

О. Н. Николаева^{1,2}, И. А. Краснопольский¹*

Экологический мониторинг и картографирование шумового загрязнения городов

¹ Московский государственный университет геодезии и картографии, г. Москва, Российская Федерация

² Сибирский государственный университет геосистем и технологий, г. Новосибирск, Российская Федерация

* e-mail: onixx76@mail.ru

Аннотация. В статье рассмотрены основные аспекты мониторинга и картографического моделирования шумового воздействия от стационарных и движущихся источников в среде ГИС. В качестве объекта исследования выступал район строительства транспортно-пересадочного узла (ТПУ) «Петровско-Разумовская» (г. Москва). С применением сертифицированного оборудования были выполнены замеры шумовой нагрузки на территории студенческого кампуса РГАУ-МСХА имени К. А. Тимирязева. Точки замеров были разнесены друг от друга в плане с учетом особенностей архитектурной застройки и озеленения территории, и по высоте с учетом этажности зданий кампуса. Наблюдения проводились в разное время суток 7 дней в неделю. Картографическое моделирование заключалось в создании серии электронных карт, отображающих колебания уровня шума на территории кампуса в разные периоды времени. Показано, что комплексное шумовое воздействие на территорию слабо компенсируется традиционными архитектурными приемами (особенности конфигурации зданий, зеленые насаждения). Также показано, что на уровень шума внутри помещения влияет высота этажа, на котором проводились замеры. Сделаны выводы о необходимости более детального трехмерного моделирования шумового воздействия как в ГИС, так и в специализированном программном обеспечении с учетом более широкого перечня факторов.

Ключевые слова: шумовое воздействие, шумовое загрязнение, источники шума, картографирование шума, карты шумового воздействия, карты шумового загрязнения, геоинформационное картографирование

О. Н. Nikolaeva^{1,2}, И. А. Krasnopol'skij¹*

Monitoring and mapping of urban noise pollution

¹ Moscow State University of Geodesy and Cartography, Moscow, Russian Federation

² Siberian State University of Geosystems and Technology, 10, Plakhotnogo St., Novosibirsk, Russian Federation

e-mail: * e-mail: onixx76@mail.com

Abstract. The article discusses the main aspects of monitoring and cartographic modeling of noise impacts from stationary and moving sources in a GIS environment. The object of the study was the construction area of the Petrovsko-Razumovskaya transport hub (Moscow). noise load measurements were carried out using certified equipment, on the student campus of the Russian State Agrarian University-Moscow Agricultural Academy named after K. A. Timiryazev. The measurement points were spaced apart from each other, taking into account architectural and landscape features of the territory. Measurements were taken at different parts of the day, through the week. A variety of electronic maps

were made depicting variations in noise levels on campus over different periods of time. It is shown that the complex noise impact on the territory is poorly compensated by traditional architectural techniques (configuration of buildings, placing of green spaces and so on). It is also shown that the noise level inside the room is affected by the height of the storey on which the measurements were taken. Conclusions are drawn about the need for more detailed three-dimensional modeling of noise impact both in GIS and in specialized software, taking into account a wider list of factors.

Keywords: noise impact, noise pollution, noise sources, noise mapping, noise impact maps, noise pollution maps, geoinformation mapping

Введение

На сегодняшний день шумовое загрязнение рассматривается как один из отрицательных факторов, оказывающих значительное влияние на комфортность проживания городского населения. В 2009 году был разработан и внедрен ГОСТ по ведению шумового мониторинга на территории населенных пунктов [1], который определяет порядок проведения наблюдений за шумовым загрязнением от стационарных источников шума, различных видов транспорта, а также комплексных наблюдений, учитывающих общую шумовую нагрузку на территории. В качестве средства визуализации результатов ГОСТ рекомендует шумовые карты, которые должны создаваться в программных продуктах, «наиболее полно учитывающих географические особенности территории и позволяющие учесть максимально возможное число влияющих факторов» [1].

