

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«НИЖЕГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. Р. Е. АЛЕКСЕЕВА»

Кафедра "Производственная безопасность, экология и химия"

РАСЧЕТ ТРАНСПОРТНОГО ШУМА

Методические указания по выполнению практической работы
по дисциплине «Безопасность жизнедеятельности» для
подготовки бакалавров и магистров всех направлений и форм обучения



Нижний Новгород 2020

Составители: Т.И. Курагина, О.В. Маслеева, Гончаренко Е.Е.
УДК 628.93:658.2 (075.5)

Расчет транспортного шума: Учебно - методическое пособие по выполнению практической работы по дисциплине «Безопасность жизнедеятельности» для подготовки бакалавров, магистров всех направлений и форм обучения /НГТУ им.Р.Е. Алексеева; сост.: Курагина Т.И. и др. Н.Новгород, 2020. 23 с.

Изложены краткие сведения из теории, задание к работе и порядок ее выполнения, указания к составлению отчета.

Редактор Э.Б. Абросимова

Подп. к печ. 29.06.2019. Формат 60x841/16. Бумага газетная. Печать офсетная. Усл. печ. л. 1. Тираж 100 экз. Заказ .

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е.Алексеева. Типография НГТУ. 603950. Н. Новгород, ул. Минина, 24.

© Нижегородский
государственный
технический
университет
им. Р. Е. Алексеева, 2020г.

1. ЦЕЛЬ РАБОТЫ

1. Изучить источники шума транспортного потока.
2. Научиться определять допустимые значения шума.
3. Изучить цель и порядок акустического расчета эквивалентного уровня звука транспортного потока.
4. Выполнить акустический расчет ожидаемых уровней звука от транспортного потока на территории микрорайона.

2. ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Источники шума транспортного потока

Под шумовым (акустическим) загрязнением понимают превышение естественного уровня шума и ненормальное изменение звуковых характеристик (периодичности, силы звука и т. п.) на рабочих местах, в населенных пунктах и других местах вследствие работы транспорта, промышленных устройств, бытовых приборов, поведения людей или других причин.

Естественные природные звуки на экологическом благополучии человека, как правило, не отражаются. Естественный акустический фон не превышает 20-30 дБ.

Антропогенными источниками шумового загрязнения в городах являются транспортные средства, объекты энергетики, промышленные предприятия. Основным источником считается автомобильный транспорт.

Шум транспортного потока зависит от следующих факторов:

- типа и модели подвижного состава;
- типа двигателя;
- технического состояния подвижного состава;
- типа и качества дорожного полотна и верхнего строения пути;
- скорости движения;
- условий распространения шума (наличие преград);
- условий эксплуатации.

В двигателях внутреннего сгорания по механизму образования различают следующие виды шума:

- Аэродинамический шум возникает в результате газообмена двигателя с окружающей средой при впуске и выпуске, а также при взаимодействии лопастей вентилятора с воздухом.
- Структурный шум излучается наружными поверхностями деталей двигателя при механических колебаниях его структуры.

Вклад в звуковое поле двигателей и характер шумоизлучения каждого из этих акустических излучений неодинаков. Он определяется техническими и эксплуатационными характеристиками двигателя:

- типом воспламенения топлива: от сжатия или от искры;
- способом организации смесеобразования и сгорания;
- типом системы охлаждения: жидкостной или воздушной;
- мощностными показателями, степенью форсирования;
- особенностями конструкции и технологии изготовления как двигателя в целом, так его отдельных узлов и деталей.

Характеристики источников шума транспортного потока, дБ:

- Грузовые автомобили – 80 – 98
- Легковые автомобили 64-71
- Мотоциклы 79-87
- Автобусы 85-92
- Трамваи 85-90
- Троллейбус 71-84
- Строительная и дорожная техника 75-85.

Шум на магистралях и в жилых микрорайонах города зависит от интенсивности, скорости движения, состава транспортного потока, планировочных решений застройки города, наличия зеленых насаждений и других факторов.

Основной характеристикой транспортного шума является эквивалентный уровень звука, $L_{\text{АЭКВ}}$, дБА, измеренный на расстоянии 7,5 м от оси первой полосы движения транспорта, определяемый по формуле

$$L_{\text{АЭКВ}} = 10 \lg \frac{1}{T} \int_0^T 10^{0.1L_{\text{А}}(t)} dt$$

где T – время наблюдения, ч;

$L_{\text{А}}(t)$ – уровень звука в момент времени t , дБА.

Наибольшие уровни звука в жилых микрорайонах города отмечаются на магистральных улицах и достигают 72 – 82 дБА при интенсивности движения 2000 – 2500 транспортных единиц в час, что значительно превышает нормативное значение (65 дБА). Соответственно, уровни шума в зданиях, расположенных вдоль этих магистралей, составляют 50 – 60 дБА, что также превышает допустимые санитарные нормы.

Защита жилых и общественных зданий от транспортного шума осуществляется с помощью градостроительных (рациональное проектирование улично-дорожной сети, зонирование городских

территорий), архитектурно-планировочных (специальные шумозащитные здания с ориентацией жилых комнат преимущественно в сторону внутриквартальной территории), организационных (ограничение грузового транспорта на селитебных территориях, ограничение скорости транспортных средств, запрет транзитного транспорта) и конструктивных мероприятий.

Снижению шума в городе может способствовать малошумных автомобилей с усовершенствованными двигателями, высокоэффективными глушителями и дожигателями газов.

В условиях все возрастающих уровней транспортного шума возникает острая необходимость в умении оценивать шумовой режим города и предусмотреть систему мероприятий по оздоровлению акустической среды города.

Воздействие шума на человека

Шумовое загрязнение оказывает влияние на здоровье человека. Эпидемиологические данные свидетельствуют о том, что лица, подвергающиеся постоянному воздействию высоких уровней шума, имеют повышенный риск таких сердечно-сосудистых заболеваний как инфаркт миокарда. Увеличивается риск высокого кровяного давления, инсульта. У некоторых людей шум в ушах может вызвать нарушение сна, раздражительность, беспокойство, стресс, депрессию, напряженность, нарушение работоспособности, проблемы со слухом.

Основными жалобами являются головная боль, шум в голове, головокружения, повышенная раздражительность, быстрая утомляемость, снижение трудоспособности и внимания, нарушения ритма сна.

