ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р 54933— 2012

Шум

МЕТОДЫ РАСЧЕТА УРОВНЕЙ ВНЕШНЕГО ШУМА, ИЗЛУЧАЕМОГО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫМ ТРАНСПОРТОМ

Издание официальное

Москва
Стандартинформ
2013

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

Цели и принципы стандартизации в Российской Федерации установлены Федеральным законом от 27 декабря 2002 г. № 184-ФЗ «О техническом регулировании», а правила применения национальных стандартов Российской Федерации — ГОСТ Р 1.0—2004 «Стандартизация в Российской Федерации. Основные положения»

Сведения о стандарте

1 РАЗРАБОТАН Балтийским государственным техническим университетом (БГТУ «ВОЕНМЕХ»), Научно-исследовательским институтом строительной физики Российской академии архитектуры и строительных наук (НИИСФ РААСН), Обществом с ограниченной ответственностью «Институт полимеров» (ООО «Институт полимеров»)

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 45 «Железнодорожный транспорт»

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 5 июля 2012 г. № 153-ст

4 Настоящий стандарт может быть применен на добровольной основе для соблюдений требований технических регламентов Таможенного союза «О безопасности железнодорожного подвижного состава» и «О безопасности высокоскоростного железнодорожного транспорта»

5 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

Информация об изменениях к настоящему стандарту публикуется в ежегодно издаваемом информационном указателе «Национальные стандарты», а текст изменений и поправок — в ежемесячно издаваемых информационных указателях «Национальные стандарты». В случае пересмотра (замены) или отмены настоящего стандарта соответствующее уведомление будет опубликовано в ежемесячно издаваемом информационном указателе «Национальные стандарты». Соответствующая информация, уведомление и тексты размещаются также в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет

© Стандартинформ, 2013

Настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии

Содержание

1 Область применения 1
2 Нормативные ссылки 1
3 Термины и определения 2
4 Общие положения 2
5 Категории поездов, принимаемые в расчет 3
6 Расчет шумовых характеристик потоков железнодорожного транспорта в зависимости от категории поездов, их длины, скорости и интенсивности движения 3
6.1 Расчет эквивалентного уровня звука 3
6.2 Расчет максимального уровня звука 4
6.3 Расчет эквивалентных уровней звукового давления в октавных полосах частот 5
7 Коррекции в расчетах шумовых характеристик 6
7.1 Учет типа пути, наличия стыков и стрелок 6
7.2 Прохождение кривых участков пути 6
7.3 Ускорение, торможение и тип мостов 6
8 Расчет шума на примагистральной территории 7
8.1 Выбор расчетных точек 7
8.2 Оцениваемые параметры 7
8.3 Критерии оценки шума и определение требуемого снижения уровня шума 8
8.4 Снижение шума на пути распространения 8
8.5 Геометрическая дивергенция 8
8.6 Акустические экраны и экранирующие сооружения (здания, насыпи, выемки) 9
8.7 Отражение звука 12
9 Неопределенность задания шумовых характеристик и расчета шума 12
10 Выбор средств защиты от шума 13
Приложение А (справочное) Примеры расчета шумовых характеристик поездов 15
Приложение Б (справочное) Пример расчета максимального уровня звука поездов 19
Библиография 22

Введение

Основной целью настоящего стандарта, увязанного с серией международных стандартов ИСО 9613, является:

- разработка унифицированных методов расчета уровней внешнего шума, излучаемого железнодорожным транспортом, с учетом современного национального и мирового опыта;
- выбор наиболее эффективных мероприятий по снижению шума.

Методы и процедуры, описанные в настоящем стандарте, предназначены для снижения шума железнодорожного транспорта. Оценка шума железнодорожного транспорта осуществляется по эквивалентному и максимальному уровням звука и эквивалентным уровням звукового давления в октавных полосах частот с учетом коррекций.

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Шум

МЕТОДЫ РАСЧЕТА УРОВНЕЙ ВНЕШНЕГО ШУМА, ИЗЛУЧАЕМОГО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫМ ТРАНСПОРТОМ

Noise. Calculation methods for external noise emitted by railway transport

Дата введения — 2013—03—01

1 Область применения

Настоящий стандарт устанавливает методы расчета шума, создаваемого железнодорожным транспортом на местности, прилегающей к железнодорожным путям, с учетом характеристик потоков железнодорожного транспорта, технического состояния пути, условий движения поездов и других условий, оказывающих влияние на распространение звука на местности.

Настоящий стандарт распространяется на распространение звука по направлению ветра или при умеренной температурной инверсии ночью над землей.

Настоящий стандарт не распространяется на распространение звука над водной поверхностью.

Стандарт устанавливает требования, которыми следует руководствоваться для выполнения акустических расчетов при оценке степени шумового дискомфорта на селитебной территории, расположенной в окрестности железных дорог, и при разработке мероприятий для обеспечения допустимых уровней шума, установленных [1].

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ Р 53187—2008 Акустика. Шумовой мониторинг городских территорий

ГОСТ Р 54931—2012 Экраны акустические для железнодорожного транспорта. Технические требования

ГОСТ Р 54932—2012 Экраны акустические для железнодорожного транспорта. Методы контроля

ГОСТ 12.2.056—81 Система стандартов безопасности труда. Электровозы и тепловозы колеи 1520 мм. Требования безопасности

ГОСТ 17187—2010 (IEC 61672-1:2002) Шумомеры. Часть 1. Технические требования

ГОСТ 20444—85 Шум. Транспортные потоки. Методы измерения шумовой характеристики

ГОСТ 23337—78 Шум. Методы измерения шума на селитебной территории и в помещениях жилых и общественных зданий

ГОСТ 31295.2—2005 (ИСО 9613-2:1996) Шум. Затухание звука при распространении на местности. Часть 2. Общий метод расчета

ГОСТ 31296.1—2005 (ИСО 1996-1:2003) Шум. Описание, измерение и оценка шума на местности. Часть 1. Основные величины и процедуры оценки

ГОСТ 31296.2—2006 (ИСО 1996-2:2007) Шум. Описание, измерение и оценка шума на местности. Часть 2. Определение уровней звукового давления

Издание официальное

Примечание — При пользовании настоящим стандартом целесообразно проверить действие ссылочных стандартов в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет или по ежегодно издаваемому информационному указателю «Национальные стандарты», который опубликован по состоянию на 1 января текущего года, и по соответствующим ежемесячно издаваемым информационным указателям, опубликованным в текущем году. Если ссылочный стандарт заменен (изменен), то при пользовании настоящим стандартом следует руководствоваться заменяющим (измененным) стандартом. Если ссылочный стандарт отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, применяется в части, не затрагивающей эту ссылку.

3 Термины и определения

В настоящем стандарте применены термины и определения по ГОСТ Р 54931, ГОСТ 31295.2, ГОСТ 31296.1, ГОСТ Р 53187.

4 Общие положения

4.1 Определение шумовых характеристик потоков железнодорожного транспорта проводят с целью получения исходных данных для расчета шума, создаваемого железнодорожным транспортом на примагистральных территориях.

Шумовыми характеристиками потоков железнодорожного транспорта являются:

- часовой эквивалентный $L_{Aeq25,1h}$;
- эквивалентный за время оценки $L_{Aeq25,k}$;
- максимальный L_{Amax25};
- максимальный за время оценки $L_{Amax25,k}$;
- уровни звука A;
- часовые эквивалентные $L_{eq25,1h}$;
- эквивалентные за время оценки $L_{eq25,k}$ уровни звукового давления в октавных полосах со среднегеометрическими частотами от 63 до 8000 Гц, определяемые в соответствии с ГОСТ 20444 на расстоянии 25 м от оси ближнего магистрального железнодорожного пути на высоте 1,5 м от поверхности земли.

4.2 Шумовые характеристики отдельных поездов определяются в зависимости от категории и длины поезда, скорости и интенсивности движения.

В расчет принимают коррекции на тип пути, прохождение кривых участков пути и стрелок, тип тормозов, характер движения (торможение и ускорение), прохождение железнодорожных мостов. При определении максимальных значений шумовых характеристик учитывают звуковые сигналы, подаваемые поездами на рассматриваемом участке пути.

4.3 Расчет шума на примагистральной территории выполняют с целью оценки шума на селитебной территории в соответствии с [1], определения санитарных разрывов для железнодорожных магистралей в соответствии с [2], составления оперативных шумовых карт по ГОСТ Р 53187 и разработки шумозащитных мероприятий.

Расчет шума проводят исходя из шумовых характеристик потоков железнодорожного транспорта с учетом снижения шума на пути распространения, в том числе за счет геометрической дивергенции, поглощения звука атмосферой, поверхностью грунта, ограничения угла видимости, затухания звука в жилой застройке, влияния экранирующих сооружений и зеленых насаждений, отражения звука от зданий.

