ОДМ 218.2.013-2011

ОТРАСЛЕВОЙ ДОРОЖНЫЙ МЕТОДИЧЕСКИЙ ДОКУМЕНТ



МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ЗАЩИТЕ ОТ ТРАНСПОРТНОГО ШУМА ТЕРРИТОРИЙ, ПРИЛЕГАЮЩИХ К АВТОМОБИЛЬНЫМ ДОРОГАМ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ДОРОЖНОЕ АГЕНТСТВО
(РОСАВТОДОР)

Москва 2011

gost.e-ecolog.ru

ПРЕДИСЛОВИЕ

1 РАЗРАБОТАН МОСКОВСКИМ АВТОМОБИЛЬНО-ДОРОЖНЫМ ГОСУДАРСТВЕННЫМ ТЕХНИЧЕСКИМ УНИВЕРСИТЕТОМ (МАДИ) при участии НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО ИНСТИТУТА СТРОИТЕЛЬНОЙ ФИЗИКИ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ АРХИТЕКТУРЫ И СТРОИТЕЛЬНЫХ НАУК (НИИСФ РААСН).

2 ВНЕСЕН Управлением научно-технических исследований, информационного обеспечения и ценообразования Федерального дорожного агентства.

3 ИЗДАНЫ на основании распоряжения Федерального дорожного агентства от 13.12.2012 № 995-р.

4. ИМЕЕТ РЕКОМЕНДАТЕЛЬНЫЙ ХАРАКТЕР.

5. ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ.

Настоящий отраслевой методический документ не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения Федерального дорожного агентства (Росавтодора).

Содержание

		Стр.
1	Область применения	1
3	Термины и определения	5
4	Общие положения	8
5	Санитарное нормирование уровней шума на территориях, непосредственно прилегающих к жилым зданиям и зданиям общественного назначения	10
6	Определение шумовой характеристики транспортного потока (ШХТП)	12
7	Прогнозирование распространения транспортного шума	18
7.1	Расчетные точки и расчетные сечения	18
7.2	Определение эквивалентного уровня звука в расчетной точке	20
7.3	Определение максимального уровня звука в расчетной точке	24
8	Определение требуемого снижения уровня звука в расчетной точке	25
9	Классификация мероприятий по защите от транспортного шума территорий, прилегающих к автомобильным дорогам	27
10	Пассивные мероприятия по снижению транспортного шума	30
10.1	Проектирование участков дорог, обеспечивающее наименьший уровень транспортного шума на прилегающей территории	30
10.2	Снижение шума средствами организации движения	33
11	Шумозащитные сооружения на автомобильных дорогах	36
11.1	Комплекс требований предъявляемых к шумозащитным сооружениям	36
11.2	Классификация шумозащитных сооружений	37
11.3	Основные требования к материалам шумозащитных сооружений	45
11.4	Определение размеров шумозащитных сооружений	51
11.4.1	Высота шумозащитного экрана-стенки	52
11.4.2	Параллельные экраны-стенки	55
11.4.3	Повышение акустической эффективности шумозащитных экранов	56
11.4.4	Расчет акустической эффективности проложения автомобильной дороги в выемке	60
11.4.5	Акустическая эффективность грунтового шумозащитного вала	61
11.4.6	Определение поглощения шума поверхностью защищаемой от него территории при наличии экрана	65
11.4.7	Длина шумозащитных экранов	67

11.4.8 Начальный (конечный) участок экрана, отгон высоты экрана, разрывы в шумозащитных сооружениях 69
11.5 Размещение шумозащитных экранов в пределах поперечного профиля 74
11.6 Шумозащитные выемки 83
11.7 Шумозащитные грунтовые валы 85
11.8 Комбинированные шумозащитные сооружения 92
12 Эстетический аспект проектирования шумозащитных сооружений 96
13 Особенности шумозащиты участков автомобильных дорог высоких категорий расположенных в населенных пунктах 114
14 Экономическая оценка устройства шумозащитных сооружений на автомобильных дорогах 116

ПРИЛОЖЕНИЕ А Энергетическое сложение эквивалентных уровней звука создаваемых несколькими источниками шума 125
ПРИЛОЖЕНИЕ Б Снижение уровня звука транспортного потока ΔL_{Apac}, в зависимости от увеличения расстояния до расчетной точки и длины подлежащего расчету участка дороги 127
ПРИЛОЖЕНИЕ В Снижение эквивалентных уровней транспортного шума на прилегающей территории в зависимости от поперечного профиля на проектируемом участке 129
ПРИЛОЖЕНИЕ Г Последовательность и пример расчета размеров шумозащитных сооружений 135
ПРИЛОЖЕНИЕ Д Ветровая нагрузка на конструкции шумозащитных экранов 149
ПРИЛОЖЕНИЕ Е Методы определения заявленных значений звукоизоляции акустических панелей и коэффициента звукопоглощения панелей шумозащитных экранов 151
ПРИЛОЖЕНИЕ Ж Контроль заявленных значений звукоизоляции и коэффициента звукопоглощения акустических панелей шумозащитных экранов 155
ПРИЛОЖЕНИЕ З Список участников разработки ОДМ 158
БИБЛИОГРАФИЯ 159

ОТРАСЛЕВОЙ ДОРОЖНЫЙ МЕТОДИЧЕСКИЙ ДОКУМЕНТ

Методические рекомендации по защите от транспортного шума территорий, прилегающих к автомобильным дорогам

1 Область применения

1.1 Настоящий отраслевой дорожный методический документ «Методические рекомендации по защите от транспортного шума территорий, прилегающих к автомобильным дорогам», именуемый далее по тексту сокращенно «Методические рекомендации», направлен на обеспечение высоких стандартов проживания, отдыха и условий труда населения на территориях, прилегающих к автомобильным дорогам Российской Федерации. «Методические рекомендации» содержат методы прогнозирования уровней транспортного шума на прилегающих к автомобильным дорогам территориях, рекомендации по проектированию их шумозащиты и методику экономической оценки устройства шумозащитных сооружений на автомобильных дорогах.

1.2 «Методические рекомендации» предназначены для использования в проектных, научных организациях и в учебных заведениях при разработке проектов строительства новых или реконструкции существующих автомобильных дорог.

2 Нормативные ссылки

В настоящих рекомендациях использованы ссылки на следующие нормативные документы:

ГОСТ Р 52398-2005 - Классификация автомобильных дорог. Основные параметры и требования

ГОСТ Р 52399-2005 Геометрические элементы автомобильных дорог

ГОСТР 53187-2008 Акустика. Шумовой мониторинг городских территорий

ГОСТ Р 53188.1-2008 (МЭК 61672:2002). Шумомеры. Часть 1. Технические требования

ГОСТ Р53376-2009 (ЕН ИСО 354:2003). Материалы звукопоглощающие. Метод измерения звукопоглощения в реверберационной камере

ГОСТ 12.1.050-86 Методы измерения шума на рабочих местах

ГОСТ 20444-85 Шум. Транспортные потоки. Методы измерений шумовой характеристики

ГОСТ 27296-87 Защита от шума в строительстве. Звукоизоляция ограждающих конструкций

ГОСТ 27408-87 (СТ СЭВ 5711-86*). Шум. Методы статистической обработки результатов определения и контроля уровней шума, излучаемого машинами

ГОСТ 31296.1-2005 (ИСО 1996-1:2003). Шум. Описание, измерение и оценка шума на местности

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

ГОСТ Р 41.51-2004. (Правила ЕЭК ООН № 51). Единообразные предписания, касающиеся официального утверждения автотранспортных средств, имеющих не менее четырех колес, в связи с производимым ими шумом

СП 51.13330.2011 Свод правил. Защита от шума Актуализированная редакция СНиП 23-03-2003. Дата введения 2011-05-20

СН 2.2.4/2.1.8.562-96 Санитарные нормы. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой

застройки.

Примечания

1. Для гармонизации требований к шумозащитным сооружениям с требованиями национальных и международных документов в «Методических рекомендациях» использованы следующие основополагающие зарубежные нормативные документы по защите от транспортного шума:
   - Design for environmental barriers. Design manual for roads and bridges. Volume 10. Environmental design and management. Section 5 Environmental barriers. Part 1,2 (Великобритания).
   - Noise Barrier Design Handbook US Departement of transportation FHWA (США).
   - Guide du Bruit de Transports Terrestres. Prevision des niveax sonores. CETUR (Франция).
   - Guide du Bruit de Transports Terrestres. Recommandation techniques pour ouvrages de protection contre le bruit (Франция).

Предложенные в «Методических рекомендациях» мероприятия по защите от транспортного шума учитывают основные положения Рекомендаций Еврокомиссии (*Recommandation de la Commission du 6 août 2003 relative aux lignes directrices sur les méthodes provisoires révisées de calcul du bruit industriel, du bruit des avions, du bruit du trafic routier et du bruit des trains, ainsi qu'aux données d'émission correspondantes (Texte présentant de l'intérêt pour l'EEE) [notifiée sous le numéro C (2003) 2807] Journal officiel n° L 212 du 22/08/2003 p. 0049 – 0064*).

2. *При пользовании «Методических рекомендаций» целесообразно проверить действие ссылочных стандартов и классификаторов в информационной системе общего пользования - на официальном сайте национального органа Российской Федерации по стандартизации 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 документ заменен (изменен), то при пользовании настоящими «Методическими рекомендациями» следует руководствоваться замененным (измененным) документом. Если ссылочный материал отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, применяется в части, не затрагивающей эту ссылку.

3 Термины и определения

В «Методических рекомендациях» применены следующие термины с соответствующими определениями:

3.1 **акустический центр транспортного потока:** Условная точка для выполнения акустических расчетов в жилой застройке шума производимого транспортными потоками. При определении шумовой характеристики транспортного шума, распространения шума в открытом пространстве акустический центр транспортного потока принимают расположенным на оси ближней к жилой застройке полосы движения на высоте 1,0 м над уровнем проезжей части.

Для расчета распространения шума за шумозащитными сооружениями акустический центр транспортного потока принимают расположенным:

- для двухполосных автомобильных на оси проезжей части, на высоте 1,0 м над уровнем проезжей части;
- для многополосных дорог (в том числе и с разделительной полосой) на высоте 1,0 м над уровнем проезжей части на оси наиболее удаленной от жилой застройки полосы движения.

3.2 **расчетные точки:** Точки, назначаемые для оценки соответствия уровней звука транспортного шума от автомобильных дорог в прилегающей застройке требованиям Санитарных норм.

3.3 **уровень звука:** Уровень звукового давления в нормируемом диапазоне частот, корректированный по частотной характеристике А шумомера по ГОСТ 17187, дБА.

3.4 **максимальный уровень звука** (L_{Amax}, дБА): Наибольшее значение уровня звука за период времени измерения шума. При проведении измерения шума измерительными системами, в которые входят анализаторы статистического распределения, принимаются уровни звука, превышаемые в течение 1 % времени измерения.

3.5 **эквивалентный уровень звука ($L_{Аэкв}$, дБ*А)***: Уровень звука постоянного,

широкополосного шума, оказывающего такое же энергетическое воздействие на человека, как и непостоянный шум за время воздействия (наблюдения) *T*.

3.6 **шумовая характеристика транспортного потока (ШХТП)**: Значения эквивалентного и максимального уровня звука определяют расчетом или измерением при движении транспортного потока в реальных дорожных условиях. ШХТП определяют в точке, расположенной на расстоянии 7,5 м от оси ближней к застройке полосы движения автомобильной дороги на высоте 1,5 м над уровнем проезжей части (ГОСТ 20444-85).

3.7 **акустически мягкое покрытие поверхности территории**: Поверхность территории между проезжей частью автомобильной дороги и застройкой с удельным акустическим сопротивлением менее или равным 80 Нс/м^3 (свежевыпавший снег, неуплотненная грунтовая поверхность, пашня, щебенистая поверхность и т.д.).

3.8 **акустически жесткое покрытие поверхности территории**: Поверхность территории между проезжей частью автомобильной дороги и застройкой с удельным акустическим сопротивлением более 80 Нс/м^3 (уплотненный грунт, уплотненный щебень, асфальтобетонное или цементобетонное покрытие и т.д.).

3.9 **пассивные мероприятия по снижению шума**: Мероприятия, осуществляемые при проектировании дороги и направленные на снижение шума отдельных автомобилей и транспортного потока – применение малошумных покрытий, локальное снижение скорости движения, увеличение расстояния до застройки при проектировании плана, распределение интенсивности движения по улично-дорожной сети.

3.10 **активные мероприятия по снижению шума**: Мероприятия, направленные на снижение шума на пути его распространения от автомобильных дорог в жилую застройку (шумозащитные экраны, грунтовые валы и т.д.).

3.11 **шумозащитное сооружение**: Элемент автомобильной дороги,

предназначенный для снижения транспортного шума в прилегающей жилой застройке за счет образования за сооружением акустической тени. Шумозащитное сооружение располагают между проезжей частью автомобильных дорог и жилой застройкой.

3.12 **отгон длины шумозащитного сооружения**: Увеличение длины шумозащитного сооружения за счет дополнительных участков аналогичной конструкции, выходящих за пределы защищаемой от транспортного шума жилой застройки и служащих для предотвращения проникания транспортного шума в застройку.

3.13 **отгон высоты шумозащитного сооружения**: Изменение высоты шумозащитного сооружения (плавное или ступенчатое) от минимальной (определяется конструктивно или требованиями безопасности движения) до расчетной высоты. Отгон высоты призван обеспечить постепенное изменение шума в салонах проезжающих автомобилей, препятствовать воздействию на автомобили порывов ветра, обеспечить лучшее визуальное восприятие шумозащитного сооружения.

4 Общие положения

4.1 Продолжающийся рост интенсивности движения автомобилей на дорогах и связанное с этим возрастание шумности транспортных потоков приводят к перманентному увеличению шумовой нагрузки на население, проживающее на территориях, прилегающих к автомобильным дорогам.

Ухудшение условий труда и отдыха при повышенном уровне транспортного шума отрицательно отражается на производительности труда и его качестве, способствует возникновению нервных расстройств и иных нарушений здоровья населения. Поэтому защита населения от транспортного шума носит не только социальный, но и экономический характер.

4.2 Защита от транспортного шума территорий, прилегающих к автомобильным дорогам, заключается в их функциональном зонировании с учетом допустимых уровней звука в дневной или ночной периоды времени и в применении пассивных и активных мероприятий по снижению транспортного шума.

4.3 Проектирование шумозащитных сооружений на автомобильных дорогах следует проводить при расчетной перспективной интенсивности движения более 3 тыс. авт./сутки или числе жителей населенного пункта, попадающих в зону акустического дискомфорта, более 200 чел.

В остальных случаях в качестве мер по снижению шума транспортных потоков и отдельных автомобилей следует:

- принимать меры по ограничению или запрету движения грузовых автомобилей в пределах населенного пункта в определенное (особенно темное) время суток;
- принимать меры по ограничению скорости движения автомобилей транспортного потока за счет применения технических средств организации дорожного движения;
- устраивать малошумные дорожные покрытия.

4.4 Оценку уровней звука в расчетных точках в прилегающей жилой застройке для существующих автомобильных дорог и по состоянию на настоящее время следует проводить на основе натурных измерений по ГОСТ 31296.2.

При проектировании новых автомобильных дорог или при разработке проекта реконструкции существующих автомобильных дорог оценку ожидаемых уровней звука проводят на основании акустических расчетов.

4.5 Требуемое снижение уровней шума определяют в результате сопоставления измеренных или расчетных уровней звука с требованиями Санитарных норм СН 2.2.4/2.1.8.562-96 «Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки».

4.6 При выборе мероприятий по снижению шума предпочтение следует отдавать пассивным мероприятиям, которые способствуют снижению шума, но не требуют существенных дополнительных капитальных вложений. Они реализуются в процессе проектирования автомобильной дороги и организации движения.

4.7 При выборе конструкций шумозащитных сооружений помимо снижения шума, которое регламентируется санитарными нормами, следует принимать во внимание:

- безопасность дорожного движения;
- удобство монтажа и эксплуатации сооружений;
- удобство эксплуатации дороги;
- эстетические качества сооружений, их гармоничное сочетание с ландшафтом;

Принимаемые решения должны быть экономически обоснованы.

4.8 При разработке проектной документации нового строительства и реконструкции автомобильных дорог вопросы защиты от шума должны быть рассмотрены в следующих разделах:

- в Разделе 5. «Охрана окружающей среды» (пояснительная записка, обоснование природоохранных мероприятий по защите от шума, ведомость строительства запроектированных шумозащитных сооружений, рекультивация земель, объемы работ, чертежи шумозащитных сооружений).
- в подразделе 5.12. Общей пояснительной записки «Природоохранные мероприятия»;

5 Санитарное нормирование уровней шума на территориях, непосредственно прилегающих к жилым зданиям и зданиям общественного назначения

Допустимые значения уровней шума на территориях, непосредственно прилегающих к жилым зданиям общественного назначения (лечебные, учебные, гостиницы и т.п.) в дневной (с 7-00 до 23-00 ч) и ночной (с 23-00 до 7-00 ч) периоды времени, регламентируются санитарными нормами СН 2.2.4/2.1.8.562-96.

Значения допустимых эквивалентных ($L_{Адоп}$) и максимальных ($L_{Амакс}$) уровней звука на территориях, прилегающих к автомобильным дорогам, по СН 2.2.4/2.1.8.562-96 представлены в таблице 5.1.

Таблица 5.1 - Допустимые эквивалентные и максимальные уровни звука на территории жилой застройки

№ пп	Место нормирования	Время суток	Допустимые эквивалентные уровни звука в расчетной точке $L_{Аэквдоп}$, дБА	Допустимые максимальные уровни звука в расчетной точке $L_{Амаксдоп}$, дБА
1	2	3	4	5
1	Территории, непосредственно прилегающие к зданиям больниц и санаториев	с 7 до 23 ч.	45	60
		с 23 до 7 ч	35	50

Окончание таблицы 5.1

1	2	3	4	5
2	Территории, непосредственно прилегающие к жилым домам, зданиям поликлиник, зданиям амбулаторий, диспансеров, домов отдыха, пансионатов, домов-интернатов для престарелых и инвалидов, детских дошкольных учреждений, школ и других учебных заведений, библиотек	с 7 до 23 ч.	55	70
		с 23 до 7 ч.	45	60
3	Территории, непосредственно прилегающие к зданиям гостиниц и общежитий	с 7 до 23 ч.	60	75
		с 23 до 7 ч.	50	65
4	Площадки отдыха на территории больниц и санаториев	-	35	50
5	Площадки отдыха на территории микрорайонов и групп жилых домов, домов отдыха, пансионатов, домов-интернатов для престарелых и инвалидов, площадки детских дошкольных учреждений, школ и др. учебных заведений	-	45	60
Примечание - Эквивалентные и максимальные уровни звука в дБ*А* для шума, создаваемого на территории средствами автомобильного транспорта, в 2 м от ограждающих конструкций первого эшелона шумозащитных типов жилых зданий, зданий гостиниц, общежитий, обращенных в сторону магистральных улиц общегородского и районного значения, железных дорог, допускается принимать на 10 дБА выше (поправка + 10 дБА), указанных позициях 2 и 3 таблицы.				

