

Московский государственный технический университет
имени Н.Э. Баумана

В.В. Тупов

Определение основных шумовых характеристик автотранспортных потоков

*Методические указания к выполнению лабораторной работы
по дисциплинам «Промышленная акустика»,
«Безопасность жизнедеятельности»*



Москва
ИЗДАТЕЛЬСТВО
МГТУ им. Н. Э. Баумана
2 0 1 6

УДК 577.4
ББК 20.1
Т85

Издание доступно в электронном виде на портале *ebooks.bmstu.ru*
по адресу: <http://ebooks.bmstu.ru/catalog/81/book1481.html>

Факультет «Энергомашиностроение»
Кафедра «Экология и промышленная безопасность»

*Рекомендовано Редакционно-издательским советом
МГТУ им. Н.Э. Баумана в качестве методических указаний*

Тупов, В. В.

Т85 Определение основных шумовых характеристик автотранспортных потоков : методические указания к выполнению лабораторной работы по дисциплинам «Промышленная акустика», «Безопасность жизнедеятельности» / В. В. Тупов. — Москва : Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2016. — 20, [4] с. : ил.

ISBN 978-5-7038-4487-8

Рассмотрено негативное воздействие транспортного шума на население, находящееся на территории, прилегающей к автомобильным дорогам. Приведены расчетный и экспериментальный методы определения шумовой характеристики транспортных потоков. Описаны устройство и функционирование используемой аппаратуры, способ оценки точности результатов измерения.

Для студентов всех специальностей МГТУ им. Н.Э. Баумана.

УДК 577.4
ББК 20.1

ISBN 978-5-7038-4487-8

© МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2016
© Оформление. Издательство
МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2016

Предисловие

Наблюдающееся в последние годы интенсивное увеличение числа транспортных средств приводит к существенному возрастанию уровней шума в городах, часто превышающих нормативные значения. Известно, что автомобильный транспорт относится к главным источникам шумового загрязнения среды в городской застройке. Воздействие высоких уровней шума приводит к ухудшению сна и физического состояния людей, в том числе к повышению заболеваемости сердечно-сосудистой и нервной систем организма.

Для оценки уровней шума в прилегающей к магистрали жилой застройке в целях проведения его нормирования и разработки соответствующих средств защиты необходимо знание шумовых характеристик транспортного потока (ШХТП) на магистрали.

Данная лабораторная работа позволяет студентам овладеть расчетными и экспериментальными методами определения основных ШХТП и применить полученные знания в своей профессиональной деятельности.

Цель лабораторной работы — изучение методов определения ШХТП на улицах и автомобильных дорогах, ознакомление с применяемой измерительной аппаратурой, приобретение практических навыков в процессе расчета и непосредственного измерения основных ШХТП, движущегося по набережной реки Яуза.

После выполнения лабораторной работы студенты смогут:

- рассчитать эквивалентный уровень звука исследуемого транспортного потока;
- овладеть методом измерения основных ШХТП;
- применить инструментальное обеспечение этих измерений;
- научиться определять параметры движения транспортного потока;
- выполнять анализ факторов, влияющих на ШХТП, используя полученный при выполнении данной работы опыт измерений и исследований;
- проводить обработку результатов экспериментов, их анализ и формулировать выводы по работе.

1. ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

1.1. Общие положения

Основными шумовыми характеристиками транспортных потоков, согласно ГОСТ 20444-2014, являются измеренные на определенном расстоянии эквивалентный уровень звука A L_{Aeq} и максимальный уровень звука L_{Amax} , измеряемые в дБА в дневное (с 7.00 до 23.00 ч) и ночное время (с 23.00 до 7.00 ч).

Эквивалентный уровень звука рассчитывают по формуле

$$L_{Aeq} = 10 \lg \left(T^{-1} \int_{t_1}^{t_2} \frac{p_A^2(t)}{p_0^2} dt \right), \quad (1)$$

где $T = t_2 - t_1$ — заданный временной интервал, с; t_1 и t_2 — начало и конец интервала, с; $p_A(t)$ — мгновенное скорректированное по частотной характеристике A шумомера звуковое давление в момент времени t , Па; p_0 — опорное звуковое давление, $p_0 = 2 \cdot 10^{-5}$ Па.

