

УДК 712.3

UDK 712.3

**СНИЖЕНИЕ УРОВНЯ ШУМА В
ЗАВИСИМОСТИ ОТ СТРУКТУРНЫХ
ПАРАМЕТРОВ НАСАЖДЕНИЙ****DECREASING OF NOISE LEVEL DEPENDING
ON PLANTINGS STRUCTURE PARAMETERS**

Лукьянец Анастасия Григорьевна
старший преподаватель
*Московский Государственный Университет леса,
Москва, Россия*

Lukyanets Anastasia Grigoryevna
senior lecturer
Moscow State Forest University, Moscow, Russia

В статье дан обзор результатов снижения шума в зависимости от структурных параметров парковых насаждений. Показано, с какими из этих параметров устанавливается связь с уровнем шума. Выявлено уравнение, позволяющее рассчитать его снижение на стадиях проектирования и реконструкции парка

Decreasing of noise level depending on park plantings structure parameters is reviewed in this article. The connection between noise level and these parameters is shown. Equation allows calculating its decreasing at the stages of park designing and reconstruction is revealed

Ключевые слова: ШУМ, ПАРКОВЫЕ
НАСАЖДЕНИЯ

Keywords: NOISE, PARK PLANTINGS

Разного рода звуки сопровождают человека на протяжении всей его жизни, оказывая разное воздействие на него. Увеличение на каждые 3 дБ соответствует удвоению интенсивности звукового воздействия и уменьшению в 2 раза допустимого времени воздействия. Например, при шуме 85 дБ – 8 часов, 88 дБ – 4 часа, 91 – дБ – 2 часа [1].

Исследования, проведенные в нашей стране, указывают на возможность зеленых насаждений снижать уровень шума. Эти работы посвящены изучению дендрологического составу, конструкции, схеме посадки и ширине защитной полосы [2, 3, 4, 5 и др.]. Предпринимались попытки спрогнозировать уровень шума за насаждениями [3,6]. Эти уравнения применимы для защитных полос или узких озелененных территорий.

В озеленение городов важную роль играют городские парки. Их территория предназначена для длительного отдыха людей разных возрастных групп. Рядом авторов проведен анализ распространения шума по парковой территории разной площади [3,7]. Однако эти данные противоречивы. Также в этих работах не освещен вопрос влияния объемно-пространственной структуры парка на распространение шума.

Изучение шумового режима на таких объектах остается актуальной задачей. Также к настоящему моменту времени нет возможности спрогнозировать снижение уровня шума за насаждениями с разными

структурными параметрами на стадии реконструкции и проектирования новых парков.

В данной работе предлагается оценить структурные параметры типов парковых насаждений (ТПН) влияющих на уровень шума и вывести уравнение позволяющие рассчитать его снижение.

Для реализации поставленной цели было отобрано 5-ть городских парков расположенных в разных районах г. Москвы. Территория этих парков различается по объемно-пространственной структуре и планировочному решению. На основе анализа расположения ТПН и дорожно-тропиночной сети на плане в М 1:1000 устанавливалось местоположение точек фиксации уровня шумового загрязнения. Всего 215 точек. В каждой точке подряд записывалось от 12 до 14 импульсов в зависимости от парка и удалении точки от источника шума. Измерения проводились в летний период в течение 2-х лет (2008-2009 гг.).

На рисунке 1 показана зависимость уровня шума от расстояния от источника шума до точки снятия показаний шума (расстояния от автодороги до точки снятия показаний шумомером).

