

## **ВЛИЯНИЕ РЕЛЬЕФА ГОРОДСКОЙ ТЕРРИТОРИИ НА ФОРМИРОВАНИЕ АКУСТИЧЕСКОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ**

*Дмитрий Владимирович Панов*

Сибирский государственный университет водного транспорта, 630099, Россия, г. Новосибирск, ул. Щетинкина, 33, кандидат технических наук, доцент кафедры техносферной безопасности, тел. (383)201-49-96, e-mail: d.v.panov@nsawt.ru

*Оксана Вячеславовна Рослякова*

Сибирский государственный университет водного транспорта, 630099, Россия, г. Новосибирск, ул. Щетинкина, 33, кандидат технических наук, доцент кафедры техносферной безопасности, тел. (383)201-49-96, e-mail: o.v.roslyakova@nsawt.ru

*Александр Юрьевич Кудряшов*

Сибирский государственный университет водного транспорта, 630099, Россия, г. Новосибирск, ул. Щетинкина, 33, кандидат технических наук, декан гидротехнического факультета, тел. (383)211-11-91, e-mail: a.y.kudryashov@nsawt.ru

В статье рассмотрена актуальность изучения рельефа как фактора акустического загрязнения. Приведены результаты натурных акустических измерений на участках. Выявлены закономерности изменений уровней звука при удалении от источника в зависимости от формы рельефа.

**Ключевые слова:** рельеф, уровень звука, урбанизированные территории, цифровая модель рельефа, ГИС-технологии, цифровая модель местности.

## **INFLUENCE OF URBAN TERRAIN ON THE FORMATION OF ACOUSTIC POLLUTION**

*Dmitriy V. Panov*

Siberian State University of Water Transport, 33, Schetinkina St., Novosibirsk, 630099, Russia, Ph. P., Associate Professor, Department of Technosphere Safety, phone: (383)201-49-96, e-mail: d.v.panov@nsawt.ru

*Oksana V. Roslyakova*

Siberian State University of Water Transport, 33, Schetinkina St., Novosibirsk, 630099, Russia, Ph. P., Associate Professor, Department of Technosphere Safety, phone: (383)201-49-96, e-mail: o.v.roslyakova@nsawt.ru

*Aleksandr Y. Kudryashov*

Siberian State University of Water Transport, 33, Schetinkina St., Novosibirsk, 630099, Russia, Ph. P., Dean, Faculty of Hydraulic Engineering, phone: (383)211-11-91, e-mail: a.y.kudryashov@nsawt.ru

The article considers the relevance of studying the terrain as a factor of acoustic pollution. The results of full-scale acoustic measurements at the sites are presented. Patterns of changes in sound levels at a distance from the source, depending on the shape of the terrain, are revealed.

**Key words:** topography, volume level, urbanized areas, digital elevation model, GIS-technologies, digital terrain model.

## *Введение*

В современных городах одним из основных видов загрязнения окружающей среды, постоянно влияющим и неблагоприятно сказывающимся на жизнедеятельности человека, является шум. Проблеме шумового загрязнения посвящено большое количество научных трудов как российских специалистов, так и зарубежных исследователей. Физические закономерности распространения звуковых волн в воздушной среде описаны аналитически и, более того, учтены в нормативных документах в области охраны окружающей среды от негативного физического воздействия и государственных стандартах. В связи с ростом проблем экологически неблагоприятных явлений на урбанизированных территориях перед учеными разных направлений стоит задача формирования комфортной экологической среды, имеющей определенные параметры.

Большое значение в формировании современного городского пространства и перспектива его развития принадлежит рельефу и его трансформации, влияющей на комфортность условий жизнедеятельности горожан. Рельеф влияет на распространение загрязнений по городской территории. В крупных городах формы рельефа задают строгий каркас для планировочной структуры, в том числе, для системы транспортных магистралей, второстепенных дорог, крупных промышленных объектов и т.д. Таким образом, рельеф подчиняет себе размещение основных источников техногенного шума, а также задает условия для его распространения в стороны от этих источников. Неправильное размещение объектов источника шума в рельефе приводит к загрязнению окружающей среды [1-4].

