

5. Ал Нуайри Б.Х., Субетто Д.А. Сезонная динамика ландшафтов котловины Хамрин (Ирак)// Колл. монография по мат. Международн. научн.-практ. конф. «LXVII Герценовские чтения». — СПб.: Изд-во РГПУ им. А.И. Герцен. — 2014. — С. 35-38.
6. Al Nuairi B.H. Climate change impacts on the levels of Hamrin Reservoir in Iraq // Евразийский Союз Ученых (ЕСУ). Ежемесячный научный журнал. - 2014. -№9 (11). – С.185-189.

УЧЕТ ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКОГО ФАКТОРА ПРИ СОЗДАНИИ КАРТ ШУМА УРБАНИЗИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЙ¹

© Харченко С. В., Быканова М. А., Дворенкова О. П.

Казанский (Приволжский) федеральный университет, г. Казань

Курский государственный медицинский университет, г. Курск

Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова, г. Москва

Аннотация В статье описан возможный путь учета влияния рельефа на формирование акустической обстановки на территориях городов. Работа опирается на полевые изыскания, проведенные в 2014-2015 гг. в городах Курск, Тамбов, Липецк и Воронеж. Эффективный подход к учету влияния рельефа на распространение шума — введение поправочных коэффициентов на топографию, вычисляемых на основе измерений уровней шума по профилям через источник шума и прилегающие топографически неоднородные площадки.

Ключевые слова: рельеф, шум, урбанизированные территории, топографический профиль.

ASSESSMENT OF GEOMORPHIC FACTOR FOR CREATING THE NOISE MAPS OF URBAN SITES

© S. V. Kharchenko, M. A. Bykanova, O. P. Dvorenkova

Candidate of Geography, Researcher, Kazan (Volga Region) Federal University, Kazan

Young Researcher, Kursk Medical State University, Kursk

Undergraduate, Lomonosov Moscow State University, Moscow

Annotation The possible ways to assessment of relief influence on the outdoor acoustic conditions formation are defined in the article. The article is based on the noise measuring fieldworks in Kursk, Tambow, Lipetsk and Voronezh in 2014-2015. The most effective approach to assessment of relief influence on noise propagation is introduction the correction coefficient on the topographic effects can calculate on noise level values by profile through source of noise and nearest complex terrain sites.

Keywords: relief (topography), noise, urbanized sites, topographic profile.

В связи с нарастающими темпами автомобилизации населения проблема чрезмерного зашумления территорий городских жилых районов с каждым годом проявляется все ярче. В крупных городах автотранспорт чаще всего оказывается самым мощным источником шума, значительно опережая такие источники как железнодорожный и авиационный транспорт, промышленные производства, ведущиеся строительно-ремонтные работы и т.д.

Известно, что 20% населения Европейского Союза проживает в т. н. «черной зоне» акустического загрязнения, еще 40% — проживает в «серой зоне» [3]. Это означает, что более половины населения ЕС перманентно находится в области воздействия на людей неблагоприятных и относительно неблагоприятных уровней шума. Многие страны Европы столкнулись с

¹ Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ по проекту №14-05-31010 мол_a

проблемой чрезмерного акустического загрязнения существенно раньше России и уже успели предпринять некоторые шаги на пути к общему решению проблемы. Проведение конкретной политики, направленной на регулирование внешних («уличных») шумов, не было возможно без обширной фактической информации о пространственных закономерностях распространения шума по территории. Накопление такого материала привело к первым попыткам создания «карт шума» [например, 1, 2]. Обзор международного опыта построения этих картографических произведений позволяет говорить, прежде всего, о двух четко выраженных подходах к их созданию, один из которых опирается на использование полевых данных, а второй — на результаты акустического компьютерного моделирования. Нужно отметить, что в нашей стране общий уровень развития экологического проектирования (в особенности, шумозащитного) относительно низок, и, как следствие, степень распространения карт шума весьма невелика.