6 Определение шумовой характеристики транспортного потока (ШХТП)

6.1 Основными факторами, определяющими значения ШХТП, являются:

- интенсивность, состав и скорость движения транспортного потока;
- интенсивность движения грузовых автомобилей и автобусов;
- дорожные условия, определяющие режим движения автомобилей транспортного потока.

6.2 На существующих автомобильных дорогах фактические значения ШХТП следует измерять в соответствии с ГОСТ 20444 с учетом требований ГОСТ 31296.2.

6.3 Для проектируемых или реконструируемых автомобильных дорог значение ШХТП в виде эквивалентного уровня звука $L_{Aэкв7,5}$ рассчитывают по формуле [1]:

$$L_{A\,экв7,5} = L_{Aтрп7,5} + \Delta L_{A\,груз} + \Delta L_{A\,ск} + \Delta L_{A\,ук} + \\ + \Delta L_{Aпок} + \Delta L_{A\,рп} + \Delta L_{Aперес}, \quad (6.1)$$

где $L_{Aтрп7,5}$ - расчетное значение эквивалентного уровня звука транспортного потока, дБA, на расстоянии 7,5 м от оси ближайшей полосы движения и на высоте 1,5 м над уровнем проезжей части, определяется в зависимости от интенсивности движения по формуле (6.2) или таблице 6.1 (прямой горизонтальный участок дороги, мелкозернистое асфальтобетонное покрытие проезжей части, в составе транспортного потока 40% грузовых автомобилей и автобусов);

$\Delta L_{Aгруз}$ - поправка, дБA, учитывающая грузовые автомобили и автобусы в составе транспортного потока, определяется по таблице 6.2 (к грузовым относят автомобили, масса которых составляет более 3500 кг);

$\Delta L_{Aск}$ - поправка, дБA, учитывающая среднюю скорость движения определяется по таблице 6.3;

$\Delta L_{Aук}$ - Поправка, дБA, учитывающая величину продольного уклона определяется по таблице 6.4;

$\Delta L_{Aпок}$ - поправка, дБA, учитывающая тип покрытия проезжей части дороги определяется по таблице 6.5;

$\Delta L_{Aрп}$ - поправка, дБA, учитывающая ширину центральной разделительной полосы, определяется по таблице 6.6;

$\Delta L_{Aперес}$ - поправка, дБA, учитывающая наличие пересечения автомобильной дороги (см. п.п. 6.4 и 6.5 «Методических рекомендаций»).

$$L_{Aтрп7,5} = 50 + 8{,}8 \times \lg N, \quad (6.2)$$

где N - расчетная интенсивность движения, авт./ч, в дневной или ночной периоды времени, определяемая по формулам (6.3) или (6.4):

$$N_Д = 0{,}076\ N_{сут}, \quad (6.3)$$

$$N_Н = 0{,}039\ N_{сут}, \quad (6.4)$$

где $N_Д$ - расчетная интенсивность движения, авт/ч, за час наиболее интенсивного движения в дневное время (с 7-00 до 23-00);

$N_Н$ - расчетная интенсивность движения, авт/ч, за час наиболее интенсивного движения в ночное время (с 23-00 до 7-00);

$N_{сут}$ - среднегодовая суточная интенсивность движения, авт./сутки.

Т а б л и ц а 6.1- Расчетные значения эквивалентного уровня звука транспортного потока $L_{Атрп7,5}$

Интенсивность движения N, авт./ч	Расчетное значение эквивалентного уровня звука $L_{Атрп7,5}$, дБA	Интенсивность движения N, авт./ч	Расчетное значение эквивалентного уровня звука $L_{Атрп7,5}$, дБA
50	65	880	76
60	66	1150	77
80	67	1650	78
100	68	2400	79
140	69	3000	80
170	70	4000	82
230	71	5000	83
300	72	6000	83
400	73	7000	84
500	74	8000	84
660	75	свыше 9000	85

П р и м е ч а н и е - При промежуточных значениях интенсивности движения потока эквивалентный уровень звука $L_{Атрп\ 7,5}$ определяется интерполированием.

Результат определения $L_{Ampn\ 7,5}$ по формуле (6.2) или таблице 6.1 следует округлять с точностью до 0,5 дБ*А*.

Т а б л и ц а 6.2 - Поправка, учитывающая долю грузовых автомобилей и автобусов в составе потока

Доля грузовых автомобилей и автобусов в составе потока, %	< 5	5-20	20 - 35	35-50	50-60	65- 85	85-100
Поправка $\Delta L_{Aгруз}$, дБ*А*	- 3,0	- 2,0	- 1,0	0,0	+1,0	+2,0	+3,0

Т а б л и ц а 6.3 - Поправка, учитывающая отличие фактической скорости движения транспортного потока от скорости движения соответствующей интенсивности движения, которая определена по формуле (6.2)

Скорость движения, км/час	- 20	- 17	- 12	- 7	+ 7	+ 15	+ 20
Поправка $\Delta L_{Aск}$, дБ*А*	- 3,5	- 3,0	- 2,0	- 2,0	+ 1,0	+ 2,0	+ 2,5

Т а б л и ц а 6.4 - Поправка, учитывающая величину продольного уклона

Доля грузовых автомобилей и автобусов в составе транспортного потока, %		< 25	25 - 50	50 - 85	85 - 100
Поправка $\Delta L_{Aук}$, дБ*А*	при уклоне 2 %	+ 2,0	+ 2,0	+ 3,0	+ 3,0
	при уклоне 4 %	+ 2,0	+ 3,0	+ 4,0	+ 5,0

Т а б л и ц а 6.5 - Поправка, учитывающая тип покрытия проезжей части

Тип покрытия проезжей части	Доля легковых автомобилей в потоке, %	Поправка, $\Delta L_{Aпок}$, дБ*А*
Шероховатая поверхностная обработка	Менее 10	0,0
	10 - 30	+0,5
	30 - 55	+1,0
	55 - 75	+2,0
	75 - 90	+3,0
	90 - 100	+4,0
Асфальтобетон	Менее 15	0,0
	15 - 45	+0,5
	45 - 65	+1,0
	65 - 90	+1,5
	90 - 100	+3,0
Щебеночно-мастичный асфальтобетон (ЩМА)	До 55	-1,0
	Свыше 55	-2,0

Таблица 6.6 - Поправка, учитывающая ширину центральной разделительной полосы

Ширина центральной разделительной полосы, м	2 и менее	4	6	10	20 и более
Поправка $\Delta L_{Апп}$, дБА	0	-0,5	-0,75	-1,0	-1,5

6.4 При наличии пересечений поправка для пересечения со светофорным регулированием определяется по таблице 6.8. В случае нерегулируемого пересечения ***ШХТП*** определяется в соответствие с п. 6.5 «Методических рекомендаций».

Таблица 6.7 - Поправка, учитывающая наличие регулируемого пересечения [1]

Расстояние по оси проезжей части, м		Поправка ($\Delta L_{Аперес}$), дБА, при количестве грузовых автомобилей в составе транспортного потока				
		10	20	40	60	80
до стоп-линии	200	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	100	0,0	0,5	0,5	0,5	0,5
	50	0,0	1,0	1,0	1,5	2,0
	25	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5
стоп-линия	0	1,0	1,5	2,0	2,5	3,5
после стоп-линии	25	0,5	1,5	2,0	3,0	3,5
	50	0,5	1,0	2,0	3,0	3,5
	100	0,0	0,5	1,0	2,0	2,5
	150	0,0	0,0	0,0	0,5	1,0
	200	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Примечания

1.

2. Поправка определена при 60% продолжительности разрешающей фазы в цикле работы светофора, увеличение продолжительности фазы до 80% уменьшит поправку на 0,5 дБА, уменьшение до 40% увеличит на 0,5 дБА.

3. В случае расположения светофорного объекта в системе координированного регулирования поправку уменьшают на 1,0 дБА.

4. Поправка не учитывает влияния интенсивности движения на пересечении, которая должна учитываться энергетическим сложением эквивалентных уровней звука от движения по каждому из направлений.

6.5 Шумовая характеристика транспортного потока при наличии нерегулируемого пересечения в одном уровне учитывается только для расчетных сечений расположенных на расстояниях не более 200 м от пересечения. При этом с учетом удаления расчетной точки от пересечения на расстояние ***x***, в соответствии с расчетной схемой, показанной на рисунке 6.1,

для рассматриваемого сечения выполняется энергетическое суммирование шумовых характеристик транспортных потоков транспортных средств пересекающихся направлений по формуле (6.5 [2]):

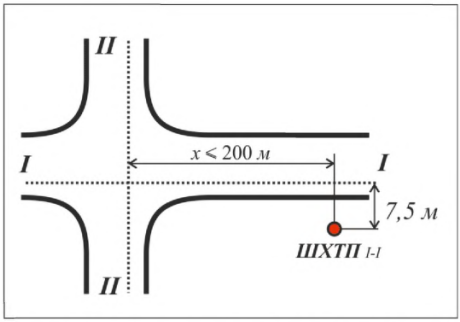
6.5 В случае нерегулируемого пересечения, расположенного на расстоянии менее 200 м от расчетного сечения для определения поправки $\Delta L_{Aперес}$ следует руководствоваться схемой представленной на рисунке 6.1.

Для рассматриваемого расчетного сечения дороги *I-I* $\Delta L^{I-I}_{Aперес}$ определяют с учетом влияния шума от транспортного потока пересекаемого направления *II-II* по формуле [2]:

$$\Delta L^{I-I}_{Aперес} = \Delta L^{II-II}_{Aтрп7,5} - (3{,}00 + 0{,}1x), \qquad (6.5)$$

$L^{II-II}_{Aтрп7,5}$ - расчетное значение эквивалентного уровня звука транспортного потока, дБ*А*, на расстоянии 7,5 м от оси ближайшей полосы движения и на высоте 1,5 м над уровнем проезжей части – то же, что в формуле (6.1)

x - расстояние от рассматриваемого сечения до пересечения, м.



x – расстояние от расчетного сечения до оси ближайшей полосы движения пересекаемой дороги (улицы), не более 200 м

Рисунок 6.1 - Схема к определению поправки, учитывающей наличие нерегулируемого пересечения

6.6 Значение ШХТП в виде максимального уровня звука $L_{Aмакс7,5}$

следует принимать в соответствии с ГОСТ 42-51, составляющие при скорости движения потока 50 км/ч:

- для потока легковых автомобилей $L_{A\text{макс}7,5} = 74$ дБA;
- при наличии в потоке грузовых автомобилей и/или автобусов $L_{A\text{макс}7,5} = 80$ дБA.

При скорости движения V, отличной от 50 км/ч, максимальный уровень звука $\boldsymbol{L_{A\text{макс}7,5}}$ следует рассчитывать по формуле (6.6) ([3], таблица 17) или принимать на основании номограммы, приведенной на рисунке 6.2.

$$L_{A\,макс7,5\ (V)} = L_{A\,макс7,5\ (V=50)} + 32\ \lg\left(\frac{V}{50}\right), \qquad (6.6)$$

где $L_{A\,макс7,5\ (V=50)}$ - максимальный уровень звука соответствующий скорости движения 50 км/час, дБA;

$L_{A\,макс7,5\ (V)}$ - максимальный уровень звука соответствующий скорости движения Vотличной от 50 км/час, дБA;

V - скорость движения, км/час.

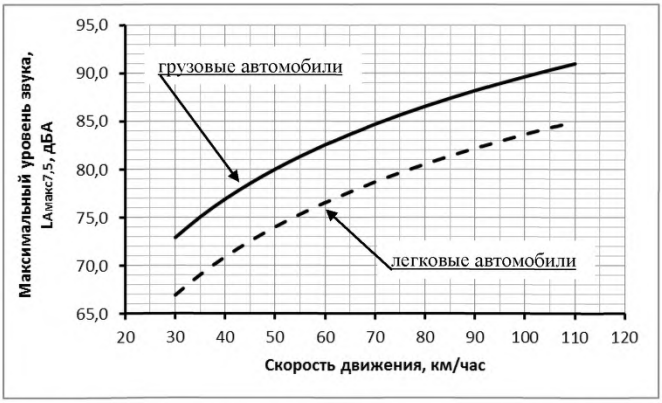


Рисунок 6.2 – Номограмма для определения $L_{A\text{ макс }7,5}$ для легковых и грузовых автомобилей

Результат расчета по формуле (6.6) или значение, установленное согласно рисунку 6.2 следует принимать с точностью до 0,5 дБA.

7 Прогнозирование распространения транспортного шума

Уровень звука в расчетной точке определяется:

- шумовой характеристики транспортного потока;
- расстоянием от автомобильной дороги до расчетной точки;
- снижением уровня звука, вследствие его затухания в воздухе;
- влиянием турбулентности воздуха и ветра на процесс распространения звука;
- снижением уровня звука, вследствие его поглощения поверхностью территории;
- снижением уровня звука полосами зеленых насаждений;
- снижением уровня звука экранирующими препятствиями (зданиями, насыпями, холмами, выемками, искусственными экранами и т.п.) на пути звуковых лучей от автомагистрали к расчетной точке;
- отражением звука от ограждающих конструкций зданий;
- снижением уровня звука вследствие ограничения угла видимости дороги из расчетной точки($\boldsymbol{\theta}$).

7.1 Расчетные точки и расчетные сечения

Расчетные точки (***РТ***) для оценки уровня шума на прилегающей к автомобильной дороге территории намечаются на ближайшей к источнику шума границе защищаемой от шума территории на высоте 1,5 м от уровня поверхности. Если защищаемая от шума территория частично находится в зоне звуковой тени, а частично в зоне попадания прямых звуковых лучей, то расчетная точка должна находиться вне зоны звуковой тени.

Расчетные точки на территориях, непосредственно прилегающих к жилым домам, зданиям больниц и санаториев, следует располагать на расстоянии 2 м от ограждающих конструкций защищаемого от шума здания на высоте 1,5 м (рисунки 7.1 и 7.2).

Если защищаемое от шума здание частично находится в зоне звуковой тени, а частично в зоне попадания прямых звуковых лучей, то расчетная

точка должна находиться вне зоны звуковой тени.

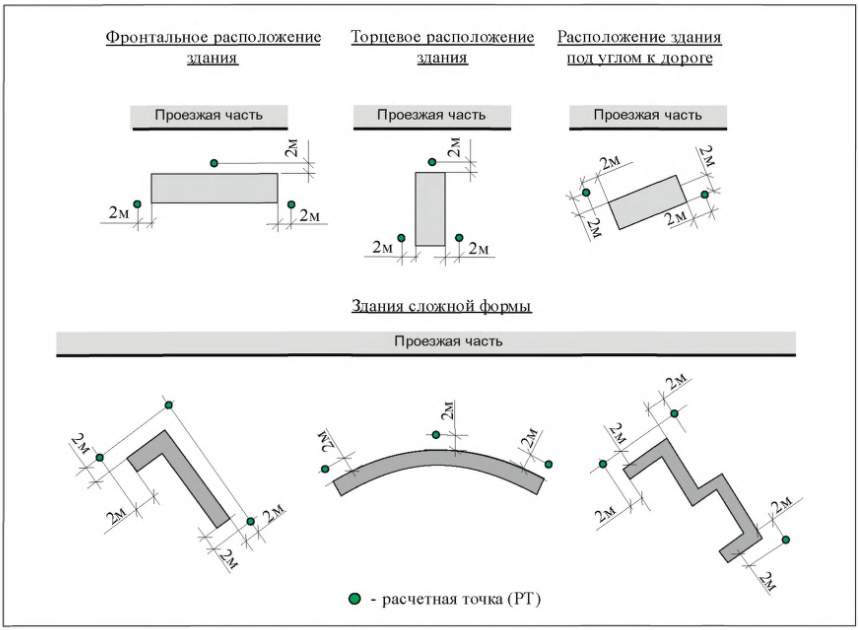
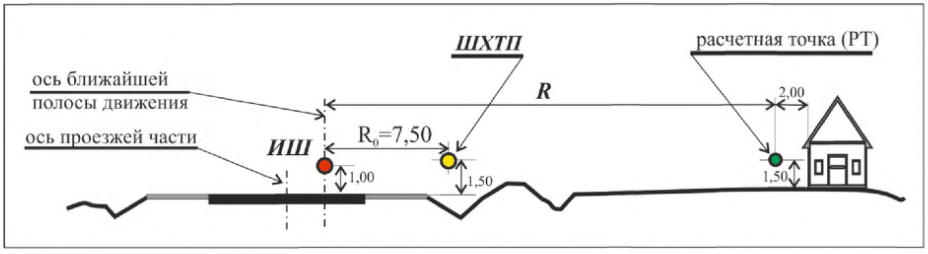


Рисунок 7.1 - Выбор расчетных точек около зданий



R - расстояние от акустического центра транспортного потока до расчетной точки; ***R_0*** - расстояние от акустического центра транспортного потока до опорной точки, в которой определяется ***ШХТП*** (***R_0*** = 7,5 м)

Рисунок 7.2 -Схема расположения расчетной точки (РТ) в поперечном профиле

Разбивка защищаемой от шума территории на отдельные участки, отличающиеся по условиям распространения шума, производится следующим образом:

- выделяются сектора, в пределах которых между источником шума и расчетной точкой расположены какие-либо экранирующие препятствия (здания, строения, элементы рельефа);

– шум в расчетную точку поступает с двух или более направлений;

– автомобильная дорога в пределах защищаемой территории изменяет свое направление.

В этих случаях из расчетной точки на плане проводят лучи через края экранирующих объектов, через точки пересечения дорог (улиц), а также через вершины углов поворота дорог (улиц) до пересечения с осью первой полосы движения транспортных средств (рисунок 7.3).