Современными исследователями обосновываются различные подходы к учету географических особенностей территории, подверженной шумовому загрязнению, и в том числе – рассмотрению факторов, влияющих на распространение шума в трехмерном пространстве. Так, Т. В. Бобра и М. Ю. Каменева отмечают важность размещения точек замера шума с учетом особенностей рельефа, чтобы учесть возможное ослабление шума в понижениях и усиление на возвышенностях [2]. И. Л. Марголиной и О. А. Климановой перечислены градостроительные факторы, способствующие дополнительному ослаблению или усилению шума на территории, среди которых – этажность зданий и плотность застройки [3]. Для моделирования распространения шума в трехмерном пространстве используются специализированные программные продукты, из которых за рубежом наиболее распространены SoundPLAN (разработчик SoundPLAN GmbH / SoundPLAN International LLC) и Predictor-LimA (разработчик DGMR Software). Из отечественных продуктов необходимо прежде всего отметить автоматизированное рабочее место «Акустика 3D» [4], а также ряд узкоспециализированных разработок, например – программный продукт для трехмерного моделирования шума внутри помещений, разработанный «ТГТУ - НИИСФ РААСН» Тамбовского государственного технического университета и Научно-исследовательского института строительной физики РААСН [5].

Тем не менее, в сфере трехмерного моделирования и картографирования шумовой нагрузки городов остается еще много нерешенных задач, таких как принципы организации сети точек замеров, репрезентативной именно с позиции учета распространения шума в высоту; типы используемого оборудования и воз-

возможность организации автоматизированных измерений; подходы к трехмерному картографическому моделированию и визуализации шумовой нагрузки в многофункциональных свободно-распространяемых ГИС, а не специфических программных продуктах, которые являются платными и в текущих условиях могут быть доступны далеко не всем российским исследователям.

В свете вышесказанного, в данной статье будет освещен опыт трехмерного моделирования и картографирования шумовой нагрузки в ГИС QGIS, которая представляет собой программный продукт с открытым кодом и потому широко используется на современном российском рынке геодезических и картографических продуктов.

Методы и материалы

В качестве объекта исследования была выбрана площадка студенческого кампуса РГАУ-МСХА имени К. А. Тимирязева. С 2021 года на данную территорию оказывается интенсивное шумовое воздействие, обусловленное строительством транспортно-пересадочного узла (ТПУ) «Петровско-Разумовская». Расположение ТПУ и проводимые там работы по строительству зданий и дорожных сооружений обуславливают высокое зашумление части кампуса, прилегающей к Дмитровскому шоссе рис.1. Следует заметить, что и само шоссе оказывает заметное шумовое воздействие, являясь одной из основных транспортных артерий Северного административного округа Москвы.



Рис. 1. Расположение объекта исследования относительно источников шумового воздействия

Поскольку территория кампуса РГАУ-МСХА весьма обширна, исследования были сосредоточены на двух высотных зданиях, находящихся по адресам Дмитровское шоссе, 47, к.1 и Дмитровское шоссе, 47, к.2, и представляющих собой корпуса общежитий. Они расположены на восточном краю территории, в виду Дмитровского шоссе и строящегося ТПУ рис.2.