Изучение проблемы влияния рельефа на распространение шума встречается в единичных работах, как отечественных ученых, так и зарубежных специалистов. Поэтому вопрос о влиянии рельефа на распространение звуков в приземном слое атмосферы мало изучен, а изучение влияния рельефа городской территории на формирование акустического загрязнения носит актуальный характер [5, 6].

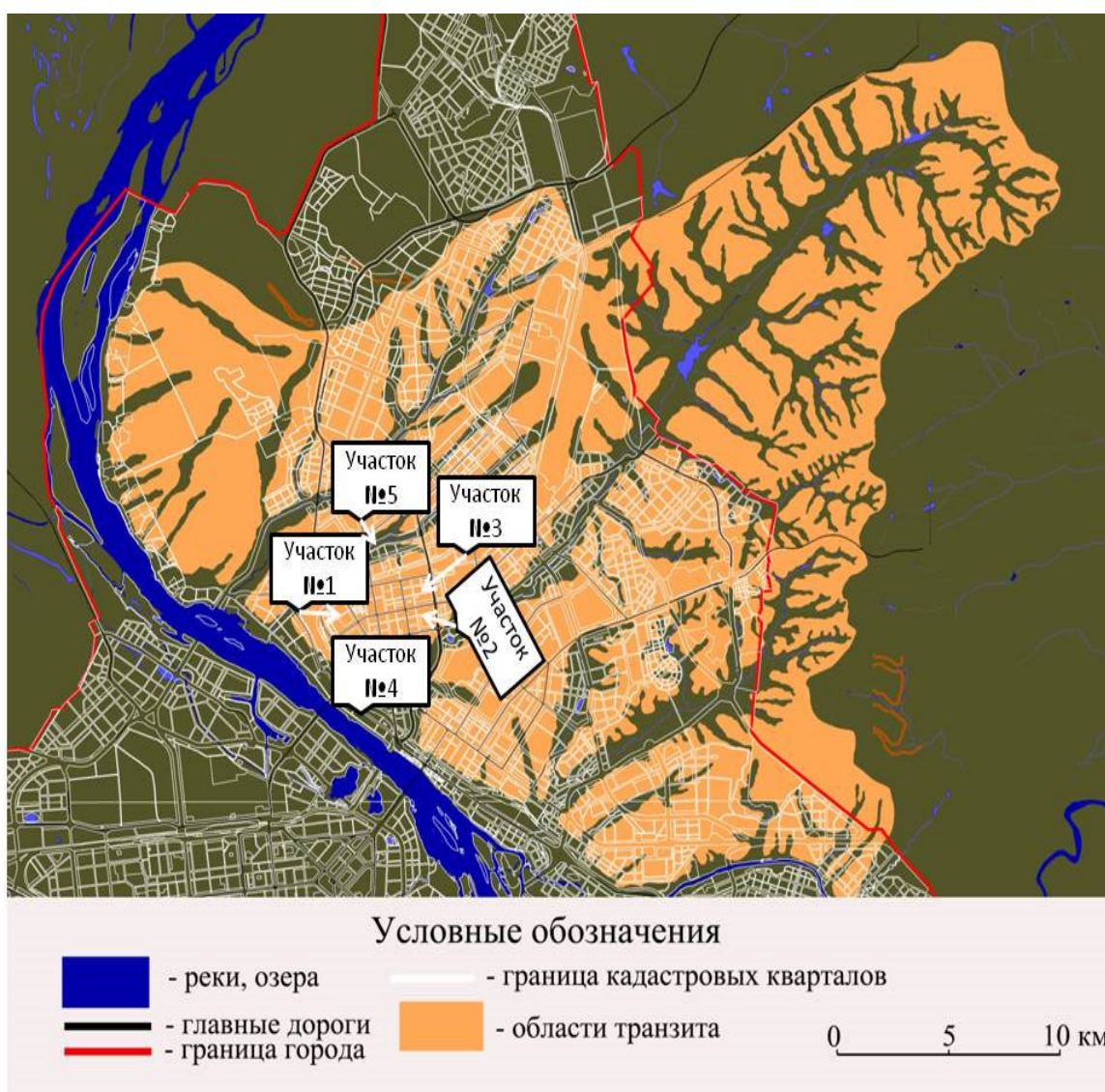
## *Методы и материалы*

Описываемые в работе закономерности выявлены в ходе эколого-геоморфологических исследований урбанизированной территории г. Новосибирск. Данное исследование базируется на результатах шумомерных работ, проведенных на нескольких ключевых участках в г. Новосибирск летом 2019 года с наложением полученных данных на 3D карту рельефа города [7].

Нами были выбраны 5 участков (рисунок), на которых произведены измерения шума по профилям, перпендикулярным источнику звука. На каждом участке выбиралось по 5 точек для проведения измерений. В каждой точке проводилось по 5 измерений с периодичностью 10 минут. Измерение уровня шума проводилось студентами Сибирского государственного университета водного транспорта, обучающимися по специальности «Инженерная защита окружающей среды».

Для выявления сигнала в изменении уровней шума проводились синхронные замеры уровней шума в точке на заданном удалении от автодороги 20 м. Первая точка у дороги получала наименование базовая. Все точки на разных удалениях от базовой именовались станциями с порядковым номером. Работа операторов шумомеров синхронизировалась устно (на небольших расстояниях), либо с помощью мобильной связи (в условиях высокой зашумленности или на больших расстояниях). В зависимости от степени равномерности движения автомашин продолжительность одного замера могла составлять 2 или 3 минуты, в течение которых брались отсчеты уровней шума на высотах 1,2–1,5 метров над уровнем поверхности земли.