Частотная характеристика A шумомера соответствует зависимости его коэффициента усиления от частоты, аналогичной чувствительности человеческого уха.

Максимальный уровень звука — это наибольший скорректированный по характеристике A уровень звука на заданном временном интервале. На практике он соответствует уровню, действующему в течение 1 % времени интервала измерения.

Дополнительными ШХТП, определяемыми в некоторых случаях, являются эквивалентные уровни звукового давления в октавных полосах частот в диапазоне их среднегеометрических частот 31,5...8 000 Гц. Эквивалентный уровень звукового давления равен десяти десятичных логарифмов отношения квадрата среднеквадратичного звукового давления на заданном временном интервале к квадрату опорного звукового давления.

Октавная полоса — это такая полоса частот, у которой граничные частоты f_1 и f_2 соотносятся как 1 к 2. Октавные полосы маркируются по своим среднегеометрическим частотам $f_{\text{ср}} = \sqrt{f_1 f_2}$, значения которых указаны в ГОСТ 12090–80.

В редких (эпизодических) случаях проезда автотранспортных средств, а также при проезде отдельных трамваев, железнодорожных поездов или метropоездов на открытых линиях метropолитена применяют дополнительную шумовую характеристику — *уровень звукового воздействия* A L_{EA} , дБА. Уровень звукового воздействия A — это *уровень звукового воздействия* L_E (дБ), скорректированный по частотной характеристике A шумомера.

Уровень звукового воздействия определяют по формуле

$$L_E = 10 \lg \frac{E}{E_0}, \quad (2)$$

где E — звуковое воздействие на временном интервале T , $(\text{Па})^2 \cdot \text{с}$; E_0 — опорное звуковое воздействие, $E_0 = 4 \cdot 10^{-10} (\text{Па})^2 \cdot \text{с}$.

В свою очередь *звуковое воздействие* определяется по формуле

$$E = \int_0^T p^2(t) dt, \quad (3)$$

где $p(t)$ — мгновенное звуковое давление, Па; T — период измерения, с.

Измерение ШХТП проводят в соответствии с положениями ГОСТ 20444–2014.

Одновременно с измерением ШХТП должны фиксироваться продолжительность каждого временного интервала измерения и длительность временного интервала наблюдения.

Знание ШХТП необходимо для оценки фактического шумового режима и составления карты шума улично-дорожной сети населенных пунктов.

1.2. Аппаратура, условия и метод измерения ШХТП

Измерение эквивалентного уровня звука выполняют интегрирующими шумомерами, комбинированными измерительными системами или автоматическими устройствами по ГОСТ 17187–2010.

До начала измерений и после их окончания проводят калибровку аппаратуры. Если при калибровке до и после измерений показания шумомера отличаются более чем на 1 дБА, то выполненные измерения признают недействительными.

Перед проведением измерений следует определять метеорологические условия (скорость ветра, температуру воздуха, влажность, атмосферное давление) по официальным данным метеослужбы либо с помощью соответствующих измерительных средств.

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. Измерения не следует проводить во время выпадения атмосферных осадков, при тумане и при скорости ветра более 5 м/с. При скорости ветра от 1 до 5 м/с необходимо надевать на микрофон ветрозащитный колпак. Измерения выполняют в периоды максимальной интенсивности движения транспортного потока как в дневное, так и в ночное время. Целесообразно проводить измерения в дневной период суток не менее трех раз: утром в интервале 7.00–9.00 ч, днем в интервале 9.00–19.00 ч и вечером в интервале 19.00–23.00 ч, а ночью — два раза: от 23.00 до 1.00 ч и от 1.00 до 7.00 ч утра.

При выполнении измерений в состав транспортного потока могут входить легковые автомобили и транспортные средства на их шасси (в дальнейшем — легковые автомобили), грузовые автомобили и транспортные средства на их шасси, автомобили-тягачи, автопоезда (в дальнейшем — грузовые автомобили), мото-циклы, мотороллеры, мопеды и мотовелосипеды (в дальнейшем — мотоциклы), автобусы, троллейбусы и трамваи.

При проведении измерений ШХТП 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. Ось измерительного микрофона должна быть направлена в сторону транспортного потока и перпендикулярно к направлению дороги. 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. При этом в протоколе измерений указывают расстояние от микрофона до ближней

полосы движения и до ближнего препятствия сзади микрофона. В случае расположения дороги в выемке микрофон устанавливают на борке выемки на высоте 1,5 м над уровнем борки. Микрофон должен находиться не ближе 0,5 м от оператора, проводящего измерение.