4.4 Если вблизи железнодорожных путей находятся другие источники шума, уровни создаваемого ими шума рассчитывают в соответствии с ГОСТ 31295.2 и учитывают как фоновые уровни воздействия. Уровень суммарного шума в расчетной точке при этом определяют путем энергетического суммирования уровней шума источников с учетом коррекций по ГОСТ Р 53187 на происхождение и характер источника шума.

4.5 Результатами расчета являются значения оцениваемых в расчетных точках параметров шума, которые определяют по ГОСТ 31295.2 для источников фонового шума и настоящему стандарту для потоков железнодорожного транспорта с учетом расширенной неопределенности, оцениваемой в соответствии с руководством по выражению неопределенности измерений [3], и принятой доверительной вероятности.

5 Категории поездов, принимаемые в расчет

Выделяют четыре категории поездов в соответствии с таблицей 1.

Таблица 1 — Классификация поездов

Категория	Тип поезда	Максимальная расчетная скорость, км/ч
1	Пассажирский поезд с локомотивной тягой	200
2	Грузовой поезд	90
3	Электропоезд	160
4	Высокоскоростной поезд	250

6 Расчет шумовых характеристик потоков железнодорожного транспорта в зависимости от категории поездов, их длины, скорости и интенсивности движения

6.1 Расчет эквивалентного уровня звука

Эквивалентный уровень звука L^{i}_{Aeq25}, создаваемый отдельными поездами i-ой категории на расстоянии 25 м от оси ближнего магистрального железнодорожного пути, рассчитывают по формулам:

- для пассажирских поездов (категория 1)

$$L^{1}_{Aeq25} = 25{,}3\lg v_1 + 10\lg\left\{\operatorname{arctg}\left(\frac{l_1}{25}\right)\right\} + 33{,}3; \quad (1)$$

- для грузовых поездов (категория 2)

$$L^{2}_{Aeq25} = 20{,}4\lg v_2 + 10\lg\left\{\operatorname{arctg}\left(\frac{l_2}{25}\right)\right\} + 46; \quad (2)$$

- для электропоездов (категория 3)

$$L^{3}_{Aeq25} = 28{,}9\lg v_3 + 10\lg\left\{\operatorname{arctg}\left(\frac{l_3}{25}\right)\right\} + 28; \quad (3)$$

- для высокоскоростных поездов (категория 4)

$$L^{4}_{Aeq25} = 41{,}1\lg v_4 + 10\lg\left\{\operatorname{arctg}\left(\frac{l_4}{25}\right)\right\} - 12{,}3, \quad (4)$$

где v_i — скорость движения поезда i-й категории, км/ч;

l_i — длина поезда i-й категории, м;

$i = 1, 2, 3, 4$.

Примечания

1 Формулы (1)—(4) получены по расчетам линейной регрессии для результатов измерений шума при прохождении 56 пассажирских поездов длиной от 175 м до 500 м, 59 грузовых поездов длиной от 506 м до 1188 м, 139 электропоездов длиной от 176 м до 264 м и 37 высокоскоростных поездов длиной 250 м. Коэффициент корреляции, показывающий меру линейной зависимости между значениями $x_j = 10\lg v_j$ и $y_j = L^{i}_{Aeq25\,j} - 10\lg\{\operatorname{arctg}(l_j/25)/(25\,\pi)\}$, $j = 1,\ldots, n_i$ (n_i — указанное выше число испытанных поездов i-ой категории), составил для пассажирских поездов 0,78, для грузовых поездов 0,74, для электропоездов 0,71, для высокоскоростных поездов 0,98. Зависимость от длины поезда получена аналитически для модели поезда в виде линейного источника длиной l с равномерным распределением вдоль l синфазных точечных источников одинаковой производительности.

2 Звуковые сигналы применяют на железнодорожном транспорте только в случае необходимости предотвращения аварийной ситуации, поэтому учитывать данный источник для расчета эквивалентного уровня звука нецелесообразно.

Для учета характера пути и движения поезда с переменной скоростью к рассчитанным по формулам (1)—(4) значениям L^i_{Aeq25} прибавляют следующие коррекции:

$\Delta L_{путь}$ — коррекция на тип пути, наличие стыков и стрелок по 7.1, дБА;

$\Delta L_{кр}$ — коррекция при наличии кривых участков пути по 7.2, дБА;

$\Delta L_{у}$ — коррекция на ускорение по 7.3, дБА;

$\Delta L_{т}$ — коррекция на торможение по 7.3, дБА;

$\Delta L_{мост}$ — коррекция при прохождении поезда по мосту по 7.3, дБА.

Часовой эквивалентный уровень звука $L^i_{Aeq,1h,l}$ потока поездов i-й категории, прошедших по рассматриваемому участку пути в течение l-го часа, рассчитывают по формуле

$$L^i_{Aeq25,1h,l} = 10\lg \frac{1}{3600} \sum_{j=1}^{n^i_l} t_{jl} 10^{0,1L^i_{Aeq25,jl}}, \quad (5)$$

где $L^i_{Aeq,jl}$ — эквивалентный уровень звука, дБА, создаваемый на расстоянии 25 м от оси ближнего магистрального железнодорожного пути j-м поездом i-й категории, проходящим в течение l-го часа;

n^i_l — число поездов i-й категории, проходящих по рассматриваемому участку пути, в течение l-го часа;

t_{jl} — время следования каждого поезда по рассматриваемому участку пути в течение l-го часа, с.

Часовой эквивалентный уровень звука $L_{Aeq25,1h,l}$, создаваемый на расстоянии 25 м от оси ближнего магистрального железнодорожного пути потоками поездов железнодорожного транспорта всех категорий, прошедших по рассматриваемому участку пути в течение l-го часа, определяется по формуле

$$L_{Aeq25\ 1h,l} = 10\lg \sum_{i=1}^{n} 10^{0,1L^i_{Aeq25,1h,l}}. \quad (6)$$

Эквивалентный уровень звука $L_{Aeq25,k}$ за время оценки (16 ч днем и 8 ч ночью) рассчитывают по формуле

$$L_{Aeq25,k} = 10\lg \frac{1}{T_k} \sum_{l=1}^{n_k} t_l 10^{0,1L_{Aeq25,1h,l}}, \quad (7)$$

где T_k — время оценки, ч, принимаемое в соответствии с [1], равным 16 ч (n_k = 16) для дня и 8 ч (n_k = 8) для ночи;

t_l = 1 ч.

Примечание — При необходимости выделения вечернего времени следует рассматривать три временных интервала оценки шума за сутки в соответствии с ГОСТ Р 53187.

6.2 Расчет максимального уровня звука

Максимальный уровень звука L^i_{Amax25} шума, создаваемого поездами различных категорий на расстоянии 25 м от оси крайней полосы движения, рассчитывают по формулам:

- для пассажирских поездов (категория 1)

$$L^1_{Amax25} = 24\lg v_1 + 10\lg \left\{\operatorname{arctg}\left(\frac{l_1}{50}\right)\right\} + 41{,}2; \quad (8)$$

- для грузовых поездов (категория 2)

$$L^2_{Amax25} = 15\lg v_2 + 10\lg \left\{\operatorname{arctg}\left(\frac{l_2}{50}\right)\right\} + 59{,}9; \quad (9)$$

- для электропоездов (категория 3)

$$L^3_{Amax25} = 27{,}5\lg v_3 + 10\lg\left\{\operatorname{arctg}\left(\frac{l_3}{50}\right)\right\} + 36{,}2; \quad (10)$$

- для высокоскоростных поездов (категория 4)

$$L^4_{Amax25} = 45{,}1\lg v_4 + 10\lg\left\{\operatorname{arctg}\left(\frac{l_4}{50}\right)\right\} - 19{,}2, \quad (11)$$

где v_i — скорость движения поезда i-й категории, км/ч;

l_i — длина поезда i-й категории, м;

$i = 1, 2, 3, 4$.

Примечание — Формулы (7)—(9) получены по расчетам линейной регрессии для результатов измерений шума, указанных в примечании к формулам (1)—(4). Коэффициент корреляции, показывающий меру линейной зависимости между значениями $x_j = 10\lg v_j$ и $y_j = L^j_{Amax25} - 10\lg\{\operatorname{arctg}(l_j/50)/(25\pi)\}$, $j = 1,\ldots, n_i$ (n_i — число испытанных поездов i-й категории), составил для пассажирских поездов 0,77, для грузовых поездов 0,69, для электропоездов 0,69, для высокоскоростных поездов 0,98. Зависимость от длины поезда получена аналитически для модели поезда в виде линейного источника длиной l с равномерным распределением вдоль l синфазных точечных источников одинаковой производительности.