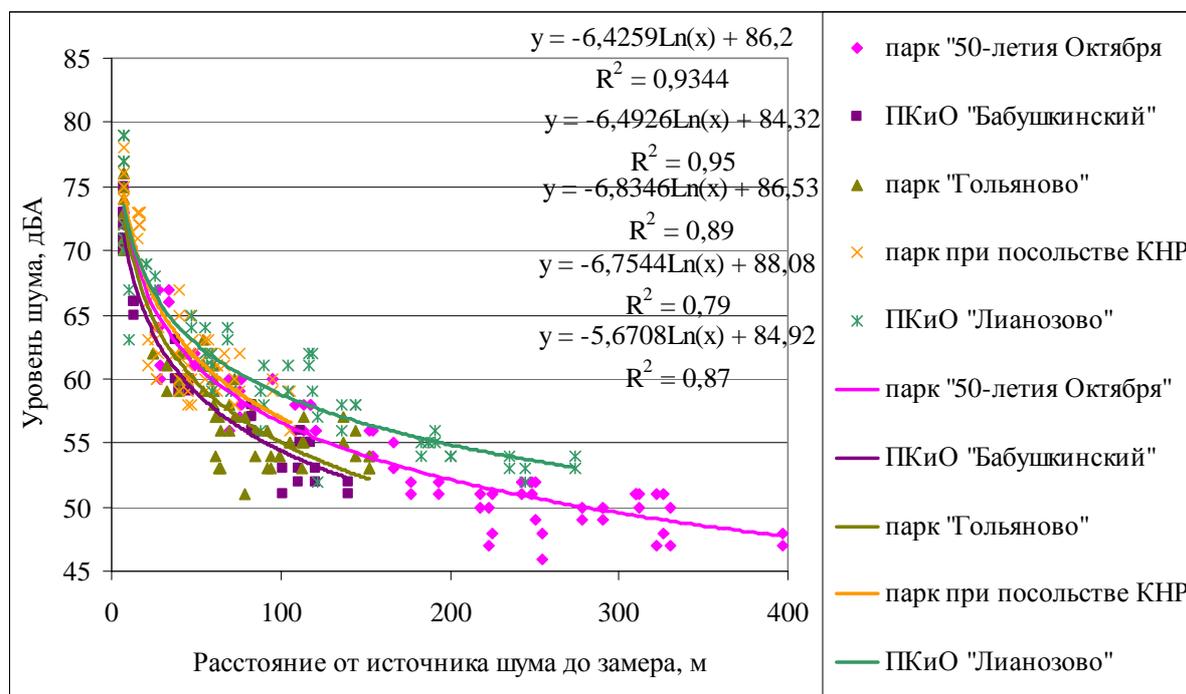


Рисунок 1. Зависимости уровня шума от расстояния

Как видно из рисунка уровень шума создаваемый автотранспортом, проникает вглубь территории городского парка не одинаково. Для каждого

исследуемого объекта он свой. Поэтому говорить, о том, что снижение шума связано только с расстоянием не совсем корректно.

Для каждой точки фиксации уровня шума была заложена пробная площадь и произведено описание ТПН по структурным показателям: сомкнутость полога, расстояние между деревьями, высота штамба, плотность кроны и кустарник (участок пробной площади в процентах занимаемый ими). Сомкнутость полога учитывалась до точки на данной пробной площади.

В парке «50-летия Октября» преобладают пробные площади с полуоткрытым типом пространственной структуры (ПОТПС), характеризующиеся сомкнутостью полога от 0,6 до 0,3. Деревья в ТПН расположены с расстоянием 3,0 м, высотой штамба 6,0-7,0 м и плотностью кроны от 60 до 40 %. В парке вдоль дорожек произрастает кустарник в стриженных изгородях высотой 0,5-0,7 м и занимает незначительную часть пробной площади, менее 2%. При описании структурных параметров ТПН он не учитывался., так как ниже высоты измерения шума.

ПКиО «Бабушкинский» характеризуется пробными площадями с закрытым типом пространственной структуры (ЗТПС) и с сомкнутостью полога от 0,98 до 0,72. Насаждения произрастают с расстоянием между ними 4,0 м и 2,8 м, высотой штамба 5,0 м и 8,0 м и плотностью кроны 60-70 %. Кустарник не встречался ни на одной пробной площади.

Для парка при посольстве КНР характерно наличие на территории пробной площади кустарника, закрывающего подкрановое пространство. Сомкнутость полога не высокая 0,5-0,2, также встречаются пробные площади насаждения, которых характеризуются очень низкой сомкнутостью полога до 0,14. По высоте штамба и плотности кроны можно выделить две группы: с расстоянием 4,0-5,0 м, высотой штамба 2,0-

3,0 м и плотностью кроны 80-70 %; расстояние 2,5-3,5 м, высота штамба 3,5-8,0 м и плотность кроны 50-60 %.

В парке «Гольяново» так же как и в парке при посольстве КНР пробные площади имеют не высокую сомкнутость полога от 0,58 до 0,24. Деревья произрастают в ТПН с расстоянием 4,5 м, высоту штамба 2,0-2,5 м и высокую плотность кроны 80-90 %. На территории этого парка было заложено 2-е пробные площади, на которых произрастал кустарник, закрывающий подкрановое пространство.