Продолжительность измерения ШХТП зависит от интенсивности движения. Измерения продолжают до тех пор, пока не будет стабилизации показаний шумомера в пределах $\pm 0,5$ дБА, но при этом продолжительность измерения должна быть не менее 5 мин. При неинтенсивном движении продолжительность периода измерений ШХТП должна охватывать проезд двух основных групп транспорта: одна из них должна содержать не менее 30 легковых автомашин, другая — не менее 30 тяжелых транспортных средств (грузовые автомобили, автобусы, общественный транспорт). Если в состав транспортного потока входят только трамваи, то мимо микрофона должно проехать не менее 20 трамваев в обоих направлениях.

Уровни звука помех должны быть не менее чем на 10 дБА ниже эквивалентного уровня звука транспортного потока, включая помехи, иначе необходимо вносить коррекцию в результаты измерений. Помехи измеряются в паузах между проездом транспортных средств.

Одновременно с измерением ШХТП определяют состав транспортного потока, его скорость и интенсивность движения, т. е. количество единиц транспортных средств, проезжающих по улице (дороге) в обоих направлениях в течение одного часа. На практике интенсивность движения N (ед./ч) находят по формуле

$$N = 3600 \frac{n}{T}, \quad (4)$$

где n — суммарное число единиц транспортных средств, проезжающих в обоих направлениях за период измерения T , с.

Определение состава транспортного потока подразумевает вычисление доли транспортных средств каждого вида (легковых автомобилей, грузовых автомобилей, автобусов, троллейбусов и т. п.), выраженной в процентах, от суммарного числа n единиц транспортных средств. Состав транспортных средств следует определять либо на основе видеозаписи транспортного потока,

либо непосредственным подсчетом с помощью специальных счетчиков, либо визуальным подсчетом количества транспортных средств различных типов, проехавших мимо микрофона за временной интервал измерения.

Скорость движения транспортных средств определяется или с помощью радара, или путем фиксирования времени t (в секундах) проезда транспортными средствами участка дороги длиной l (в метрах) и последующего расчета по формуле

$$V = \frac{l}{t}$$

с пересчетом в километрах в час (км/ч).

Результаты измерения ШХТП, а также данные по составу и интенсивности движения необходимо заносить в протокол измерений. Установленная ГОСТ 20444–2014 форма протокола приведена в бланке отчета о лабораторной работе (образец бланка см. в приложении).

1.3. Расчетный метод определения ШХТП

Для расчета эквивалентного уровня звука $L_{\text{Аэкв}}$ транспортного потока применяют, как правило, эмпирические зависимости, позволяющие учесть состав транспортного потока, 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. Эквивалентный уровень звука (дБА) может быть рассчитан по формуле

$$L_{\text{Аэкв.расч}} = 10 \lg N + 13,3 \lg V + 8,4 \lg r_{\text{г}} + \Sigma \Delta L_i + 9,5, \quad (5)$$

где N — интенсивность движения, ед./ч; V — средневзвешенная скорость движения транспортных средств, км/ч; $r_{\text{г}}$ — доля грузовых автомобилей и средств общественного транспорта в составе транспортного потока, %; $\Sigma \Delta L_i$ — сумма поправок на отличие заданных условий от базовых, при которых принято $\Delta L_i = 0$ дБА.

Средневзвешенная скорость движения транспортных средств

$$V = \frac{V_{\text{л}} r_{\text{л}} + V_{\text{г}} r_{\text{г}}}{100}, \quad (6)$$

где $V_{\text{л}}$ и $r_{\text{л}}$ — средняя скорость (км/ч) и доля (%) легковых автомобилей в транспортном потоке; $V_{\text{г}}$ и $r_{\text{г}}$ — средняя скорость (км/ч) и доля (%) грузовых автомобилей и средств общественного транспорта в транспортном потоке.

Значения поправок приведены в табл. 1 и 2.