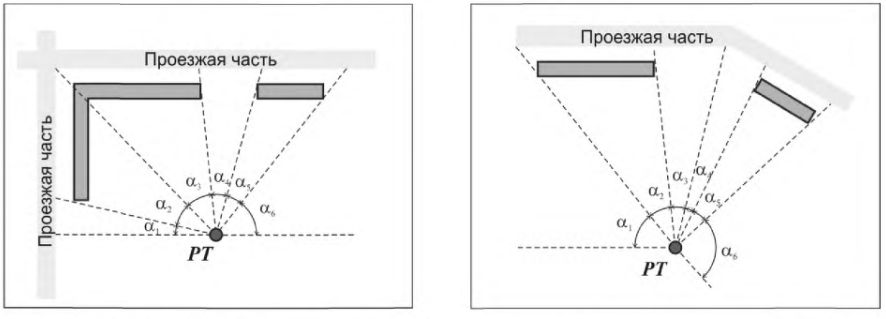


Рисунок 7.3 – Примеры разбивки защищаемой территории на участки, отличающиеся по условиям распространения шума

7.2. Определение эквивалентного уровня звука в расчетной точке

7.2.1 Ожидаемый эквивалентный уровень звука $L_{АРТ}$ в расчетной точке рассчитывают по формуле[1,3, 4]:

$$L_{АэквРТ} = L_{Аээк\,7,5} - \left(\Delta L_{Арас} + \Delta L_{Авоз} + \Delta L_{В/Т} + \Delta L_{Апок} + \right.$$

$$\left. + \Delta L_{А\,зел} + \Delta L_{Аэкр} + \Delta L_{Аэкр_зас} + \Delta L_{А\,отр\,зас} + \Delta L_{Аотр} + \Delta L_{А\,\theta}\right), \quad (7.1)$$

где $L_{Аэкв7,5}$ – ШХТП по эквивалентному уровню звука, дБ*А*, в соответствии с п.6.3;

$\Delta L_{Арас}$ - снижение уровня звука транспортного потока, дБ*А*, в зависимости от расстояния до расчетной точки, определяется по п. 7.2.2;

$\Delta L_{Авоз}$ - снижение уровня звука, дБ*А*, вследствие его затухания в воздухе, определяется по п. 7.2.3;

$\Delta L_{В/Т}$ - поправка, учитывающая влияние турбулентности воздуха и ветра на процесс распространения звука, дБ*А*, определяется по п.7.2.4;

$\Delta L_{Апок}$ - снижение уровня звука, дБ*А*, вследствие его поглощения поверхностью территории, определяется по п. 7.2.5;

$\Delta L_{зел}$ - снижение уровня звука, дБ*А*, полосами зеленых насаждений, определяется по п. 7.2.6;

$\Delta L_{экр}$ - снижение уровня звука, дБ*А*, существующими шумозащитными сооружениями на пути звуковых лучей от автомобильной дороги к расчетной точке, определяется по п. 11.4;

$\Delta L_{Аэкр_зас}$ - снижение уровня звука, дБ*А*, существующими экранирующими препятствиями (зданиями, насыпями, холмами, выемками, и т.п.) на пути звуковых лучей от автомобильной дороги к расчетной точке, определяется по п. 11.4;

$\Delta L_{Аотр_зас}$ -. поправка, дБ*А*, учитывающая влияние придорожной застройки, определяется по п. 7.2.7;

$L_{Аотр}$ - поправка, дБ*А*, учитывающая отражение звука от ограждающих конструкций зданий (обычно принимают равной -3 дБА);

$\Delta L_{A\theta}$ - поправка, дБ*А*, учитывающая снижение уровня звука вследствие ограничения угла видимости (θ) улицы (дороги) из расчетной точки, определяется по п. 7.2.8.

7.2.2 Снижение уровня звука транспортного потока ($\Delta L_{Арас}$), в зависимости от увеличения расстояния до расчетной точки вычисляют по формуле (7.2, [5]) или определяют согласно Приложению Б.

$$ДЛ_{Арас.} = 10lg\left[arctg(\frac{l}{2R_0})\right] - 10lg\left[arctg\frac{l}{2R}\right] - 10lg\left(\frac{R_0}{R}\right), \quad (7.2)$$

где l - длина подлежащего расчету участка дороги, м, равная 1,41R;

R, R_0 - расстояния от акустического центра транспортного потока до расчетной и опорной точек соответственно, м, рассчитываемые по формуле:

$$\begin{Bmatrix} R \\ R_0 \end{Bmatrix} = \sqrt{\begin{Bmatrix} S_{ИШ_РТ} \\ S_{ИШ_ОТ} \end{Bmatrix}^2 + (\begin{Bmatrix} h_{РТ} \\ h_{ОТ} \end{Bmatrix} - h_{ИШ})^2}, \quad (7.3)$$

где $S_{ИШ_РТ}, S_{ИШ_ОТ}$ - длины проекций расстояний между акустическим центром транспортного потока расчетной и опорной точками соответственно на общую горизонтальную поверхность, м;

$h_{РТ}, h_{ОТ}, h_{ИШ}$ высоты расчетной, опорной точек и акустического

центра транспортного потока над общей горизонтальной поверхностью, м.

Примечание – Выражение для определения длины подлежащего расчету участка дороги ***l*** следует из условия, что дальнейшее увеличение значения ***l*** дает вклад в формулу (7.2), меньший 0,5 дБ*А*.

7.2.3 Снижение уровня звука, вследствие его затухания в воздухе $L_{Авоз}$, дБ*А*, рассчитывают по формуле, в которой учтены усредненные зависимости коэффициента поглощения звука от температуры и влажности воздуха [6]:

$$\Delta L_{Авоз} = \frac{\alpha_{воз} \cdot R}{1000}, \qquad (7.4)$$

где $\alpha_{воз}$ - коэффициент поглощения звука в воздухе, дБ*А*/км ($\alpha_{воз}$=5дБ*А*/км);

R - то же, что в формулах (7.2) и (7.3).

7.2.4 Поправку $\Delta L_{в/т}$, дБ*А*, учитывающую влияние турбулентности воздуха и ветра на процесс распространения звука, вычисляют по формуле:

$$\Delta L_{в/т} = 3/\left[1{,}6 + 10^5 \left(1/R^2\right)\right], \qquad (7.5)$$

где ***R*** - то же, что в формулах (7.2) и (7.3).

Эта формула справедлива при усреднении по различным температурным условиям и в предположении, что частота всех направлений ветра равновероятна.

7.2.5 В случае акустически мягкого покрытия поверхности территории между автомобильной дорогой и расчетной точкой следует дополнительно учитывать поглощение звука поверхностью территории $\Delta L_{Апок}$ с помощью формул:

$$\Delta L_{Апок} = 6 \lg\left[\frac{s^2}{1 + 0{,}01 s^2}\right], \qquad (7.6)$$

$$s = \frac{d \cdot 10^{-(0{,}3 h_{ИШ})}}{10 \cdot h_{РТ}}, \qquad (7.7)$$

где ***d*** - расчетное расстояние, равное ***1,4R***, м;

$h_{ИШ}$, $h_{РТ}$ - высоты акустического центра транспортного потока и

расчетной точки над уровнем общей горизонтальной поверхности, м.

Если при расчете по формуле(7.7) значение ***s*** оказывается меньше единицы, то ее принимают равной нулю.

В случае акустически жесткой поверхности (асфальт, бетон, плотный грунт, вода) поправка $\Delta L_{Апок}$ равна нулю.

7.2.6 При наличии деревьев с плотным примыканием крон и сплошным заполнением под кронового пространства кустарником, т.е. при устройстве так называемой шумозащитной полосы зеленых насаждений, обеспечиваемое ею снижение шума определяют по формуле:

$$\Delta L_{Азел} = \alpha_{зел} \cdot B, \qquad (7.8)$$

где $\alpha_{зел}$ - постоянная затухания звука в зеленых насаждениях, дБА/м;

B - ширина шумозащитной полосы зеленых насаждений, м.

При отсутствии точных данных принимают среднюю величину $\alpha_{зел}$= 0,08 дБА/м. Формула (7.8) справедлива при ширине полосы не более 100 м. При большей ширине полосы дальнейший прирост $\Delta L_{Азел}$ значительно замедляется и затруднителен для прогнозирования. При обычной посадке зеленых насаждений их шумозащитный эффект выражен слабо и практически может не учитываться. Посадка хвойных пород деревьев эффективно снижает шум в течение всего года, посадка лиственных пород - только в летний период.

7.2.7 Поправку $\Delta L_{Аотр_зас}$, учитывающую характер придорожной застройки принимают по таблице 7.1

Т а б л и ц а 7.1 - Поправка, учитывающая характер придорожной застройки

Тип застройки	Поправка при усредненных разрывах между домами на линии застройки, м			
	более 30	30 - 20	20 - 10	менее 10
Двухсторонняя, при расстоянии между линиями застройки, м: 50 - 40	- 1,0	- 1,0	- 2,0	- 2,0
40 - 30	- 2,0	- 2,0	- 3,0	- 3,0
30 - 20	-3,0	- 3,0	- 4,0	- 5,0
20 - 10	-4,0	- 5,0	- 5,0	- 6,0

Окончание таблицы 7.1

Односторонняя, при расстоянии до застройки, м: 45 - 25	0,0	0,0	- 1,0	- 1,0
25 - 12	- 1,0	- 1,0	- 2,0	- 2,0
12 - 6	- 1,0	- 2,0	- 3,0	- 3,0

7.2.8 Поправку $\Delta L_{A\theta}$, учитывающую ограничение угла видимости автомобильной дороги из расчетной точки, рассчитывают согласно схеме, приведенной на рисунке 7.4 [2] по формулам:

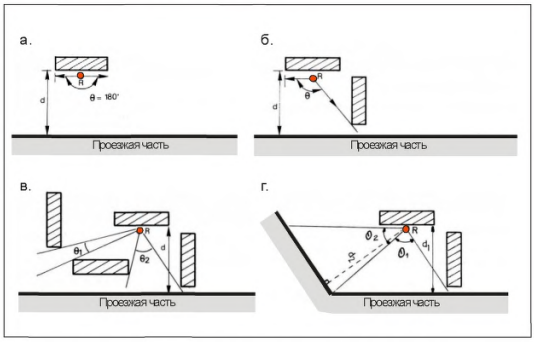


Рисунок 7.4 - Схемы к определению угла видимости проезжей части из расчетной точки (РТ)

расчетная схема а - $$\Delta L_{A\theta} = 10 \lg \frac{\theta}{180} = 10 \lg \frac{180}{180} = 0, \quad (7.9)$$

расчетная схема б - $$\Delta L_{A\theta} = 10 \lg \frac{\theta}{180}, \quad (7.10)$$

расчетная схема в - $$\Delta L_{A\theta} = 10 \lg \frac{\theta_1 + \theta_2}{180}, \quad (7.11)$$

расчетная схема г - $$\Delta L_{A\theta} = 10 \lg \frac{\theta_1}{180} + 10 \lg \frac{\theta_2}{180}, \quad (7.12)$$

где $\theta, \theta_1, \theta_2$ - углы видимости дороги из расчетной точки (рисунок 7.4).

7.2.9 При воздействии на расчетную точку на территории нескольких источников внешнего шума вначале определяют шумовое воздействие каждого отдельного источника по формулам(7.9) – (7.12), а затем производят энергетическое суммирование их шумовых воздействий в соответствие с Приложением А.

7.3. Определение максимального уровня звука в расчетной точке

Максимальный уровень звука $L_{АмаксРТ}$ в расчетной точке рассчитывают по формуле [3]:

$$L_{АмаксРТ} = L_{Амакс\ 7,5} - (\Delta L_{А\ рас} + \Delta L_{Авоз} + \Delta L_{В/Т} + \Delta L_{Апок} + \Delta L_{А\ зел} + \\ + \Delta L_{Аэкр} + \Delta L_{Аэкр\ _зас} + \Delta L_{Аоот\ _зас} + \Delta L_{Аотр} + \Delta L_{А\theta}), \quad (7.13)$$

где $L_{Амакс7\ 5}$ - шумовая характеристика транспортного потока (расчетное значение) по максимальному уровню звука, (см. п. 6.6 «Методических рекомендаций»), дБА;

Значения поправок $\Delta L_{Арас}$, $\Delta L_{Авоз}$, $\Delta L_{В/Т}$, $\Delta L_{Апок}$, $\Delta L_{Азел}$, $\Delta L_{Аэкр}$, $\Delta L_{Аэкр_зас}$, $\Delta L_{Аотр_зас}$, $\Delta L_{Аотр}$, $\Delta L_{А\theta}$ рассчитывают по формулам, приведенным в подразделе 7.2.

8 Определение требуемого снижения уровня звука в расчетной точке

8.1 Основной принцип разработки мероприятий по защите от транспортного шума заключается в функциональном зонировании придорожных территорий с учетом допустимых уровней звука в дневной или ночной периоды времени.

8.2 Для оценки акустического комфорта на прилегающей к дороге территории с учетом характера и интенсивности движения в дневной (с 7-00 до 23-00 ч) и ночной (с 23-00 до 7-00 ч) периоды времени определяются эквивалентные и максимальные уровни звука в расчетных точках.

В соответствие с СП 51.13330 требуемое снижение эквивалентного уровня звука в дневной и ночной периоды времени вычисляют по формулам:

$$\Delta L_{А_треб_Д} = L_{АэквРТ_Д} - L_{Аэквдоп_Д}, \quad (8.1)$$

$$\Delta L_{А_треб_Н} = L_{АэквРТ_Н} - L_{Аэквдоп_Н}, \quad (8.2)$$

где $\Delta L_{А_треб_Д}$ - значение требуемого снижения эквивалентного уровня звука в расчетной точке в дневной период времени, дБA;

$\Delta L_{А_треб_Н}$ - значение требуемого снижения эквивалентного уровня звука в расчетной точке в ночной период времени, дБA;

$L_{АэквРТ_Д}$ - значение эквивалентного уровня звука в расчетной точке в дневной период времени (рассчитывается по формулам подраздела 7.2), дБ*А*;

$L_{АэквРТ_Н}$ - значение эквивалентного уровня звука в расчетной точке в ночной период времени (рассчитывается по формулам подраздела 7.2), дБ*А*;

$L_{Аэквдоп_Д}$ - допустимый эквивалентный уровень звука в расчетной точке в дневной период времени (таблица 5.1, с учетом Примечания), дБ*А*.

$L_{Аэквдоп_Н}$ - допустимый эквивалентный уровень звука в расчетной точке в ночной период времени (таблица 5.1, с учетом Примечания), дБ*А*.

Аналогично требуемое снижение максимального уровня звука в дневной и ночной периоды времени вычисляют по формулам:

$$\Delta L_{Амакс_треб_Д} = L_{АмаксРТ_Д} - L_{Амаксдоп_Д}, \quad (8.3)$$

$$\Delta L_{Амакс_треб_Н} = L_{АмаксРТ_Н} - L_{Амаксдоп_Н}, \quad (8.4)$$

где $\Delta L_{Амакс_треб_Д}$ - значение требуемого снижения максимального уровня звука в расчетной точке в дневной период времени, дБ*А*;

$\Delta L_{Амакс_треб_Н}$ - значение требуемого снижения максимального уровня звука в расчетной точке в ночной период времени, дБ*А*;

$L_{АмаксРТ_Д}$ - значение максимального уровня звука в расчетной точке в дневной период времени (рассчитывается по формулам подраздела 7.3), дБ*А*;

$L_{АмаксРТ_Н}$ - значение максимального уровня звука в расчетной точке в ночной период времени (рассчитывается по формулам подраздела 7.3), дБ*А*;

$L_{Амаксдоп_Д}$ - Допустимый максимальный уровень звука в расчетной точке в дневной период времени (таблица 5.1, с учетом Примечания), дБ*А*;

$L_{Амаксдоп_Н}$ - Допустимый максимальный уровень звука в расчетной точке в ночной период времени (таблица 5.1, с учетом Примечания), дБ*А*.

8.3 Для проектирования мероприятий по защите жилой и общественной застройки от транспортного шума необходимо из найденных по формулам

(8.1) – (8.4) четырех значений требуемых снижений уровней звука выбрать наибольшее и использовать его для дальнейших расчетов.

9 Классификация мероприятий по защите от транспортного шума территорий, прилегающих к автомобильным дорогам

9.1 Мероприятия по защите прилегающей территории от транспортного шума определяются категорией автомобильной дороги, интенсивностью движения, характером территории и ее застройки (таблица 9.1).

Т а б л и ц а 9.1 - Мероприятия по шумозащите прилегающей территории от транспортного шума

Тип (категория) дорог	Характеристики застройки прилегающей территории	Мероприятия по шумозащите прилегающей территории и застройки от транспортного шума
1	2	3
Загородные автомобильные дороги	*Отдельные малоэтажные здания и строения*	– *создание буферных зон;* – *трассирование с использованием существующих форм рельефа;* – *устройство выемок мелкого заложения традиционного очертания с пологими откосами, не круче 1:3 – 1:4;* – *устройство «шумозащитных выемок»: выемок мелкого заложения до 1(2) м с крутым внешним откосом со стороны защищаемой территории, при необходимости обеспечения устойчивости откоса, с устройством подпорной стенки из не дорогих, преимущественно местных материалов (дерево, каменная кладка, армированный грунт, габионы и т.п.);* – *шумозащитные валы;* – *шумозащитные экраны малой (до 2 м) высоты.*
Пригородные участки автомобильных дорог: подходы к крупным городам и в зоне небольших населенных пунктов	*Малоэтажная застройка средней плотности*	– *устройство выемок;* – *устройство «шумозащитных выемок»;* – *устройство выемок с подпорной стенкой;* – *шумозащитные валы;* – *шумозащитные экраны малой (до 2 м) и средней (2 - 6 м) высоты;* – *комбинация указанных выше мероприятий;* – *в случае автомобильных дорог с высокой интенсивностью движения частичная или полная изоляция проезжей части (тоннели, галереи);* – *комбинация указанных выше мероприятий.*

Окончание таблицы 9.1

1	2	3
Тип (категория) дорог	Характеристики застройки прилегающей территории	Мероприятия по шумозащите прилегающей территории и застройки от транспортного шума
Городские улицы и дороги	Плотная многоэтажная застройка	– организация движения грузовых автомобилей вне селитебных территорий (выделение городских дорог грузового движения); – полное или частичное (по времени) ограничение или запрещение движения грузовых автомобилей; – организация движения с ограниченной скоростью (до 30 км/час), «успокоение движения»; – развитие общественного транспорта; – шумозащитные экраны средней (2 - 6 м) и большой (свыше 6 м) высоты; – полная или частичная изоляция проезжей части (тоннели, галереи); – комбинация указанных выше мероприятий.
Городские дороги в центральной части крупных городов	Плотная многоэтажная застройка с малым расстояниями между фасадами зданий	– шумозащитные экраны большой высоты (свыше 6 м), при условии обеспечения нормативной инсоляции жилых помещений; – полная изоляция проезжей части (тоннели, галереи); – комбинация указанных выше мероприятий.