Различают специфическое и неспецифическое действие шума на организм человека.

Специфическое действие связано с нарушением функции слухового анализатора, которое заключается в медленно прогрессирующем понижении слуха.

Неспецифическое действие шума на организм человека связано с поступлением возбуждения в кору мозга, гипоталамус и спинной мозг. Ответная реакция организма реализуется по типу стрессовой реакции. При поступлении возбуждения в спинной мозг происходит переключение его на центры вегетативной нервной системы, что вызывает изменение функций многих внутренних органов.

Под разрушительным воздействием шума развиваются заболевания сердца и сосудов. Такие болезни, как гастрит, язва желудка

и двенадцатиперстной кишки, чаще всего встречаются у людей, живущих в шумной обстановке.

Шумовые явления обладают свойством накапливаться в организме, что приводит к угнетению работы нервной системы.

Шум оказывает влияние на вестибулярный аппарат, изменяет скорость дыхания и пульса. При воздействии шума интенсивностью выше 95 дБА обнаруживается нарушения витаминного, белкового, углеводного, холестерина и водно-солевого видов обмена.

Влияние шумам сказывается на функциях эндокринной и иммунной систем организма, что проявляется в виде снижения иммунитета к болезням и развития аллергических и аутоиммунных процессов.

Шум сокращает жизнь людей в крупных городах на 8-12 лет.

Нормирование шума

Согласно СанПиН 2.2.4.3359-16 «Санитарно-эпидемиологические требования к физическим факторам на рабочих местах» нормативным эквивалентным уровнем звука на рабочих местах является 80 дБА.

СП 51.13330.2011 «Защита от шума» Актуализированная редакция СНиП 23-03-2003 устанавливает предельно допустимые уровни звука, эквивалентные и максимальные уровни звука проникающего шума в помещениях жилых зданий и шума на территории жилой застройки (табл.1).

Таблица 1

Предельно допустимые уровни звука в помещениях жилых зданий и на территории жилой застройки

Назначение помещений или территорий	Время суток, ч	Эквивалентный уровень звука $L_{АЭКВ}$, дБА
Жилые комнаты квартир	7.00 - 23.00	45
	23.00 - 7.00	30
Территории, непосредственно прилегающие к жилым зданиям	7.00 - 23.00	55
	23.00 - 7.00	45

3. МЕТОДИКА РАСЧЕТА

3.1. Расчет эквивалентного уровня звука транспортного потока.

Эквивалентный уровень звука от транспортного потока на магистрали города $L_{АЭКВ}$, дБА, может быть определен в зависимости от состава и скорости движения транспортного потока по формуле:

$$L_{АЭКВ} = 10 \lg N + 13.3 \lg V + 8.4 \lg \rho + 7 \quad (1)$$

где N – общее число транспортных единиц в двух направлениях движения за 1 час;

V – скорость движения транспортного потока, м/с;

ρ – доля грузовых и общественных транспортных средств в общем потоке, %.

3.2. Расчет ожидаемых уровней звука от транспорта на территории микрорайона.

Для расчета уровней звука от транспорта на территории микрорайона выбирается расчетная точка – РТ, которая намечается на ближайшей к источнику шума границе площадок отдыха микрорайона на высоте 1,5 м от уровня поверхности площадок.

Территория застройки разбивается на отдельные участки, отличающиеся по условиям распространения шума рис. 1. Для этого из расчетной точки на плане микрорайона проводят лучи через края зданий – экранов, через точки пересечения улиц или дорог до пересечения с осью первой полосы движения транспортных средств.

Уровень звука $L_{Атер}$, дБА, в расчетных точках территории следует определить по формуле:

$$L_{Атер} = 10 \lg \sum_{i=1}^n 10^{0.1 L_{Ai}} \quad (2)$$

где L_{Ai} – уровень звука, дБА, в расчетной точке от i -го экранированного или неэкранированного участка магистрали.

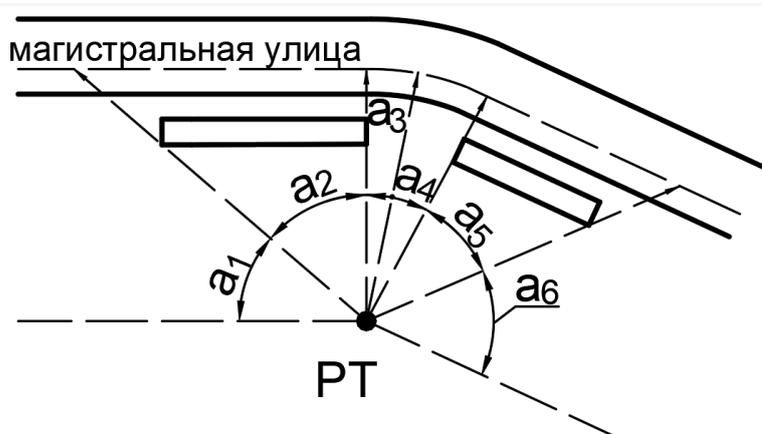


Рис.1. Пример разбивки территории застройки на участки

Уровень звука L_{Ai} , дБА, в расчетной точке от i -го участка улицы следует определять по формуле:

$$L_{Ai} = L_{AЭкв} - \Delta L_{Aрас} - \Delta L_{Aвид} - \Delta L_{Aпок} - \Delta L_{Aвоз} - \Delta L_{Aзел} - \Delta L_{Aэкp} \quad 3$$

где $L_{AЭкв}$ – эквивалентный уровень звука транспортного потока, дБА, определяемый по формуле (1);

$\Delta L_{Aрас}$ - снижение уровня звука в зависимости от расстояния между источником шума и расчетной точкой дБА,

$\Delta L_{Aвид}$ - снижение уровня звука вследствие ограничения угла видимости улицы из расчетной точки, дБА,

$\Delta L_{Aпок}$ - снижение уровня звука, акустически мягким покрытием территории; дБА

$\Delta L_{Aвоз}$ - снижение уровня звука вследствие затухания звука в воздухе, дБА,

$\Delta L_{Aзел}$ - снижение уровня звука полосами зеленых насаждений дБА,

$\Delta L_{Aэкp}$ – снижение уровня звука экранами. дБА.