Таблица 1

Значения поправок ΔL_i , входящих в формулу (5)

Фактор	Значение фактора и условия движения	ΔL_i , дБА
Продольный уклон* улицы на подъеме, % (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 расстоянии до него $R < 50$ м	$r_{\text{г}} < 10$ %; доля разрешающей фазы светофора 60...80 %	+1
Число полос движения проезжей части дороги	2	+2
	4	+1
	6...8	0
* Продольный уклон равен отношению его высоты к длине, выраженному в процентах.		

Таблица 2

Значения поправок ΔL_i в зависимости от вида дорожного покрытия и скорости транспортного потока

Средневзвешенная скорость V , км/ч	ΔL_i , дБА, при дорожном покрытии			
	асфальтобетон	бетон	брусчатка	булыжный камень
40	0	+1	+1	+2
60	0	+2	+3	+5
80	0	+3	+5	+10

2. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

2.1. Описание лабораторного способа измерения ШХТП, движущегося по набережной реки Яузы

Для измерения ЭУЗ транспортного потока используем интегрирующий шумомер фирмы Robotron типа 00026, общий вид панели которого приведен на рисунке. 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 реки Яуза, 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 приблизительно 1 м от наружной стены и был направлен в сторону транспортного потока. Однако расстояние между микрофоном и осевой линией ближайшей полосы движения транспортных средств составляет 24 м, а не 7,5 м, как рекомендовано в ГОСТ 20444–2014.

Кроме того, измеренный эквивалентный уровень звука на 2,5 дБА выше эквивалентного уровня прямого звука за счет отраженного звука от стены здания. Вычтя эти 2,5 дБА, а также еще 2 дБА, обусловленные шумом с противоположной стороны набережной и Госпитальной улицы, который является помехой, т. е. в сумме 4,5 дБА, получим формулу для пересчета результатов лабораторных измерений $L_{A\text{экв.лаб}}$ на расстояние 7,5 м от ближайшей полосы движения транспортного потока:

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

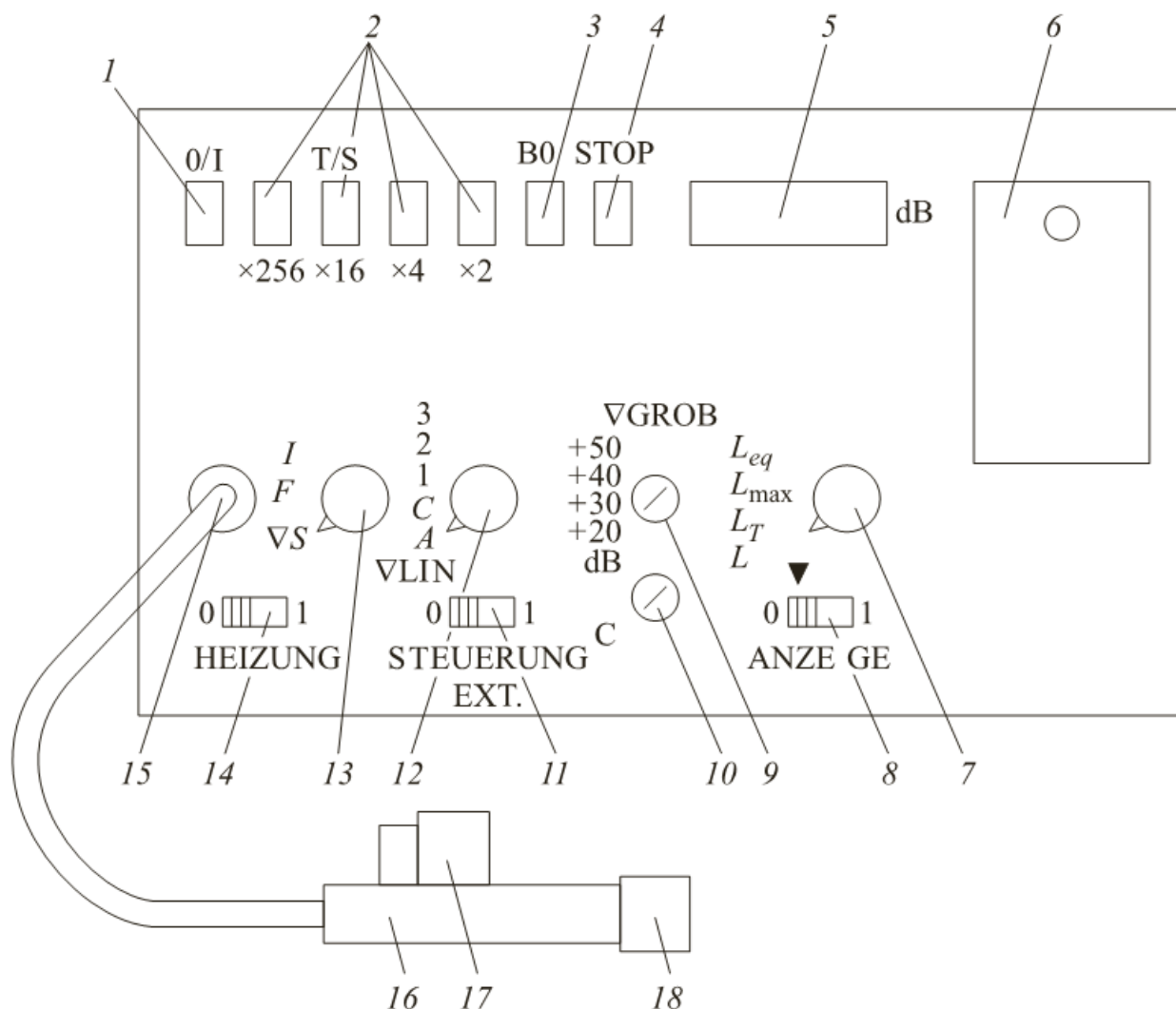


Рис. Интегрирующий шумомер фирмы Robotron типа 00026:

1 — выключение и включение прибора; 2 — установка дискретных значений времени; 3 — сброс показаний шумомера и пусковая клавиша; 4 — прерывание измерения; 5 — индикаторы; 6 — блок питания; 7 — переключатель «Режим»: ∇ — калибровка; L — изменение уровня звука с S , F и I ; L_T — измерение с постоянными времени « T/S »; $L_{\max}$ — максимальный уровень звука; L_{eq} — эквивалентный уровень звука (время интегрирования устанавливается клавишами « T/S »); 8 — переключатель и его положения: включение — «1» и выключение — «0»; 9 — включение уровня: 20, 30, 40, 50 дБ при калибровке прибора (для микрофона МК 221/MV 201 — 20 дБ); 10 — плавное усиление сигнала; 11 — внешнее управление: включено — в положении «1», выключено — в положении «0»; 12 — переключатель формы частотной характеристики: LIN , A , C и внешних фильтров 1, 2, 3; 13 — переключатель и его положения: S (медленно), F (быстро) и I (импульс); 14 — обогрев микрофона: включен — в положении «1», выключен — в положении «0»; 15 — разъем; 16 — усилитель микрофона MV 201; 17 — микрофонный держатель; 18 — капсуль микрофона МК 221

Одновременно с процессом измерения ЭУЗ, наблюдая через окно, можно определить состав транспортного потока и суммарное число транспортных средств, проехавших мимо микрофона, и рас-

считать средневзвешенную скорость движения по формуле (6). 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. Мерный участок следует выбрать максимально возможной протяженности в границах сектора видимости из окна лаборатории. Например, из окна видны три фонарных столба, установленных на ближней набережной. Участок проезжей части набережной длиной 67 м, равной расстоянию между крайними из этих столбов, может служить в качестве мерного участка.

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

2.2. Меры безопасности при работе с приборами

При работе с приборами требуется соблюдать следующие правила безопасности.

1. Включать аппаратуру следует после ознакомления с теоретической частью методических указаний и описанием лабораторного способа измерений.

2. Включать аппаратуру только с разрешения лаборанта.

3. После завершения работы выключить аппаратуру.

4. При обнаружении неполадок выключить приборы и сообщить лаборанту.

2.3. Задачи и 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» (см. рис.).

- 1.2. Привинтить микрофон 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 эталонным напряжением.

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

$$L_{\nabla} = 114 - a_L + a_V, \quad (8)$$

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: 7 (правый) — в положение « ∇ »; 13 (левый) — в положение « ∇S » (зеленого цвета); 12 (средний) — в положение « ∇LIN ».

2.3. Включить шумомер, нажав кнопку «0/1».

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

3. Установить переключатели шумомера: 7 — в положение L_{eg} (зеленого цвета); 12 — в положение «A»; 13 — в положение « ∇S » (зеленого цвета); «HEIZUNG» — в положение «1».