Акустическое моделирование базируется на уже известных физических закономерностях распространения звуков в воздушной среде, преломленных с характером реального участка — конфигурацией застройки, зеленых полос и их параметрами, рельефом, расположением относительно этих объектов источников шума, а также метеопараметрами. Реальная структура трехмерного поля уровней звука весьма сложна. В расчетах распространения звука рельеф чаще всего представляют в виде триангуляционных моделей (например, АМР Акустика 3D), горизонталей и отметок высот (Traffic Noise Model, CadnaA), либо регулярных GRID-моделей (LimA, SPreAD-GIS и др.). При этом в части из названных программ рельеф учитывается в той мере (с тем уровнем абстракции), в какой это необходимо для принятия градопланировочных решений. Закономерности распространения шума в воздухе, формализованные в виде расчетных алгоритмов, упрощают до уровня регламентов СП, СанПиН, СН, ISO и пр. Естественно, что научные исследования в области акустики атмосферы непрерывно совершенствуются, и понимание процессов распространения звуков неуклонно возрастает. В это же время скорость обновления регламентов, часто уже не отвечающих общественному запросу на комфортную среду проживания, очень низка. Потому программные пакеты, изначально ориентированные на принятие проектных решений, проигрывают в результативности моделирования программам, математический (расчетный) аппарат которых отвлечен от нормативов. Еще более они проигрывают полевым измерениям, пусть и более трудоемким.

В случае проведения полевых работ, все особенности местности уже тем или иным образом сказываются в итоговом измеренном уровне шума. Серия измерений на субгоризонтальной поверхности позволяет установить в первом приближении функцию изменения уровней звука в зависимости от одной переменной — расстояния до источника. Проводя аналогичные работы на участках с расчлененным рельефом, исследователь получает возможность сравнить выявленную ранее для субгоризонтальной поверхности эталонную закономерность с ходом уровня шума при удалении от его источника по

пересеченной местности. При относительном сходстве метеорологических условий, растительного покрова, параметров источника шума, выявленные отличия будут отражать исключительно геоморфологический «сигнал» в процессе распространения звука.

В условиях устойчивой стратификации приземного слоя атмосферы векторы распространения фронта звуковой волны — т. е. нормали к этому фронту — отклоняются вверх («в сторону» более холодного воздуха). За счет этого, а также за счет отражения и интерференции звуковых волн некоторое увеличение уровня звука даже при удалении от источника можно наблюдать на восходящих склонах. «Нормальные» скорости затухания энергии звуковых волн отмечаются на поверхностях, близких к горизонтальным. Ускоренные темпы затухания характерны для нисходящих склонов. И все это справедливо, повторимся, для условий устойчивой стратификации атмосферы. Естественно, что от этих, наиболее общих, закономерностей в реальной обстановке случаются существенные «отскоки». Так, например, ступенчатый характер поперечного профиля нисходящего склона выразится в чередовании зон менее и более интенсивного — а не равномерного или равноускоренного — затухания звука.

Проведенные в 2014-2015 гг. полевые шумомерные работы в четырех крупных и крупнейших городах Центрального Черноземья (Курск, Тамбов, Воронеж, Липецк) дают необходимый набор фактической информации о закономерностях изменения уровней шума в зависимости от морфологии земной поверхности. Шумомерные работы проводились на 23 ключевых профилях. Общее количество точек-станций проведения замеров на 23 профилях — 90. Общее количество взятых элементарных отсчетов уровней шума составило чуть менее 45 000 значений. Как правило, в каждом городе выбирались 1-2 ключевых участка с субгоризонтальной поверхностью, прочие участки выбирались по принципу обеспечения максимального разнообразия природных и антропогенных топографических обстановок.