В ПКиО «Лианозово» пробные площади характеризуются ЗТПС и ПОТПС с сомкнутостью полога от 0,88 до 0,4. По высоте штамба и плотности кроны можно выделить две группы: с расстоянием 4,0-4,5 м, высотой штамба 3,5-4,0 м и плотностью кроны 70 %; шаг посадки 3,0-3,5 м, высота штамба 5,0-7,0 м и плотность кроны 60-70 %. Произрастающий на территории парка кустарник, так же как и в парке «50-летия Октября» имеет высоту 0,5-0,9 м.

Для дальнейшего исследования влияния структурных параметров ТПН на уровень шума была проведена линейаризация данных расстояния.

Проведенный корреляционный анализ структурных параметров ТПН со снижением уровня шума показал следующие:

1. Для всех изучаемых объектов исследования рассчитанный коэффициент корреляции указывает на тесную взаимосвязь между расстоянием от источника шума и снижением шума ($r = 0,79 \pm 0,93$);

2. В парке «50-летия Октября» и ПКиО «Лианозово» полученные значения коэффициента корреляции ($r=0,41 \pm 0,4$) свидетельствуют о средней зависимости между горизонтальной сомкнутостью древесного полога и снижением шума – чем больше сомкнутость полога, тем больше снижение шума. Рассчитанный критерий значимости коэффициента корреляции равен теоретическому, что указывает на существенную связь

между исследуемыми признаками. В парке «Гольяново» и парке при посольстве КНР корреляционная зависимость между признаками слабая ($r=-0,18$ ч $0,13$). В ПКиО «Бабушкинский» полученный $r=-0,61$, то есть чем меньше горизонтальная сомкнутость древесного полога, тем больше снижение шума. Такое явление связано с тем, пробные площади расположенные дальше от источника шума характеризуются меньшей сомкнутостью полога, чем пробные площади расположенные ближе к источнику шума;

3. В парке «50-летия Октября», «Гольяново», ПКиО «Лианозово», парке при посольстве КНР полученные коэффициенты корреляции для расстояния и снижения шума ($r=-0,54$ ч $0,46$) указывают на среднюю связь между изучаемыми признаками. Рассчитанные критерии значимости коэффициента корреляции больше теоретического, что показывает на существенную связь между исследуемыми признаками. Установлено, чем меньше расстояние, тем больше снижение уровня шума. В ПКиО «Бабушкинский» заложенные пробные площади имеют одинаковое расстояние между деревьями.

4. На заложенных пробных площадях кустарник представлен только в парках «Гольяново» и при посольстве КНР. В парке «Гольяново» всего 2-е пробные площади, на которых произрастал кустарник, поэтому судить о его влиянии затруднительно. В парке при посольстве КНР выявлено существенное влияние кустарника на снижения шума ($r=0,53$). На пробных площадях с кустарником показатели снижения шума значительно выше, чем без него.

5. На всех исследуемых объектах установлена связь с высотой штамба и уровнем шума. В парке «50-летия Октября», ПКиО «Лианозово», парке при посольстве КНР с помощью рассчитанного коэффициента корреляции ($r=0,6$ ч $0,54$) установлено, что при увеличении высоты штамба

снижение шума больше. В ПКиО «Бабушкинский», парке «Гольяново» с помощью коэффициента корреляции ($r=-0,41$ ч- $0,54$) установлено, что при уменьшении высоты штамба снижение шума больше. Точно судить о влиянии шага посадки на изучаемый показатель трудно.

6. На пробных площадях всех парков кроме «50-летия Октября» и при посольстве КНР достоверно установлено, чем выше плотность кроны, тем больше снижение шума ($r=0,56$ ч $0,47$). В парке при посольстве КНР значения показателя коэффициента корреляции низкие, рассчитанный критерий значимости коэффициента корреляции ниже теоретического, следовательно, связь не устанавливается. В парке «50-летия Октября» коэффициент корреляции ($r=-0,52$) указывает на то, что при уменьшении плотности кроны снижению уровня шума больше. Но, так же как в ПКиО «Бабушкинский» при выявлении взаимосвязи с высотой штамба и снижением шума, для точек фиксации уровня шума расположенных дальше от источника шума пробные площади характеризуются низкой плотностью кроны. Но если взять точки фиксации уровня шума приблизительно на равном расстоянии от автодороги, то взаимосвязь та же, что в парках перечисленных выше.