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

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

6. Выполнить три цикла исследований для получения средних значений ШХТП и определения расширенной неопределенности измерений. Каждый цикл исследований необходимо проводить следующим образом: 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 «ВО» и зафиксировать время с точностью до секунды. С этого момента каждый участник исследования выполняет операции, указанные в приведенных ниже пунктах.

6.1. Двум студентам вести подсчет количества единиц транспортных средств всех видов, проезжающих мимо микрофона по набережной. Когда интенсивность движения на ближней набе-

режной очередной раз станет минимальной, студенты подают сигнал всей группе об окончании данного цикла измерений. Длительность цикла измерений должна быть не менее 5 мин.

6.2. По сигналу об окончании цикла измерений студенту, работающему с шумомером, зафиксировать время с точностью до секунды, затем нажать кнопку «STOP» шумомера и записать показания его цифрового индикатора в протокол отчета о лабораторной работе (см. приложение). Занести результаты подсчета транспортных средств в таблицу протокола отчета о лабораторной работе.

6.3. Одновременно (в течение данного цикла измерений до сигнала об его окончании) выполнить подсчет количества транспортных средств каждого вида: грузовых автомобилей, автобусов и мотоциклов, проследовавших по набережной. Результаты записать в таблицу протокола отчета о лабораторной работе.

6.4. В течение данного измерительного цикла определить с помощью секундомера время τ (с) прохождения легковыми, а затем грузовыми автомобилями (или автобусами) мерного участка набережной.

6.5. Трижды выполнить указания п. 6.

7. Провести повторную калибровку шумомера: отжать кнопку STOP, выполнить указания пп. 2.2 и 2.4, убедиться, что значение L_v на индикаторе не изменилось.

8. 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.

2.4. Обработка и оформление результатов измерений

1. Определить число транспортных средств каждого вида и суммарное число (n) транспортных средств, проследовавших мимо микрофона по набережной; результаты занести в таблицу протокола отчета о лабораторной работе.

2. Вычислить долю в процентах каждого вида транспортных средств от суммарного их числа; результаты записать в таблицу протокола отчета о лабораторной работе.

3. Определить с точностью до секунды длительность T измерительного процесса; по формуле (4) вычислить интенсивность движения N (ед./ч) и занести это значение в таблицу протокола отчета о лабораторной работе.

4. Определить на глаз и указать в протоколе отчета о лабораторной работе количество полос движения, расстояние до пересечения с другой магистралью, условия пересечения, долю в процентах разрешающей фазы (зеленого света) в цикле работы светофора (см. табл. 1).

5. Занести в протокол отчета о лабораторной работе значение продольного уклона проезжей части (принять его равным нулю), тип покрытия (в данном случае — асфальтобетон) и состояние покрытия (см. в теоретической части методических указаний требования к поверхности покрытия).

6. Вычислить среднее значение эквивалентного уровня звука и среднее значение максимального уровня звука, а также расширенную неопределенность измерений на основе приведенного ниже метода расчета, используя результаты измерений, полученные при выполнении трех циклов исследований.

2.5. Расчет среднего значения результатов и расширенной неопределенности измерений

1. По результатам трех циклов измерений эквивалентного уровня звука вычислить среднее значение L_{Aeq} (дБА) измеренных уровней по формуле

$$L_{Aeq} = 10 \lg \left(\sum_{i=1}^3 10^{0,1L_{Ai}} \right) - 10 \lg(n), \quad (9)$$

где L_{Ai} — значение измеренного уровня звука в каждом из трех циклов исследований; $i = 1, 2, 3$ — номера циклов исследований.

2. Рассчитать неопределенность u_A (дБА) по типу A , связанную с погрешностью методики измерений и влиянием факторов окружающей среды, по формуле

$$u_A = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^3 (L_{Ai} - L_{Aeq})^2}{6}}. \quad (10)$$

3. Оценить неопределенность по типу B (u_B), обусловленную инструментальной погрешностью. Для шумомера 1-го класса,

используемого в данной работе, $u_B = 0,7$ дБА. Это значение получено на основании проводившихся специальных исследований.