9.2 Для снижения воздействия транспортного шума на прилегающую территорию следует использовать весь комплекс возможных проектных решений и мер организации движения. Применение тех или иных мероприятий определяется конкретными условиями с учетом технико-экономических требований.

9.3 Независимо от величины превышения уровня звука над допустимым значением при проектировании автомобильной дороги необходимо, в первую очередь, рассмотреть вопрос об увеличении

расстояния до застройки для обеспечения акустического комфорта. При превышении уровня звука на 15 - 20 дБА для снижения транспортного шума можно использовать специальные шумозащитные сооружения. При превышении до 5 дБА – шумозащитные зеленые насаждения и принимать решение об изменении отдельных геометрических элементов дороги.

9.4 При выборе мероприятий по защите от шума следует учитывать их субъективную оценку. Шумозащитное сооружение более эффективно снижает транспортный шум, если источник шума (автомобильная дорога) перестает быть виден из защищаемой от шума точки. В отдельных случаях, даже сравнительно незначительная акустическая эффективность сооружений (около 5 дБА), субъективно воспринимается как значительно бóльшая величина. В то же время, достигнутое существенное снижение уровня звука, при котором источник шума – автотранспортный поток визуально не закрывается от защищаемого объекта, воспринимается меньше реально достигнутого.

9.5 Для предварительной оценки шумозащитной эффективности мероприятий можно воспользоваться данными, приведенными в таблице 9.2.

Во всех случаях целесообразно дополнительно применять мероприятия по организации движения (выравнивание скорости движения транспортных средств) и устройство малошумных дорожных покрытий.

В «Методических рекомендациях» преимущественно рассмотрены шумозащитные мероприятия, условия движения и территории с застройкой, которые характерны для загородных автомобильных дорог (*выделено в таблице 9.1 курсивом*).

9.6 Снижение транспортного шума, обеспечивающее частичное или полное соблюдение санитарных норм, осуществляют за счет мероприятий, которые разделяют на ***пассивные*** и ***активные***.

Т а б л и ц а 9.2 - Предварительная оценка эффективности мероприятий по снижению шума

Мероприятие для снижения транспортного шума	Акустическая эффективность мероприятия (снижение уровня шума)
Частичное или полное перекрытие проезжей части (тоннели, шумозащитные галереи)	Существенное, а в случае тоннелей, полное обеспечение требований санитарных норм
Строительство шумозащитных экранов	до 18 дБА
Строительство малошумных покрытий по сравнению с плотными асфальтобетонами	до 3 дБА
Создание в населенных пунктах зон с ограничением скорости движения транспортного потока до 30 км/ч	до 2 дБА
Замена светофорного регулирования пересечений на кольцевые пересечения	до 4 дБА
Запрещение движения грузовых автомобилей в ночное время	до 7 дБА (в зависимости от состава транспортного потока и скорости движения)
«Успокоение» движения транспортного потока	до 4 дБА
Комбинация ограничения скорости движения с явной для водителя причиной ее снижения	до 3 дБА
Ограничение скорости движения в комбинации с запрещением подачи звукового сигнала	1 - 4 дБА

10 Пассивные мероприятия по снижению транспортного шума

10.1 Проектирование участков дорог, обеспечивающее наименьший уровень транспортного шума на прилегающей территории

10.1.1 При проектировании участков дорог, проходящих в непосредственной близости к территориям, требующим защиты от шума, возможно применение следующих мероприятий:

- удаление трассы вновь проектируемой дороги от защищаемой территории - создание буферных зон;
- проложение участков дороги с учетом существующего рельефа, используя их в качестве естественных преград на пути распространения шума, трассируя дороги на этих участках, по возможности, в естественных выемках, по дну оврагов и ложбин и т.п.;
- проложение участков дороги с учетом расположения нежилых зданий и построек, которые могут играть роль экранов для защищаемых от шума территорий;
- проектирование участков автомобильных дорог, на которых не происходит существенного изменения скорости движения транспортного потока;
- устройство выемок, грунтовых валов, сохранение существующих зеленых массивов или проектирование шумозащитных полос зеленых насаждений.

10.1.2 При трассировании вариантов автомобильных дорог для предварительной оценки степени обеспечения акустического комфорта на стадии технико-экономического обоснования (ТЭО) рекомендуется руководствоваться данными, приведенными в таблице 10.1, и номограммами Приложения В.

Т а б л и ц а 10.1 - Снижение эквивалентного уровня звука при увеличении расстояния до ближайшей полосы движения

Расстояние до ближайшей полосы движения, м	Снижение эквивалентного уровня звука, дБ*А*, для автомобильных дорог различных категорий			Расстояние до ближайшей полосы движения, м	Снижение эквивалентного уровня звука, дБ*А*, для автомобильных дорог различных категорий		
	IA, IБ, IB	IA, IБ, IB - II	II-V		IA, IБ, IB	IA, IБ, IB - II	II-V
	количество полос движения				количество полос движения		
	6	4	2		6	4	2
25	3,2/3,0	3,6/3,4	4,7	600	15,5/15,0	16,3/15,7	18,2
50	5,5/5,2	6,1/5,7	7,5	700	16,2/15,7	17,0/16,4	18,8
75	7,0/6,7	7,7/7,2	9,2	800	16,7/16,3	17,6/17,0	19,4
100	8,1/7,7	8,8/8,3	10,4	900	17,3/16,8	18,1/17,5	19,9
150	9,7/9,3	10,5/10,0	12,2	1000	17,7/17,2	18,5/18,0	20,4
200	10,9/10,5	11,7/11,1	13,4	1250	18,7/18,2	19,5/18,9	21,4
300	12,6/12,1	13,4/12,8	15,2	1500	19,5/19,0	20,3/19,7	22,2
400	13,8/13,3	14,6/14,0	16,4	1750	20,1/19,6	21,0/20,4	22,8
500	14,7/14,3	15,5/15,0	17,4	2000	20,7/20,2	21,5/20,9	23,4

Примечание

1. В числителе приведены значения $\Delta L_{Aэкв}$ при разделительной полосе шириной 5,0 м, а в знаменателе – шириной 12,0 м.
2. Классификация автомобильных дорог соответствует ГОСТ Р 52398

10.1.3 При проектировании и реконструкции продольного профиля на участках, прилегающих к защищаемым от шума территориям целесообразно смягчать (уполаживать) продольные уклоны до 2% и применять бóльшие радиусы вертикальных выпуклых кривых.

10.1.4 При проектировании поперечного профиля следует уделять особое внимание устройству выемок, обеспечивающих значительное снижение шума на прилегающей территории. Поперечный профиль выемок глубиной 3 м и более рекомендуется принимать в соответствии с альбомом типовых проектов, поскольку высота их откосов часто достаточна для снижения транспортного шума. Внешние откосы выемок рекомендуется выполнять не обтекаемыми, без скругления верхней бровки откосов для

большего снижения шума.

10.1.5 В отдельных случаях, когда неизбежно проложение дорог через населенные пункты, для них следует выбирать улицы, наименее загруженные местным движением, а также не имеющие большого развития подземных коммуникаций.

10.1.6 При проектировании участков автомобильных дорог, с преимущественно грузовым движением, проходящих через населенные пункты следует отдавать предпочтение улицам и проездам в промышленных (производственных) и коммунально-складских зонах.

10.2 Снижение шума средствами организации движения

10.2.1 Мероприятия по организации движения, направленные на снижение шума на прилегающей территории, могут включать:

- частичное, ограничение или запрещение движения всех видов транспорта в отдельные периоды времени суток при наличии дублирующих дорог;
- частичное ограничение или запрещение движения грузовых автомобилей в отдельные периоды времени суток, с организацией грузового движения по дублирующим дорогам;
- проведение мероприятий по обеспечению равномерного (без резких ускорений или торможений) движения автомобилей в потоке;
- ограничение скоростей движения на транзитных участках дорог, проходящих вдоль защищаемых от шума территорий;
- обязательное ограничение скорости движения в населенных пунктах;
- организация саморегулируемого кольцевого движения на пересечениях в одном уровне;
- создание в населенных пунктах зон с ограничением скорости движения транспортного потока до 30/км/ч

– «успокоение движения», под которым понимается комплекс преимущественно планировочных мероприятий, реализация которых приводит к выравниванию и снижению скоростей движения транспортных потоков.

10.2.2 При введении ограничений скорости важно обеспечивать плавное понижение скорости. Это достигается обеспечением соответствующих расстояний между участками ограничения скорости.

В таблицах 10.2 – 10.6 приведены величины снижения уровня звука при проведении различных мероприятий по организации движения [7].

10.3 При наличии шумозащитных сооружений вдоль многополосных дорог целесообразно средствами организации движения создавать условия и информировать водителей о необходимости двигаться по правым полосам движения - ближе к кромке проезжей части и шумозащитному сооружению.

Таблица - 10.2 - Снижение уровня звука при ступенчатом ограничении скоростей движения

Снижение скорости, км/час (при 10% грузовых автомобилей)	Снижение уровня звука, дБА
со 110 до 100	0,7
со 100 до 90	0,7
с 90 до 80	1,3
с 80 до 70	1,7
с 70 до 60	1,8
с 60 до 50	2,1
с 50 до 40	1,4

Таблица 10.3 - Снижение уровня звука при ограничении интенсивности движения

Уменьшение интенсивности движения, %	Снижение уровня шума, дБА
10	0,5
20	1,0
30	1,6
40	2,2
50	3,0
75	6,0

Таблица 10.4 - Снижение уровня звука при ограничении скорости движения

Скорость движения при отсутствии ограничения, км/час		Ограничение скорости (не более), км/час		Уменьшение уровня шума, дБ*А*	
легковые и легкие грузовые автомобили	тяжелые грузовые автомобили	легковые и легкие грузовые автомобили	тяжелые грузовые автомобили	10% тяжелых грузовых автомобилей	20% тяжелых грузовых автомобилей
130	80	100	80	1,9	1,2
130	80	100	60	2,6	2,3
130	80	80	60	3,8	3,1
130	80	130	60	0,5	0,8

Таблица 10.5 - Снижение уровня звука при уменьшении скорости движения легковых и грузовых автомобилей

Величина снижения скорости, км/час	Снижение уровня звука (дБ*А*) при движении:	
	легковых автомобилей	грузовых автомобилей
с 60 до 50	2,1	1,7
с 50 до 40	2,7	2,1
с40 до 30	3,7	2,7

Таблица 10.6 - Снижение уровня звука с уменьшением доли тяжелых (грузовых) автомобилей в составе транспортного потока, %

Уменьшение доли тяжелых (грузовых) автомобилей в составе транспортного потока, %	Снижение уровня звука, дБ*А*, при скоростях движения	
	50 км/час	80 км/час
с 5 до 0	0,7	1,0
с 10 до 0	1,4	1,9
с 15 до 0	2,0	2,6

10.4 Планировочные решения участков дорог, проходящих через населенные пункты, не должны допускать снижения скоростей транспортных средств до полной остановки. На транзитных участках это в значительной степени достигается выделением остановочных полос для общественного транспорта. На пересечениях в одном уровне уменьшение количества остановок транспортных средств достигается за счет организации саморегулируемого кольцевого движения.

11 Шумозащитные сооружения на автомобильных дорогах

11.1 Комплекс требований, предъявляемых к шумозащитным сооружениям.

11.1.1 Шумозащитные сооружения на автомобильных дорогах должны удовлетворять следующим требованиям:

- обеспечивать снижение уровней транспортного шума, проникающего на территорию прилегающей жилой застройки, до допустимых значений, регламентируемых санитарными нормами; либо в противном случае обеспечивать его максимально возможное снижение;
- иметь оптимальную строительную стоимость;
- обеспечивать безопасность дорожного движения (не ограничивать видимость и не создавать ситуаций, которые могут привести к возникновению дорожно-транспортных происшествий и к увеличению их тяжести);
- не создавать препятствий для оказания помощи и эвакуации пострадавших при дорожно-транспортных происшествиях, а также для доступа работников дорожной полиции;
- не нарушать систему водоотвода с проезжей части;
- допускать подход населения к остановкам общественного транспорта и наземным пешеходным переходам;
- быть долговечным, т.е. быть устойчивыми к саморазрушению, к коррозии материалов, к атмосферным воздействиям, к вредному влиянию выхлопных газов и антигололедных реагентов;
- быть удобными и безопасными в эксплуатации (при производстве работ по ремонту и сооружения, при очистке дороги от снега);
- быть пожаробезопасным и защищенными от вандализма.

11.1.2 Шумозащитные сооружения должны:

- занимать, по возможности, меньшую ширину полосы отвода;
- не способствовать снегозаносимости проезжей части автомобильных дорог;
- быть транспортабельными, простыми при их возведении, монтаже и эксплуатации, допускать быструю замену поврежденных секций и стоек;
- отвечать эстетическим требованиям, удачно вписываться в ландшафт и не препятствовать обзору едущими окружающего ландшафта.

11.1.3 Конструкция отдельных элементов шумозащитных экранов должна обеспечивать плотное их примыкание друг к другу для создания акустически непрозрачного сооружения. Особо тщательно должно быть обеспечено сопряжение низа экранов с конструкцией земляного полотна.

11.1.4 Шумозащитные сооружения должны быть рассчитаны на снеговые, ветровые (Приложение Г) и сейсмические нагрузки.

11.2 Классификация шумозащитных сооружений

11.2.1 Конструкцию шумозащитного сооружения определяют следующие факторы:

- высота и протяженность сооружения;
- наличие местных строительных материалов;
- климатические параметры;
- безопасность движения
- обеспечение необходимого обзора дороги;
- эстетические качества;
- возможность отвода земли под сооружения;
- возможность комбинации шумозащитных сооружений с гаражами и другими объектами.

11.2.2 Применяемые на автомобильных дорогах средства по активному

снижению шума можно подразделять согласно следующим критериям:

- особенности проектирования дороги;
- тип сооружения;
- акустические свойства;
- высота;
- материал;
- положение сооружений в поперечном профиле;
- характер застройки защищаемой территории;
- план сооружения;
- продольный профиль сооружения;
- конструкция верхней части шумозащитного экрана;
- расположение экрана на искусственных сооружениях.

Классификация шумозащитных сооружений, соответствующих указанным выше критериям, приведена в таблице 11.1. Схемы наиболее часто встречающихся конструкций сооружений представлены на рисунке 11.1.

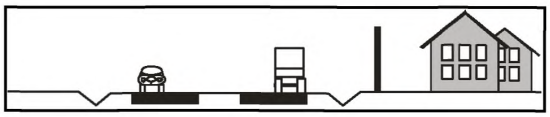
Т а б л и ц а 11.1 - Классификация шумозащитных сооружений

Критерий	Тип сооружения
1	2
Этап проектирования дороги	– сооружения на вновь проектируемой дороге; – сооружения на реконструируемом с увеличением ширины полосы отвода участке дороге; – сооружения на существующем участке дороги в пределах существующей полосы отвода.
Тип сооружения	– шумозащитные валы; – шумозащитные экраны; – полосы зеленых насаждений; – шумозащитные выемки; – подпорные стенки (со стороны внешнего откоса выемки); – сооружения, частично или полностью закрывающие проезжую часть (галереи, тоннели мелкого заложения); – экранирующие здания и постройки; – комбинированные сооружения, представляющие всевозможные комбинации вышеуказанных решений, например, комбинация шумозащитный вал - экран или выемка - шумозащитный вал и др.
Акустические свойства	– сооружения в основном отражающие звук; – сооружения частично отражающие, частично поглощение звук.
Высота	– экраны малой высоты – до 2 м; – экраны средней высоты 2 – 6 м; – высокие экраны – высотой более 6 м.

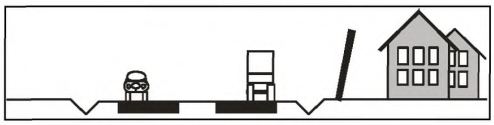
Окончание таблицы 11.1

1	2
Материал	– грунт, грунтовые валы; – сборный и монолитный бетон; – блоки, искусственные и естественные из камня, габионы; – кирпич; – пластмасса (поликарбонат акрил и т.п.); – композитные материалы на базе цементных, магнезитовых или полимерных вяжущих с наполнителем в виде гранул из пористого ячеистого материала, например гранулированного пеностекла или керамзита; – древесина; – фанера; – металл (стальной или алюминиевый лист); – экраны с поверхностью из абсорбирующих материалов (например, абсорбирующие комбинированные панели из пленки полиэстера на металлическом листе).
Положение сооружений в поперечном профиле	– на земляном полотне дороги в непосредственной близости от проезжей части; – вне земляного полотна дороги, но расположенные в непосредственной близости от земляного полотна дороги, например, у внешнего откоса выемки; – вне земляного полотна дороги, расположенные около защищаемого объекта или территории; – подпорные стенки из местных строительных при устройстве выемок с крутыми внешними откосами при новом проектировании и в случае реконструкции дорог без увеличения ширины полосы отвода.
Характер застройки защищаемой территории	– экраны, защищающие территории, свободные от близко расположенной застройки (отношение расстояния до застройки l к высоте сооружения h более 20); – экраны на участках односторонней жилой застройки; – экраны в случае двухсторонней жилой застройки.
План сооружения	– прямолинейные; – криволинейные; – ступенчатые.
Продольный профиль верха сооружения	– параллельные проектной линии проезжей части; – криволинейные, плавно изменяющиеся; – ступенчатые.
Конструкция верхней части экрана	– вертикальный экран (традиционное решение); – коленообразная верхняя часть экрана; – «Т» - образная верхняя часть экрана; – «Y» - образная верхняя часть экрана; – стрелообразная верхняя часть экрана; – цилиндрообразная верхняя часть экрана; – эллипсообразная верхняя часть экрана; – криволинейный экран; – пилообразная верхняя часть экрана.
Комбинированность	Экраны, расположенные на искусственных сооружениях -

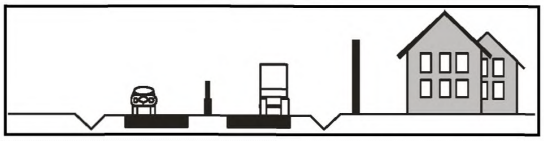
Шумозащитный экран на полосе отвода автомобильной дороги



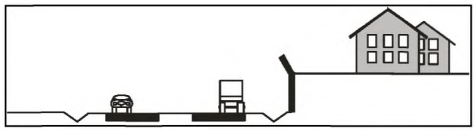
Наклонный шумозащитный экран на полосе отвода автомобильной дороги со стороны защищаемой территории