В процессе анализа и обобщения полученных результатов по шуму выяснилось, что ни по одному из изученных показателей в каждом парке не наблюдалась четко выраженная связь со снижением уровня шума. По ним довольно трудно было дать с достаточной степенью надежности оценку снижения уровня шума структурными составляющими ТПН, поэтому они в отдельности по каждому парку не могли быть рекомендованы в качестве диагностических признаков при подборе ТПН для снижения шума на территории городских парков. Проведенный однофакторный дисперсионный анализ позволил подтвердить, что данные парки достоверно различаются между собой по этим данным (Таблица 1).

Так же был однофакторный дисперсионный анализ по уровню шума. В результате установлено, что данные парки достоверно различаются по уровню шума. Для установления значений снижения шума находится разность между шумом вдоль автодороги и точкой фиксации уровня шума за ТПН.

Поэтому необходима была комплексная оценка снижения шума по всем изучаемым паркам в соответствии с весомостью каждого исследованного показателя.

Таблица 1 – Однофакторный дисперсионный анализ по уровню шума и структурным параметрам ТПН

Источник вариации	Сумма квадратов	Степени свободы	Дисперсия	Fрасч	Вероятность	Fst	Сила влияния фактора
Однофакторный Дисперсионный анализ по уровню шума							
Между группами	1057,5	5	211,5	4,19	99,86	2,28	12,80
Внутри групп	7212,1	143	50,4				
Общая	8269,6	148					
Однофакторный Дисперсионный анализ по полноте кроны							
Между группами	4,37	5	0,87	51,20	99,98	2,28	68,07
Внутри групп	2,05	120	0,02				
Общая	6,42	125					
Однофакторный Дисперсионный анализ по расстоянию между деревьями							
Между группами	57,83	5,00	11,57	31,27	99,98	2,29	56,58
Внутри групп	44,38	120,00	0,37				
Общая	102,21	125,00					
Однофакторный Дисперсионный анализ по кустарнику							
Между группами	489,39	5	97,88	4,93	99,99	2,29	17,03
Внутри групп	2383,97	120	19,87				
Общая	2873,36	125					
Однофакторный Дисперсионный анализ по высоте штамба							
Между группами	431,28	5	86,26	63,77	99,99	2,29	72,66
Внутри групп	162,32	120	1,35				
Общая	593,59	125					
Однофакторный Дисперсионный анализ по плотности кроны							
Между группами	12684,94	5	2536,99	20,68	99,99	2,29	46,29
Внутри групп	14719,03	120	122,66				
Общая	27403,97	125					

Результаты нашего исследования были подвергнуты корреляционному анализу, рассчитаны коэффициенты парной корреляции структурных показателей ТПН со снижением уровня шума. Как видно из этого анализа достоверно устанавливается взаимосвязь с расстоянием, горизонтальной сомкнутостью древесного полога, расстоянием между деревьями и высотой штамба, плотностью кроны (таблица 2).

При описании структурных параметров на пробных площадях наличие кустарника установлено только на расстоянии не более 105,0 м. При выполнении этого условия кустарник достоверно связан со снижением шума.

Таблица 2 – Корреляционный анализ структурных параметров ТПН

Структурные параметры ТПН	Коэффициент корреляции	Ошибка коэффициента корреляции	Критерий значимости расчетный	Критерий значимости табличный
ВСЕ ПАРКИ				
Расстояние, м	0,85	0,03	28	1,98
Сомкнутость полога	0,43	0,08	5,13	1,98
Расстояние между деревьями, м	-0,48	0,08	6	1,98
Кустарник (% от S)	0,06	-	-	-
Высота штамба, м	0,48	0,08	6	1,98
Кустарник (расстояние 105,0 м)	0,37	0,11	3,36	2,13
Плотность кроны (%) при расстоянии до 200,0 м	0,23	0,10	2,1	2,00

Для расчета уравнения множественной регрессии были отобраны наиболее информативные, то есть для которых коэффициенты парной корреляции со снижением шума оказались достоверны (на уровне значимости 0,95).