Для оценки максимальных уровней звука, создаваемых поездами в случае подачи звукового сигнала, следует пользоваться данными по ГОСТ 12.2.056 (подраздел 1.3):

- звуковой сигнал, подаваемый тифонами, — (103 ± 5) дБ*А*;
- звуковой сигнал, подаваемый свистками, — 88 дБ*А*.

Примечание — В приведенных значениях учтена частотная коррекция *А* уровня звукового давления на частоте сигнала 500 Гц, равная в соответствии с ГОСТ минус 3,2 дБ, и снижение уровня звукового давления с расстоянием, равное минус 14 дБ.

За максимальный уровень звука потока поездов, следующего по рассматриваемому участку пути, за время оценки (16 ч днем и 8 ч ночью) принимают наибольшее из рассчитанных по формулам (8)—(11) значение

$$L_{Amax25,k} = \max_i\{L^i_{Amax25}\}, \quad (12)$$

где L^i_{Amax25} — максимальный уровень звука от поездов i-й категории, дБ*А*.

6.3 Расчет эквивалентных уровней звукового давления в октавных полосах частот

Эквивалентные уровни звукового давления L^i_{eq25}, дБ, в октавных полосах частот на расстоянии 25 м от оси ближнего магистрального железнодорожного пути для поездов i-й категории ($i = 1, 2, 3, 4$) определяют путем сложения соответствующего эквивалентного уровня звука L_{Aeq25}, дБ*А*, рассчитанного по 6.1, с значениями относительных спектров, приведенными в таблице 2.

Таблица 2 — Относительные спектры шума железнодорожного транспорта

Источник шума	Относительная частотная характеристика, дБ, при среднегеометрических частотах октавной полосы, Гц							
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Пассажирский поезд с локомотивной тягой	–12,6	–15,5	–18,4	–5,6	–3,7	–6,4	–11,5	–23,4
Грузовой поезд, (все типы)	+2,8	–5,8	–6,0	–2,5	–5,2	–7,0	–12,1	–21,8
Электропоезд	–15,1	–17,0	–17,3	–4,3	–3,3	–6,2	–13,5	–24,2
Высокоскоростной поезд	+1,0	–4,5	–13,9	–7,2	–4,6	–5,1	–10,8	–19,4
Примечание — Согласно [4] оценка уровня звукового давления в октавной полосе со среднегеометрической частотой 31,5 Гц не проводится.								

Часовые эквивалентные октавные уровни звукового давления $L_{eq25,1h}$ потоков железнодорожного транспорта и эквивалентные уровни звукового давления $L_{eq25,k}$ за время оценки рассчитываются соответственно по формулам (5)—(7) с заменой в них эквивалентных уровней звука на соответствующие уровни звукового давления.

7 Коррекции в расчетах шумовых характеристик

7.1 Учет типа пути, наличия стыков и стрелок

Коррекцию на тип пути, наличие стыков и стрелок определяют по формуле

$$\Delta L_{путь} = \Delta L_{п} + 10\lg(1 - f), \quad (13)$$

где $\Delta L_{п}$ — коррекция на тип пути, принимаемая по таблице 3;

f — параметр, учитывающий наличие стыков и стрелок, определяемый по таблице 4.

Таблица 3 — Коррекции на тип пути

Тип пути	Коррекция $\Delta L_{п}$, дБА
Путь с бетонными шпалами	0
Путь с деревянными шпалами	Минус 2
Путь на бетонных плитах	3

Таблица 4 — Параметр, учитывающий наличие стыков и стрелок

Конструкция пути	f
Путь без стыков, стрелок и пересечений	0
Путь со стыками, одиночная стрелка	1/30
2 стрелки на 100 м	6/100
Более 2 стрелок на 100 м	8/100

7.2 Прохождение кривых участков пути

Коррекцию на прохождение кривых участков пути $\Delta L_{кр}$ следует принимать в зависимости от радиуса кривизны проходимого участка:

- на кривых участках пути с радиусом от 300 до 650 м $\Delta L_{кр}$ = 3 дБА;
- на кривых участках пути с радиусом менее 300 м $\Delta L_{кр}$ = 8 дБА.

7.3 Ускорение, торможение и тип мостов

7.3.1 Уровень шума нагруженного поезда, двигающегося с ускорением или замедляющего ход, выше, чем ненагруженного поезда при постоянной скорости.

При расчете шумовой характеристики поезда, движущегося с ускорением, следует принимать следующие значения коррекции $\Delta L_{у}$:

- порожний подвижной состав, движущийся с ускорением, — минус 6 дБА;
- груженый подвижной состав, движущийся с ускорением, — 2 дБА.

На участках, где происходит торможение, коррекция $\Delta L_{т}$, определяется по таблице 5 в зависимости от категории поезда.

Таблица 5 — Коррекция при торможении поезда

Категория по таблице 1	Коррекция при торможении $\Delta L_{т}$, дБА
1	10
2	12
3	10
4	0

7.3.2 При проходе по мосту уровни шума, генерируемые поездом, выше, чем при проходе по обычному пути. Увеличение уровня шума зависит от типа моста и пути.

Коррекцию $\Delta L_{мост}$ при прохождении поезда по мосту принимают по таблице 6.

Таблица 6 — Коррекция на тип моста

Тип моста	Коррекция, дБА
Стальной мост	10
Стальной мост с балластным слоем	5
Армированный бетонный мост с балластным слоем	3

8 Расчет шума на примагистральной территории

8.1 Выбор расчетных точек

Расчетные точки выбирают по ГОСТ 23337 и ГОСТ 31296.2 (для учета вклада звука, отраженного от фасада здания, перед которым расположена расчетная точка), а для целей составления карт шума городских территорий — по ГОСТ Р 53187.

На площадках отдыха микрорайонов и групп жилых домов, на площадках детских дошкольных учреждений, на участках школ и больниц расчетные точки следует выбирать на ближайшей к оцениваемому участку железнодорожного пути границе площадки на высоте (1,5 ± 0,1) м от поверхности земли. Если площадка частично находится в зоне звуковой тени от здания, сооружения или какого-либо другого экранирующего объекта, а частично в зоне действия прямого звука, то расчетная точка должна находиться вне зоны звуковой тени.

На территории, непосредственно прилегающей к жилым домам и другим зданиям, в которых нормируются уровни проникающего шума, расчетные точки следует выбирать на расстоянии 2 м от фасада здания, обращенного в сторону оцениваемого участка железнодорожного пути, на высоте (1,5 ± 0,1) м от поверхности земли. Для проведения оценки уровней шума в нормируемых по шуму помещениях расчетные точки следует выбирать на расстоянии 2 м от ограждающих конструкций зданий, ориентированных на источник шума, на уровне середины окон первого и последнего этажей. Для многоэтажной застройки расчет проводится на уровне 12 м от поверхности земли и на уровне середины окон промежуточных этажей зданий. Высота середины окна первого этажа здания считается равной (3 ± 0,5) м над уровнем поверхности земли.

Высота расчетной точки для составления карт шума выбирается равной (4,0 ± 0,5) м.

8.2 Оцениваемые параметры

8.2.1 Оцениваемыми параметрами, подлежащими расчету, являются эквивалентные и максимальные уровни звука и, при необходимости, эквивалентные уровни звукового давления в октавных полосах частот со среднегеометрическими частотами 63; 125; 250; 500; 1000; 2000; 4000; 8000 Гц на опорных временных интервалах (день, ночь, вечер) и долгосрочных временных интервалах (квартал, полгода, год) по ГОСТ 31296.1 и ГОСТ Р 53187.

8.2.2 Значение уровня звука и уровня звукового давления в расчетной точке ($L_{р.т}$) оцениваемого параметра шума определяют с учетом расширенной неопределенности в соответствии с руководством по выражению неопределенности измерений, принятым [3], по формуле

$$L_{р.т} = L + k\,\sigma_t, \qquad (14)$$

где L — оценочный уровень по 8.2.1, дБА (дБ);

k — коэффициент охвата, принимаемый в зависимости от уровня доверительной вероятности;

σ_t — суммарная стандартная неопределенность, дБА (дБ).

Значения k и σ_t определяют по 9.1.

Примечание — Если вблизи железнодорожного пути находятся другие источники шума, в качестве L следует использовать суммарный оценочный уровень, рассчитанный в соответствии с 4.4, а значение σ_t должно быть рассчитано с учетом суммарного стандартного отклонения, определенного для этих источников по ГОСТ 31295.2.

8.3 Критерии оценки шума и определение требуемого снижения уровня шума

Оценка уровней шума проводится посредством сопоставления их с допустимыми уровнями, установленными в [1]. При выполнении мониторинга шума в городах сопоставление проводится с предельными значениями по ГОСТ Р 53187.