Дадим здесь краткую характеристику того влияния, которое оказывает рельеф на распространение шума на примере одного ключевого профиля — «Окружное шоссе» в г. Липецк. Базовая точка расположена в 3,5 метрах от середины крайней полосы дороги, по которой совершается движение автотранспорта. Координаты базовой точки — $52^{\circ} 30' 25,33''$ с.ш., $39^{\circ} 31' 18,77''$ в.д.. От нее шумомерный профиль велся нами на север чуть более чем на 100 м. Профиль проложен по склону дорожной насыпи, по днищу балки и ее склону, а затем по субгоризонтальной поверхности небольшого фрагмента I НПТ долины р. Воронеж (по карте четвертичных отложений Государственной геологической карты масштаба 1:200 000). Помимо базы профиль включал в себя 5 станций, расположенных (в порядке удаления от базы) в средней части склона насыпи, на линии перехода склона в днище балки, на линии перехода днища в противоположный склон балки, на бровке склона балки, на удалении 50 м по слабонаклонной поверхности террасы от бровки балки. Положение всех точек профиля показано на космическом снимке (рис.1.).

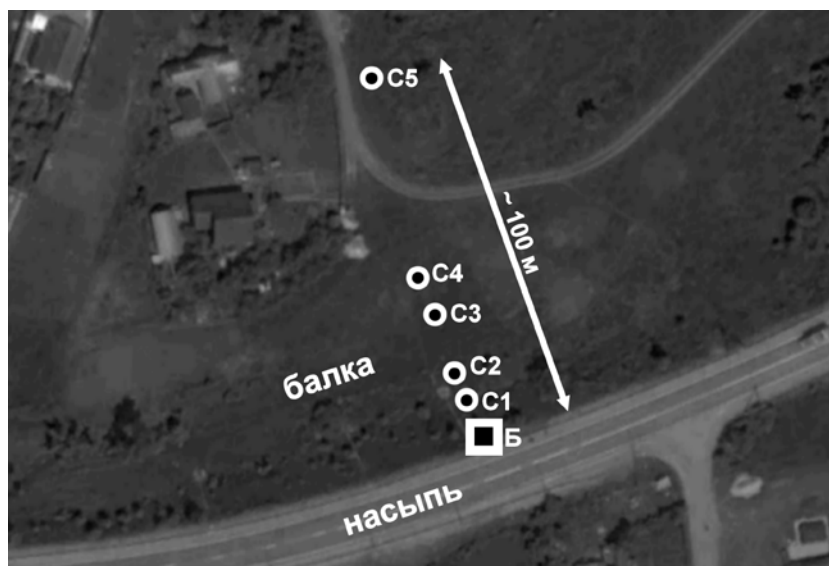


Рис.1. Шумомерный профиль «Окружная дорога» в г. Липецк. Б — точка «базы», С — точки «станций».

Таким образом, профиль проложен через несколько смежных форм рельефа природного и антропогенного происхождения. На рис.2. показан топографический профиль линии, на которой производились измерения шума.



Рис.2. Схематический топографический профиль по линии шумомерного профиля. Начало отсчета выбрано условно.

В каждой паре измерений (на базе и очередной станции) проводились определения эквивалентного уровня звука в течение трех минут на высоте 1,2–1,5 м над поверхностью земли. Затем вычислялись разности уровней шума в синхронных отсчетах и средняя разность в течение всего трехминутного измерения. Величины уровней звука на базе и станциях, равно как и величина их разности, в значительной мере зависят от интенсивности транспортного трафика. Однако на субгоризонтальной поверхности при различных интенсивностях движения форма графика увеличения разностей уровней звука с увеличением расстояния между точками базы и станции существенно не меняется. Весомые отклонения возникают, когда шумомерный профиль проложен в условиях значительного расчленения поверхности. На рис.3. показано, что медианное (!) значение разностей в уровнях шума между базой и станцией №1 составляет 6,8 dB(A). Затем, при движении к нижней части склона насыпи и днищу балки, величина медианной разности уменьшается до 4,7

