

Московский государственный технический университет
им. Н.Э. Баумана

Кафедра Э-9
«Экология и промышленная безопасность»

В. В. Тупов

**Определение шумовой
характеристики
транспортных потоков**

Методические указания к лабораторной работе
по курсу «Промышленная акустика»

Москва
(С) 2010 Copyright МГТУ им. Н.Э. БАУМАНА

Оглавление:

Содержание работы

Теоретическая часть

Аппаратура и методы измерения шумовой характеристики транспортных потоков

Расчетный метод определения шумовой характеристики транспортных потоков

Экспериментальная часть

Описание лабораторного способа измерений шумовой характеристики транспортного потока, движущегося по ближней набережной р. Яузы

Контрольные вопросы

Литература

Приложение

Глоссарий

Цель работы - ознакомление студентов с методами определения шумовой характеристики транспортных потоков на улицах и автомобильных дорогах, с применяемой измерительной аппаратурой; приобретение студентами практических навыков в процессе расчета и непосредственного измерения шумовой характеристики транспортного потока (далее ШХТП), движущегося по набережной р. Яузы.

Содержание работы

1. Изучение установленных ГОСТ 20444-85 [1] методов измерения ШХТП и необходимого инструментального обеспечения измерений.

2. Проведение измерений ШХТП, движущегося по набережной р. Яузы, с последующим оформлением протокола установленной формы.

3. Овладение расчетным методом определения ШХТП, вычисление эквивалентного уровня звука (далее ЭУЗ) исследуемого транспортного потока. Оценка точности расчетного метода

Теоретическая часть

Шумовой характеристикой транспортных потоков является измеренный на определенном расстоянии эквивалентный уровень звука L_A , экв в дБА. Знание ШХТП необходимо для оценки фактического шумового режима и составления карты шума улично-дорожной сети населенных пунктов. Измерение ШХТП производится в соответствии с положениями ГОСТ 20444-85.

Аппаратура и методы измерения шумовой характеристики транспортных потоков

Измерение ЭУЗ проводят интегрирующими шумомерами, комбинированными измерительными системами или автоматическими устройствами. Допускается применение обычных шумомеров, в том числе со стрелочным индикатором уровней звука (УЗ). До начала измерений и после их окончания необходимо провести калибровку аппаратуры.

В качестве места измерения выбирают участок улицы (дороги) с установившейся скоростью движения транспорта, расположенный на расстоянии не менее 50 м от перекрестков, площадей и остановок общественного транспорта. Поверхность проезжей части улиц должна быть сухой и чистой. Скорость ветра - не более 5 м/с, причем при скорости от 1 до 5 м/с необходимо одевать на микрофон ветрозащитный колпак. Измерения проводят в периоды максимальной интенсивности движения транспортного потока (ТП).

При проведении измерения ЭУЗ транспортного потока, в состав которого могут входить легковые автомобили и транспортные средства (ТС) на их шасси (в дальнейшем - легковые автомобили), грузовые автомобили и ТС на их шасси, автомобили-тягачи, автопоезда (в дальнейшем - грузовые автомобили), мотоциклы, мотороллеры, мопеды и мотовелосипеды (в дальнейшем - мотоциклы), автобусы, троллейбусы и трамваи. При проведении измерения ЭУЗ транспортного потока, измерительный микрофон располагают на тротуаре или обочине дороги на расстоянии $7,5 \pm 0,2$ м от оси, ближайшей к точке измерения полосы движения транспорта на высоте $1,5 \pm 0,1$ м от уровня покрытия проезжей части. При стесненной застройке микрофон допускается располагать ближе 7,5 м, при этом он должен находиться не ближе 1 м от стен зданий и других сооружений, отражающих звук. В случае расположения дороги в выемке микрофон устанавливают на бровке выемки на высоте 1,5 м от земли. Микрофон должен быть направлен в сторону ТП и находиться не ближе 0,5 м от оператора, проводящего измерение.