Требуемое снижение уровней шума $\Delta L_{тр}$ по уровню звука и уровням звукового давления в октавных полосах частот следует определять для каждой расчетной точки в соответствии с [5] по формуле

$$\Delta L_{тр} = L_{рт} - L_{доп} + 10\lg n, \quad (15)$$

где $L_{рт}$ — оцениваемый параметр шума по 8.2;

$L_{доп}$ — допустимый по [1] или предельный по ГОСТ Р 53187 уровень, дБ*А*, или уровень звукового давления, дБ;

n — число источников, шум которых учитывается в рассматриваемой расчетной точке.

Примечание — Если в расчетной точке шум от потоков железнодорожного транспорта на 10 дБ*А* (дБ) и более превышает фоновый шум, принимается $n = 1$.

8.4 Снижение шума на пути распространения

8.4.1 Эквивалентный уровень звука и звукового давления в расчетной точке рассчитывают по формуле

$$L_{экв} = L_{экв25} - A_{див} - A_{атм} - A_{грунт} - A_{экр} - A_{\alpha} - A_{жз} - A_{зн} + A_{отр}, \quad (16)$$

где $L_{экв25}$ — шумовая характеристика потоков поездов, определяемая по 6.1, 6.3 для часового и оценочного интервалов времени, дБ*А* (дБ);

$A_{див}$ — снижение из-за геометрической дивергенции (из-за расхождения энергии при излучении в свободное пространство), дБ*А* (дБ);

$A_{атм}$ — снижение из-за поглощения звука атмосферой, дБ*А* (дБ);

$A_{грунт}$ — снижение уровня звука вследствие поглощения звука поверхностью грунта, дБ*А* (дБ);

$A_{экр}$ — снижение из-за экранирования, дБ*А* (дБ);

A_{α} — снижение из-за ограничения угла видимости, дБ*А* (дБ);

$A_{жз}$ — снижение в жилой застройке, дБ*А* (дБ);

$A_{зн}$ — снижение в зеленых насаждениях, дБ*А* (дБ);

$A_{отр}$ — коррекция на отражение звука от зданий, вблизи которых расположена расчетная точка, дБ*А* (дБ).

8.4.2 Максимальный уровень звука в расчетной точке рассчитывают по формуле

$$L_{Amax} = L_{Amax} - A_{див} - A_{атм} - A_{экр} - A_{зн}, \quad (17)$$

где L_{Amax25} — шумовая характеристика потоков поездов, определяемая по 6.2, дБ*А*; остальные величины соответствуют обозначениям в формуле (16).

Расчет максимального уровня звука при подаче звуковых сигналов проводится как для точечного источника по ГОСТ 31295.2 с учетом направленности излучения относительно расчетной точки, равной минус 2 дБ*А*.

8.4.3 Значение $A_{див}$ рассчитывают по 8.5, $A_{экр}$ — по 9.6, $A_{отр}$ — по 8.7. $A_{атм}$, $A_{грунт}$, $A_{жз}$, и $A_{зн}$ рассчитывают по ГОСТ 31295.2, A_{α} — по [6].

Примечания

1 Полосы зеленых насаждений дают существенное снижение уровней звукового давления только в случаях, когда они являются достаточно плотными. Для этого необходимо, чтобы они образовывали плотную преграду на пути прямого распространения звука, т. е. чтобы не были видны отдельные участки пути через растительность.

2 Зеленые насаждения дают затухание 4 дБ*А* на 100 м. Эту величину следует принимать в расчет при учете полос нешумозащитных зеленых насаждений.

3 В ГОСТ 31295.2 величины $A_{атм}$, $A_{грунт}$, $A_{жз}$ и $A_{зн}$ обозначены $A_{атм}$, A_{gr}, $A_{полз}$ и A_{fol} соответственно.

8.5 Геометрическая дивергенция

Снижение уровней шума в зависимости от расстояния рассчитывают по формулам:

- для эквивалентных уровней звука и звукового давления

$$A_{див} = 10\lg\left[\operatorname{arctg}\left(\frac{\bar{l}}{25}\right)\right] - 10\lg\left[\operatorname{arctg}\left(\frac{\bar{l}}{R}\right) - \frac{12,5}{\bar{l}}\ln\left(1+\left(\frac{\bar{l}}{R}\right)^2\right)\right] - 10\lg\left(\frac{25}{R}\right); \quad (18)$$

- для максимальных уровней звука

$$A_{див} = 10\lg\left[\operatorname{arctg}\left(\frac{\bar{l}}{50}\right)\right] - 10\lg\left[\operatorname{arctg}\frac{\bar{l}}{2R}\right] - 10\lg\left(\frac{25}{R}\right), \quad (19)$$

где $\bar{l}$ — средняя длина поездов, м, различных категорий по таблице 1, проходящих по рассматриваемому участку пути;

R — минимальное расстояние до расчетной точки от оси крайней полосы движения, м.

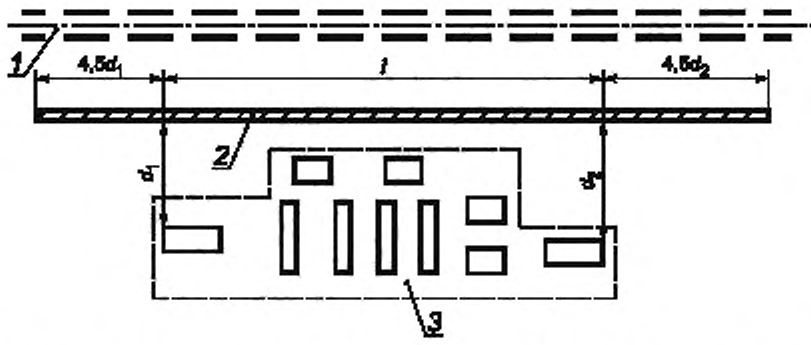
8.6 Акустические экраны и экранирующие сооружения (здания, насыпи, выемки)

8.6.1 Экранирующие сооружения (здания, насыпи, выемки) могут быть рассмотрены как экраны, если угол обзора экрана из расчетной точки не меньше, чем сектор обзора, принимаемый в расчет.

В зависимости от параметров установки экрана и длины объекта защиты экран может быть протяженным или ограниченной длины.

Длина протяженного акустического экрана должна выбираться из условия обеспечения расстояния от крайней точки объекта защиты до соответствующего конца акустического экрана не менее чем в 4,5 раза больше кратчайшего расстояния от объекта защиты до акустического экрана (рисунок 1).

Примечание — Расстояние от крайнего объекта защиты до соответствующего конца акустического экрана выбрано из условия возможности пренебрежения в расчетной точке дифракцией на конце акустического экрана.



1 — железнодорожный путь; *2* — акустический экран; *3* — объект защиты; $d_{1,2}$ — расстояния от крайних объектов защиты до акустического экрана, м

Рисунок 1 — Схема определения требуемой длины акустического экрана

Общая длина протяженного акустического экрана определяется по формуле

$$l_{экр} = 4,5d_1 + l + 4,5d_2, \quad (20)$$

где $d_{1,2}$ — расстояния от крайних объектов защиты до акустического экрана, м;

l — длина объекта защиты.

Расчет снижения шума за протяженным экраном проводят на основании числа Френеля (N) в соответствии с [7] по одной из следующих формул:

$$\begin{aligned} A_{экр.прот} &= 9\lg N + 9, && \text{при } N \geq 1, \\ A_{экр.прот} &= 4,5\lg N + 8,35, && \text{при } 0,2 \leq N < 1, \\ A_{экр.прот} &= 2\lg N + 6,5, && \text{при } 0,01 \leq N < 0,2, \\ A_{экр.прот} &= 2,2, && \text{при } 0 < N < 0,01, \end{aligned} \quad (21)$$

где N — число Френеля, которое для экрана в виде вертикальной стенки рассчитывают по формуле

$$N = \frac{2\delta}{\lambda}, \quad \delta = a + b - c, \tag{22}$$

где δ — разность хода звуковых лучей через кромку экрана и через сам экран непосредственно (рисунок 2).

$$a = \sqrt{r_1^2 + h_{экр}^2}, \tag{23}$$

$$b = \sqrt{r_2^2 + (h_{экр} - h_{р.т.})^2}, \tag{24}$$

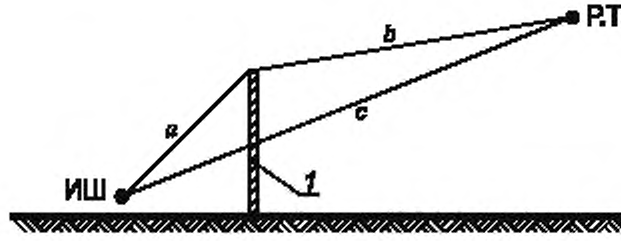
$$c = \sqrt{(r_1 + r_2)^2 + h_{экр}^2}, \tag{25}$$

где r_1 и r_2 — расстояния в горизонтальной плоскости от оси дальнего железнодорожного пути до экрана и от экрана до расчетной точки соответственно, м;

$h_{экр}$ — высота экрана, м;

$h_{р.т.}$ — высота расчетной точки, м;

λ — длина звуковой волны, м (для расчета по уровням звука, дБ*А*, частота принимается равной 1000 Гц).