Снижение уровня звука в зависимости от расстояния между источниками шума и расчетной точкой $L_{Aрас}$, дБА, следует определять по формуле:

$$\Delta L_{Aрас} = 10 \lg \frac{r_n}{r_0} \quad 4$$

где r_n – кратчайшее расстояние, м, между расчетной точкой РТ и акустическим центром источника шума ИШ, рис. 2; определяется по формуле (5). Акустический центр транспортных потоков располагается на оси ближней к расчетной точке полосы движения транспорта на высоте 1 м от уровня поверхности проезжей части улицы;

$r_0 = 7,5$ м – кратчайшее расстояние между базисной точкой, в которой определяется шумовая характеристика транспортного потока, и акустическим центром источника шума.

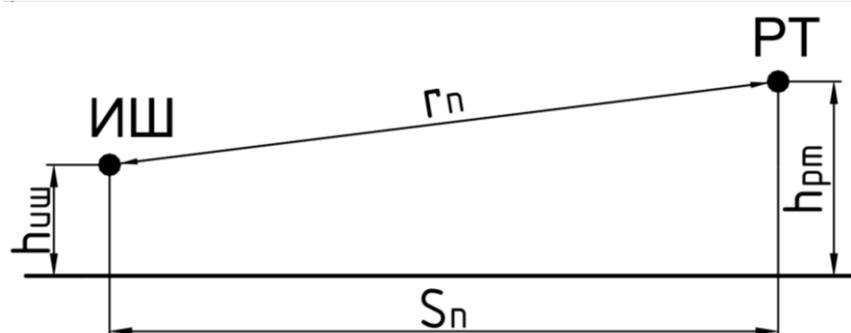


Рис.2. Поперечный профиль магистрали и прилегающей территории

Формула для определения расстояния:

$$r_n = \sqrt{S_n^2 + (h_{\text{рт}} - h_{\text{иш}})^2} \quad 5$$

где S_n – длина проекции расстояния r_n на отражающую плоскость, м, рис.2;

$h_{\text{рт}}$ – высота расчетной точки над отражающей плоскостью, м;

$h_{\text{иш}}$ – высота акустического центра источника шума над отражающей плоскостью, м.

Снижение уровня звука вследствие ограничения угла видимости улицы из расчетной точки $\Delta L_{\text{Авид}}$, дБА, следует определять по формуле:

$$\Delta L_{\text{Авид}} = -10 \cdot \lg \frac{\alpha}{180} \quad 6$$

где α - угол видимости экранированного или неэкранированного участка магистрали из расчетной точки, град. (рис. 1). Углы $\alpha_1, \alpha_3, \alpha_4, \alpha_6$ соответствуют неэкранированным участкам улиц, а углы α_2 и α_5 соответствуют экранированным зданиям участкам улиц.

Снижение уровня звука вследствие влияния акустически мягкого покрытия территории (рыхлый грунт, трава и др.) $\Delta L_{\text{Апок}}$ следует определять по формуле:

$$\Delta L_{\text{Апок}} = 6 \cdot \lg \frac{\sigma^2}{1 + 0,01\sigma^2} \quad 7$$

$$\sigma = \frac{0,14 \cdot S_n \cdot 10^{-0,3 \cdot h_{\text{иш}}}}{h_{\text{рт}}} \quad 8$$

Формула (7) действительна при $\sigma > 1$; при $\sigma \leq 1$ $\Delta L_{\text{Апок}} = 0$.

Снижение уровня звука вследствие поглощения звука в воздухе $\Delta L_{\text{Авоз}}$, дБА, следует определять по формуле:

$$\Delta L_{\text{Авоз}} = 0,005 \cdot r_n \quad 9$$

Снижение уровня звука обычными многорядными полосами зеленых насаждений $\Delta L_{\text{Азел}}$, дБА, следует определять по формуле:

$$\Delta L_{\text{Азел}} = 0,08 \cdot B_3 \quad 10$$

где B_3 – ширина полосы зеленых насаждений, м.

Снижение уровня звука экранирующими сооружениями $\Delta L_{\text{Аэкp}}$ зависит от конструкции их (стены, здания, насыпи, выемки и др.).

В практической работе предусмотрено снижение уровня шума в жилом микрорайоне экраном – зданием.

Для определения снижения уровня звука экраном – зданием необходимо вычертить в масштабе план расположения источника шума, экрана - здания и расчетной точки в соответствии со схемой на рис. 3.

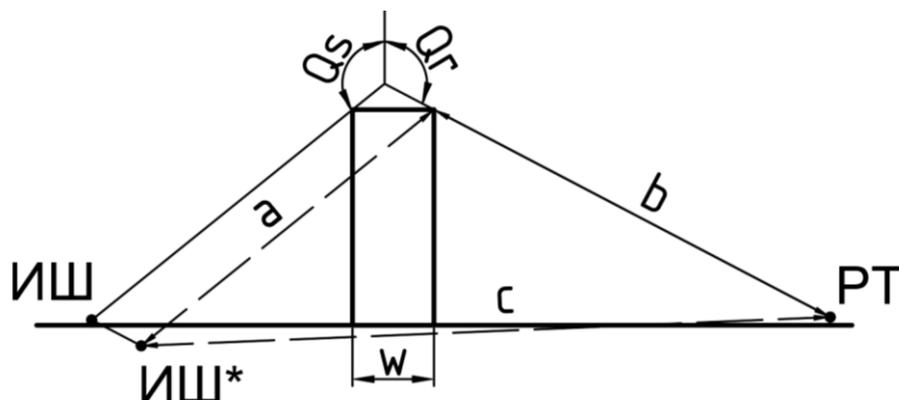


Рис.3. Расчетная схема для определения снижения уровня экраном - зданием

Снижение уровня звука экраном – зданием $\Delta L_{\text{Аэкp.зд}}$ следует определять по формуле:

$$\Delta L_{\text{Аэкp.зд}} = \Delta L_{\text{Аэкp.ст}} + \Delta L_{\text{Ат}} \quad 11$$

где $\Delta L_{\text{Аэкp.ст}}$ – снижение уровня звука экраном – стенкой, дБА. В экране – здании такой экран – стенка является стена здания в плоскости дворового фасада этого здания;

$\Delta L_{\text{Ат}}$ – дополнительное снижение уровня звука экраном – зданием, дБА, в зависимости от толщины здания, м.