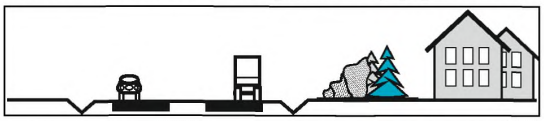
Сочетания шумозащитного экрана на полосе отвода и экрана, расположенного на разделительной полосе, при малой ширине разделительной полосы экран совмещен с ограждением



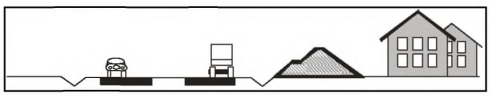
Подпорная стенка со стороны застройки



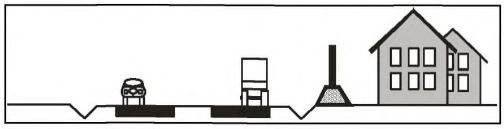
Зеленые насаждения в пределах буферной зоны



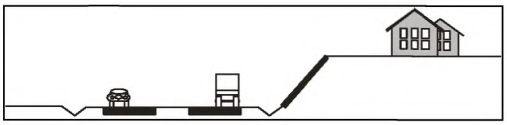
Защитные грунтовые валы



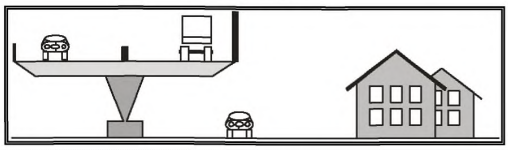
Сочетание на полосе отвода автомобильной дороги шумозащитного экрана и шумозащитного грунтого вала (бермы)



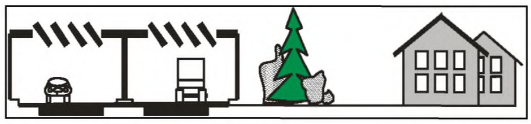
Устройство выемки в пределах населенных пунктов



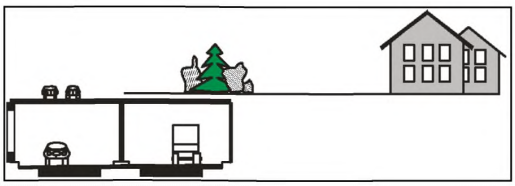
Устройство эстакады на разделительной полосе с шумозащитными экранами из прозрачного пластика



Галереи с естественным освещением



Открытая в противоположную от застройки сторону галерея



Тоннель с полной изоляцией от транспортного шума и использованием пространства над тоннелем для местного движения

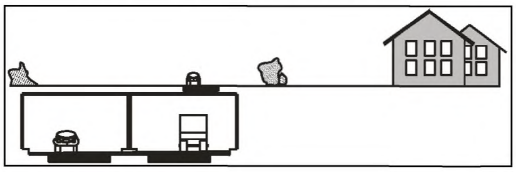


Рисунок 11.1 – Схемы наиболее часто реализуемых шумозащитных сооружений

11.2.3 Оценка сложности и возможности достижения требуемого снижения шума при проектировании шумозащитных экранов представлена в таблице 11.2.

Т а б л и ц а 11.2 - Оценка сложности достижения требуемого снижения шума

Требуемое снижение уровня шума, дБ*А*	5	10	15	20
Сложность достижения результатов	Легко	Достижимо (возможно)	Сложно	Очень сложно

11.2.4 По акустическим характеристикам конструкции шумозащитных сооружений делят на две группы: отражающие и отражающе-поглощающие. От отражающих сооружений звуковая энергия отражается в противоположную от защищаемого объекта сторону. Отражающе-поглощающие сооружения в результате поглощения звуковой энергии снижают увеличение уровней звука на противоположной стороне дороги и уменьшают уровни звука в салонах проезжающих автомобилей.

Для защищаемой территории акустическая эффективность отражающего и отражающе-поглощающего сооружения практически одинакова.

11.2.5 Шумоотражающие экраны используют для защиты жилой застройки в следующих случаях (рисунок 11.2):

- на противоположной от защищаемой застройки территории застройка отсутствует на расстоянии менее 500 м (рисунок 11.2, а);
- жилая застройка, расположенная на противоположной от защищаемой застройки территории, находится ниже уровня проезжей части автомобильной дороги (рисунок 11.2, б). Далее в «Методических рекомендациях» под термином «жилая застройка» подразумевается весь комплекс территорий, площадок отдыха и

т.д. из раздела «Вид трудовой деятельности, рабочее место» Санитарных норм (СН 2.2.4 2.1.8.562).

- жилая застройка, расположенная на противоположной от защищаемой застройки территории, находится на расстоянии более, чем в 20 раз превышающем высоту экранов (рисунок 11.2, в);
- шум отражается наклонным шумозащитным экраном в зону, не требующую защиты (схема на рисунок 11.2, г).

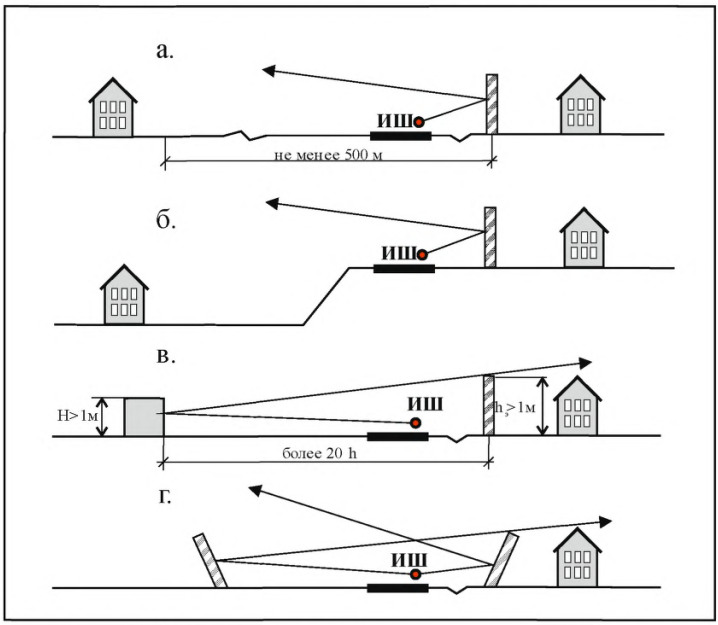


Рисунок 11.2 - Схемы применения шумоотражающих экранов на автомобильных дорогах

11.2.6 Отражение звука от экранов при их различном наклоне зависит от величины угла наклона экрана ***Y*** (***Y'***), рисунок 11.3. Схема определения угла наклона экрана представлена на рисунке 11.4. При этом считается, что величина угла наклона не должна превышать 150° [8]. Для экранов высотой 6 м при угле наклона 30^{0} снижение акустической эффективности составляет

около 1,5 дБА, при угле наклона 45^0 – около 2 дБА. С увеличением ширины магистрали эффективность наклонных экранов уменьшается.

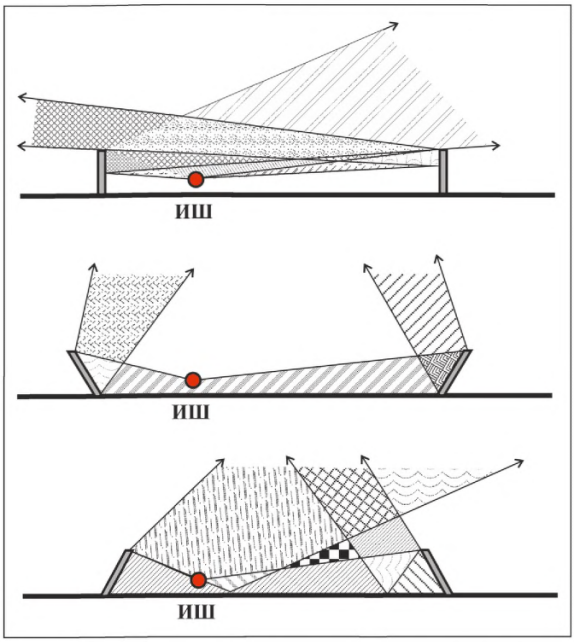


Рисунок 11.3 - Отражение шума от экранов при их различном наклоне

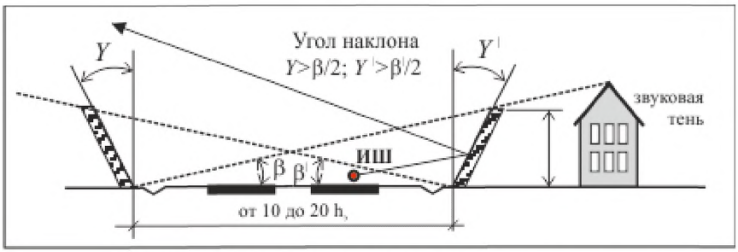


Рисунок 11.4 –Рекомендуемые углы наклона экрана

11.2.7 Отражающе-поглощающие экраны применяют для защиты жилой застройки в следующих случаях:

– если открытая для шума жилая застройка расположена на расстоянии менее 500 м от шумопоглощающего экрана (рисунок 11.5, а);

– если необходимо воспрепятствовать проникновению транспортного шума в открытую для него жилую застройку, когда застройка расположена на расстоянии менее 500 м от экрана (рисунок 11.5, а);

– если необходимо воспрепятствовать повышению уровней звука в зоне звуковой тени от повторного отражения звука экраном, расположенным на противоположной стороне дороги (рисунок 11.5, б). Для этой цели могут использоваться как вертикальные отражающе-поглощающие экраны, так и наклонные шумоотражающие экраны;

– если необходимо воспрепятствовать повышению уровня звука за шумозащитным экраном вследствие многократного отражения звука от высоких кузовов автомобилей, автобусов и т.д. при высоте экранов до 3,5 м и многоэтажной жилой застройке (рисунок 11.5, в).

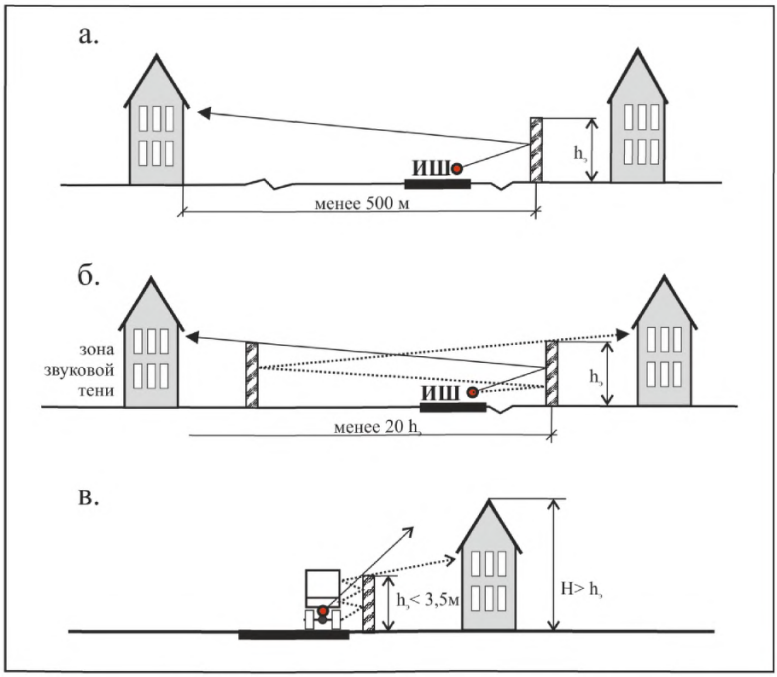


Рисунок 11.5 - Условия применения шумопоглощающих экранов

11.3 Основные требования к материалам шумозащитных экранов

11.3.1 Выбор материалов при строительстве шумозащитных сооружений играет существенную роль, определяет их акустический эффект и строительную стоимость. Материал для строительства шумозащитных сооружений следует подбирать, исходя из конструктивных и экономических соображений, при этом наибольшее распространение получили:

- грунт (шумозащитные валы);
- сборный и монолитный бетон и железобетон;
- кирпич;
- древесина;
- фанера;
- блоки из естественного камня;
- блоки из искусственных материалов;
- габионы;
- пластмасса (поликарбонат, акрил и т.п.);
- металл (стальной или алюминиевый лист);
- панели с поверхностью из абсорбирующих материалов.

11.3.2 Материалы шумозащитных экранов должны быть долговечными, устойчивыми к воздействию атмосферных факторов и выхлопных газов. Звукопоглощающие материалы, используемые для облицовки экранов, должны обладать стабильными физико-механическими и акустическими характеристиками, быть био- и влагостойкими, не выделять вредные вещества.

11.3.3 При строительстве шумозащитных сооружений на автомобильных дорогах неоправданно часто применяют дорогостоящие материалы. Предпочтение необходимо отдавать местным строительным материалам, чем обеспечивается лучшее сочетание сооружений с окружающим ландшафтом и снижается стоимость шумозащитных

сооружений.

11.3.4 Необходимая поверхностная плотность материала шумозащитного сооружения (масса 1 м^2 сооружения (экрана) толщиной ***s***) зависит от требуемого снижения уровня звука шумозащитным сооружением.

Для предотвращения влияния прямого звука поверхностная плотность шумозащитного сооружения (экрана) должна быть не ниже величин, приведенных в таблице 11.3.

Т а б л и ц а 11.3 - Минимальная поверхностная плотность конструкции экрана в зависимости от требуемого снижения уровня звука

Требуемое снижение уровня звука шумозащитным сооружением (экраном), дБА	5	10	14	16	18	20	22	24
Минимальная поверхностная плотность конструкции шумозащитного сооружения (экрана), кг/м^2	14,5	17,0	18,0	19,5	22,0	24,5	32,0	39,0

11.3.5 Для отражающих экранов используют плотные материалы, такие как бетон, стекло, кирпич, дерево, имеющие низкий коэффициент поглощения и, следовательно, высокие шумоотражающие качества.

11.3.6 Отражающе-поглощающий экран представляет собой конструкцию, в состав которой входят: фундамент, металлические опоры, акустические панели и элементы крепления. Акустические панели – это, как правило, кассеты, наполненные звукопоглощающим материалом, закрытые профилированным листом, имеющим перфорацию со стороны источника шума. Толщина акустической панели в зависимости от ее конструкции и звукопоглощающего материала может составлять от 60 до 190 мм.

11.3.7 Отражающе-поглощающие экраны могут иметь звукопоглотители следующих групп:

- из пористых материалов;
- резонирующих панелей;
- конструкции с перфорированным покрытием.

Звукопоглощающий материал (минеральная вата и т.п.) должен быть обернут одним слоем стеклоткани или полиэтилентерафталатной пленки для

предупреждения осыпания звукопоглощающего материала и защиты от намокания.

11.3.8 Звукопоглощение в пористых материалах обусловлено вязким трением в порах, внутренним трением, теплообменом в воздухе.

Основой зернистого пористого материала могут служить: минеральная крошка, гравий, пемза, пеностекло, каолин или шлак, древесное волокно, минеральная вата, базальтовое волокно. В качестве вяжущего используют цемент или жидкое стекло. Из этих материалов могут изготовляться панели, устанавливаемые между стойками экрана.

11.3.9 Резонирующие панели представляют собой специальные тонкие пластины, заключенные в раму, они обладают высоким поглощением звука на низких частотах. К резонирующим также относят конструкции, разработанные на основе резонаторов Гельмгольца.

11.3.10 Перфорированные покрытия, сочетающие преимущества пористых материалов и резонирующих панелей, представляют слой пористого материала, закрепленный внутри панели, закрытой перфорированной пластиной (рисунок 11.6). Варианты закрепления панелей между стойками показаны на рисунке 11.7.

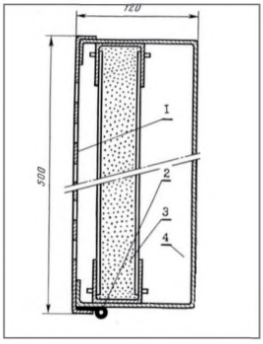
11.3.11 При строительстве прозрачных экранов используют безопасное закаленное стекло, многослойные небьющиеся стекла и пластические материалы.

Толщина стекла (пластмассы) должна обеспечивать требуемую звукоизоляцию, неповреждаемость при воздействии ветровых нагрузок, при монтажных и ремонтных работах. Фундамент экранов из стекла и пластмассы должен обладать повышенной прочностью во избежание появлений трещин при неравномерной осадке грунта, упругая прокладка должна обеспечивать возможность температурного удлинения. Для защиты от камней, вылетающих из-под колес автомобилей или рабочих органов дорожных машин, стеклянные экраны устраивают на железобетонном цоколе, в котором закрепляются стойки (рисунок 11.7).

Для защиты стоек шумозащитных экранов от коррозии, неравномерной

осадки основания рекомендуется в нижней его части устраивать монолитное основание из бетона толщиной 40 см, заглубленное в грунт с обеспечением стока воды.

Для обеспечения прозрачности стеклянных экранов требуется их очистка не реже 2-3 раз в год в зависимости от интенсивности движения, климатических и погодных условий.



1 - внешняя перфорированная стенка; 2 - уплотняющая прокладка между панелями; 3 – шумопоглощающий заполнитель; 4 – воздушная прослойка

Рисунок 11.6 - Пример конструкции панели шумопоглощающего экрана

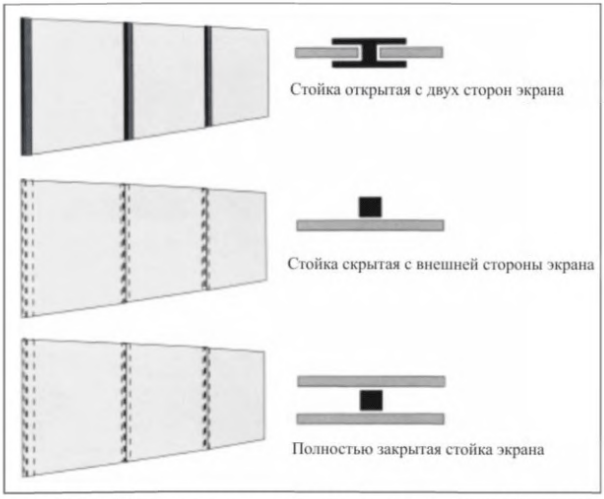


Рисунок 11.7 - Варианты закрепления панелей между стойками

При строительстве экранов с элементами из стекла необходимо учитывать вероятность получения ран, загрязнения придорожной полосы, пешеходных дорожек и т.д. острыми осколками. Одним из возможных решений для предотвращения разлетания осколков является придание экрану наклона в сторону проезжей части.

Стекло обладает высокой способностью отражать свет фар автомобиля. Для защиты водителей от света фар встречных автомобилей необходимо проектировать достаточно высокий цоколь, сохраняя при этом возможность хорошего обзора, либо предусматривать наклон экрана.