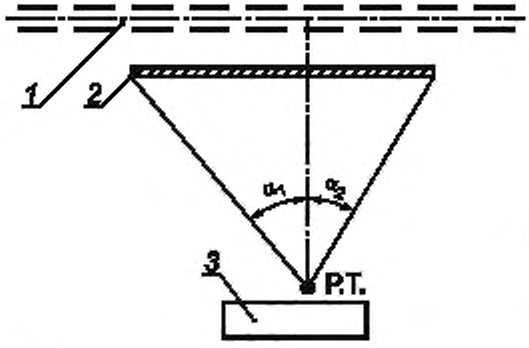


1 — экран; ИШ — источник шума; Р.Т. — расчетная точка

Рисунок 2 — Схема для определения акустической эффективности экрана

Для учета акустических свойств материала и формы верхней граничной поверхности экрана к значениям $A_{экр.прот}$, рассчитанным по формулам (21) вводят коррекции: для отражающего бетонного экрана — минус 2 дБ*А*, для отражающе-поглощающего экрана — 3 дБ*А*, при Г-, Т- и Y-образной форме верхней граничной поверхности экрана — 2 дБ*А*.

Если при конкретных градостроительных условиях допустима установка экрана меньшей длины, то принимают максимально возможную длину экрана. Для того чтобы рассчитать акустическую эффективность экрана ограниченной длины, необходимо определить углы α_1 и α_2 (в градусах) между перпендикуляром из расчетной точки к продольной оси железнодорожного пути и лучами, проведенными из расчетной точки к правому и левому концам экрана (рисунок 3).



1 — железнодорожный путь; *2* — акустический экран; *3* — объект защиты; Р.Т. — расчетная точка

Рисунок 3 — Схема для определения акустической эффективности экрана ограниченной длины

Акустическую эффективность экранов ограниченной длины необходимо рассчитывать в такой последовательности:

1) по формулам (21) определяют акустическую эффективность протяженного экрана ($A_{экр\ прот}$), имеющего ту же высоту и расположенного на том же расстоянии от железнодорожного пути, что и рассчитываемый экран ограниченной длины;

2) определяют углы α_1 и α_2, град, как показано на рисунке 3.

3) в зависимости от углов α_1, α_2 и от значения $A_{экр}$ определяются по таблице 7 значения $A_{экр.\alpha 1}$ и $A_{экр.\alpha 2}$.

4) Окончательно акустическая эффективность экранов ограниченной длины ($A_{экр.огр}$) находится по формуле

$$A_{экр.огр} = A_{экр.\alpha} + \Delta, \qquad (26)$$

где $A_{экр.\alpha}$ — меньшая из величин $A_{экр.\alpha 1}$ и $A_{экр.\alpha 2}$, дБ, дБ*А*;

Δ — коррекция, определяемая по таблице 8, в зависимости от разности величин $A_{экр.\alpha 1}$ и $A_{экр.\alpha 2}$, взятой со знаком плюс.

Таблица 7 — Снижение уровня звука экраном в зависимости от угла α_1 и α_2

Угол, град	45	50	55	60	65	70	75	80	85
$A_{экр\ прот}$, дБ	Снижение уровня звука при данном угле α_1 и α_2, $A_{экр.\alpha 1}$ и $A_{экр.\alpha 2}$, дБ								
6	1,2	1,7	2,3	3	3,8	4,5	5,1	5,7	6
8	1,7	2,3	3	4	4,8	5,6	6,5	7,4	8
10	2,2	2,9	3,8	4,8	5,8	6,8	7,8	9	10
12	2,4	3,1	4	5,1	6,2	7,5	8,8	10,2	11,7
14	2,6	3,4	4,3	5,4	6,7	8,1	9,7	11,5	13,3
16	2,8	3,6	4,5	5,7	7	8,6	10,4	12,4	15
18	2,9	3,7	4,7	5,9	7,3	9	10,8	13	16,8
20	3,2	3,9	4,9	6,1	7,6	9,4	11,3	13,7	18,7
22	3,3	4,1	5,1	6,3	7,9	9,3	11,9	14,5	20,7
24	3,5	4,3	5,8	6,5	8,2	10,2	12,6	15,4	22,5

Таблица 8 — Коррекция Δ

Наименование показателя	Значение показателя											
Разность между $A_{экр.\alpha 1}$ и $A_{экр.\alpha 2}$, дБ	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22
Коррекция Δ, дБ	0	0,8	1,5	2	2,4	2,6	2,8	2,9	2,9	3	3	3

8.6.2 При расчете снижения шума зданием его дворовый фасад рассматривают как экран-стенку [расчеты производят по формулам (21)—(25), подставляя вместо r_1 сумму ($r_1 + \Delta w$), где Δw — ширина здания]. К найденной величине $A_{экр.огр}$ добавляют коррекцию *K*, учитывающую дифракцию звука на верхних и боковых кромках экрана. Коррекцию *K* определяют по номограмме, представленной на рисунке 4.

8.6.3 Расчет снижения шума насыпью или выемкой производят по 8.6.1. При этом необходимо учитывать дополнительно влияние склонов на снижение уровней шума, которое для уровня звука определяют по таблице 9 в зависимости от угла θ и между склоном и горизонтальной площадкой насыпи или выемки (рисунок 5).

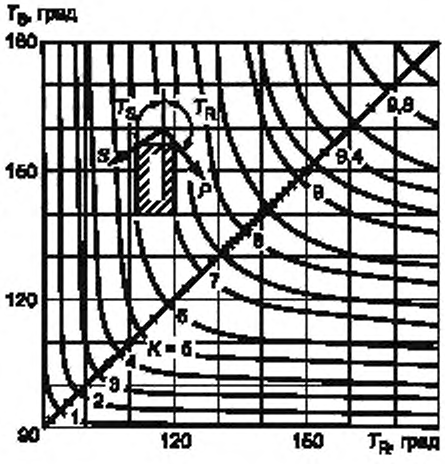
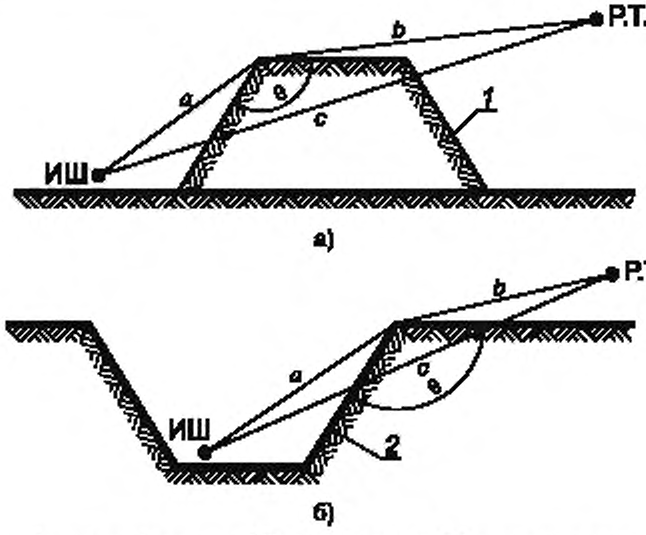


Рисунок 4 — Номограмма для определения величины *K*

Таблица 9 — Коррекция на влияние крутизны склонов насыпи (выемки) на снижение уровней шума

Наименование показателя	Значение показателя			
Внутренний угол θ, градусы	210	225	240	255
Коррекция *DL*, дБА	6	5	3	1



1 — насыпь; 2 — выемка; ИШ — источник шума; Р.Т. — расчетная точка

Рисунок 5 — Схема определения снижения шума насыпью (а) и выемкой (б)

Снижение шума насыпью и выемкой определяется по формулам:

- для насыпи

$$A^{н}_{экр} = A_{экр.w} + K(\lg \Delta w_{н} + 0{,}7) + DL; \quad (27)$$

- для выемки

$$A^{в}_{экр} = A_{экр.w} + DL, \quad (28)$$

где $A_{экр.w}$ — снижение уровней шума, дБ, дБ*А*, верхней кромкой экрана-стенки, рассчитанное по 8.6.1;

$\Delta w_{н}$ — ширина насыпи, м.