При расчете величины $\Delta L_{\text{Аэкp.ст}}$ источником шума является мнимый источник шума ИШ* (рис. 3). Для нахождения акустического центра мнимого источника шума из вершины экрана стенки в плоскости дворового фасада следует провести линию, параллельную линии, соединяющей действительный источник шума с вершиной экрана – стенки в плоскости уличного фасада. Из акустического центра действительного источника шума ИШ следует провести линию, параллельную линии, соединяющей расчетную точку с вершиной экрана – стенки в плоскости дворового фасада. Точка пересечения проведенных линий будет являться акустическим центром мнимого источника шума.

Снижение уровня звука экраном – стенкой $\Delta L_{\text{Аэкр.ст}}$ определяется по графику на рис. 4 в зависимости от разности длин путей звукового луча (рис.3), м, величина которой находится по формуле:

$$\delta = (a + b) - c \quad 12$$

где a – кратчайшее расстояние, м, между акустическим центром источника шума и верхней кромкой экрана – стенки;

b – кратчайшее расстояние, м, между расчетной точкой и верхней кромкой экрана – стенки;

c – кратчайшее расстояние, м, между акустическим центром источника шума и расчетной точкой.

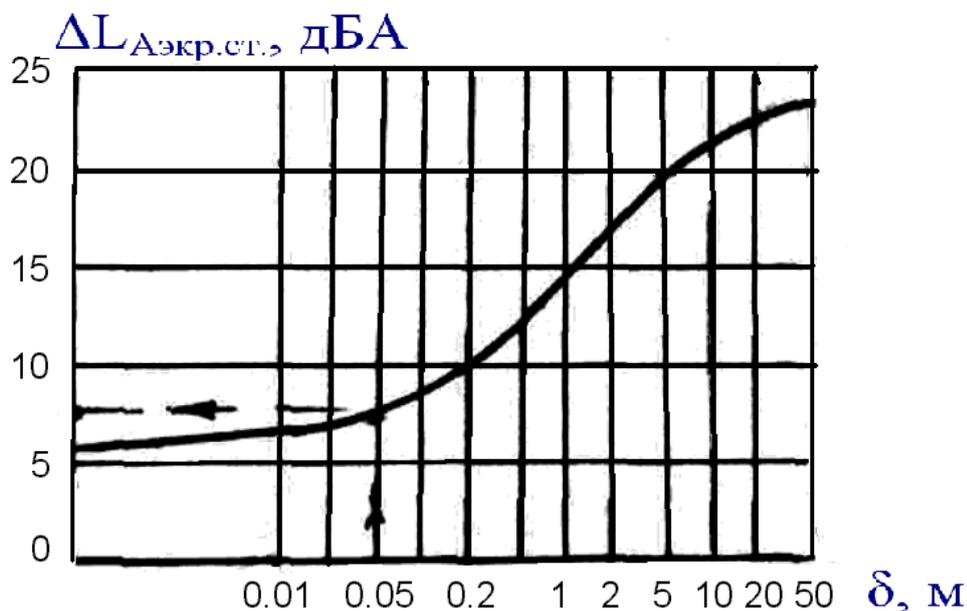


Рис.4. График для определения снижения уровня звука экраном

Величина $\Delta L_{\text{Ат}}$ определяется в следующем порядке:

- определяют углы Q_R и Q_S в градусах в соответствии со схемой здания (рис. 3), вычерченной в масштабе;

- определяют расчетный показатель K по номограмме, рис. 5, в зависимости от углов Q_R и Q_S . Например, при $Q_R = 150^\circ$ $Q_S = 115^\circ$ и $K=6,4$;

- определяют дополнительное снижение уровня звука экраном – зданием, $\Delta L_{\text{Ат}}$ по номограмме, рис. 5, в зависимости от толщины здания W , м, и расчетного показателя K .

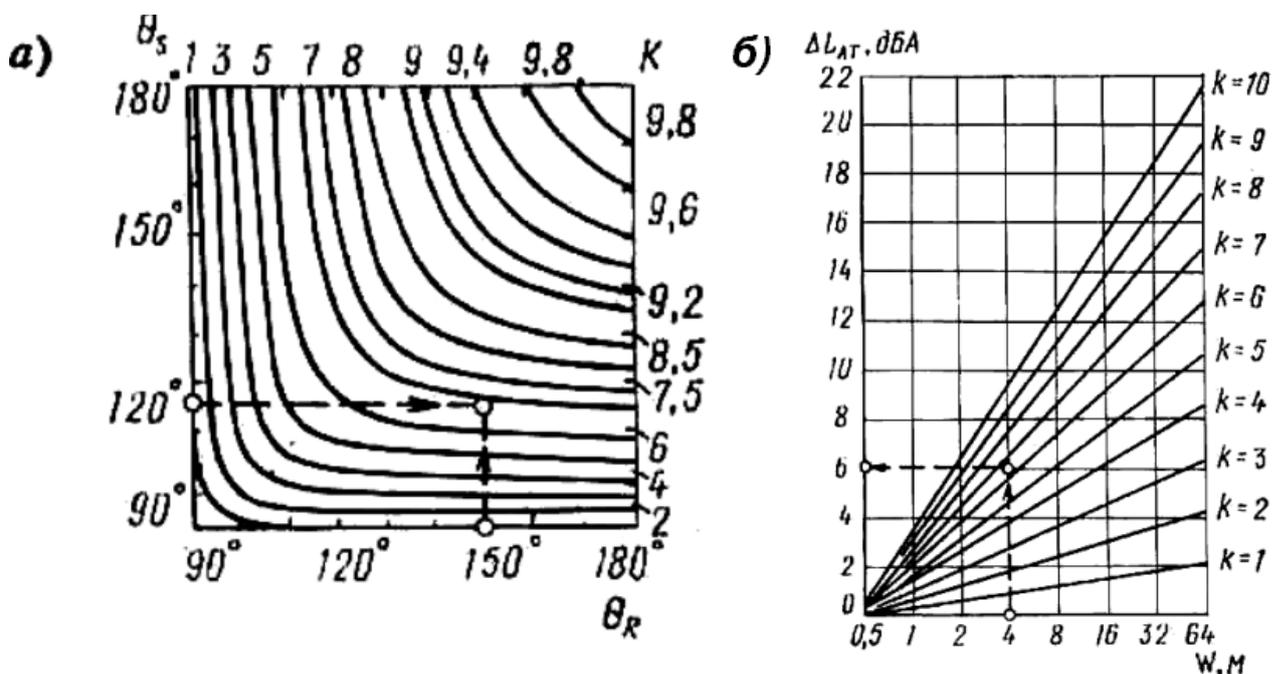


Рис.5. Номограммы для определения дополнительного снижения уровня звука экраном большой толщины:

а – расчетный показатель, б – дополнительное снижение уровня звука зданием-экраном

3.3. Расчет ожидаемых уровней звука от транспорта в помещениях

Уровень звука в расчетной точке помещения $L_{\text{Апом}}$ определяется по формуле:

$$L_{\text{Апом}} = L_{\text{Атер}2} + \Delta L_{\text{Аок}} \quad 13$$

где $L_{\text{Атер}2}$ – уровень звука на расстоянии 2 м от ограждающих конструкций защищаемого помещения, дБА,

$$L_{\text{Атер}2} = L_{\text{Атер}} + 3;$$

где $L_{\text{Атер}}$ – определяется по формуле 2,

$\Delta L_{\text{Аок}}$ – снижение уровня звука окном, дБА, принять в расчетах

$$L_{\text{Аок}} = 15 \text{ дБА.}$$

3.4. Оценка уровней звука на территории микрорайона и в помещении

Оценка уровней звука на улицах города, территории внутри микрорайонов и в помещениях осуществляется путем сравнения полученных расчетом уровней звука с допустимыми по нормам.

Допустимые уровни шума для жилых и общественных зданий и их территорий следует принимать по ГОСТ 12.1.036 – 87 “Шум.

Допустимые уровни в жилых и общественных зданиях.” и СНиП П-12-77 “Защита от шума”.

В соответствии с этими нормами эквивалентный уровень звука не должен превышать в помещениях – 40 дБА, на площадках внутри микрорайонов жилых домов – 45 дБА.

Требуемое снижение уровней звука $L_{Атер}$, дБА, в расчетных точках следует определять по формуле

$$\Delta L_{Атр} = L_{А расч} - \Delta L_{Адоп} \quad 14$$

где $L_{Арасч}$ – полученные расчетным путем уровни звука на территории микрорайона или в помещении, дБА;

$L_{Адоп}$ - допустимые уровни звука для этих объектов, дБА.

4. ЗАДАНИЕ К РАБОТЕ

Выполнить расчет:

- эквивалентного уровня звука от транспортного потока на магистрали города,
- ожидаемых уровней звука от транспорта в расчетной точке на территории микрорайона и в помещении.

Для расчета в масштабе вычерчивается схема застройки по заданному варианту (рис. 6). Территория застройки разбивается на отдельные экранированные и неэкранированные участки. Для этого из расчетной точки проводятся лучи через края зданий.

Для определения снижения уровня звука за счет экранирования зданиями вычерчивается в масштабе схема поперечного профиля улицы (рис.3); определяются графически расстояния a , b , c .

- ожидаемых уровней звука в помещении
- уровней звука на территории микрорайона и в помещении. Сравнить с допустимыми значениями.

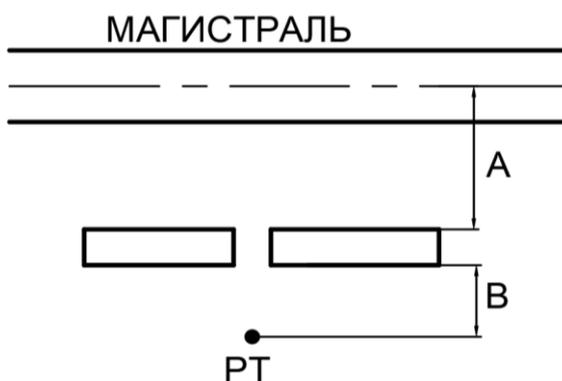


Рис.6 Расчетная схема

Источником шума на территории жилого микрорайона является транспортный поток на магистральной улице (рис.6), вдоль которой расположены два многоэтажных дома. Количественный состав транспортного потока задан в табл. 2.

На рис.6 обозначено:

А - расстояние от оси первой полосы движения транспортного потока до зданий,

В – расстояние от зданий до расчетной точки РТ, которая расположена на равном расстоянии от углов зданий.

При расчете принять:

- высота жилого дома - 30 м, ширина - 15 м, длина – 60 м,
- расстояние между жилыми домами – 30 м,
- расчетная точка РТ расположена на высоте 1,5 м от уровня поверхности площадки,
- акустический центр источника шума расположен на высоте 1 м от поверхности площадки,
- ширина полосы зеленых насаждений – 15 м,
- скорость движения по магистрали 50 км/час.

Отчет должен содержать:

- название работы,
- цель работы,
- схему площадки микрорайона и поперечного профиля улицы,
- исходные данные для расчетов.

Задание выполняется по вариантам из табл. 3.

Результаты расчетов должны быть сведены в табл. 2.

5. ПРИМЕР РАСЧЕТА

Таблица 1.

Исходные данные

Состав транспортного потока, ед	Количество, ед.
Легковые автомобили	980
грузовые автомобили	460
Автобусы	130
Троллейбусы	45
Трамваи	20
Трактор	8
Мотоциклы	32
А, м	48
В, м	73

Высота жилого дома - 40 м, ширина - 15 м, длина – 80 м.
 Расстояние между жилыми домами – 20 м.
 Расчетная точка РТ расположена на высоте 1,5 м от уровня земли.
 Источник шума расположен на высоте 1 м от уровня земли.
 Ширина полосы зеленых насаждений – 10 м,
 Скорость движения - 50 км/час.

Схема микрорайона показана на рис.7.

Территория застройки разбивается на отдельные экранированные и неэкранированные участки. Для этого из расчетной точки проводятся лучи через края зданий (рис.8).