Пластмасса, обладая высокими акустическими свойствами, лучше стекла поддается обработке, более технологична, для крепления можно применять болтовые соединения. Она является практически небьющимся материалом, но теряет свою прозрачность из-за царапин вследствие наезда автомобилей, попадания камней, мытья сильно загрязненных поверхностей. Наиболее пригодным материалом дли строительства прозрачных экранов является поликарбонат.

11.3.12 При выборе материала шумозащитного экрана целесообразно учитывать качественные показатели их сооружения и эксплуатации (таблица 11.4 [9]).

11.3.13 В технической документации на акустические панели должны быть заявлены значения звукоизоляции R_d, а для отражающе-поглощающих экранов также значения коэффициента звукопоглощения α_d панелей в полосах частот, а также соответствующие им значения суммарной стандартной неопределенности u_c.

Методы определения заявленных значений звукоизоляции акустических панелей, коэффициентов звукопоглощения панелей отражающе-поглощающих экранов и соответствующих им значений суммарной стандартной неопределенности приведены в Приложении Е

Таблица 11.4 - Качественные показатели опыта строительства и эксплуатации шумозащитных экранов [по 9].

Материал	Преимущества	Недостатки	Внешний вид экрана
Бетон	– высокая звукоизолирующая способность – хорошие отражающие свойства долговечность; – простота эксплуатации;	– большой вес; – сложность сооружения;	
Дерево	– хорошие звукопоглощающие свойства;	– сложное содержание; – недолговечность; – пожароопасность;	
Металл	– удобство монтажа, меньший вес по сравнению с экранами из бетона и железобетона;	– недолговечность из-за коррозии;	
Прозрачный пластик	– небольшой вес конструкции; – сохранение визуального обзора придорожного пространства; – интеграция в существующий пейзаж.	– необходима постоянная очистка; – высокая стоимость; – повышенная возможность отражения света фар от экрана.	

11.3.14 Реализуемые значения звукоизоляции $\boldsymbol{R_d}$ акустических панелей должны превышать значения требуемой акустической эффективности экрана не менее чем на 10 дБ.

Примечание – Требование 10 дБ обеспечивает предотвращение прохождения значимой доли прямого звука через экран.

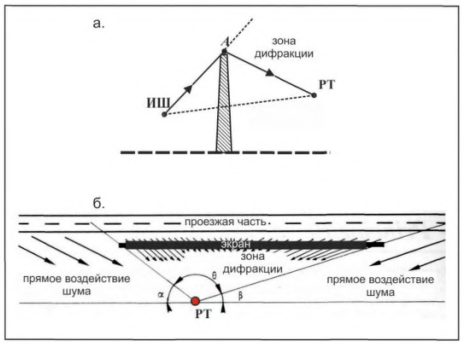
11.3.15 Заявленные значения звукоизоляции $\boldsymbol{R_d}$ и коэффициента

звукопоглощения α_d подлежат контролю при сертификации поставляемых на рынок партий акустических панелей.

Контроль выполняют в соответствии с двухступенчатым планом контроля по ГОСТ 27408 с использованием трех испытываемых образцов контролируемых панелей и приемочных коэффициентов по ГОСТ 27408 (таблица 2) для объемов выборки n_1=1 и n_2=3. Методы контроля приведены в Приложении Ж.

11.4 Определение размеров шумозащитных сооружений

При расчетах акустической эффективности шумозащитных сооружений рассматриваются расчетные сечения, соединяющие источник шума и расчетную точку. Снижение уровня шума шумозащитными сооружениями происходит в результате образования за ними так называемой звуковой тени. Однако, полного снижения шума не происходит из-за частичного огибания звуковыми волнами препятствия через его верхнюю и боковые кромки вследствие явления дифракции звука (рисунок 11.8 [10]).



Θ – угол перекрытия экраном участка дороги (угловой размер экрана, видимый из расчетной точки)

Рисунок 11.8 - Схема расположения зоны дифракции в профиле (а) и в плане (б) в зависимости положения расчетной точки (РТ)

Основным фактором, определяющим акустические качества шумозащитного экрана-стенки, является его высота. При проложении автомобильной дороги в выемке – глубина и уклоны откосов выемки. При экранировании прилегающей территории шумозащитным валом – высота и

ширина верха шумозащитного вала.

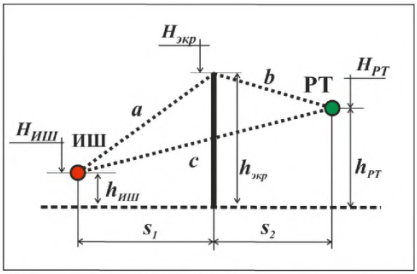
Основным фактором, определяющим акустические качества шумозащитного сооружения, является в случае экрана-стенки его высота; при проложении автомобильной дороги в выемке – глубина и уклоны откосов выемки; при экранировании прилегающей территории шумозащитным валом (насыпью) – высота и ширина верха шумозащитного вала (насыпи).

11.4.1 Высота шумозащитного экрана-стенки

11.4.1.1 Акустическая эффективность экрана зависит от разности длин путей звукового луча δ, определяемой в соответствии со схемой, представленной на рисунке 11.9 по формуле:

$$\delta = a + b - c, \tag{11.1}$$

где $\boldsymbol{\delta}$ - разность длин путей звукового луча, м;
$\boldsymbol{a}$ - кратчайшее расстояние между акустическим центром транспортного потока и верхней кромкой экрана, м;
$\boldsymbol{b}$ - кратчайшее расстояние от верхней кромки экрана до расчетной точки, м;
$\boldsymbol{c}$ - кратчайшее расстояние от акустического центра транспортного потока до расчетной точки, м.



$\boldsymbol{h_{ИШ}}$ – высота источника шума над поверхностью проезжей части; $\boldsymbol{h_{экр}}$ – высота экрана; $\boldsymbol{h_{РТ}}$ – высота расчетной точки над поверхностью земли;
$\boldsymbol{H_{ИШ}}$ - отметка источника шума; $\boldsymbol{H_{экр}}$ - отметка верха экрана; $\boldsymbol{H_{РТ}}$ - отметка расчетной точки.

Рисунок 11.9 - Расчетная схема определения разности длин путей звукового луча δ для экрана –стенки

Расстояния ***а***, ***в*** и ***с*** определяют с точностью до сотых долей метра по формулам:

$$a = \sqrt{s_1^2 + (h_{экр} - h_{ИШ})^2}, \tag{11.2}$$

$$b = \sqrt{s_2^2 + (h_{экр} - h_{РТ})^2}, \tag{11.3}$$

$$c = \sqrt{(s_1 + s_2)^2 + (h_{РТ} - h_{ИШ})^2}, \tag{11.4}$$

где $h_{ИШ}$ - высота источника шума над уровнем проезжей части, м;
$h_{экр}$ - высота экрана, м;
$h_{РТ}$ - высота расчетной точки над уровнем земли, м.
S_1 - расстояние от источника шума до экрана, м;
S_2 - расстояние от экрана до расчетной точки, м.

11.4.1.2 При выполнении расчетов положение акустического центра источника шума назначается на высоте 1,00 м над уровнем проезжей части на оси проезжей части для двухполосных дорог или на оси наиболее удаленной от расчетной точки полосы движения в случае многополосных дорог (п. 3.1. «Методических рекомендаций»)

11.4.1.3 Если поверхности проезжей части улицы или дороги и прилегающей территории расположены на разных уровнях, то вместо величин $h_{ИШ}$, $h_{экр}$ и $h_{РТ}$ в формулы (11.2) – (11.4) следует подставлять отметки уровней акустического центра источника шума ($H_{ИШ}$), отметку верхней кромки экрана ($H_{экр}$) и отметку расчетной точки ($H_{РТ}$), полученные из проектного решения поперечного профиля в расчетном сечении.

11.4.1.4 Для ориентировочных расчетов величины ***а***, ***в*** и ***с*** можно определять графически, представив в одинаковых горизонтальном и вертикальном масштабах расположение акустического центра источника шума, экрана и расчетной точки в вертикальной плоскости, перпендикулярной плоскости экрана.

11.4.1.5 Снижение шума экраном в зависимости от разности длин путей прохождения звука δ определяется по формуле (11.5) или графически, по

номограмме на рисунке 11.10 [1].

$$\Delta L_{экр} = 18{,}2 + 7{,}8 \log\ (\delta + 0{,}02), \qquad (11.5)$$

где: $\Delta L_{экр}$ - снижение шума экраном, дБA;
δ - то же, что в формуле (11.1).

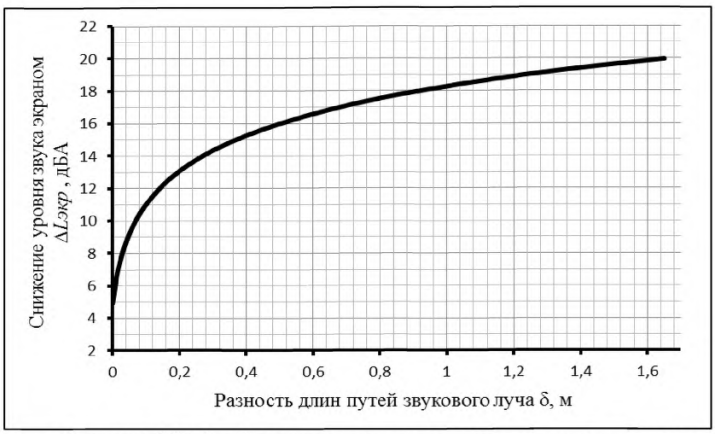


Рисунок 11.10 - Снижение шума экраном в зависимости от разности длин путей звукового луча (δ)

11.4.1.6 Шумозащитный экран на всем своем протяжении во избежание снижения расчетной величины шумопонижения не должен иметь декоративных отверстий, проемов для отвода воды, разрывов и т.д. Только сплошной экран может обеспечить расчетную величину шумопонижения. Снижение шумозащитной эффективности экрана при нарушении его сплошности (отношение площади отверстий, проемов и т.д. к общей поверхности экрана в %%) при требуемом шумопонижении экрана приведено в таблице 11.5.

Т а б л и ц а 11.5 - Снижение эффективности шумозащитных экранов при наличии нарушений сплошности (ее снижение)

Снижение сплошности экрана, %	Требуемое снижение шума экраном, дБ*А*			
	10	15	20	24
	Снижение акустического эффекта экрана, дБА			
0,78	1	3	-	-
0,39	1	2	-	-
0,20	-	1	3	-
0,10	-	1	1	-
0,05	-	-	1	2

11.4.2 Параллельные экраны-стенки

При проектировании параллельных экранов (рисунок 11.11) определяются шумопонижения каждого из экранов, а их общая акустическая эффективность определяется энергетическим суммированием, при этом для каждого из экранов вычисляют значения величин δ по формулам:

для экрана № 1 $$\delta_1 = a_1 + b_1 - c, \quad (11.6)$$

для экрана № 2 $$\delta_2 = a_2 + b_2 - c, \quad (11.7)$$

Для каждого из экранов в соответствии с п. 11.4.1.1 вычисляют значения $\Delta L_{экр1}$ и $\Delta L_{экр2}$, после чего, согласно Приложению А «Методических рекомендаций» выполняется энергетическое суммирование установленных значений снижения уровней звука.

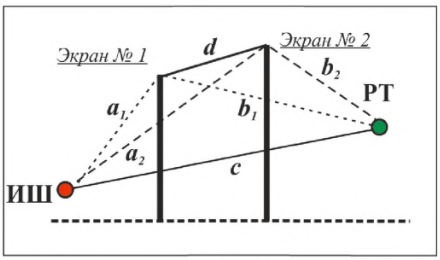


Рисунок 11.11 - Расчетная схема определения разности длин путей (δ) для параллельных экранов–стенок

При небольшой разнице отметок верха параллельных экранов (до 1 м) снижение шума экраном может быть определено по величине δ', вычисляемой по формуле:

$$\delta' = a_1 + d + b_2 - c, \tag{11.8}$$

11.4.3 Повышение акустической эффективности шумозащитных экранов

Устройство выносной консоли или искривление верхней части экрана в сторону автомобильной дороги уменьшает расстояние между источником шума и экраном на величину Δd (рисунок 11.12), тем самым увеличивая параметр δ, что способствует повышению акустической эффективности экрана. Такое решение также увеличивает видимость и упрощает условия эксплуатации автомобильной дороги.



Рисунок 11.12 - Уменьшение расстояние между источником шума и экраном на величину Δd в случае коленообразных (а) и криволинейных (в) экранов

Уширенная верхняя часть экрана (рисунок 11.13) позволяет в зависимости от конструктивного решения дать дополнительное снижение шума до 3 дБА.

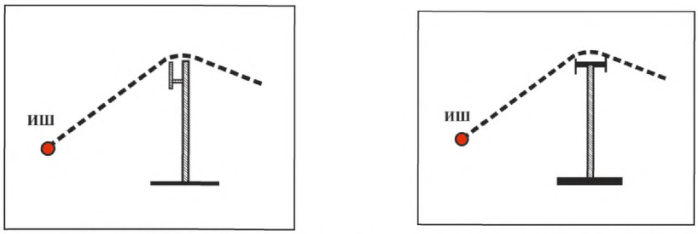
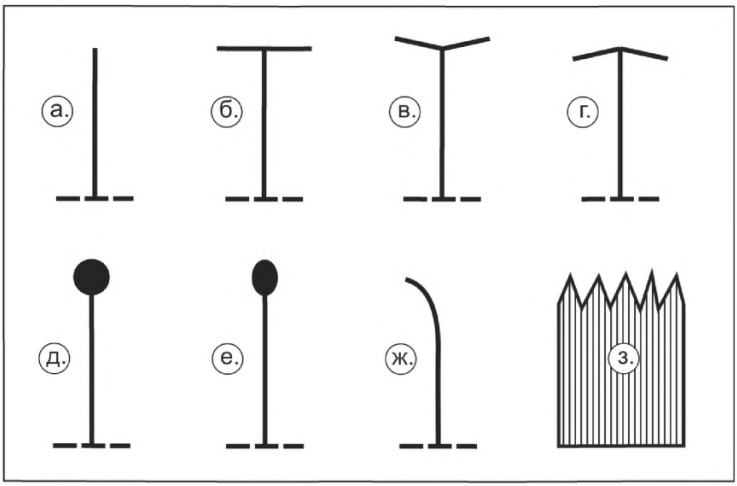


Рисунок 11.13- Схемы экранов с уширенной верхней частью, повышающие акустическую эффективность

Возможные схемы и внешний вид конструктивного решения верха экрана представлены на рисунках 11.14 и 11.15.



а – вертикальный экран-стенка (традиционное решение); б – «Т» - образная верхняя часть экрана; в – «Y» - образная верхняя часть экрана; г – стрелообразная верхняя часть экрана; д – цилиндрообразная верхняя часть экрана; е – эллипсообразная верхняя часть экрана; ж – криволинейный экран; з – пилообразная верхняя часть экрана.

Рисунок 11.14 - Схемы устройства верхней части шумозащитных экранов

«Т» - образная верхняя часть экрана



Цилиндробразная верхняя часть экрана



Эллипсобразная верхняя часть экрана

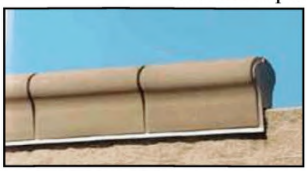




Рисунок 11.15 - Внешний вид верхней части шумозащитных экранов

Дополнительное снижение уровня звука при разных значениях ширины полки Т-образного экрана с абсорбирующей поверхностью представлены на рисунке 11.16 [8].

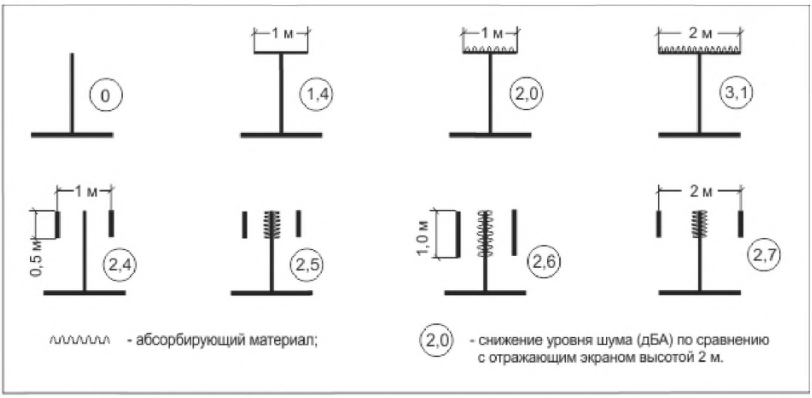


Рисунок 11.16 - Повышение акустической эффективности Т-образного экрана в зависимости от ширины полки

При рассмотрении варианта шумозащитных экранов с модифицированной конструкцией верхней части следует учитывать опыт

строительства и эксплуатации подобных сооружений за рубежом [11] (таблица 11.6).

Т а б л и ц а 11.6 - Оценка эффективности шумозащитных экранов с модифицированной конструкцией верхней части [11]

Тип экрана	«Т»-образные	У-образные	Наклонные	Абсорбирующие поверхности с одной стороны	Абсорбирующие поверхности с двух сторон
1	2	3	4	5	6
Высота, м	>4,0	> 4,0	> 4,0	> 4,0	> 4,0
Дополнительное ориентировочное снижение шума экраном, (дБА)	1,5 – 2,0	1,0 – 1,5	0,0 – 0,5	0,0 – 2,0	2,0 – 3,0
Относительное удорожание, %	10	10 - 20	10	25	20
Преимущества:					
Уменьшение высоты	√	√	-	√	√
Уменьшение ветровой нагрузки	√	√	-	√	-
Упрощение фундамента	√	√	-	√	-
Внешний вид (эстетические качества)	√	-	√	-	-
Недостатки:					
Накопление грязи и мусора	√	√	-	-	-
Усложнение конструкции фундамента	-	-	√	-	-
Снижение долговечности материалов	-	-	-	√	√
Усложнение содержания	√	√	-	√	√
Снижение срока службы материалов	-	-	-	√	√

11.4.4 Расчет акустической эффективности проложения автомобильной дороги в выемке

10.4.4.1 Акустическая эффективность проложения автомобильной дороги в выемке определяется глубиной выемки и уклоном откоса со стороны территории. Для оценки влияния глубины вводится понятие условного экрана-стенки высотой, равной глубине выемки. Влияние крутизны откосов определяется в зависимости от внешнего внешним угла ***βs*** (рисунок 11.17).