Перед началом замеров фиксировались метеорологические параметры, оказывающие влияние на распространение шума, такие как: скорость и направление ветра, температура и влажность воздуха. После проведения замеров описывался рельеф поверхности по линии профиля – расстояния и превышения между базовой точкой и каждой из станций [5, 6].



Ключевые участки проведения измерения шума

## *Результаты*

За время проведения измерений было получено более 1500 единичных значений уровней шума. Полученные отсчеты сводились в таблицы Excel, позволяющие проводить числовую обработку показателей. Рассчитывались средние значения уровня шума на точках. Именно показатели средней разницы уровней шума на базе и станциях брались нами как основной показатель, демонстрирующий уровень шума (таблица)

Значения уровня шума на точках измерения

Номер участка	Значения уровня шума (дБА)					
	Базовая точка	Точка 1	Точка 2	Точка 3	Точка 4	Точка 5
1	80,8	80,0	75,4	65,8	83,2	64,1
2	76,1	72,3	65,9	60,6	59,4	58,6
3	77,8	68,2	84,3	65,9	62,1	70,3
4	80,5	76,2	74,1	70,7	70,1	70,4
5	74,4	80,1	73,3	82,3	65,6	63,9

## *Обсуждение*

Участки № 1, 2 и 4 располагаются на горизонтальной поверхности. По данным таблицы 1 просматривается закономерность, как убывает уровень звука при удалении от магистрали по условно горизонтальной поверхности, т.е. без влияния рельефа. На участках выявлены очень схожие закономерности снижения уровней шума с удалением. Эта закономерность заключается в том, что сначала шум затухает быстро, но с удалением от дороги затухание происходит медленнее. На участке № 1 в точке 4 произошло отклонение от закономерности, причину отклонения выявить не удалось.

Участок № 3 располагается на условно горизонтальной поверхности, но на этом участке не просматривается закономерность как на участках № 1, 2, 4. Можно предположить, что закономерность не прослеживается из-за плотной городской застройки на этом участке.