Период измерения ШХТП должен охватывать проезд не менее 200 транспортных единиц в обоих направлениях. Если в состав ТП входят только трамваи, то - не менее 20 трамваев в обоих направлениях. Уровни звука помех должны быть не менее чем на 20 дБА ниже ЭУЗ транспортного потока, включая помехи.

Одновременно с измерением ШХТП определяют состав транспортного потока и интенсивность движения - количество единиц транспортных средств, проезжающих по улице (дороге) в обоих направлениях в течение часа. На практике интенсивность движения находят по формуле:

$$N = n \cdot 3600/T, \text{ ед./ч,} \quad (1)$$

где n , ед., суммарное число единиц ТС, проезжающих в обоих направлениях за период измерения T , с.

Определение состава ТП подразумевает вычисление доли ТС каждого вида (легковых автомобилей, грузовых автомобилей, автобусов, троллейбусов и т.п.), выраженной в %, от суммарного числа n единиц ТС.

Результаты измерения ШХТП, а также данные по составу и интенсивности движения необходимо заносить в протокол измерений. Установленная стандартом [1] форма протокола приведена в бланке отчета о лабораторной работе (образец бланка см. в Приложении).

Расчетный метод определения шумовой характеристики транспортных потоков

Для расчета эквивалентного уровня звука $L_{A, \text{экв}}$ транспортного потока применяют, как правило, эмпирические зависимости, позволяющие учесть состав ТП, его интенсивность и средневзвешенную скорость движения, продольный уклон проезжей части рассматриваемого участка дороги, тип дорожного покрытия, расстояние R от микрофона до перекрестка, долю разрешающей фазы (зеленого света) в цикле светофора, % и ряд других факторов. ЭУЗ в дБА может быть определен по формуле:

$$L_{A, \text{экв}} = 10 \cdot \lg N + 13,3 \cdot \lg V + 8,4 \cdot \lg r_{\Gamma} + \sum D L_i + 9,5, \quad (2)$$

где N - интенсивность движения, ед./ч;

V - средневзвешенная скорость движения ТС, км/ч;

r_{Γ} - доля грузовых автомобилей и средств общественного транспорта в составе ТП, %;

$\sum \Delta L_i$ - сумма поправок на отличие заданных условий от базовых, при которых $\Delta L_i = 0$.

Значения поправок приведены в табл. 1...2.

Средневзвешенная скорость движения ТС:

$$V = (\bar{v}_L \cdot r_L + \bar{v}_Г \cdot r_Г) / 100, \text{ км/ч}, \quad (3)$$

где \bar{v}_L и r_L - средняя скорость (км/ч) и доля (%) в ТП легковых автомобилей;

$\bar{v}_Г$ и $r_Г$ - средняя скорость (км/ч) и доля (%) в ТП грузовых автомобилей и средств общественного транспорта.

Таблица 1

Влияющий фактор	Его значение Условия	ΔL , дБА
Продольный уклон улицы в % (при одностороннем движении на спуске $\Delta L = 0$)	0	0
	2	+1
	4	+2
	6	+3
Разделительная полоса между проезжими частями, имеющая ширину, м(при ее отсутствии и одностороннем движении $\Delta L=0$)	до 3	0
	3...7	-1
	7...15	-2
	15...30	-3
Перекресток с регулируемым движением при $R < 50$ м	$r_Г < 10\%$; доля разрешающей фазы светофора 60...80%	+1
Число полос движения проезжей части дороги	2	+2
	4	+1
	6...8	0

Таблица 2

Средневзвешенная скорость V, км/ч	ΔL , дБА, при дорожном покрытии:			
	Асфальтобетон	Бетон	Брусчатка	Булыжный камень
40	0	+1	+1	+2
60	0	+2	+3	+5
80	0	+3	+5	+10

Экспериментальная часть

Описание лабораторного способа измерений шумовой характеристики транспортного потока, движущегося по ближней набережной р. Яузы

Для измерения ЭУЗ транспортного потока используется интегрирующий шумомер немецкого производства фирмы "Robotron" типа 00026. В связи с тем, что размещение аппаратуры непосредственно около проезжей части дороги нецелесообразно при выполнении измерений учебного характера, предлагается при определении ШХТП, движущегося по набережной р. Яузы, шумомер располагать в учебной лаборатории около окна. Участок проезжей части набережной, расположенный напротив окон лаборатории, отвечает требованиям стандарта к измерительному участку.