11.4.4.2 Оценку акустической эффективности осуществляют следующим образом. На чертеже в расчетном сечении из верхнего края (бровки) выемки опускают перпендикуляр до уровня основания выемки (рисунок 11.17), измеряют его высоту, которая соответствует высоте условного экрана-стенки, вписанного в выемку. Располагая акустический центр источника шума на высоте 1 м над поверхностью проезжей части на оси наиболее удаленной полосы движения, в соответствии с рисунком 6.10 определяют величины ***а***, ***в*** и ***с***, по которым рассчитывают экранирующий эффект условного экрана-стенки ($\Delta L_{Аусл.ст}$). Акустическая эффективность откосов выемки $\Delta L_{Aβ}$ в зависимости от величины внешнего угла β_s определяют по таблице 11.7.

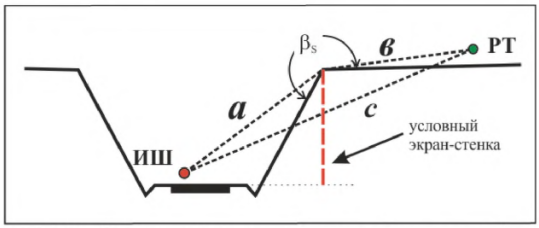


Рисунок 11.17 - Схема расчета разности длин путей звуковых лучей для оценки акустической эффективности выемки

Т а б л и ц а 11.7 - Акустическая эффективность откосов выемки

Внешний угол β_S в градусах	210	225	240	255
Поправка $\Delta L_{A\beta}$, дБА	6	5	3	1
П р и м е ч а н и е - Поправка $\Delta L_{A\beta}$ для промежуточных значений внешнего угла β_s определяются интерполяцией.				

Суммарный эффект глубины и крутизны откосов выемки определяют по формуле (11.9) [4].

$$\Delta L_{A\,выем} = \Delta L_{Аусл.ст} - \Delta L_{A\beta}\ , \qquad (11.9)$$

где: $\Delta L_{Аэ.выем}$ - акустическая эффективность выемки, дБА;

$\Delta L_{Аусл.ст}$ - акустическая эффективность условного экрана-стенки, дБА;

$\Delta L_{A\beta}$ - акустическая эффективность откосов выемки, дБА.

Если для повышения акустической эффективности выемки дополнительно устанавливают экран-стенку высотой $H_{эдоп}$, то для оценки эффективности комбинированного сооружения «выемка-экран» вначале определяют акустическую эффективность выемки ($\Delta L_{Аэ.выем}$), затем акустическую эффективность дополнительного экрана-стенки ($\Delta L_{Аэ.доп}$) и далее находят методом энергетического суммирования их сумму по формуле:

$$\Delta L_{A\,выем-экран} = 10\lg\,(10^{0,1\Delta L_{Аэ\ выемка}} + 10^{0,1\Delta L_{Аэ\ доп}}), \qquad (11.10)$$

где $\Delta L_{Аэ.выем}$ - акустическая эффективность выемки, дБА;

$\Delta L_{Аэ.доп}$ - акустическая эффективность дополнительного экрана-стенки, дБА.

11.4.5 Акустическая эффективность грунтового шумозащитного вала

11.4.5.1 Эффективность экранирования прилегающей территории шумозащитным валом (насыпью) $\Delta L_{шзв}$ определяется положением шумозащитного вала и его геометрическими размерами (высота, ширина верхней части, уклоны откосов).

11.4.5.2 Расчетная схема шумозащитного вала зависит от ширины верхней его части. В зависимости от ширины верха шумозащитного вала

возможны следующие схемы расчета его акустической эффективности:

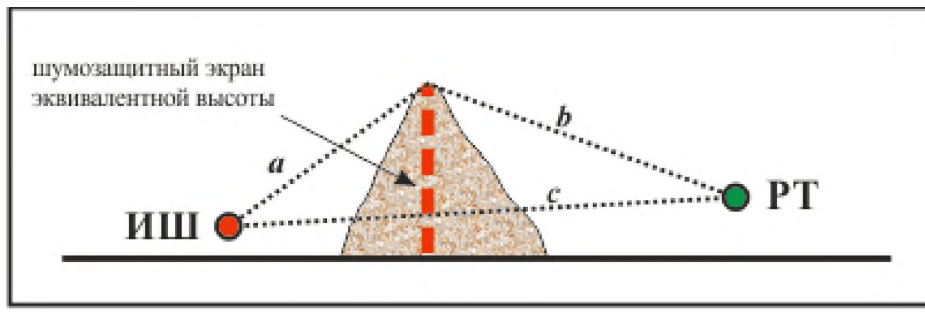
- треугольный шумозащитный вал (рисунок 11.18, а) рассчитывается как тонкий шумозащитный экран (см. п. 11.4.1 «Методических рекомендаций»).
- аналогично рассчитывается трапецеидальный вал с шириной верхней части до 2 м, эквивалентный экран-стенка располагается в наиболее высоком сечении вала (рисунок 11. 18, б).
- при ширине верхней части от 2 до 4 м расчет выполняется по аналогии с тонким шумозащитным экраном, расположенным под ближней к расчетной точке вершиной вала (рисунок 11. 18, в).
- расчет трапецеидального вала с шириной верха свыше 4 м, но менее 10 м выполняется по аналогии с расчетом двух тонких шумозащитных экранов, расположенных под вершинами вала (рисунок 11.18, г).
- при ширине верхней части шумозащитного вала свыше 10 м применяется расчетная схема, приведенная на рисунке 11.19. Для этого в разрез насыпи (вала) вписывается прямоугольный параллелепипед, определяется его ширина (w) и внешние углы θ_S и θ_R.

Ближайшую к расчетной точке сторону параллелепипеда, рассматривают как условный экран-стенку и рассчитывают его акустическую эффективность. По величинам углов θ_S и θ_R на основании номограммы на рисунке 11.20 определяют коэффициент (K), и далее находят экранирующий эффект насыпи по формуле [4]:

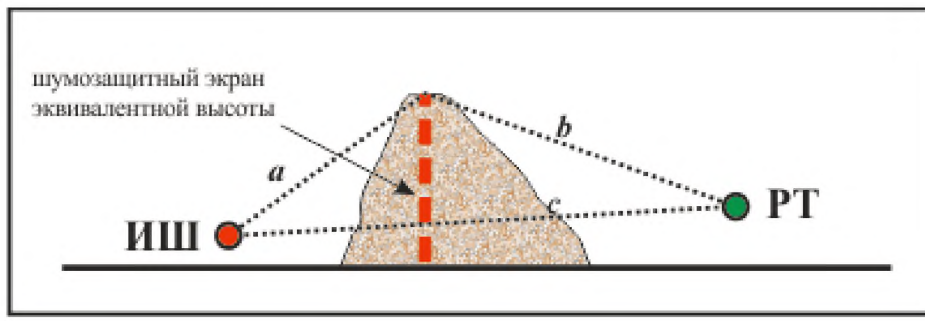
$$\Delta L_{Аэкр.вал} = \Delta L_{Аусл.ст} + K(lgw + 0,7) - \Delta L_{Аβ}, \qquad (11.11)$$

где: $\Delta L_{Аэкр.вал}$ - снижение шума на участке шумозащитного вала, дБА;
$\Delta L_{Аусл.ст}$ - снижение уровня звука условным экраном, дБА, то же, что и по п. 11.4.4.1 «Методических рекомендаций»;
K - параметр, определяемый в зависимости от углов θ_S и θ_R по номограмме на рисунке 11.20 [4];
w - ширина вписанного прямоугольного параллелепипеда, м;
$\Delta L_{Аβ}$ - то же, что и в формуле (11.9), дБА, определяется по таблице 11.7.

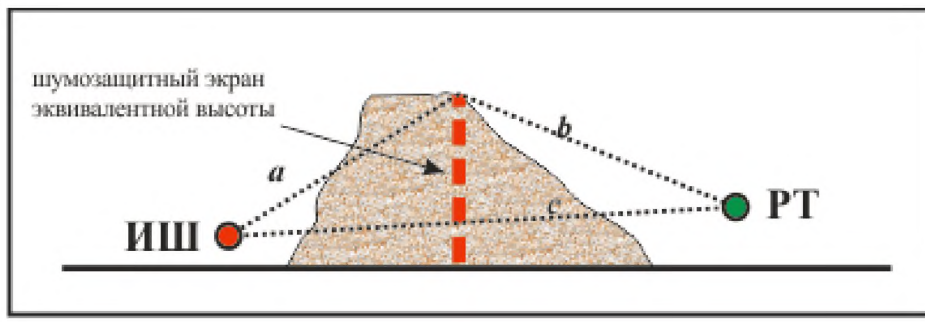
а.



б.



в.



г.

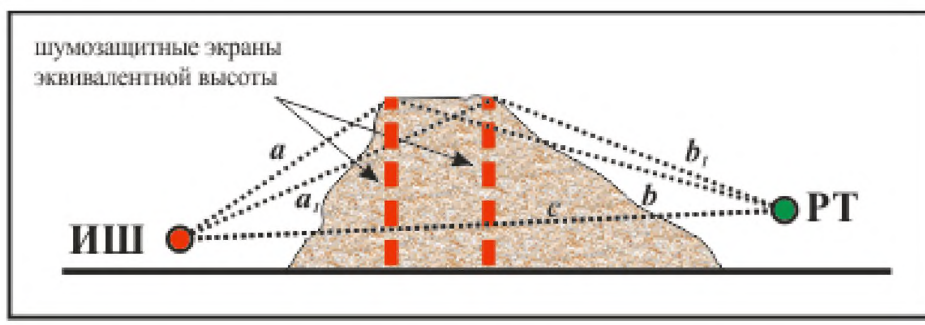


Рисунок 11.18 - Схемы расчета акустической эффективности шумозащитного вала

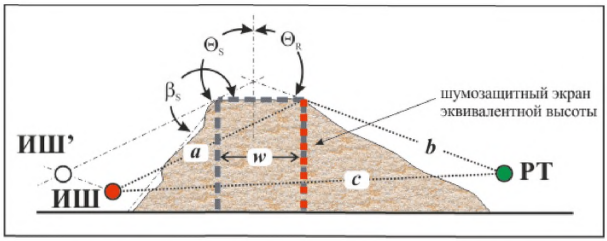


Рисунок 11.19 - Схема для определения расчетных параметров широкого шумозащитного вала

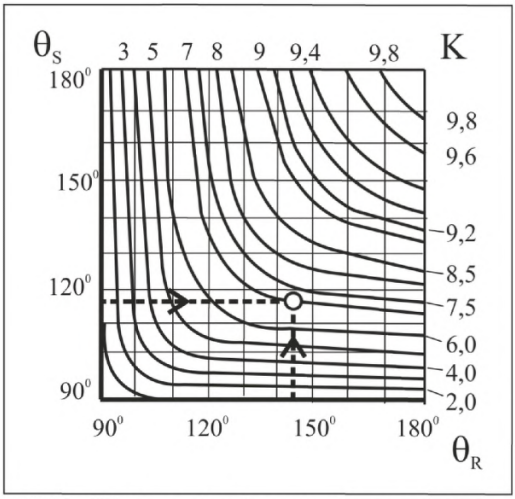
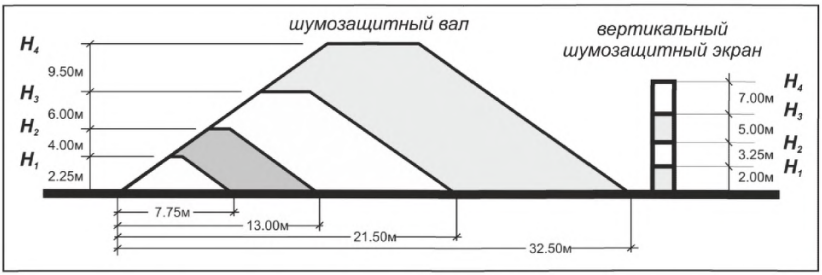


Рисунок 11.20 - Номограмма для определения расчетных значений параметра К

10.4.5.3 Сопоставление акустической эффективности шумозащитных грунтовых валов и вертикальных шумозащитных экранов показывает, что при необходимости обеспечить одинаковое снижение шума высота шумозащитного грунтового вала должна быть на 15-20% больше высоты вертикального шумозащитного экрана, при этом существенно увеличивается занимаемая шумозащитным валом площадь (рисунок 11.21 [10]).



Тип сооружения	H_1	H_2	H_3	H_4
Вертикальный шумозащитный экран	2,00	3,25	5,00	7,00
Шумозащитный вал	2,25	4,00	6,00	9,50

Рисунок 11.21 - Сопоставление акустической эффективности шумозащитных грунтовых валов и вертикальных шумозащитных экранов

Аналогично шумозащитному валу выполняют расчет акустической эффективности естественных элементов рельефа (холмы, возвышенности).

11.4.5.4 Для повышения акустической эффективности шумозащитного вала дополнительно устанавливают на верху вала экран-стенку высотой $H_{эдоп}$. Для оценки эффективности комбинированного сооружения «шумозащитный вал-экран» определяют акустическую эффективность шумозащитного вала ($\Delta L_{Авал}$), затем акустическую эффективность дополнительного экрана-стенки ($\Delta L_{Аэ.доп}$) и находят их сумму методом энергетического суммирования по формуле:

$$\Delta L_{Авал-экран} = 10 \lg (10^{0,1\Delta L_{Авал}} + 10^{0,1\Delta L_{Аэ\,доп}}), \qquad (11.12)$$

где $\Delta L_{Авал}$ - акустическая эффективность шумозащитного вала, дБА;

$\Delta L_{Аэ.доп}$ - акустическая эффективность дополнительного экрана-стенки, дБА.

11.4.6 Определение поглощения шума поверхностью защищаемой территории при наличии экрана

Влияние на уровень шума в расчетной точке поглощения звука

поверхностью защищаемой от шума территории между автомобильной дорогой и расчетной точкой следует определять при наличии шумозащитного сооружения (экрана) по формулам (11.13) – (11.15) при акустически мягком покрытии территории и по формулам (11.19) - (11.20) при акустически жестком покрытии территории [4]:

$$\Delta L_{A\,пок} = 5(1-z)\times \lg\left(\frac{\sigma^3}{1+0{,}01\sigma^2}\right) \quad при\ \sigma \geq 1, \tag{11.13}$$

$$\Delta L_{A\,пок} = 4z \times \lg\sigma \quad при\ 0{,}3 \leq \sigma \leq 1, \tag{11.14}$$

$$\Delta L_{A\,пок} = -2z + 4z \times \lg\left(\frac{0{,}3}{\sigma}\right) \quad при\ 0{,}1 \leq \sigma < 0{,}3, \tag{11.15}$$

При σ <0,1 $\Delta L_{A\,пок} = 0$.

где z - параметр, определяемый по формуле:

$$z = \frac{\Delta L_{A\,экр} - 5}{13}, \tag{11.16}$$

где $\Delta L_{A\,экр}$ - снижение уровня звука экраном, дБ*А*, определяемое согласно п. 11.4.1.5 «Методических рекомендаций» (При $\Delta L_{A\,экр} \geq 18$ дБА z=1,0).

$$\sigma = \frac{d_2}{10 h_{PT}}, \tag{11.17}$$

где d_2 - расчетное расстояние, м (рисунок 11.22), определяемое по формуле:

$$d_2 = S_2 / \cos 45^o \approx 1{,}4 \times S_2, \tag{11.18}$$

где S_2 и h_{PT} - расстояние от экрана до расчетной точки и высота расчетной точки над поверхностью территории, м (рисунок 11.22);

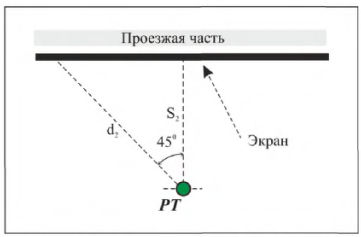


Рисунок 11.22 - Схема для определения расчетных расстояний S_2 и d_2

$$\Delta L_{A\,пок} = -3z \times \lg \sigma - 2z \quad при\, 0{,}2 \le \sigma \ge 10, \tag{11.19}$$

$$\Delta L_{A\,пок} = -5z \quad при\, \sigma > 10, \tag{11.20}$$

При σ <0,2 $\Delta L_{A\,пок} = 0$.

11.4.7 Длина шумозащитных экранов

11.4.7.1 Длина шумозащитного экрана должна обеспечивать снижение эквивалентных уровней звука до расчетных значений. Она зависит от расстояния между осью ближайшей полосы движения автотранспорта и застройкой, а также от прогнозируемого снижения эквивалентного уровня звука.

Минимальная длина шумозащитного экрана за пределами жилой застройки должна составлять в каждую сторону не менее 4-х расстояний от проезжей части до расчетной точки (рисунок 11.23, [12]), но при этом быть не менее 100 м.

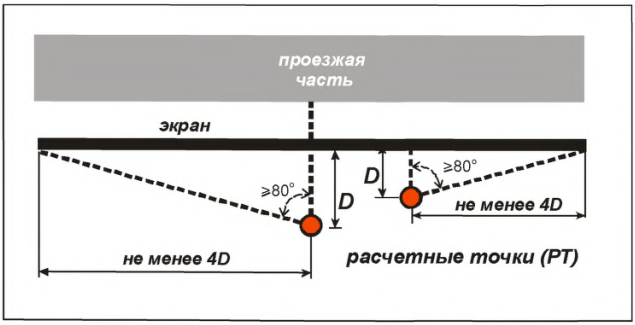


Рисунок 11.23 -Минимальная длина шумозащитного экрана за пределами жилой застройки экрана

Минимальную длину отгона шумозащитного сооружения ($l_{отг}$) определяют по номограмме, приведенной на рисунке 11.24, в зависимости от расстояния между осью ближайшей полосы движения и застройкой.

11.4.7.2 Длина шумозащитного сооружения может быть уменьшена, если его концы отогнуты в плане в сторону от источника шума (рисунок 11.25).

