджета, целей проводимых работ.

Однако несмотря на то, что карты шумового загрязнения урбанизированных территорий признаны эффективным механизмом оценки текущей и перспективной акустической ситуации, вопрос практической реализации массового картирования урбанизированных территорий остается открытым. Прежде всего препятствием является высокая стоимость шумозащитных мероприятий, реализуемых по результатам исследования (3 % от стоимости объекта при наличии незначительного



количества жилых территорий, 10 % и более – при прохождении через жилые районы более 70 % объекта¹) и, как следствие, снижение востребованности карт шумового загрязнения при реализации проектов строительства и реконструкции.

Заключение

Проведенный анализ показал, что вопросы экологического состояния среды обитания человека, поднимаемые в аспекте шумового загрязнения, становятся все более актуальными по мере развития цивилизации и возрастания уязвимости человека в этих условиях. И чем более урбанизированная (артеприродная) среда становится «арте» и менее «природной», тем больше необходимо прилагать усилий по искусственному поддержанию среды обитания в состоянии не только, удерживающем ее от деградации, но и комфортном для жизни и деятельности.

В этой связи составление карт шумового загрязнения представляет собой перспективный пласт научной и практической деятельности, позволяющей на практике реализовать заботу как о среде обитания, так и о здоровье и продолжительности жизни людей. Использование карт шумового загрязнения для анализа урбанизированных территорий уже сейчас позволяет:

- повысить возможность использования потенциала территорий для восстановления медико-физиологических показателей человека;
- сформировать более сбалансированную городскую среду;
- увеличить прозрачность рынка недвижимости;
- оптимизировать автотранспортные потоки;
- обеспечить значительную вариативность при принятии управленческих решений органами государственной власти.

В будущем стратегии управления шумом должны стать частью политики в области устойчивого развития и качества окружающей среды.

Список литературы

1. Бадина С. В., Бабкин Р. А., Скобеев Н. М. Изменение пространственной уязвимости населения крупных городов к природным и техногенным опасностям под воздействием жилищного строительства // Вестник СПбГУ. Науки о Земле. 2023. № 68 (2). С. 357–377. URL: <https://doi.org/10.21638/spbu07.2023.208> (дата обращения: 18.05.2024).

2. Боголепов И. И., Лаптева Н. А. Шумовая карта города: проблемы и решения // Научно-технические ведомости СПбГУ. Наука и образование. 2010. № 3 (106). С. 153–160.

3. Буторина М. В. Разработка научных и методических основ картирования шума транспорта на территории городской застройки : автореф. дис. ... д-ра техн. наук. СПб., 2020.

¹ Потому и не шумят // Агентство строительных новостей. URL: <https://asninfo.ru/techmats/292-potomu-i-ne-shumyat> (дата обращения: 18.02.2024).



4. Жукова Н. В. Экологическая безопасность как одно из экологических прав граждан: понятие, соотношение с правом на благоприятную окружающую среду // *Общество и право*. 2022. №3 (81). С 98–104.
5. Ильминских Н. Г. Урбанизированная среда // *Вестник Курганского государственного университета*. 2012. №3 (25). С. 39–45.
6. Кадьрмаева Д. Р. Клиническое значение комплекса факторов среды обитания населения промышленного города в распространенности острых нарушений мозгового кровообращения : автореф. дис. ... канд. мед. наук. Оренбург, 2004.
7. Кошурников Д. Н., Максимова Е. Н. Обзор зарубежной и отечественной практики шумового картирования (Noise Mapping) в условиях плотной городской застройки // *Вестник ПНИПУ. Прикладная экология. Урбанистика*. 2018. №3. С. 27–43. <https://doi.org/10.15593/2409-5125/2018.03.03>.
8. Красилов В. А. Охрана природы: принципы, проблемы, приоритеты. М. : Институт охраны природы и заповедного дела, 1992.
9. Майорова Л. П., Жуковская Е. А., Морозова Г. Ю. Методические подходы к экологическому картографированию городской территории (на примере г. Хабаровска) // *ИнтерКарто. ИнтерГИС*. 2015. Т. 21. С. 612–617.
10. Николаева О. Н., Краснопольский И. А. Обзор существующих подходов к расчету и картографированию уровней шумового загрязнения территории // *Интерэкспо ГЕО-Сибирь. XVIII Междунар. науч. конгр. : сб. материалов : в 8 т. Т. 4 : междунар. науч. конф. «Дистанционные методы зондирования Земли и фотограмметрия, мониторинг окружающей среды, геоэкология»*. Новосибирск, 2022. С. 210–219.
11. Ручкина Е. М., Шаталова К. С. Шумовое загрязнение: влияние шума на организм человека // *Вестник Калужского университета*. 2023. №4. С. 105–108.
12. Шейбак Л. Н. Влияние шумового фактора на течение беременности у женщин и активность сахаразы тонкой кишки у новорожденных // *Гигиена и санитария*. 1999. №5. С. 40–42.
13. Шуранов Е. В. Построение карт распределения шумовой нагрузки для районов Санкт-Петербурга // *Инновации*. 2006. №7. С. 122–124.
14. Эру М.-Е., Браубах М., Дрмак Д. и др. Краткий обзор текущей деятельности Европейского регионального бюро воз относительно воздействия шума окружающей среды на здоровье // *Гигиена и санитария*. 2014. №5. С. 25–28.
15. Якимович А. В., Васильев А. В., Васильев В. А. Методы и результаты мониторинга акустических загрязнений урбанизированных территорий на примере Самарской области России // *Экология и промышленность России*. М., 2019. Т. 23, №6. С. 28–33.
16. *Annual Report 2008* // UNFPA. URL: https://www.unfpa.org/sites/default/files/pub-pdf/annual_report_2008.pdf (дата обращения: 18.05.2024).
17. *Effects of environmental noise exposure on DNA methylation in the brain and metabolic health* / L. Guo, P-H. Li, H. Li [et al.] // *Environmental Research*. 2017. №153. P. 73–82.
18. *Noise mapping and action plans* // EPA. URL: <https://www.epa.ie/our-services/monitoring--assessment/noise/noise-mapping-and-action-plans/> (дата обращения: 18.05.2024).
19. *Statistical and spatio-temporal analyses of noise pollution level and its health impact* / N. Singh, Markandeya, M. Manar [et al.] // *Environmental Science and Pollution Research*. 2023. №30. P. 1–13.