Рис. 7. Схема микрорайона

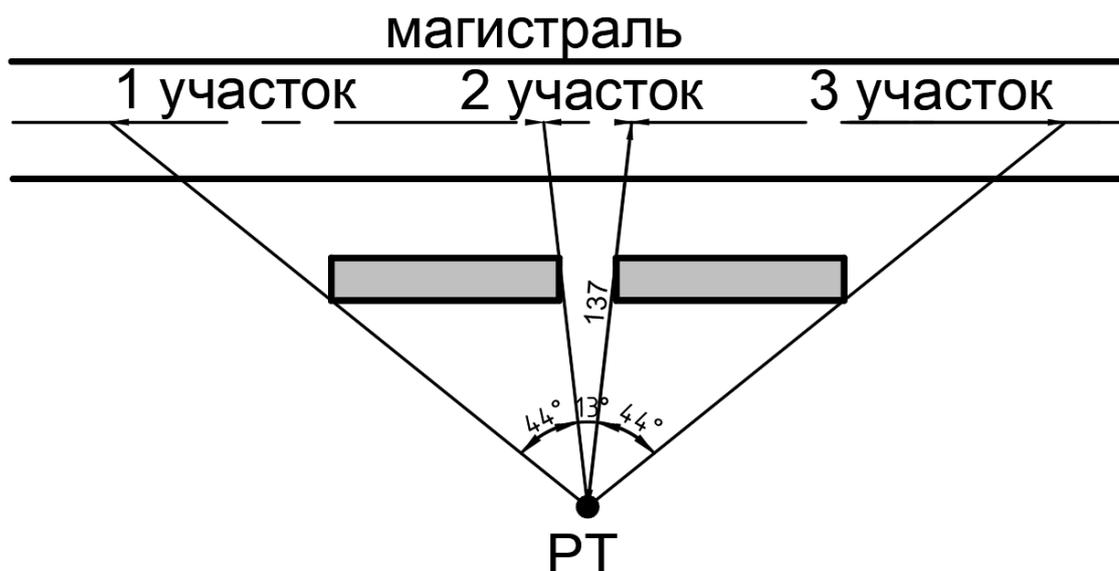


Рис. 8. Расчетная схема микрорайона

5.1. Расчет эквивалентного уровня звука транспортного потока

Эквивалентный уровень звука от транспортного потока на магистрали города $L_{\text{АЭКВ}}$ определяем в зависимости от состава и скорости движения транспортного потока по формуле 1.

$$L_{\text{АЭКВ}} = 10 \cdot \lg N + 13.3 \cdot \lg V + 8.4 \cdot \lg \rho + 7$$

$$V=13,89 \text{ м/с.}$$

$$N=980+460+130+45+20+8+32+48+73=1675$$

$$\rho = \frac{N_{\text{гр}} + N_{\text{общ}}}{N} \cdot 100 = \frac{(460 + 8) + (130 + 45 + 20)}{1675} \cdot 100 = 40\%$$

$$L_{\text{АЭКВ}} = 10 \cdot \lg 1675 + 13,3 \cdot \lg 13,89 + 8,4 \cdot \lg 40 + 7 = 67,89 \text{ дБА}$$

5.2. Расчет ожидаемых уровней звука от транспорта на территории микрорайона

Уровень звука L_{Ai} в расчетной точке от i -го участка улицы определяем по формуле 3.

$$L_{Ai} = L_{\text{АЭКВ}} - \Delta L_{\text{Арас}} - \Delta L_{\text{Авид}} - \Delta L_{\text{Апок}} - \Delta L_{\text{Авоз}} - \Delta L_{\text{Азел}} - \Delta L_{\text{Аэкр}}$$

Снижение уровня звука в зависимости от расстояния между источниками шума и расчетной точкой $\Delta L_{\text{Арас}}$ определяем по формуле 4 и 5.

Расстояние S_{n1} и S_{n3} определяем по рис.8. $S_{n1} = S_{n3} = 137 \text{ м.}$

$$S_{n2} = 48 + 15 + 73 = 136 \text{ м}$$

$$r_{n1} = \sqrt{S_{n1}^2 + (h_{\text{рт}} - h_{\text{иш}})^2} = \sqrt{137^2 + (1,5 - 1)^2} = 137,001$$

$$r_{n2} = \sqrt{136^2 + (1,5 - 1)^2} = 136,001$$

$$r_{n3} = \sqrt{137^2 + (1,5 - 1)^2} = 137,001$$

$$\Delta L_{\text{Арас1}} = 10 \lg \frac{r_n}{r_0} = 10 \lg \frac{137,001}{7,5} = 12,617 \text{ дБА}$$

$$\Delta L_{\text{Арас2}} = 10 \lg \frac{136,001}{7,5} = 12,585 \text{ дБА}$$

$$\Delta L_{\text{Арас3}} = 10 \lg \frac{137,001}{7,5} = 12,617 \text{ дБА}$$

Снижение уровня звука вследствие ограничения угла видимости улицы из расчетной точки $\Delta L_{\text{Авид}}$ определяем по формуле 6.

Угол α_2 соответствует неэкранированному участку улицы, а углы α_1 и α_3 соответствуют экранированным участкам улиц зданиями. Величины углов определяем по рис.8.

$$\alpha_1=44^\circ;$$

$$\alpha_2=13^\circ;$$

$$\alpha_3=44^\circ$$

$$\Delta L_{\text{Авид1}} = -10 \cdot \lg \frac{\alpha}{180} = -10 \cdot \lg \frac{44}{180} = 6,118 \text{ дБА}$$

$$\Delta L_{\text{Авид2}} = -10 \cdot \lg \frac{13}{180} = 11,413 \text{ дБА}$$

$$\Delta L_{\text{Авид3}} = -10 \cdot \lg \frac{44}{180} = 6,118 \text{ дБА}$$

Снижение уровня звука вследствие влияния акустически мягкого покрытия территории $\Delta L_{\text{Апок}}$ определяем по формуле 7 и 8.

$$h_{\text{рТ}} = 1,5 \text{ м};$$

$$h_{\text{иш}} = 1 \text{ м}$$

$$\sigma_1 = \frac{0,14 \cdot S_n \cdot 10^{-0,3 \cdot h_{\text{иш}}}}{h_{\text{рТ}}} = \frac{0,14 \cdot 137 \cdot 10^{-0,3 \cdot 1}}{1,5} = 6,409$$

$$\sigma_1 = \frac{0,14 \cdot 136 \cdot 10^{-0,3 \cdot 1}}{1,5} = 6,362$$

$$\sigma_3 = \frac{0,14 \cdot 137 \cdot 10^{-0,3 \cdot 1}}{1,5} = 6,409$$

$$\Delta L_{\text{Апок1}} = 6 \cdot \lg \frac{\sigma^2}{1 + 0,01\sigma^2} = 6 \cdot \lg \frac{6,409^2}{1 + 0,01 \cdot 6,409^2} = 8,785 \text{ дБА}$$

$$\Delta L_{\text{Апок2}} = 6 \cdot \lg \frac{\sigma^2}{1 + 0,01\sigma^2} = 6 \cdot \lg \frac{6,362^2}{1 + 0,01 \cdot 6,362^2} = 8,758 \text{ дБА}$$

$$\Delta L_{\text{Апок3}} = 6 \cdot \lg \frac{\sigma^2}{1 + 0,01\sigma^2} = 6 \cdot \lg \frac{6,409^2}{1 + 0,01 \cdot 6,409^2} = 8,785 \text{ дБА}$$