dB(A), т.е. в среднем уровни шума на станции №2, несмотря на все большее удаление от базы, даже несколько приближаются к уровням шума на ней. Между станцией №2 и станцией №5 идет монотонный рост величины медианной разности уровней шума, что вполне понятно — чем дальше наблюдатель находится от базы, тем меньше удельная звуковая энергия, приходящаяся на единицу площади поверхности сенсора, производящего измерения. Кроме медианных значений на графике показаны величины разниц уровней шума для 2,5% и 97,5% перцентилей в ходе каждого трехминутного измерения. Например, в первом измерении 97,5% значений разности не превышали 18,8 dB(A), а 2,5% — были даже ниже -1,6 dB(A). При продолжительности измерения 3 минуты это означает, что 4,5 секунды уровни шума на станции №1 были даже больше чем на базе как минимум на 1,6 dB(A). Очевидно, что прямой и однозначной зависимости уровней шума от расстояния до источника — нет.

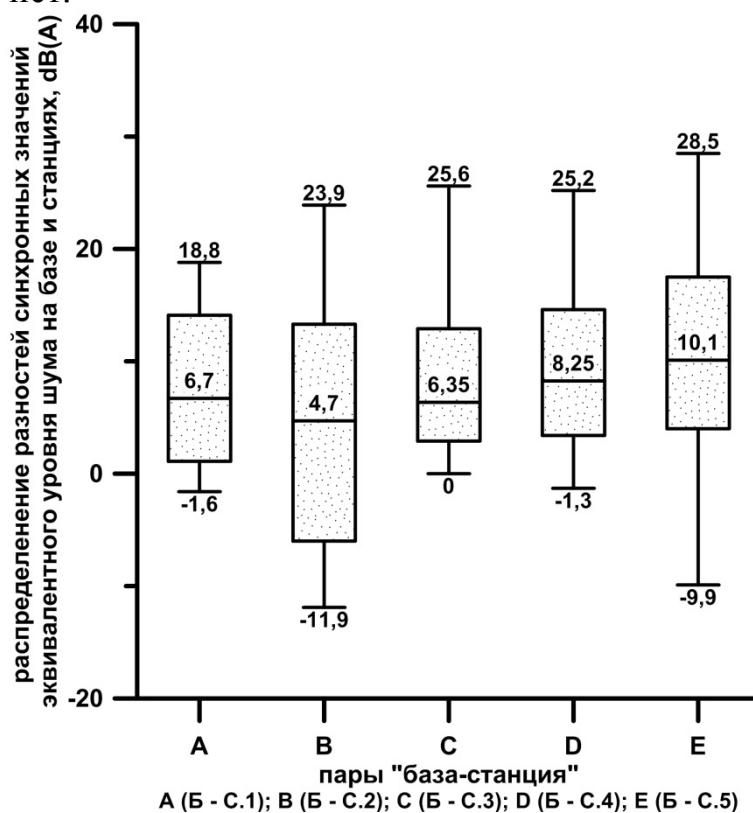


Рис.3. Разности между уровнями шума на базе и станциях №№1-5 на ключевом профиле «Окружное шоссе» в г. Липецк.

Для выявления именно вклада рельефа в акустическую «картину» сопоставим графики зависимостей разностей уровней шума на базе и станциях от расстояния между ними: один график будет характеризовать субгоризонтальную поверхность (возьмем для этого ключевой профиль «Быханов сад», г. Липецк), другой — расчлененную («Окружная дорога»). По оси абсцисс на графиках — горизонтальное проложение, по оси ординат — медианная разность уровней шума на базе и станциях. Соответственно, первое значение равняется нулю (рис.4).