4. В соответствии с ГОСТ 31296.2–2006 и ГОСТ Р 54500.3–2011 рассчитать расширенную неопределенность измерения $U(N)$ (дБА) по формуле

$$U(N) = ku, \quad (11)$$

где k — коэффициент охвата для заданного уровня доверия N ; u — стандартная неопределенность измерения, дБА, которую вычисляют по формуле

$$u = \sqrt{u_A^2 + u_B^2}. \quad (12)$$

Согласно ГОСТ 20444–2014 принять односторонний интервал охвата с уровнем доверия $N = 95\%$, что соответствует коэффициенту охвата $k = 2$.

5. Подставив выражение (12) и значение $k = 2$ в формулу (11), получить следующую зависимость (дБА):

$$U(95\%) = 2\sqrt{u_A^2 + u_B^2}. \quad (13)$$

Используя формулу (13), вычислить расширенную неопределенность измерения $U(95\%)$ для уровня доверия 95%.

6. Определить верхнюю границу интервала охвата (дБА):

$$L_{Aeq} + U(95\%). \quad (14)$$

7. С вероятностью 95% в качестве ШХТП, движущегося по набережной реки Яузы, принять (дБА)

$$L_{Aeq \text{ потока}}^{\text{авто}} = L_{Aeq} + U(95\%). \quad (15)$$

2.6. Расчет эквивалентного уровня звука транспортного потока на набережной реки Яузы

Определить ШХТП на набережной реки Яузы расчетным методом на основе полученных выше результатов измерений и оценки дорожных условий.

1. Используя результаты измерений п. 6.4 (см. подразд. 2.3), вычислить средние значения скорости для легковых $V_{\text{л}}$ и грузовых $V_{\text{г}}$ автомобилей. Определить по данным таблицы протокола отчета о лабораторной работе в процентах долю легковых $r_{\text{л}}$, а также долю грузовых автомобилей и средств общественного транспорта $r_{\text{г}}$. Вычислить по формуле (6) средневзвешенную скорость транспортных средств V . Значения $r_{\text{г}}$ и V записать в отчет о лабораторной работе.

2. Используя полученные значения N , V , $r_{\text{г}}$ и определив по табл. 1 и 2 поправки ΔL_i на условия измерений, рассчитать эквивалентный уровень звука транспортного потока по формуле (5). Поправки ΔL_i и рассчитанный эквивалентный уровень звука занести в протокол отчета о лабораторной работе.

3. Оценить погрешность расчета эквивалентного уровня звука и сделать выводы по результатам работы.

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 транспортного потока?
7. В каких случаях рассчитывают эквивалентный уровень звука транспортного потока?
8. Какие основные факторы влияют на эквивалентный уровень звука транспортного потока и в какой мере?
9. Как определяют средневзвешенную скорость транспортного потока?
10. Каково назначение поправок ΔL_i при расчете эквивалентного уровня звука транспортного потока?
11. Какие факторы и условия учитываются каждой из поправок?
12. Что такое расширенная неопределенность измерения?
13. Почему в данной лабораторной работе определяют верхнюю границу интервала охвата?

Литература

ГОСТ 12090–80. Частоты для акустических измерений. Предпочтительные ряды. М.: Изд-во стандартов, 1980.

ГОСТ 31296.2–2006 (ИСО 1996-2:2007). Шум. Описание, измерение и оценка шума на местности. Ч. 2: Определение уровней звукового давления. М.: Стандартиформ, 2008.

ГОСТ 17187–2010 (IEC 61672-1:2002). Шумомеры. Ч. 1: Технические требования. М.: Стандартиформ, 2012.

ГОСТ Р 54500.3–2011. Неопределенность измерения. Ч. 3: Руководство по выражению неопределенности измерения. М.: Стандартиформ, 2012.

ГОСТ 20444–2014. Шум. Транспортные потоки. Методы определения шумовой характеристики. М.: Стандартиформ, 2015.

Иванов Н.И. Инженерная акустика. Теория и практика борьбы с шумом. М.: Логос, 2010. 424 с. (сер. Новая университетская библиотека).