На основании этого для данной совокупности структурных параметров ТПН рассчитано уравнение множественной регрессии для

комплексной оценки снижения шума. Единственный показатель, который не учитывался – это высота штамба, так как тесно связана с шагом посадки. Как показал корреляционный анализ, влияние кустарника выявлено только при расстоянии 105,0 м, поэтому были рассчитаны коэффициенты уравнения множественной регрессии отдельно и для кустарника. В результате получено 2-а уравнения множественной регрессии.

Уравнение для расчета снижения шума имеет вид:

$$Y = 5,01 \ln X_1 - 2,84 X_2 - 1,23 X_3 + 0,07 X_4 - 5,07, \text{ где} \quad (5.3.1)$$

Y – искомое снижение уровня шума;

X_1 – расстояние от источника шума до точки фиксации уровня шума, м;

X_2 – сомкнутость полога;

X_3 – расстояние между деревьями, м;

X_4 – плотность кроны, %.

Данное уравнение применимо только для расчета снижения шума на расстоянии от автодороги не более чем на 200,0 м.

Уравнение для расчета снижения шума с учетом кустарника имеет вид:

$$Y = 4,76 \ln X_1 - 0,07 X_2 - 0,12 X_3 + 6,96 X_4 - 13,55, \text{ где} \quad (5.3.2)$$

Y – искомое снижение уровня шума;

X_1 – расстояние от источника шума до точки фиксации уровня шума, м;

X_2 – плотность кроны, %;

X_3 – кустарник, % от занимаемой пробной площади;

X_4 – сомкнутость полога.

Данное уравнение применимо только для расчета снижения шума на расстоянии от автодороги не более чем на 100,0 м.

Оценки значений коэффициентов и их достоверности приведены в таблицах 3, 4.

Таблица 3 – Оценка значений коэффициентов и их достоверности для уравнения расчета снижения уровня шума

Параметры	Коэффициенты уравнения	Стандартная ошибка	Критерий Стьюдента	Сила влияния фактора, %
Свободный член	-5,07	1,943	-2,61	-
X1	5,01	0,358	13,99	54,75
X2	-2,84	0,487	-5,83	31,04
X3	-1,23	0,264	-4,68	13,44
X4	0,07	0,018	3,84	0,77
R2=0,96 F=438,04 SE=1,99				

Таблица 4 – Оценка значений коэффициентов и их достоверности для уравнения расчета снижения уровня шума с кустарником

Параметры	Коэффициенты уравнения	Стандартная ошибка	Критерий Стьюдента	Сила влияния фактора, %
Свободный член	-13,55	1,862	-7,28	-
X1	4,76	0,336	14,16	39,97
X2	0,07	0,016	4,42	0,59
X3	0,12	0,033	3,67	1,01
X4	6,96	2,228	3,13	58,43
R2=0,83 F=71,33 SE=1,71				

Проведенные исследования позволили выявить закономерности снижения шума не только за счет расстояния, но и структурных параметров ТПН. Наиболее значимые из них оказались сомкнутость полога, шаг посадки, кустарник и плотность кроны. Рассчитано уравнение множественной регрессии, которое позволит прогнозировать снижение уровня шума с заданными параметрами ТПН.

Библиографический список:

1. Проценко Т.А. Как сохранить слух. М.: «АСТ-ПРЕСС», 2006, 285 с.
2. Осин В.А. Исследование влияния зеленых насаждений на снижение шума в городах: Автореф. дис: ... канд. техн. наук. М., 1961. 20 с.
3. Болховитина М.М. Исследование влияния зеленых насаждений на снижение шума городских территорий: Дис. ... канд. с./х. наук. Л., 1977. 148 с.

4. Цыгалков В.В. Оценка акустических свойств зеленых насаждений в городской среде: Дис. ... д-ра с./х. наук. Брянск, 1996. 277 с.
5. Берфина Г.П. Шумозащитные свойства зеленых насаждений и их эффективное использование в конструкциях при магистральных посадок в городах Нечерноземной зоны: Автореф. дис. ... канд. с./х. наук. Брянск, 1986. 13 с.
6. Голосова Е.В. Средообразующая роль городских насаждений разных структур (на примере центра г. Москвы). Автореф. дис. канд с/х наук. М., 1991. 23с.
7. Чистякова С.Б. Охрана окружающей среды. – М.: Стройиздат, 1988. – 272 с.