20. Tao Y., Kou L., Chai Y., Kwan M.-P. Associations of co-exposures to air pollution and noise with psychological stress in space and time: A case study in Beijing, China // *Environ Sci Pollut Res Int*. 2020. №30 (34).

Об авторах

Нэлли Викторовна Тимофеева — канд. техн. наук, доц., Великолукская государственная сельскохозяйственная академия, Россия.

E-mail: nt-info@mail.ru

<https://orcid.org/0000-0002-5895-7919>

Виктор Николаевич Ключниченко — канд. техн. наук, доц., Сибирский государственный университет геосистем и технологий, Россия.

E-mail: kimirs21@yandex.ru

<https://orcid.org/0000-0001-6799-8440>

N. V. Timofeeva¹, V. N. Klyushnichenko²

MAPPING OF NOISE POLLUTION IN URBANIZED AREAS AS A TOOL FOR CREATING A COMFORTABLE HUMAN ENVIRONMENT

¹State Agricultural Academy of Velikie Luki, Velikie Luki, Russia

²Siberian State University of Geosystems and Technologies, Novosibirsk, Russia

Received 25 March 2024

Accepted 13 May 2024

doi: 10.5922/vestniknat-2024-2-6

To cite this article: Timofeeva N. V., Klyushnichenko V. N., 2024, Mapping of noise pollution in urbanized areas as a tool for creating a comfortable human environment, *Vestnik of Immanuel Kant Baltic Federal University. Series: Natural and Medical Sciences*, №2. P. 85–100. doi: 10.5922/vestniknat-2024-2-6.

The article considers the issues of balanced functioning of urbanized territories (including urban environments) as objects of social ecology. The aim of this work is to analyze the current state of the urban environment in terms of noise pollution and the creation of thematic environmental maps of urban noise pollution. Using statistical methods, the authors justified the need for such maps and identified the main problems arising in their development. It was empirically confirmed that noise pollution has significantly increased across Russia against the backdrop of a steady growth in urban population. The experience of Russian developers of noise pollution maps was analyzed, showing how these maps can help in creating a comfortable living environment. The medical-ecological approach and statistical data analysis revealed a correlation between noise pollution in urbanized areas and negative social consequences for the population living in these areas. These consequences include not only an increase in diseases, such as cardiovascular and nervous system disorders, but also a general reduction in active life years. A unique aspect of the study is the approach to the problem from the perspective of creating spaces with positive soundscapes in urban environments and reflecting these on noise pollution maps. The necessity of such research is driven by the specifics of human adaptive mechanisms,



which are unable to quickly adjust to changes in the environment. The conclusion is made that to mitigate the impact of noise pollution on the physical and psychological state of individuals, it is necessary to change the pattern of urban development towards an expanded understanding of functional zoning in urban areas.

Keywords: urban environment, social ecology, urbanized territories, noise map, noise pollution

The authors

Dr Nelli V. Timofeeva, Assistant Professor, State Agricultural Academy of Velikie Luki, Russia.

E-mail: nt-info@mail.ru

<https://orcid.org/0000-0002-5895-7919>

Dr Viktor N. Klyushnichenko, Assistant Professor, Siberian State University of Geosystems and Technologies, Russia.

E-mail: kimirs21@yandex.ru

<https://orcid.org/0000-0001-6799-8440>