Коэффициент *K* определяют по номограмме, представленной на рисунке 4.

Расчет эффективности экранирующих сооружений проводится у объектов защиты, выбранных согласно 8.1, а также в середине экрана со стороны объекта защиты на высоте (1,5 ± 0,1) м на расстоянии 25 м от экрана.

8.7 Отражение звука

Для здания, в 2 м от поверхности которого расположена расчетная точка в соответствии с ГОСТ 31296.2, принимают $A_{отр}$ = 3 дБ (дБ*А*). Для других зданий, расположенных на расстоянии более 2 м от расчетной точки, $A_{отр}$ следует оценивать по ГОСТ 31295.2 (подраздел 7.5).

9 Неопределенность задания шумовых характеристик и расчета шума

9.1 Суммарная стандартная неопределенность σ_t, дБ*А* (дБ), расчета оцениваемых параметров шума зависит от стандартной неопределенности метода определения шумовых характеристик σ_{NED} и стандартной неопределенности метода расчета уровней шума в расчетной точке σ_{CP} и рассчитывается по формуле

$$\sigma_t = \sqrt{\sigma_{NED}^2 + \sigma_{CP}^2}. \quad (29)$$

Неопределенность σ_{NED} зависит от способа определения шумовых характеристик. При измерениях по методу ГОСТ 31296.2 она определяется по разделу 4 вышеуказанного стандарта, а при расчете по методу настоящего стандарта следует придерживаться рекомендаций [3]. При этом входными параметрами являются неопределенности задания скорости *v* поезда, а также его длины *l*, входящих в формулы, указанные в 6.1 и 6.2.

Неопределенность σ_{CP} следует определять в соответствии с ГОСТ 31295.2 по таблице 10.

Таблица 10 — Оценка неопределенности σ_{CP}

Высота h_{PT}*, м	Оценка σ_{CP}, дБ*A*, при расстоянии *R***, м	
	$0 < R < 100$	$100 < R < 1000$
$0 < h_{PT} < 5$	± 3	± 3
$5 < h_{PT} < 30$	± 1	± 3

*h_{PT} — высота расчетной точки.
**R — расстояние от оси ближайшего железнодорожного пути до расчетной точки.

Примечания
1 Оценки точности даны при отсутствии звукоотражения или затухания на экране.
2 Ограничения на применение данных этой таблицы соответствуют указанным в ГОСТ 31295.2 (раздел 9).

9.2 Расширенная неопределенность при определении эквивалентного уровня звука определяется при доверительной вероятности 0,95 при этом значение коэффициента охвата $k = 2$.

10 Выбор средств защиты от шума

10.1 Снижение шума осуществляется по следующим основным направлениям:

- в источнике образования (акустическое шлифование рельсов, переход на бесстыковой путь, вибродемпфирующие накладки на шейку рельса, нанесение на шейку рельса, тележку и колеса виброшумопоглощающей мастики, использование подрельсовых и подшпальных подкладок, нанесение слоя алюминия на тормозные диски, обточка бандажей колес);
- на пути распространения от источника шума до объекта защиты (акустические экраны и экранирующие сооружения, зеленые насаждения, градостроительные методы);
- в объекте защиты (конструктивно-строительные методы, обеспечивающие повышение звукоизоляции наружных конструкций зданий).

10.2 Разработка и выбор вариантов шумозащиты должны осуществляться в соответствии с процедурой, показанной на рисунке 6.

10.3 Наиболее эффективными мерами и конструкциями по снижению шума являются:

- акустическое шлифование рельсов (обеспечивается эффект снижения шума в источнике до 7—9 дБ*A*);
- вибродемпфирующие накладки на шейку рельса (обеспечивается эффект снижения шума в источнике до 4—5 дБ*A*);
- нанесение на шейку рельса, тележку и колеса виброшумопоглощающей мастики (обеспечивается эффект снижения шума в источнике до 7—8 дБ*A*);
- акустические экраны (12—15 дБ*A*). Подбор параметров и оценку акустической эффективности экранов проводят согласно 8.6 с учетом ГОСТ 54931 и ГОСТ 54932;
- звукоизолирующее остекление (до 20—30 дБ*A*);
- выемки и насыпи (до 8—16 дБ*A*).

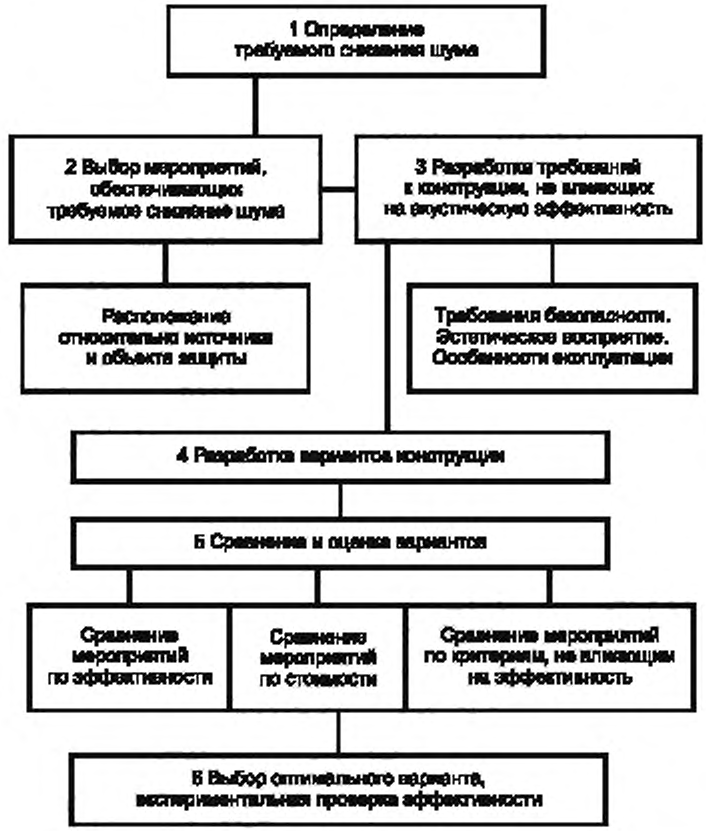


Рисунок 6 — Основные этапы проектирования шумозащитных мероприятий

Приложение А
(справочное)

Примеры расчета шумовых характеристик поездов

Исходные данные для дневного интервала времени и эквивалентный уровень звука L'_{Aeq25}, рассчитанный по формулам (1)—(4) для каждого поезда i-й категории приведены в таблице А.1.

Таблица А.1 — Основные характеристики поездов и их эквивалентные уровни звука

Тип состава	Длина l_i, м	Скорость v_i, км/ч	Время прохождения участка t_i, с	Расчетные эквивалентные уровни звука L'_{Aeq25}, дБА
1-й час				
Электропоезд	120	84	7	85,0
Грузовой	840	42	82	80,9
2-й час				
Пассажирский	260	90	15	84,4
Пассажирский	280	67	21	81,2
3-й час				
Электропоезд	200	50	17	78,7
Высокоскоростной	250	180	6	82,1
4-й час				
Электропоезд	200	53	16	79,5
Пассажирский	320	81	19	83,3
Пассажирский	300	80	18	83,2
Электропоезд	120	51	10	78,7
Электропоезд	160	81	10	84,7
Пассажирский	300	50	27	78,0
5-й час				
Высокоскоростной	250	150	7	78,8
Высокоскоростной	250	156	7	79,5
Пассажирский	160	92	10	84,5
Пассажирский	300	87	16	84,5
Электропоезд	160	67	10	82,3
6-й час				
Электропоезд	160	60	12	80,9
Электропоезд	200	57	15	80,4
Пассажирский	280	108	15	86,5
Пассажирский	300	62	23	80,4
Электропоезд	120	61	9	81,0

Продолжение таблицы А.1

Тип состава	Длина l, м	Скорость v, км/ч	Время прохождения участка t, с	Расчетные эквивалентные уровни звука L^{r}_{Aeq25}, дБА
7-й час				
Электропоезд	160	75	9	83,7
Грузовой	1200	66	68	84,6
Грузовой	980	71	54	85,2
Пассажирский	300	85	14	83,8
8-й час				
Пассажирский	300	90	12	84,5
Пассажирский	320	86	14	84,0
Электропоезд	160	72	8	83,2
9-й час				
Грузовой	980	71	51	85,2
Электропоезд	160	69	9	82,7
Высокоскоростной	250	210	6	84,8
10-й час				
Пассажирский	340	83	16	83,6
Электропоезд	120	72	6	83,0
Электропоезд	160	87	7	85,6
11-й час				
Высокоскоростной	250	195	5	83,5
Электропоезд	160	65	9	81,9
12-й час				
Электропоезд	160	72	8	83,2
Грузовой	560	55	38	83,1
13-й час				
Пассажирский	320	76	16	82,6
Пассажирский	300	84	14	83,7
Электропоезд	160	62	10	81,3
14-й час				
Электропоезд	160	68	9	82,5
Пассажирский	300	77	15	82,8
Грузовой	840	76	40	85,7
15-й час				
Пассажирский	340	84	15	83,7
Электропоезд	160	71	9	83,0
Электропоезд	200	85	9	85,4