Участок № 5 располагается на изрезанной форме рельефа. Базовая точка и точки 1 - 3 находятся в низине, а точки 4, 5 на горизонтальной поверхности. На точках 4 и 5 закономерно происходит снижение шума из-за расстояния. А на точках 1 - 3 наблюдаются попеременные положительные и отрицательные аномалии уровня шума. Это, возможно, связано с взаимным гашением или увеличением звуковой энергии, исходящей от двух противоположных полос движения. Вогнутая форма рельефа оказывает здесь аккумулярующий эффект [7, 8].

## Заключение

Геоморфологические и топографические эффекты распространения шума на городских территориях изучены недостаточно и почти не учтены в действующих нормативных актах. Это может привести к тому, что в проектируемой застройке санитарные нормы по шуму могут не соблюдаться.

Помимо пространственного сочетания положительных и отрицательных форм рельефа и размещенных на них источников шума, на интенсивность распространения звука оказывает застройка территории как на участке № 4. Поэтому для учета этих факторов оптимально использование 3D-модели городской территории. Анализ пространственного распределения акустического загрязнения результативнее проводить с применением геоинформационных систем. Данные системы позволяют формировать цифровые модели рельефа, отображать пространственные объекты в 3D-формате, наблюдать динамику процессов во времени и реализовать функции пространственного анализа данных, а также дают наглядное представление об объектах исследования [2].

Все это свидетельствует о том, что необходимы дальнейшие исследования с получением данных об интенсивности транспортных потоков, застройки территории. Данные таких исследований могут служить основанием для установления корреляционных уравнений между состоянием атмосферы, интенсивностью транспортных потоков, фактическими строениями территории и рельефом местности. В свою очередь, полученные корреляционные уравнения можно будет использовать для построения карты пространственного распределения акустического загрязнения города в целом [4, 7, 8].

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Панов Д. В. Анализ методик учета экологической компоненты в кадастре городских земель // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2012. VIII Междунар. науч. конф.: сб. материалов в 2 т – 2012. – Т. 2. – № 3. – С. 173–176.
2. Интеграция геопропространственных данных на основе трехмерного моделирования для экологической оценки городских территорий / Л. К. Трубина, Т. А. Хлебникова, О. Н. Николаева, Е. Н. Кулик // Изв. вузов. Геодезия и аэрофотосъемка. – 2013. – № 4/С. – С. 83– 86.
3. Трубина Л. К., Панов Д. В. Некоторые аспекты учета экологической составляющей при мониторинге земель городских территорий // Изв. вузов. Геодезия и аэрофотосъемка. – 2012. – № 2/1. – С. 121–123.
4. Трубина Л. К., Селезнев Б. В., Панов Д. В. Геоинформационный анализ форм рельефа для оценки земель г. Новосибирска // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2013. IX Междунар. науч. конгр. : Междунар. науч. конф. «Дистанционные методы зондирования Земли и фотограмметрия, мониторинг окружающей среды, геоэкология» : сб. материалов в 2 т. (Новосибирск, 15–26 апреля 2013 г.). – Новосибирск: СГГА, 2013. Т. 4. – С. 54–58.
5. Харченко С. В. Шумовое загрязнение в городах в связи с характером рельефа территории (для ключевых участков в гг. Курск и Тамбов) / С. В. Харченко // Научные ведомости БелГУ. Сер. Естественные науки.– 2015. – № 3 (200), вып. 30. – С. 182-190.
6. Большов С.И., Харченко С.В. 2014. Экологические аспекты городского рельефа. В кн.: Экологическая геоморфология. Новые направления. М., Изд-во МГУ: 42–54.
7. Панов Д. В. Построение цифровой модели рельефа г. Новосибирска и его окрестностей с учетом потоковой структуры и пластики рельефа // Вестник СГГА. – 2013. – Вып. 1 (21). – С. 61–65

8. Панов, Д. В. Анализ пространственного загрязнения атмосферы транспортом с использованием 3D – модели городской территории [Текст] / Д. В. Панов, Л. А. Черновский // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2012. VIII Междунар. науч. конф.: сб. материалов в 2 т. – Новосибирск: СГГА, 2012. – Т. 2. – С. 107 – 112.

*© Д. В. Панов, О. В. Рослякова, А. Ю. Кудряшов, 2020*