Измерительный микрофон, укрепленный на конце штанги, выставляем через отверстие в окне наружу так, чтобы он находился на расстоянии 1 м от наружной стены и был направлен в сторону ТП. Однако расстояние между микрофоном и осевой линией ближайшей полосы движения ТС составляет 24 м, а не 7,5 м, как рекомендовано в стандарте. Кроме того, измеренный ЭУЗ на 2,5 дБА выше эквивалентного уровня прямого звука за счет отраженного звука от стены здания. Вычтя эти 2,5дБА, а также еще 2дБА, обусловленные шумом с противоположной набережной и Госпитальной улицы, который является помехой, т.е. в сумме 4,5 дБА, получим формулу для пересчета результатов лабораторных измерений $L_{A, экв, лаб}$ на расстояние 7,5 м от ближайшей полосы движения ТП:

$$L_{A, экв} = L_{A, экв, лаб} + 10 \lg (24/7,5) - 4,5, \text{ дБА.} \quad (4)$$

Одновременно с процессом измерения ЭУЗ, наблюдая через окно, можно определить состав ТП и суммарное число ТС, проехавших мимо микрофона, их средневзвешенную скорость движения (см. формулу (3)). При этом средние скорости движения легковых и грузовых автомобилей вычисляем, регистрируя с помощью секундомера (при его отсутствии с помощью часов с секундной стрелкой) время проезда автомобилями мерного участка дороги известной протяженности. Мерный участок следует выбрать максимально возможной протяженности в границах сектора видимости из окна лаборатории.

В проведении измерений комплекса параметров ТП должны участвовать несколько студентов и действовать синхронно в соответствии с изложенным далее порядком выполнения работы.

Порядок выполнения работы

1. Подготовить интегрирующий шумомер к работе.

1.1. Все кнопки освободить (отжать). Переключатели "STEUERUNG EXT." и "ANZEIGE" установить в положение "1", "HEIZUNG" - в положение "0".

1.2. Привинтить микрофон ^[1] к микрофонному предусилителю, а затем подключить микрофонный кабель к шумомеру; присоединить сетевой провод к прибору и подключить его к сети 220 В.

2. Провести калибровку шумомера внутренним калибровочным напряжением.

2.1. Вычислить калибровочный уровень L_{∇} , дБ, по формуле:

$$L_{\nabla} = 114 - a_L + a_V,$$

где a_L - постоянная передачи холостого хода (для микрофонного капсюля МК 221 $a_L = 14,4$ дБ); a_V - величина затухания (для микрофонного предусилителя MV 201 $a_V = 0,1$ дБ).

2.2. Установить поворотные переключатели: "режим работы" (правый) - в положение " ∇ ", "оценка времени" (левый) - в положение " ∇S " (зеленый), "оценка частоты" (средний) - в положение " ∇LIN ".

2.3. Включить шумомер, нажав кнопку "0/1".

2.4. Нажать и освободить кнопку "BO"; прибор должен показывать калибровочный уровень L_{∇} ; в противном случае провести подстройку усиления сигнала поворотом (с помощью отвертки) регулятора " $\nabla FEIN$ ".

3. Установить переключатели шумомера в положения: "режим работы" - L_{eg} (зеленый); "оценка частоты" - "A"; "оценка времени" - " ∇S " (зеленый); "HEIZUNG" - "1".

4. Укрепить микрофон на конце штанги и выставить его наружу через отверстие в окне на расстояние 1 м от наружной стены здания.