Окончание таблицы А.1

Тип состава	Длина l, м	Скорость v, км/ч	Время прохождения участка t, с	Расчетные эквивалентные уровни звука L'_{Aeq25}, дБА
16-й час				
Пассажирский	300	92	12	84,7
Пассажирский	320	87	14	84,1
Электропоезд	200	78	10	84,3
Пассажирский	360	90	15	84,5

По формуле (5) определяют часовой эквивалентный уровень звука для каждой категории поездов:

- для пассажирских поездов:

2-й час $L^{(1)}_{Aeq,1h} = 10\lg\frac{1}{3600}(15\times10^{8,49} + 21\times10^{8,16})$; $L^{(1)}_{Aeq25,1h} = 63,3$ дБА;

4-й час $L^{(1)}_{Aeq,1h} = 10\lg\frac{1}{3600}(19\times10^{8,38} + 18\times10^{8,36} + 27\times10^{7,84})$; $L^{(1)}_{Aeq25,1h} = 64,7$ дБА;

5-й час $L^{(1)}_{Aeq,1h} = 10\lg\frac{1}{3600}(10\times10^{8,5} + 16\times10^{8,45})$; $L^{(1)}_{Aeq25,1h} = 63,3$ дБА;

6-й час $L^{(1)}_{Aeq,1h} = 10\lg\frac{1}{3600}(15\times10^{8,69} + 23\times10^{8,08})$; $L^{(1)}_{Aeq25,1h} = 64,5$ дБА;

7-й час $L^{(1)}_{Aeq,1h} = 10\lg\frac{1}{3600}\times14\times10^{8,43}$; $L^{(1)}_{Aeq25,1h} = 60,2$ дБА;

8-й час $L^{(1)}_{Aeq,1h} = 10\lg\frac{1}{3600}(12\times10^{8,49} + 14\times10^{8,44})$; $L^{(1)}_{Aeq25,1h} = 63,2$ дБА;

10-й час $L^{(1)}_{Aeq,1h} = 10\lg\frac{1}{3600}\times16\times10^{8,4}$; $L^{(1)}_{Aeq25,1h} = 60,5$ дБА;

13-й час $L^{(1)}_{Aeq,1h} = 10\lg\frac{1}{3600}(16\times10^{8,3} + 14\times10^{8,41})$; $L^{(1)}_{Aeq25,1h} = 62,8$ дБА;

14-й час $L^{(1)}_{Aeq,1h} = 10\lg\frac{1}{3600}\times15\times10^{8,32}$; $L^{(1)}_{Aeq25,1h} = 59,4$ дБА;

15-й час $L^{(1)}_{Aeq,1h} = 10\lg\frac{1}{3600}\times15\times10^{8,42}$; $L^{(1)}_{Aeq25,1h} = 60,4$ дБА;

16-й час $L^{(1)}_{Aeq,1h} = 10\lg\frac{1}{3600}(12\times10^{8,51} + 14\times10^{8,45} + 15\times10^{8,5})$; $L^{(1)}_{Aeq25,1h} = 65,4$ дБА.

- для грузовых поездов:

1-й час $L^{(2)}_{Aeq,1h} = 10\lg\frac{1}{3600}\times82\times10^{8,05}$; $L^{(2)}_{Aeq25,1h} = 64,4$ дБА;

7-й час $L^{(2)}_{Aeq,1h} = 10\lg\frac{1}{3600}(68\times10^{8,46} + 54\times10^{8,52})$; $L^{(2)}_{Aeq25,1h} = 70,2$ дБА;

9-й час $L^{(2)}_{Aeq,1h} = 10\lg\frac{1}{3600}\times51\times10^{8,52}$; $L^{(2)}_{Aeq25,1h} = 66,7$ дБА;

12-й час $L^{(2)}_{Aeq,1h} = 10\lg\frac{1}{3600}\times38\times10^{8,31}$; $L^{(2)}_{Aeq25,1h} = 63,3$ дБА;

14-й час $L^{(2)}_{Aeq,1h} = 10\lg\frac{1}{3600}\times40\times10^{8,57}$; $L^{(2)}_{Aeq25,1h} = 66,2$ дБА;

- для электропоездов:

1-й час $L^{(3)}_{Aeq,1h} = 10\lg\frac{1}{3600}\times7\times10^{8,5}$; $L^{(3)}_{Aeq25,1h} = 57,9$ дБА;

3-й час $L^{(3)}_{Aeq,1h} = 10\lg\frac{1}{3600}\times17\times10^{7,87}$; $L^{(3)}_{Aeq25,1h} = 55,4$ дБА;

4-й час $L^{(3)}_{Aeq,1h} = 10\lg\frac{1}{3600}(16\times10^{7,95} + 10\times10^{7,85} + 10\times10^{8,47})$; $L^{(3)}_{Aeq25,1h} = 61,5$ дБА;

5-й час $L^{(3)}_{Aeq,1h} = 10\lg\frac{1}{3600}\times10\times10^{8,25}$; $L^{(3)}_{Aeq25,1h} = 56,7$ дБА;

6-й час $L^{(3)}_{Aeq,1h} = 10\lg\frac{1}{3600}(12\times10^{6,09} + 15\times10^{6,04} + 9\times10^{5,1})$; $L^{(3)}_{Aeq25,1h}$ = 60,7 дБА;

7-й час $L^{(3)}_{Aeq,1h} = 10\lg(\frac{1}{3600}\times9\times10^{6,37})$; $L^{(3)}_{Aeq25,1h}$ = 57,7 дБА;

8-й час $L^{(3)}_{Aeq,1h} = 10\lg(\frac{1}{3600}\times9\times10^{6,32})$; $L^{(3)}_{Aeq25,1h}$ = 57,2 дБА;

9-й час $L^{(3)}_{Aeq,1h} = 10\lg(\frac{1}{3600}\times8\times10^{6,27})$; $L^{(3)}_{Aeq25,1h}$ = 56,2 дБА;

10-й час $L^{(3)}_{Aeq,1h} = 10\lg\frac{1}{3600}(6\times10^{6,31} + 7\times10^{6,58})$; $L^{(3)}_{Aeq25,1h}$ = 60,2 дБА;

11-й час $L^{(3)}_{Aeq,1h} = 10\lg(\frac{1}{3600}\times9\times10^{6,19})$; $L^{(3)}_{Aeq25,1h}$ = 55,9 дБА;

12-й час $L^{(3)}_{Aeq,1h} = 10\lg(\frac{1}{3600}\times8\times10^{6,32})$; $L^{(3)}_{Aeq25,1h}$ = 56,7 дБА;

13-й час $L^{(3)}_{Aeq,1h} = 10\lg(\frac{1}{3600}\times10\times10^{6,14})$; $L^{(3)}_{Aeq25,1h}$ = 55,8 дБА;

14-й час $L^{(3)}_{Aeq,1h} = 10\lg(\frac{1}{3600}\times9\times10^{6,25})$; $L^{(3)}_{Aeq25,1h}$ = 56,5 дБА,

15-й час $L^{(3)}_{Aeq,1h} = 10\lg(\frac{1}{3600}\times9\times10^{6,31})$; $L^{(3)}_{Aeq25,1h}$ = 57,1 дБА;

16-й час $L^{(3)}_{Aeq,1h} = 10\lg(\frac{1}{3600}\times10\times10^{6,43})$; $L^{(3)}_{Aeq25,1h}$ = 58,7 дБА;

- для высокоскоростных поездов:

3-й час $L^{(4)}_{Aeq,1h} = 10\lg(\frac{1}{3600}\times6\times10^{6,27})$; $L^{(4)}_{Aeq25,1h}$ = 54,3 дБА;

5-й час $L^{(4)}_{Aeq,1h} = 10\lg\frac{1}{3600}(7\times10^{7,88} + 7\times10^{7,99})$; $L^{(4)}_{Aeq25,1h}$ = 55,1 дБА;

9-й час $L^{(4)}_{Aeq,1h} = 10\lg(\frac{1}{3600}\times6\times10^{6,27})$; $L^{(4)}_{Aeq25,1h}$ = 54,9 дБА;

11-й час, $L^{(4)}_{Aeq,1h} = 10\lg(\frac{1}{3600}\times5\times10^{6,35})$; $L^{(4)}_{Aeq25,1h}$ = 54,9 дБА.