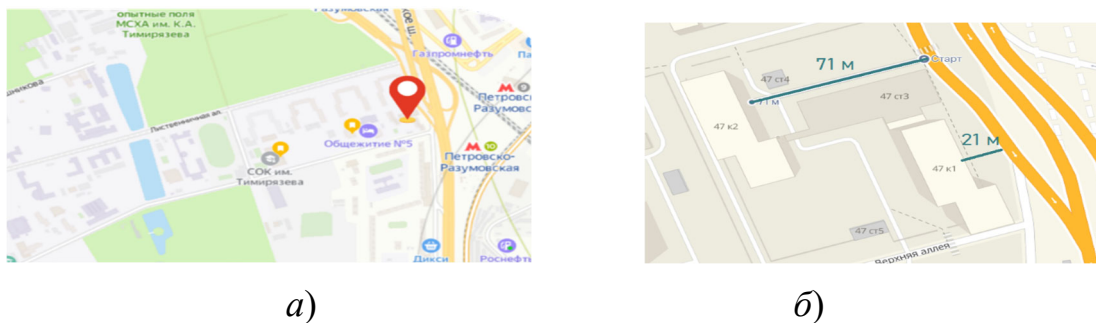
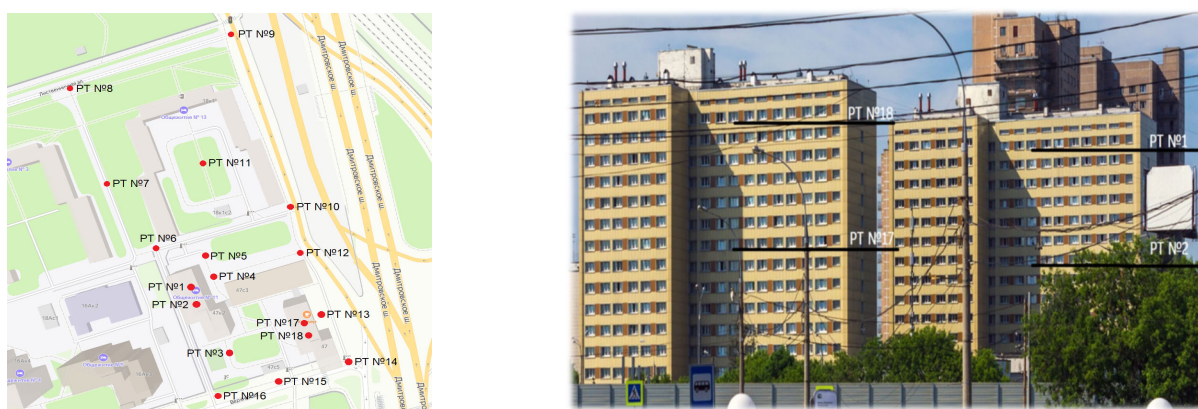


Рис. 2. Детализация расположения объекта исследования: а) место выбранных зданий внутри кампуса; б) расстояние от зданий до Дмитровского шоссе

Измерения уровня шума выполнялись в летнее время 2021 года, когда проводился основной объем работ по изъятию грунта и закладке фундаментов зданий ТПУ, то есть выполнялись наиболее «шумные» из строительных работ.

Для получения более полной картины шумового загрязнения в ходе исследований выполнялись измерения уровня шума как внутри помещений (жилых комнат) выбранных зданий, причем в помещении открывалось окно, так и снаружи зданий. Измерения в помещениях выполнялись на 2 уровнях: на 7-м и 14-м (последнем) этажах. На рис.3 показано размещение точек замера в плане рис.3а и по высоте рис.3б :



PT – расчетная точка, в которой проводились измерения уровня шума

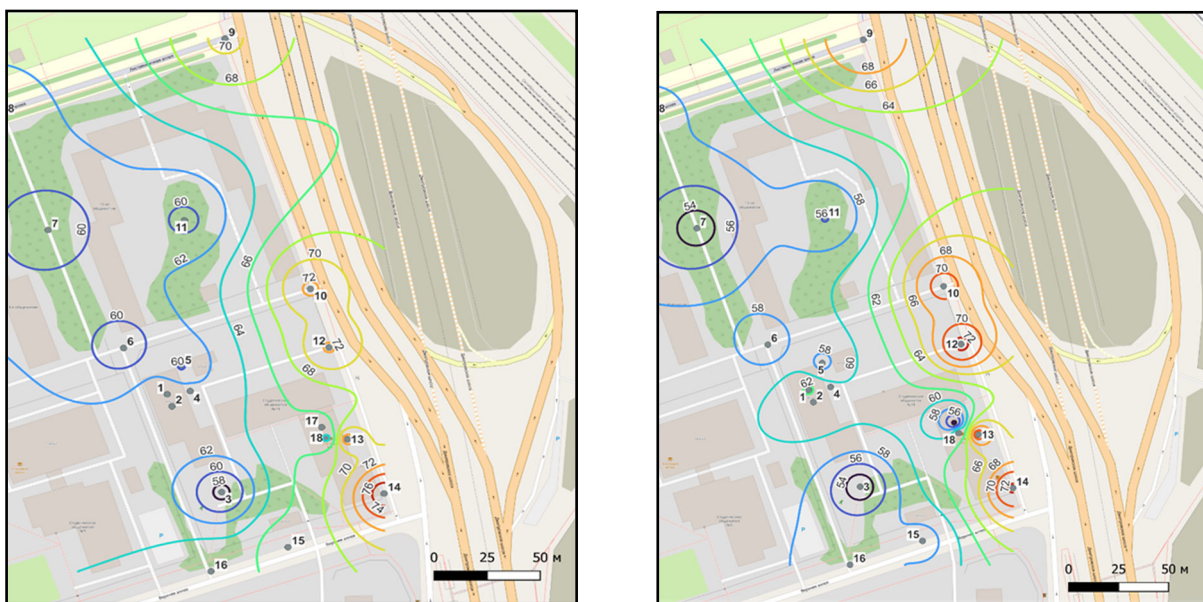
а) б)