Форма отчета о лабораторной работе

МГТУ им. Н.Э. Баумана, кафедра «Экология и промышленная безопасность»	Отчет о лабора- торной работе «Определение основных шумо- вых характери- стик автотранс- портных потоков»	
		(ФИО студента)
		(индекс группы)

Протокол измерения ШХТП, движущегося по набережной реки Яузы

1. Место проведения измерения: _____.
2. Дата и время проведения измерения: _____.
3. Аппаратура: _____.
4. Измеренные эквивалентные и максимальные уровни звука при каж-
дом цикле исследований: L_{Aeq1} = _____; L_{Aeq2} = _____; L_{Aeq3} = _____.
5. Параметры транспортного потока приведены в таблице:

Направ- ление движе- ния	Вид транспортных средств								Сум- марное число ТС*	Интен- сив- ность дви- жения
	Легковые автомобили		Грузовые автомобили		Автобусы		Мотоциклы			
	Число	Доля, %	Число	Доля, %	Число	Доля, %	Число	Доля, %		
К центру										
От центра										
В обоих направ- лениях									$n =$	$N =$

*ТС — транспортные средства.

6. Продольный уклон проезжей части: _____.
7. Тип и состояние покрытия: _____.
8. Количество полос движения в каждом направлении: _____.
9. Ширина разделительной полосы: _____.
10. Расстояние до перекрестка: _____.
11. Продолжительность каждого цикла исследований: _____.
12. Организация, проводившая измерения: _____.
13. Должности, фамилии и подписи лиц, проводивших
измерения: _____.

Обработка результатов измерений

1. Среднее измеренное значение эквивалентного уровня звука по трем циклам исследований, дБА: $L_{Aeq\text{ ср}} =$ _____ .
2. Неопределенность измерений по типу А, дБА: $u_A =$ _____ .
3. Расширенная неопределенность измерений, дБА: $U(95\%) =$ _____ .
4. Верхняя граница интервала охвата, дБА: $L_{Aeq\text{ ср}} + U(95\%) =$ _____ .
5. Принятое значение ШХТП на набережной реки Яузы, дБА:
 $L_{A\text{ потока}}^{\text{авто}} =$ _____ .

Расчет эквивалентного уровня звука транспортного потока, движущегося по набережной реки Яузы

1. Средневзвешенная скорость, км/ч: $V =$ _____ .
2. Доля грузовых автомобилей и автобусов, %: $r_r =$ _____ .
3. Поправки ΔL_i , дБА:
 - 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: $\Delta L_4 =$ _____ ;
 - на ширину разделительной полосы: $\Delta L_5 =$ _____ .
4. Рассчитанный эквивалентный уровень звука транспортного потока:
 $L_{A\text{ экв.расч}} =$ _____ .

Сравнить рассчитанное и среднее измеренное значения эквивалентного уровня звука; оценить погрешность расчета. Записать вывод по результатам работы.

Вывод _____

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

Оглавление

Предисловие	3
1. Теоретическая часть	4
1.1. Общие положения	4
1.2. Аппаратура, условия и метод измерения ШХТП	5
1.3. Расчетный метод определения ШХТП	8
2. Экспериментальная часть	10
2.1. Описание лабораторного способа измерения ШХТП, движущегося по набережной реки Яузы	10
2.2. Меры безопасности при работе с приборами	12
2.3. Задачи и порядок выполнения работы	12
2.4. Обработка и оформление результатов измерений	14
2.5. Расчет среднего значения результатов и расширенной неопределенности измерений	15
2.6. Расчет эквивалентного уровня звука транспортного потока на набережной реки Яузы	16
Контрольные вопросы	17
Литература	18
Приложение	19

Учебное издание

Тупов Владимир Викторович

**Определение основных шумовых характеристик
автотранспортных потоков**

Редактор *О.М. Королева*

Художник *Я.М. Ильина*

Корректор *Н.В. Савельева*

Компьютерная верстка *А.Ю. Ураловой*

В оформлении использованы шрифты
Студии Артемия Лебедева.

Оригинал-макет подготовлен
в Издательстве МГТУ им. Н.Э. Баумана.

Подписано в печать 25.05.2016. Формат 60×90/16.
Усл. печ. л. 1,5. Тираж 100 экз. Изд. № 098-2016. Заказ

Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана.
105005, Москва, 2-я Бауманская ул., д. 5, стр. 1.
press@bmstu.ru
www.baumanpress.ru

Отпечатано в типографии МГТУ им. Н.Э. Баумана.
105005, Москва, 2-я Бауманская ул., д. 5, стр. 1.
baumanprint@gmail.com