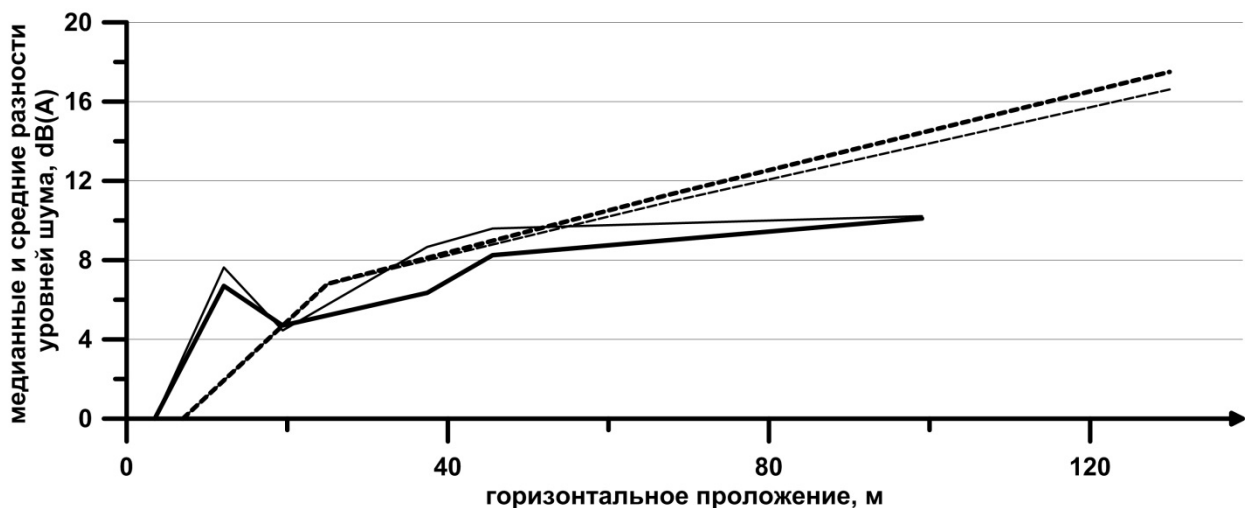


Рис.4. Медианные (жирные линии) и средние (обычные линии) разницы уровней шума между базой и станциями на ключевых профилях «Окружная дорога» (сплошные линии) и «Быханов сад» (пунктир).

На графике приведены медианные и средние значения разностей уровней шума. Вторые добавлены в качестве вспомогательных, и для профиля «Быханов сад» почти не отличаются от медианных. Графики медианных разностей пересекаются на удалении от базы около 20 метров, соответствующей станции №2 шумомерного профиля «Окружная дорога» и несколько ближе, чем станция №2 профиля «Быханов сад». На этом расстоянии влияние рельефа местности в районе окружной дороги сведено к нулю. На меньших расстояниях — на нисходящем склоне насыпи — рельеф оказывает существенное (до нескольких раз, как на удалении 13-15 метров от дороги) редуцирующее воздействие на уровни шума. Напротив, на большем удалении, шум в условиях рельефа по профилю «Окружная дорога» снижается не так сильно, как мог бы снижаться над субгоризонтальной поверхностью. Здесь, видимо, немалую роль играет открытость поверхности I НПТ — фрагмент профиля между станциями №4 и №5 — к магистрали (см. рис.2).

Соотнося между собой коэффициенты медианных разностей в условиях расчлененного рельефа и субгоризонтальных поверхностей, можно привести в некоторое соответствие величины крутизны и длин склонов с показателями излишнего или же недостаточного ослабления или усиления уровней шума под воздействием геоморфологического фактора его распространения в атмосфере.

Литература.

1. Brown A.L., Lam K.C. Urban noise surveys // *Applied Acoustics*. — 1987. — Volume 20, Issue 1 — pp. 23-39.
2. Havranek J., Schuschke G. Experience with urban traffic noise maps in Czechoslovakia and German Democratic Republic // *Journal of Hygiene, Epidemiology, Microbiology, and Immunology*. — 1981. — №25 (4) — pp. 407-413.
3. Noise in Europe 2014 // European Environmental Agency. — 2014. — EEA Report No 10. — 68 p.