5. Участникам измерений распределить обязанности: одному остаться около шумомера, остальным занять места у окна, удобные для оценки параметров ТП; подготовить к работе секундомер.

6. В момент, когда интенсивность движения транспорта на ближней стороне набережной будет минимальной (или оно временно будет отсутствовать), начать процесс измерений. Для этого нажать и освободить кнопку шумомера "BO" и зафиксировать время с точностью до секунды. С этого момента каждый участник выполняет следующие операции:

6.1. Двум студентам вести подсчет количества единиц ТС всех видов, проезжающих мимо микрофона по набережной. Когда суммарное число ТС превысит

200 и интенсивность движения к центру очередной раз станет минимальной, они дают сигнал всей группе об окончании процесса измерений и записывают результаты подсчета ТС в таблицу протокола измерений отчета о лабораторной работе.

6.2. По сигналу об окончании измерений студент, работающий с шумомером, должен зафиксировать время с точностью до секунды, затем нажать кнопку "STOP" шумомера и записать показания его цифрового индикатора в протокол.

6.3. Одновременно, в течение измерительного процесса до сигнала об его окончании, выполнить подсчет количества ТС каждого вида: грузовых автомобилей, автобусов и мотоциклов, проследовавших по набережной. Результаты записать в таблицу протокола.

6.4. В течение измерительного процесса трижды замерить с помощью секундомера и записать в отчете время τ , с, прохождения легковыми, а затем то же грузовыми автомобилями (или автобусами) мерного участка набережной.

6.5. Провести повторную калибровку шумомера: отжать кнопку "STOP", выполнить указания пп. 2.2. и 2.4., убедиться, что значение L_{τ} на индикаторе не изменилось.

6.6. Выключить шумомер, отжав кнопку "0/I", и отсоединить его от сети. Вынуть штангу с микрофоном из отверстия окна, оберегая микрофон от ударов; отвинтить его и поместить в футляр.

7. Провести обработку и оформление результатов измерений.

7.1. Определить число ТС каждого вида и суммарное число n транспортных средств, проследовавших мимо микрофона по набережной; результаты занести в таблицу протокола.

7.2. Вычислить долю в % каждого вида ТС от суммарного их числа; результаты записать в таблицу протокола.

7.3. Определить с точностью до секунды длительность T , с, измерительного процесса; по формуле (1) вычислить интенсивность движения N , ед/ч, и занести это значение в таблицу протокола.

8. Начертить в протоколе схематический ситуационный план измерительного участка; определить на глаз и указать в плане число полос движения, расстояние до пересечения с другой магистралью, условия пересечения, долю в % разрешающей фазы(зеленого света) в цикле светофора (см. табл. 1).

9. Занести в протокол величину продольного уклона проезжей части (принять равным нулю), тип покрытия (в данном случае - асфальтобетон) и состояние покрытия (см. в теоретической части требования к поверхности покрытия).

10. Определить шумовую характеристику транспортного потока на набережной р. Яузы расчетным методом, используя полученные выше результаты измерений и оценки

дорожных условий:

10.1. Используя результаты измерений п. 6.4, вычислить средние значения скорости для легковых $\bar{V}_Л$ и грузовых $\bar{V}_Г$ автомобилей. Определить по данным таблицы протокола в % долю легковых $r_Л$, а также долю грузовых автомобилей и средств общественного транспорта $r_Г$. Вычислить по формуле (3) средневзвешенную скорость транспортных средств V . Значения $r_Г$ и V записать в отчет о лабораторной работе.

10.2. Используя полученные значения N , V , $r_Г$ и определив по табл. 1..2 поправки ΔL_i на условия измерений (см. пп. 8 и 9), рассчитать ЭУЗ транспортного потока по формуле (2). Поправки ΔL_i и рассчитанный ЭУЗ занести в отчет.