По формуле (6) определяют часовые эквивалентные уровни звука поездов всех категорий за дневной интервал времени:

1-й час $L_{Aeq,1h} = 10\lg(10^{6,44} + 10^{5,79})$; $L_{Aeq25,1h}$ = 65,3 дБА;
2-й час $L_{Aeq25,1h}$ = 63,3 дБА;
3-й час $L_{Aeq,1h} = 10\lg(10^{5,43} + 10^{5,84})$; $L_{Aeq25,1h}$ = 57,9 дБА;
4-й час $L_{Aeq,1h} = 10\lg(10^{6,47} + 10^{6,15})$; $L_{Aeq25,1h}$ = 66,4 дБА,
5-й час $L_{Aeq,1h} = 10\lg(10^{6,33} + 10^{5,87} + 10^{5,51})$, $L_{Aeq25,1h}$ = 64,7 дБА;
6-й час $L_{Aeq,1h} = 10\lg(10^{6,45} + 10^{6,07})$; $L_{Aeq25,1h}$ = 66,0 дБА,
7-й час $L_{Aeq,1h} = 10\lg(10^{6,02} + 10^{7,02} + 10^{5,77})$; $L_{Aeq25,1h}$ = 70,8 дБА;
8-й час $L_{Aeq,1h} = 10\lg(10^{6,32} + 10^{5,72})$; $L_{Aeq25,1h}$ = 64,2 дБА,
9-й час $L_{Aeq,1h} = 10\lg(10^{6,67} + 10^{5,62} + 10^{5,49})$; $L_{Aeq25,1h}$ = 67,3 дБА;
10-й час $L_{Aeq,1h} = 10\lg(10^{6,05} + 10^{6,02})$; $L_{Aeq25,1h}$ = 63,4 дБА;
11-й час $L_{Aeq,1h} = 10\lg(10^{5,59} + 10^{5,49})$; $L_{Aeq25,1h}$ = 58,4 дБА;
12-й час $L_{Aeq,1h} = 10\lg(10^{6,33} + 10^{5,67})$; $L_{Aeq25,1h}$ = 64,2 дБА;
13-й час $L_{Aeq,1h} = 10\lg(10^{6,28} + 10^{5,58})$; $L_{Aeq25,1h}$ = 63,6 дБА;
14-й час $L_{Aeq,1h} = 10\lg(10^{5,94} + 10^{6,62} + 10^{5,66})$; $L_{Aeq25,1h}$ = 67,4 дБА;
15-й час $L_{Aeq,1h} = 10\lg(10^{6,04} + 10^{5,71})$; $L_{Aeq25,1h}$ = 62,1 дБА;
16-й час $L_{Aeq,1h} = 10\lg(10^{6,54} + 10^{5,87})$; $L_{Aeq25,1h}$ = 66,2 дБА.

По формуле (7) определяют эквивалентный уровень звука за весь дневной интервал времени (T_k = 16 ч):

$L_{eq25,k} = 10\lg\frac{1}{16}(10^{6,53} + 10^{6,33} + 10^{5,79} + 10^{6,64} + 10^{6,47} + 10^{6,60} + 10^{7,08} + 10^{6,42} + 10^{6,73} + 10^{6,34} + 10^{5,84} + 10^{6,42} + 10^{6,36} + 10^{6,74} + 10^{6,21} + 10^{6,62})$, таким образом $L_{eq25,k}$ = 65,5 дБА.

Приложение Б
(справочное)

Пример расчета максимального уровня звука поездов

Исходные данные для расчета и значения максимального уровня звука $L^{i}_{Amax\,25}$ для дневного интервала времени, рассчитанные по формулам (8)—(11) для каждого поезда i-й категории, приведены в таблице Б.1.

Таблица Б.1 — Основные характеристики поездов и их максимальные уровни звука

Тип состава	Длина l, м	Скорость v, км/ч	Расчетные максимальные уровни звука $L^{i}_{Amax\,25}$, дБА
1-й час			
Электропоезд	120	84	89,9
Грузовой	840	42	85,7
2-й час			
Пассажирский	260	90	89,6
Пассажирский	280	67	86,6
3-й час			
Электропоезд	200	50	84,2
Высокоскоростной	250	180	83,9
4-й час			
Электропоезд	200	53	84,9
Пассажирский	320	81	88,6
Пассажирский	300	80	88,5
Электропоезд	120	51	84,0
Электропоезд	160	81	89,8
Пассажирский	300	50	83,5
5-й час			
Высокоскоростной	250	150	80,3
Высокоскоростной	250	156	81,1
Пассажирский	160	92	89,6
Пассажирский	300	87	89,3
Электропоезд	160	67	87,5
6-й час			
Электропоезд	160	60	86,2
Электропоезд	200	57	85,8
Пассажирский	280	108	91,6
Пассажирский	300	62	85,8
Электропоезд	120	61	86,1

Продолжение таблицы Б.1

Тип состава	Длина l, м	Скорость v, км/ч	Расчетные максимальные уровни звука L'_{Amax25}, дБА
7-й час			
Электропоезд	160	75	88,9
Грузовой	1200	66	88,6
Грузовой	980	71	89,1
Пассажирский	300	85	89,1
8-й час			
Пассажирский	300	90	89,6
Пассажирский	320	86	89,2
Электропоезд	160	72	88,4
9-й час			
Грузовой	980	71	89,1
Электропоезд	160	69	87,9
Высокоскоростной	250	210	86,9
10-й час			
Пассажирский	340	83	88,9
Электропоезд	120	72	88,1
Электропоезд	160	87	90,7
11-й час			
Высокоскоростной	250	195	85,5
Электропоезд	160	65	87,2
12-й час			
Электропоезд	160	72	88,4
Грузовой	560	55	87,4
13-й час			
Пассажирский	320	76	87,9
Пассажирский	300	84	89,0
Электропоезд	160	62	86,6
14-й час			
Электропоезд	160	68	87,7
Пассажирский	300	77	88,1
Грузовой	840	76	89,5
15-й час			
Пассажирский	340	84	89,0
Электропоезд	160	71	88,2
Электропоезд	200	85	90,5

Окончание таблицы Б.1

Тип состава	Длина l, м	Скорость v, км/ч	Расчетные максимальные уровни звука $L^{l}_{A\,max\,25}$, дБА
16-й час			
Пассажирский	300	92	89,9
Пассажирский	320	87	89,4
Электропоезд	200	78	89,5
Пассажирский	360	90	89,7

В соответствии с формулой (12) $L_{A\,max25,A}$ = 91,6 дБА.

Библиография

[1]	Санитарные нормы СН 2.2.4/2.1.8.562—96	Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки
[2]	Санитарные правила и нормы СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200—03 с изменениями	Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов
[3]	Рекомендации по межгосударственной стандартизации РМГ 43—2001	Государственная система обеспечения единства измерений. Руководство по выражению неопределенности измерений
[4]	Методические указания МУК 4.3.2194—07	Методические указания. Контроль уровня шума на территории жилой застройки, в жилых и общественных зданиях и помещениях
[5]	Строительные нормы и правила СНиП 23-03—2003	Защита от шума
[6]	Свод правил по проектированию и строительству СП 23-104—2004	Оценка шума при проектировании, строительстве и эксплуатации объектов метрополитена

[7] Методические рекомендации по оценке необходимого снижения звука у населенных пунктов и определению требуемой акустической эффективности экранов с учетом звукопоглощения. Утверждено распоряжением Минтранса России № ОС-362-р от 21.04.2003 г.

УДК 534.322.3.08:006.354 ОКС 13.020.30; 13.140; 17.140.30 Т34

Ключевые слова: потоки железнодорожного транспорта, шум железнодорожного транспорта, эквивалентные уровни звука, максимальные уровни звука, объект защиты, методы и средства защиты от шума

Редактор *Е.С. Котлярова*
Технический редактор *Н.С. Грошанова*
Корректор *В.И. Варенцова*
Компьютерная верстка *В.И. Грищенко*

Сдано в набор 10.04.2013. Подписано в печать 27.05.2013. Формат 60x84 1/8. Гарнитура Ариал. Усл. печ. л. 3,26.
Уч.-изд. л. 2,70. Тираж 96 экз. Зак. 530.

ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ», 123995 Москва, Гранатный пер., 4.
gost.e-ecolog.ru gost.e-ecolog.ru
Набрано во ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ» на ПЭВМ.
Отпечатано в филиале ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ» — тип. «Московский печатник», 105062 Москва, Лялин пер., 6.
gost.e-ecolog.ru