Снижение уровня звука вследствие поглощения звука в воздухе $\Delta L_{\text{Авоз}}$ определяем по формуле 9.

$$\Delta L_{\text{Авоз1}} = 0,005 \cdot r_n = 0,005 \cdot 137,001 = 0,685 \text{ дБА}$$

$$\Delta L_{\text{Авоз2}} = 0,005 \cdot 136,001 = 0,680 \text{ дБА}$$

$$\Delta L_{\text{Авоз3}} = 0,005 \cdot 137,001 = 0,685 \text{ дБА}$$

Снижение уровня звука многорядными полосами зеленых насаждений $\Delta L_{\text{Азел}}$ определяем по формуле 10.

$$\Delta L_{\text{Азел}} = 0,08 \cdot B_3 = 0,08 \cdot 10 = 0,8 \text{ дБА}$$

где B_3 – ширина полосы зеленых насаждений, $B_3 = 10$ м.

Снижение уровня звука экранирующими сооружениями $\Delta L_{\text{Аэкр}}$, определять по формуле 11.

План расположения источника шума, экрана - здания и расчетной точки показаны на рис. 9.

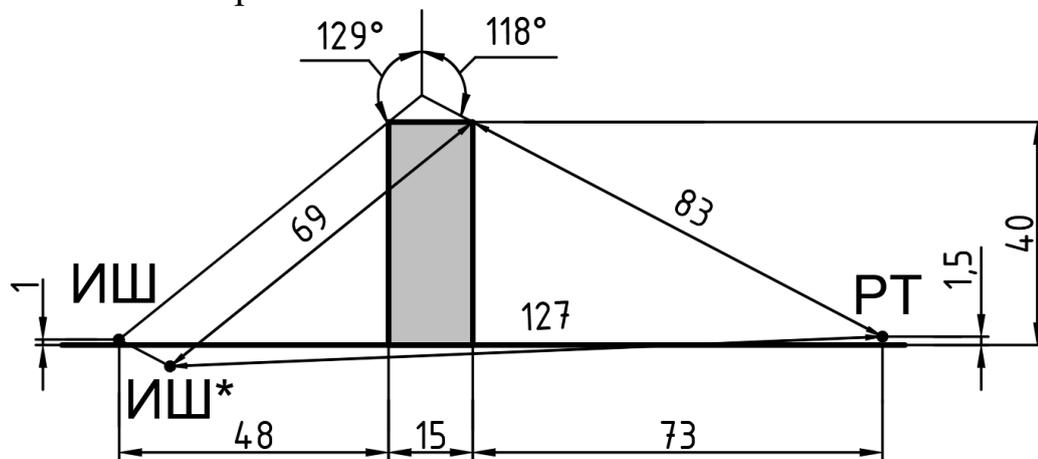


Рис.9. Расчетная схема для определения снижения уровня экранами

Разность длин путей звукового луча δ находим по формуле 12. Величины a_1 b_1 c_1 a_3 b_3 c_3 определяем по рис.8.

$$a_1 = 69 \text{ м}$$

$$b_1 = 83 \text{ м}$$

$$c_1 = 127 \text{ м}$$

$$\delta_1 = (a + b) - c = (69 + 83) - 127 = 25$$

$$\Delta L_{\text{Аэкр.ст.1}} = 25 \text{ дБА (рис.4)}$$

$$a_3 = 69 \text{ м}$$

$$b_3 = 83 \text{ м}$$

$$c_3 = 127 \text{ м}$$

$$\delta_3 = (69 + 83) - 127 = 25$$

$$\Delta L_{\text{Аэкр.ст.3}} = 25 \text{ дБА}$$

По рис. 8 определяем величины углов: $Q_S = 129^\circ$; $Q_R = 118^\circ$

По рис.5а находим $K=6$;

По рис.5б для $K=6$ и толщины здания $W = 15$ м находим

$$\Delta L_{AT} = 9 \text{ дБА}$$

$$\Delta L_{A_{\text{Экр.зд1}}} = \Delta L_{A_{\text{Экр.ст}}} + \Delta L_{AT} = 25 + 9 = 34 \text{ дБА}$$

$$\Delta L_{A_{\text{Экр.зд.3}}} = 25 + 9 = 34 \text{ дБА}$$

Уровень звука в расчетной точке:

$$\begin{aligned} L_{A1} &= L_{A_{\text{ЭКВ}}} - \Delta L_{A_{\text{рас}}} - \Delta L_{A_{\text{вид}}} - \Delta L_{A_{\text{ПОК}}} - \Delta L_{A_{\text{ВОЗ}}} - \Delta L_{A_{\text{зел}}} - \Delta L_{A_{\text{Экр}}} \\ &= 67,89 - 12,617 - 6,118 - 8,785 - 0,685 - 0,8 - 34 \\ &= 4,885 \text{ дБА} \end{aligned}$$

$$L_{A2} = 67,89 - 12,585 - 11,413 - 8,758 - 0,680 - 0,8 - 0 = 33,654 \text{ дБА}$$

$$L_{A3} = 67,89 - 12,617 - 6,118 - 8,785 - 0,685 - 0,8 - 34 = 4,885 \text{ дБА}$$

5.3. Расчет ожидаемых уровней звука от транспорта в помещениях

Уровень звука в расчетной точке помещения $L_{A_{\text{пом}}}$, дБА, определяется по формуле 12.

$$L_{A_{\text{пом}}} = L_{A_{\text{тер2}}} - \Delta L_{A_{\text{ок}}} \quad (12)$$

Уровень звука $L_{A_{\text{тер}}}$ в расчетных точках территории определяем по формуле 2.