Рис. 3. Схема размещения точек измерений: а) в плане, б) – по высоте

Измерения выполнялись 4 раза в сутки в нижеперечисленные периоды времени: утром - с 07:00 до 09:00 ч., днем - с 12:00 до 14:00 ч., вечером – с 17:00 до 19:00 ч., ночью - с 23:00 до 01:00 ч. Наблюдения проводились, как в будние дни, так и на выходных (суббота, воскресенье). В качестве оборудования использовались многофункциональный тестер окружающей среды DT-8820 (позволяет измерять уровни шума от 35 до 130 дБ с точностью 0,1дБ), и цифровой мини-анемометр UT363, поверенные в аккредитованной лаборатории РГАУ-МСХА.

Результаты и обсуждение

Анализ и картографическое моделирование собранных сведений выполнялся с применением свободно распространяемой ГИС QGIS. Пространственная динамика уровня шума была отображена способом изолиний. В результате была создана серия карт, визуализирующих уровни шума в разные дни недели и разное время суток. На рис.4 представлены две из них, характеризующие усредненные уровни шума в будние дни (понедельник-пятница) и выходные (суббота, воскресенье).



а)

б)

Рис. 4. Результаты картографического моделирования средних значений уровня шума, в децибелах:

а) в будние дни; б) в выходные дни

Примечание. Значения уровня шума подписаны в разрывах изолиний. Точки замеров показаны условными знаками в виде серых кружков с черной подписью порядкового номера точки.

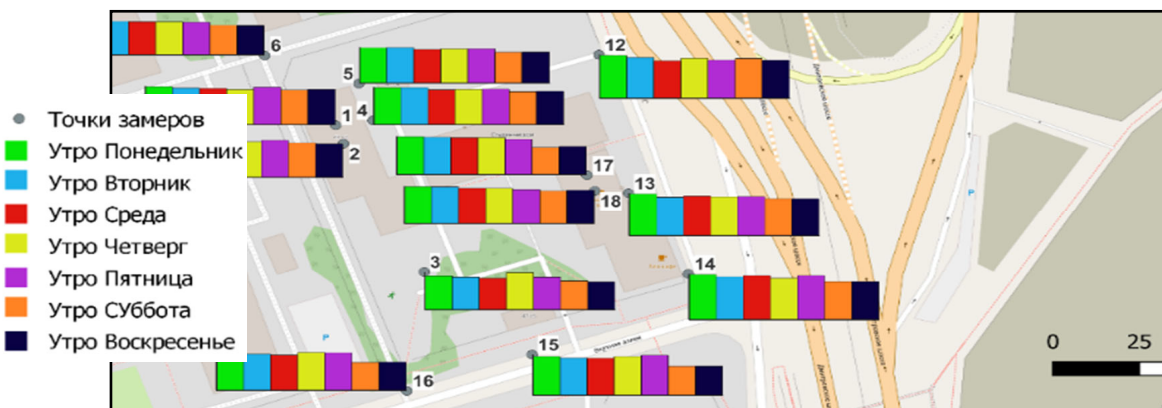
Сопоставление результатов картографической визуализации позволило сделать следующие выводы:

- превышение установленного для городских территорий норматива шумового воздействия (70 дБ) стабильно наблюдается около и внутри зданий, расположенных на Дмитровском шоссе и непосредственно примыкающих к строительной площадке, независимо от времени суток и дней недели (точки замеров №№ 9-14);

- уровень шума на контрольных точках, расположенных в глубине квартала на максимальном удалении от шоссе и строительной площадки (точки замеров №№ 3, 6, 7, 11) также характеризуются высоким уровнем шума (порядка 55-60 дБ). Это свидетельствует о том, что в условиях плотной застройки очень крупного города экранирующей роли только зданий и зеленых насаждений уже недостаточно, чтобы снизить вредное воздействие шума на здоровье человека.

- шумовая нагрузка внутри зданий, ближайших к строительной площадке (точки замеров №№ 1, 2, 17, 18) всего лишь на 12-14 дБ ниже, чем снаружи, и колеблется около 55-60 дБ, что не соответствует действующим санитарно-гигиеническим нормам и правилам.

Более детальное рассмотрение результатов картографической визуализации шума выявило небольшое, но стабильное превышение уровней шума, замеренных внутри помещений на верхних этажах зданий (точки №№ 1 и 18) по сравнению с замерами, выполненными на средних этажах (точки №№ 2 и 17), рис.5. Разница особенно наглядна для точек №№ 17 и 18, расположенных внутри здания, наиболее близкого к шоссе и строительной площадке, и особенно заметна в выходные дни, когда снижается вклад шума от автомобильного транспорта, и на первый план влияет шум от ведущегося строительства.



В 1 мм – 10 дБ

Рис. 5. Детализация временной динамики уровня шума по дням недели

Заключение

Выполненный картографический анализ и моделирование собранных сведений об уровне шума в районе строительства транспортно-пересадочного узла (ТПУ) «Петровско-Разумовская» подтвердил тот факт, что в современных условиях крупных городов с плотной застройкой уже недостаточно экранировать источники шума только за счет архитектурно-планировочных решений, таких как

соседние здания и зеленые насаждения. Целесообразно предусматривать комплекс мероприятий, включающих в себя как возведение дополнительных шумозащитных сооружений, так и организационные мероприятия по регулированию городского хозяйства и строительных работ.

Вопрос сравнительного анализа изменений уровня шума внутри помещений с повышением этажности нуждается в более детальном исследовании. Для этого авторами запланировано проведение серии новых полевых измерений, и их обработка путем трехмерного моделирования как в ГИС, так и в специализированном программном обеспечении с учетом более широкого перечня факторов (определения зон видимости источника шума из помещения и пр.).

Благодарности

Авторы статьи выражают искреннюю благодарность кандидату технических наук, доценту, доценту кафедры экологии РГАУ-МСХА имени К. А. Тимирязева Лагутиной Наталье Викторовне, и ее магистрантке Чапуриной Любове Сергеевне за предоставленные исходные данные.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Национальный стандарт Российской Федерации. Акустика. Шумовой мониторинг городских территорий [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200069469>
2. Бобра Т.В., Каменева М.Ю. Геоэкологический анализ и картографирование шумового загрязнения урбанизированных территорий (на примере г. Симферополь) // Геополитика и экогеодинамика регионов. – 2022. - Т. 8, № 4. – С. 121-131.
3. Марголина И. Л., Климанова О. А. Шумовое воздействие от автотранспорта: комплексная оценка факторов в городской среде // Географическая среда и живые системы. – 2022. - № 1. - С. 40-54.
4. Никифоров А.В., Иванов А.В. Трехмерное моделирование и визуализация шумового загрязнения окружающей среды // Жилищное строительство, 2013. - № 6. – С. 16-18.
5. Гусев В.П., Матвеева И.В., Соломатин Е.О. Компьютерное моделирование распространения шума от различных источников в городской застройке // Жилищное строительство, 2014. - № 8. – С. 25-28.

© О. Н. Николаева, И. А. Краснопольский, 2024