10.3. Оценить погрешность расчета ЭУЗ и сделать выводы по результатам работы.

[1]

Примечание. При работе с микрофоном необходима осторожность, так как при ударах, например в результате падения с небольшой высоты, лопается очень тонкая микрофонная мембрана.

Контрольные вопросы

1. Дайте определение ШХТП. Какое ее назначение?
2. Какие требования предъявляют к измерительному участку дороги?
3. Как правильно разместить микрофон при измерении ШХТП?
4. Как определяют длительность измерения ШХТП?
5. Дайте определение интенсивности движения. Как ее найти?
6. Как определяют состав ТП?
7. В каких случаях рассчитывают ЭУЗ транспортного потока?
8. Какие основные факторы влияют на ЭУЗ транспортного потока и в какой мере?
9. Как определяют средневзвешенную скорость ТП?
10. Назначение поправок ΔL_i при расчете ЭУЗ транспортного потока? Какие факторы и условия учитываются каждой из поправок?

Литература

ГОСТ 20444-85 Шум. Транспортные потоки. Методы измерения шумовой характеристики.- Изд-во стандартов, 1985.- 20с.

Приложение

МГТУ им. Н.Э.Баумана, кафедра "Экология и промышленная безопасность"	ОТЧЕТ о лабораторной работе "Определение шумовой характеристики транспортных потоков"	_____ _____ _____ (Фамилия, И.О.) _____ _____ (индекс группы)
----------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------

-

Протокол измерения шумовой характеристики транспортного потока, движущегося по набережной р. Яузы

1. Место проведения измерения _____
2. Дата и время проведения измерения _____
3. Аппаратура _____
4. Эквивалентный уровень звука $L_{A, экв} =$ _____
5. Параметры транспортного потока (приведены в таблице)

Виды транспортных средств								Суммарное число тран- порт- ных средств	Интенсивно-сть движения ед./ч
Легковые автомобили		Грузовые автомобили		Автобусы		Мотоцик- лы			
Число	Доля %	Число	Доля %	Число	Доля %	Число	Доля %		
								n =	N =

6. Схематичный ситуационный план измерительного участка
 7. Продольный уклон проезжей части _____
 8. Тип и состояние покрытия _____
-
9. Организация, проводившая измерения _____
 10. Должности, фамилии и подписи лиц, проводивших измерения

**Продолжение
отчета**

Расчет эквивалентного уровня звука транспортного потока,
движущегося по набережной р. Яузы

1. Средневзвешенная скорость V , км/ч, = _____
2. Доля в % грузовых автомобилей и автобусов $\gamma_1 =$ _____
3. Поправки ΔL_i

- на продольный уклон дороги $\Delta L_1 =$ _____

- на влияние регулируемого перекрестка $\Delta L_2 =$ _____

- на число полос движения дороги $\Delta L_3 =$ _____

- на вид дорожного покрытия $\Delta L_4 =$ _____

4. Рассчитанный эквивалентный уровень звука ТП

$L_{A, экв} =$ _____

Сравнить рассчитанный и измеренный ЭУЗ, оценить погрешность расчета. Записать вывод по результатам работы.

Вывод _____

Работу выполнили (подписи)	Дата	Работу принял (подпись)	Дата

Глоссарий:

Звуковое давление – переменная составляющая давления воздуха, обусловленная звуковыми колебаниями и оцениваемая среднеквадратическим значением в паскалях, Па.

Уровень звука – характеристика постоянного по времени шума, определяемая в дБА с использованием коррекции «А», учитывающей чувствительность человеческого уха к звукам различной частоты.

Эквивалентный уровень звука – уровень звука непостоянного по времени шума, имеющий такое среднеквадратическое звуковое давление, что и данный непостоянный шум в течение определенного интервала времени.

Интегрирующий шумомер – прибор, состоящий из микрофона, усилителя, корректирующих фильтров и интегратора, скомпонованных в портативном блоке, который предназначен для измерения эквивалентных уровней звука.