$$\begin{aligned} L_{A_{\text{тер}}} &= 10 \cdot \lg \sum_{i=1}^n 10^{0,1L_{Ai}} = 10 \cdot \lg(10^{0,1L_{A1}} + 10^{0,1L_{A2}} + 10^{0,1L_{A3}}) \\ &= 10 \cdot \lg(10^{0,1 \cdot 4,885} + 10^{0,1 \cdot 33,654} + 10^{0,1 \cdot 4,885}) = 34,466 \text{ дБА} \end{aligned}$$

L_{A1} – уровень звука, дБА, в расчетной точке от первого экранированного участка магистрали;

L_{A2} – уровень звука, дБА, в расчетной точке от второго не экранированного участка магистрали;

L_{A3} – уровень звука, дБА, в расчетной точке от третьего экранированного участка магистрали.

$$L_{A_{\text{тер2}}} = L_{A_{\text{тер}}} + 3 = 34,466 + 3 = 37,466 \text{ дБА}$$

$$L_{A_{\text{ок}}} = 15 \text{ дБА.}$$

$$L_{A_{\text{пом}}} = L_{A_{\text{тер2}}} - \Delta L_{A_{\text{ок}}} = 37,466 - 15 = 22,466 \text{ дБА}$$

5.4. Оценка уровней звука на территории микрорайона и в помещении.

Сравним полученные расчетом уровней звука с допустимыми по нормам.

Требуемое снижение уровней звука $L_{Атер}$, дБА, в расчетных точках определяем по формуле 14.

$$\Delta L_{Атр} = L_{А расч} - \Delta L_{Адоп}$$

Допустимые нормы уровня звука в помещениях – 40 дБА, на площадках внутри микрорайонов жилых домов – 45 дБА.

Требуемое снижение уровня звука на территории микрорайона:

$$\Delta L_{Атер} = 37,466 - 45 = - 7,534 \text{ дБА}$$

Требуемое снижение уровня звука внутри помещения:

$$\Delta L_{Апом} = 22,466 - 40 = - 17,534 \text{ дБА}$$

Таблица 2.

Результаты расчетов уровней звука от транспортного потока

Параметр	Обозначение	Уровень звука, дБА, номера участка		
		1	2	3
Эквивалентный уровень звука транспортного потока	$L_{Аэкр}$	67,89		
Снижение уровня звука, в зависимости от расстояния между источником шума и расчетной точкой	$\Delta L_{Арас}$	12,617	12,585	12,617
Снижение уровня звука, вследствие ограничения угла видимости улицы из расчетной точки	$\Delta L_{Авид}$	6,118	11,413	6,118
Снижение уровня звука, акустически мягким покрытием территории	$\Delta L_{Апок}$	8,785	8,758	8,785
Снижение уровня звука, вследствие затухания звука в воздухе	$\Delta L_{Авоз}$	0,685	0,680	0,685
Снижение уровня звука, полосами зеленых насаждений	$\Delta L_{Азел}$	0,8	0,8	0,8
Снижение уровня звука экраном – стенкой	$\Delta L_{Аэкр.ст}$	25	0	25
Дополнительное снижение уровня звука экраном – зданием	$\Delta L_{Ат}$	9	0	9
Снижение уровня звука экраном – зданием	$\Delta L_{Аэкр.зд}$	34	0	34
Уровень звука в расчетной точке	$L_{А}$	4,885	33,654	4,885
Уровень звука в расчетных точках	$L_{Атер}$	34,466		

территории		
Уровень звука на расстоянии 2 м от ограждающих конструкций	$L_{Атер2}$	37,466
Уровень звука в расчетной точке помещения	$L_{Апом}$	22,466

Вывод:

Результаты расчета показали, что специальных мероприятий по снижению транспортного шума не требуется.

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

- 1 Руководство по расчету и проектированию средств защиты застройки от транспортного шума/НИИ строит, физики Госстроя СССР. — М.: Стройиздат, 1982 —31 с.
- 2 ОДМ 218.2.013-2011 Методические рекомендации по защите от транспортного шума территорий, прилегающих к автомобильным дорогам
- 3 Шум автомобильных двигателей внутреннего сгорания: учеб. пособие / М.Г. Шатров, А.Л. Яковенко, Т.Ю. Кричевская. – М.: МАДИ, 2014. – 68 с.
- 4 1 Артамонова В.Г., Мухина Н.А. профессиональные болезни: Учебник.- 4-е изд. перераб. И доп. – М.: Медицина, 2004. – 480с.
- 5 Акустическая оценка уровней городского транспортного шума.
<http://www.safteh.ru/courses/prakticheskie-raboty-po-psigt/prakticheskaya-rabota-7-akusticheskaya-otsenka-urovney-gorodskogo-transportnogo-shuma/>

Таблица 3

Варианты расчетных заданий

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Состав транспортного потока, ед									
Легковые автомобили	1350	1240	1050	1120	1440	1480	1270	1320	980
Грузовые автомобили	280	270	180	160	270	190	110	305	460
Автобусы	120	65	75	68	55	105	120	110	130
Троллейбусы	75	60	55	52	67	68	72	68	45
Трамваи	50	70	42	54	49	38	44	33	20
Трактор	20	1	18	25	17	12	0	21	8
Мотоциклы	16	28	14	18	15	10	12	16	32
А, м	30	26	25	28	35	40	42	45	48
В, м	80	90	83	76	89	75	74	73	73

	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Состав транспортного потока, ед									
Легковые автомобили	1120	1060	1040	890	920	1030	1420	1290	860
Грузовые автомобили	350	410	380	510	470	370	310	250	420
Автобусы	105	80	90	90	85	95	105	115	96
Троллейбусы	72	67	78	65	76	58	66	36	44
Трамваи	64	58	63	42	48	48	46	42	33
Трактор	1	14	1	0	13	15	20	17	12
Мотоциклы	8	13	17	6	12	10	17	9	14
А, м	50	54	56	44	38	58	65	54	38
В, м	63	69	55	76	84	65	62	69	74

	19	20	21	22	23	24	25		
Состав транспортного потока, ед									
Легковые автомобили	970	870	1140	1290	1210	660	980		
Грузовые автомобили	365	290	310	260	370	730	450		
Автобусы	106	130	168	185	210	165	210		
Троллейбусы	39	46	54	62	73	44	35		
Трамваи	46	55	49	56	62	35	48		
Трактор	21	16	10	13	14	28	18		
Мотоциклы	16	9	9	13	11	18	12		
А, м	42	48	54	64	70	68	55		
В, м	78	85	75	69	48	40	64		