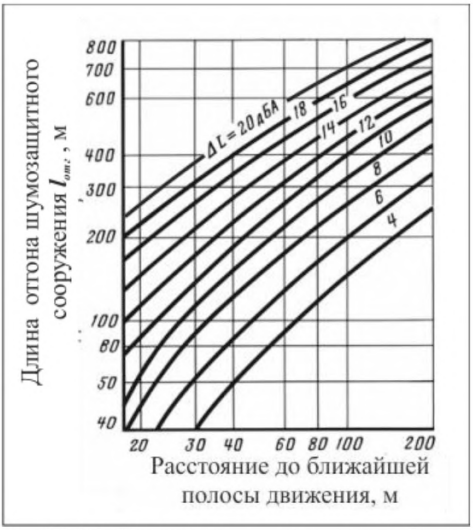


Рисунок 11.24 - Зависимость минимальной длины отгона шумозащитного сооружения $l_{отг}$ от расстояния ближайшей полосы движения до застройки

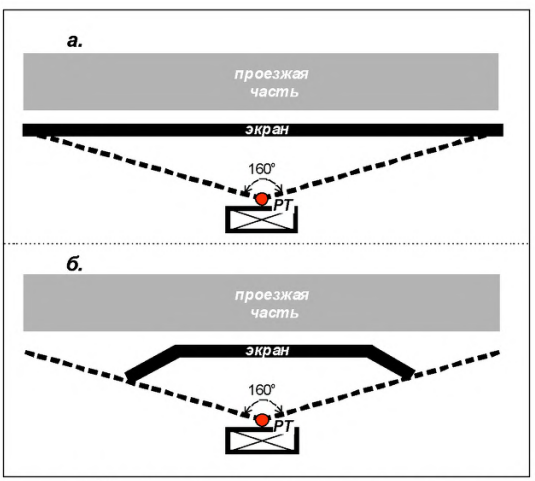
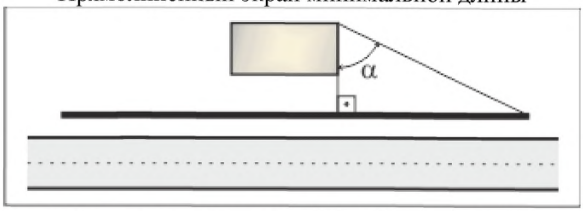


Рисунок 11.25 - Искривление экрана в сторону защищаемого участка (б) от источника шума позволяет уменьшить его общую длину

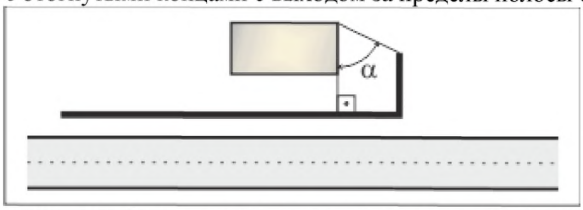
11.4.7.3 Схемы сокращения длины шумозащитного экрана

представлены на рисунке 10.26. Угол α при этом должен быть постоянным.

Прямолинейный экран минимальной длины



Экран с отогнутыми концами с выходом за пределы полосы отвода



Экран уменьшенной длины с размещением в пределах полосы отвода

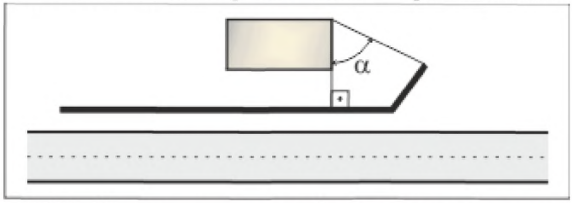
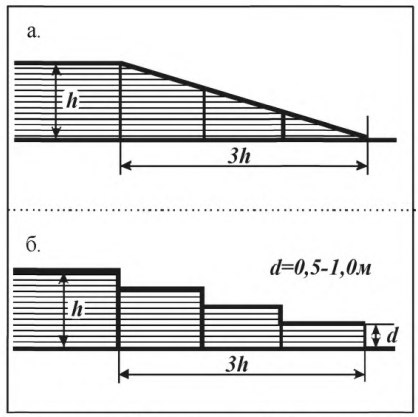


Рисунок 11.26 - Схемы сокращения длины шумозащитного экрана

11.4.8 Начальный (конечный) участок экрана, отгон высоты экрана, разрывы в шумозащитных сооружениях

11.4.8.1 Для предотвращения изменения траектории движения автотранспортного средства при порыве ветра, обеспечения требуемой инсоляции и с эстетической точки зрения необходимо плавно или ступенчато (с небольшими перепадами высот соседних участков) изменять высоту экрана на его начальном и конечном участках. При плавном изменении высоты экрана рекомендуется применять уклон 1:8, но не круче 1:3. При ступенчатом изменении высоты экрана перепад высот соседних участков экрана должен быть не более 0,5 – 1,0 м (рисунок 11.27).

11.4.8.2 Если в начале (конце) экрана предполагается изменение его направления в сторону защищаемой от шума территории, то угол изменения направления участка экрана по отношению к предыдущему участку должен составлять 15 - 20° (рисунок 11.28).



а - плавное изменении высоты; б - ступенчатое изменении высоты.

Рисунок 11.27 - Схема назначения параметров начального (конечного) участка



$$l = 2h, \; l' = h/2.$$

Рисунок 11.28 - Схема назначения параметров начального (конечного) участка при изменении экрана в плане

11.4.8.3 В местах расположения остановок общественного транспорта и в местах пешеходных переходов для обеспечения прохода людей должны быть предусмотрены разрывы в экранах с устройством контрэкранов или

дубль-экранов.

Взаимное перекрытие основного и дополнительного экранов должно составлять не менее 3 - 4 расстояний между ними. При этом внутренняя сторона контрэкранов покрывается звукопоглощающим материалом (рисунки 11.29 – 11.30).

11.4.8.4 Минимальное взаимное перекрытие экранов у остановки общественного транспорта в населенном пункте назначается не менее тройной ширины прохода (рисунок 11.30). Ширина самого прохода должна быть не менее 2 м.

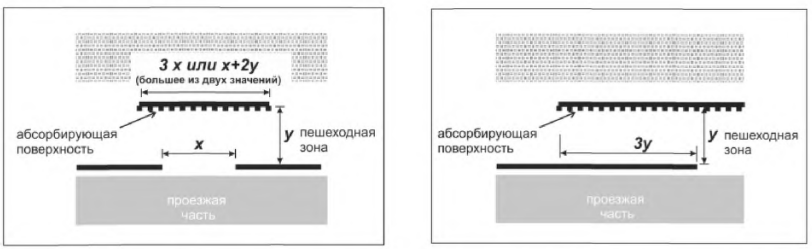
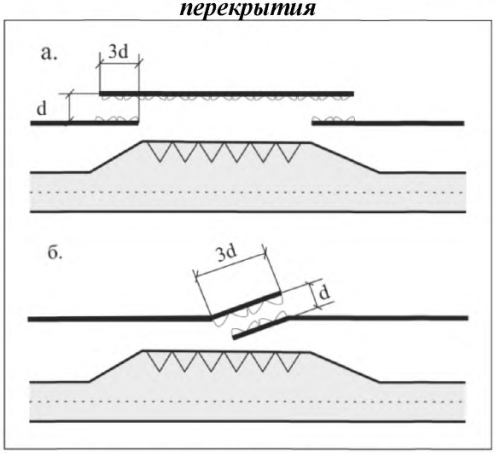


Рисунок 11.29 - Схемы устройства экранов на участках разрыва и перекрытия

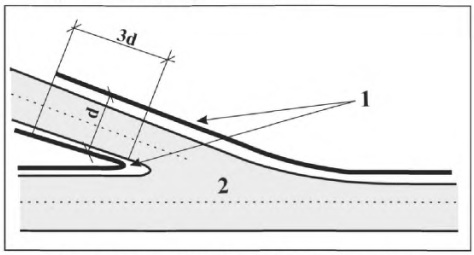


а – контрэкран; б – дубль-экран

Рисунок 11.30 -Схема расположения экрана у остановки общественного транспорта в населенном пункте

11.4.8.5 В зоне пересечений автомобильных дорог с высокой

интенсивностью движения съезды так же следует оборудовать шумозащитными экранами. При низкой интенсивности экраны обеспечивают только минимальное перекрытие участков дорог, составляющее не менее трех расстояний между осями (рисунок 11.31).



1 – ось экрана; 2 – проезжая часть

Рисунок 11.31 - Схема расположения шумозащитного экрана на съезде с невысокой интенсивностью движения

11.4.8.6 При расстояниях до жилой застройки менее 100 м и отсутствии между шумозащитными экранами и жилой застройкой местного проезда, экраны должны иметь легкосъемные элементы либо разрывы для проезда специальных машин (скорая помощь, пожарная служба и т.д.).

11.4.8.7 В шумозащитных экранах большой протяженности предусматриваются технические двери для работников службы эксплуатации и участников дорожного движения не менее чем через каждые 500 м (рисунок 11.32). Двери должны открываться в сторону от проезжей части и закрываться с противоположной стороны. Доступ к дверям со стороны застройки должен осуществляться с использованием лестничных сходов на откосах насыпей. Места расположения дверей для участников движения и пешеходов обозначаются специальными указателями.

10.4.8.8 Для обеспечения работы пожарной службы при ликвидации возгораний в зоне шумозащитных экранов следует предусматривать гидранты с обеих сторон сооружения (рисунок 11.33) и пожарные проходы (рисунок 11.34).



Рисунок 11.32 - Технические двери в шумозащитном экране [12]

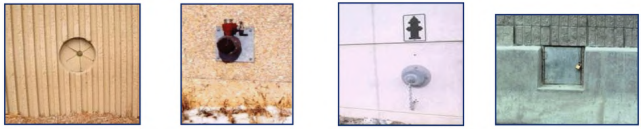


Рисунок 11.33- Пожарные гидранты в шумозащитном экране [12]



Рисунок 11.34 - Пожарный проход в шумозащитном экране [12]

11.5 Размещение шумозащитных экранов в пределах поперечного профиля

11.5.1 Шумозащитные экраны-стенки являются основным видом шумозащитных сооружений на участках автомобильных доро, проходящих через населенные пункты.

11.5.2 Размещение шумозащитного экрана в поперечном профиле дороги и его ограждение призвано обеспечивать минимум затрат на содержание автомобильной дороги, своевременную очистку покрытия и обочин от льда и снега, доступность работникам дорожно-эксплуатационной службы для производства ремонтных работ без демонтажа элементов сооружения.

11.5.3 При наличии свободного пространства целесообразно установка экрана за бровкой земляного полотна на дополнительной берме (рисунок 11.35).

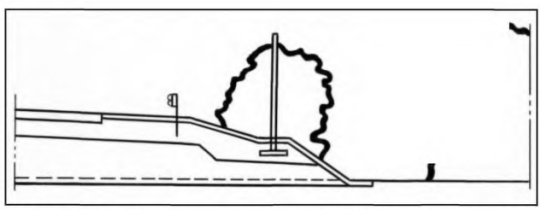
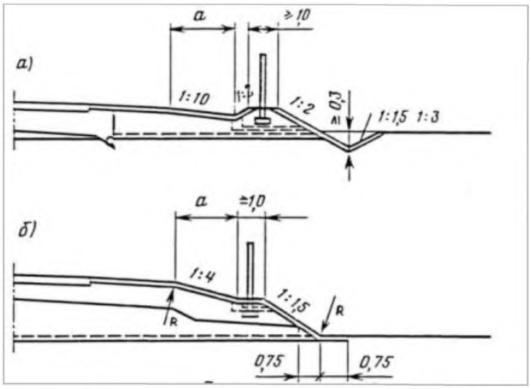


Рисунок 11.35 - Шумозащитный экран на дополнительной берме

11.5.4 При проложении дорог по ценным земельным угодьям, когда невозможно обеспечить буферную зону больших размеров, наиболее эффективным является размещение экранов на одном земляном полотне с проезжей частью. В этом случае шумозащитные экраны рекомендуется располагать в соответствии со схемами на рисунке 11.36.



а – уширение земляного полотна для дорог I категории – 2,5 м, для дорог других категорий – 2, 0 м

Рисунок 11.36 - Рекомендуемые поперечные профили земляного полотна для размещения на них шумозащитных сооружений: а – шумозащитный экран на поперечном профиле земляного полотна в насыпи до 2 м с продольным трубчатым дренажем; б – то же, в насыпи высотой более 2 м с дренирующим слоем на всю ширину земляного полотна

11.5.5 Минимальное расстояние от шумозащитного экрана до бровки земляного полотна или продольной оси ограждения рекомендуется назначать не менее 2,5 м, с учетом следующих соображений:

- обеспечение размещения стандартных дорожных знаков (рисунок 11.37, а);
- размещение водоотводных сооружений;
- расстояние должно позволять механизированное окашивание травы (рисунок 11.37, в);
- возможность озеленения шумозащитных сооружений, если это не приводит к уменьшению расстояния видимости (посадка растений не должна исключать возможность доступа к сооружению);
- выделение достаточной площади для размещения снега в зимний период (рисунки 11.37, в и 11.38);
- уменьшение затенения в случаях, когда применяются непрозрачные сооружения и связанная с этим вероятность образования льда на проезжей части и гололеда.

11.5.6 Минимальные значения радиусов кривых, обеспечивающие установку экрана на расстоянии 2,5 м от кромки проезжей части и

допустимую видимость поверхности проезжей части, приведены в таблице 11.8.

Т а б л и ц а 11.8 - Радиусы кривых в плане, обеспечивающие установку экрана на расстоянии 2,5 м

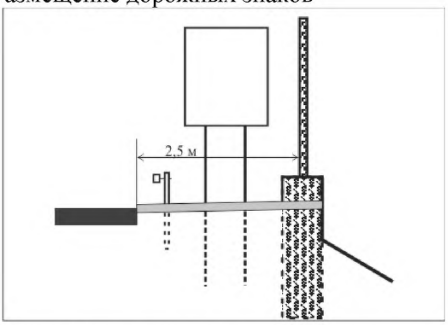
Категория автомобильной дороги	I - II	III - IV	V
Расчетная скорость движения, км/ч	120	100	80
Минимальный радиус кривой в плане, м	1000	600	350
Минимальное расстояние видимости поверхности проезжей части, м	275	185	115
Минимальный радиус кривой в плане для обеспечения расстояния 2,5 м, м	1275	625	300

11.5.7 В наиболее стесненных условиях это расстояние от экрана до проезжей части может быть уменьшено до 1,5 м, при этом допускается совмещение экрана с ограждением, рисунки 11.39, б и 11.39, в.

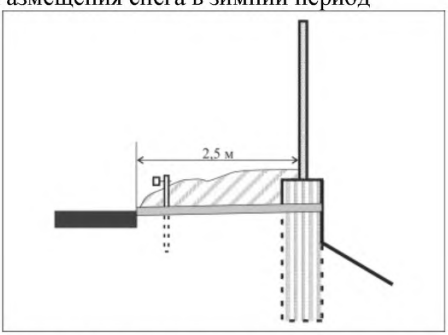
11.5.8 Отвод воды от шумозащитных экранов организуют либо с использованием поперечного, либо продольного водоотвода (рисунок 11.40).

Продольные схемы для сбора воды имеют преимущество в водоохранных зонах, там, где концентрация поверхностной воды позволяет производить ее очистку при стоке с земляного полотна. При устройстве под шумозащитными экранами паза высотой до 10 см воду можно отводить на откос за счет поперечного уклона (рисунки 11.41, 11.42). При этом эффективность шумозащитного экрана уменьшается на 1-2 дБА из-за нарушения сплошности конструкции (таблица 11.5 «Методических рекомендаций»). Когда потери эффективности не допустимы, сопряжение шумозащитного экрана с земляным полотном заполняется уплотненным дренирующим материалом. Конструктивно необходимо предусмотреть быстрое оттаивание гравийной засыпки во избежание подпора воды в весенний период. Недостатком такого решения является также сложность содержания элементов озеленения шумозащитного сооружения со стороны автомобильной дороги и заиливание гравийной засыпки.

а - Размещение дорожных знаков



б - Размещения снега в зимний период



в - Возможность производства работ по содержанию элементов земполотна

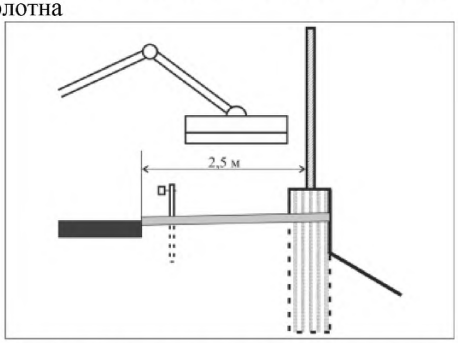


Рисунок 11.37 - Схемы установка шумозащитных экранов на земляном полотне дороги





Рисунок 11.38 - Временное размещение снега у шумозащитного экрана в зимний период [12]

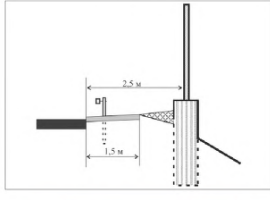
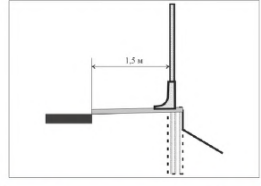
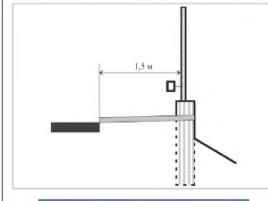
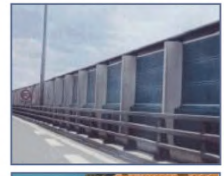
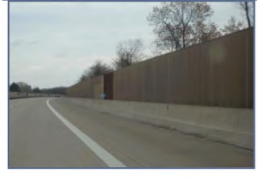
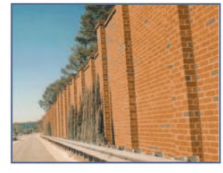
Размещение металлического дорожного ограждения	Совмещение экрана с бетонным дорожным ограждением	Совмещение экрана с металлическим дорожным ограждением
		
		
		
		

Рисунок 11.39 - Принципиальные решения по установке дорожных ограждений у шумозащитных экранов

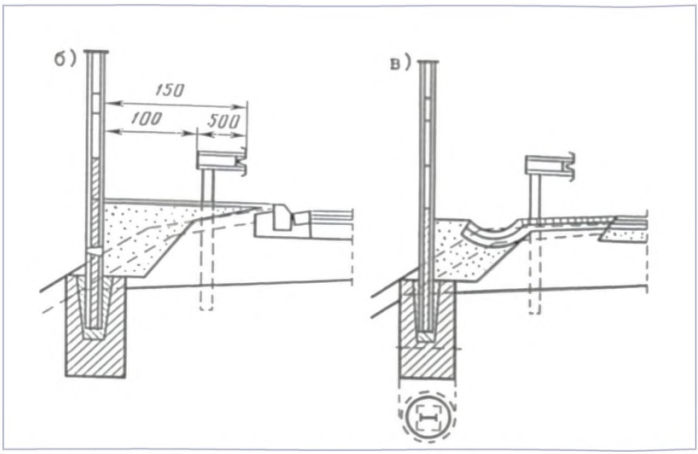


Рисунок 11.40 - Отвод воды с проезжей части с использованием бортового камня (а) и устройством лотка (б)

а.



б.



Рисунок 11.41 - Организация отвода воды с устройством паза (а) или отверстия (б) под шумозащитным экраном



Рисунок 11.42 - Организация отвода воды

11.5.9 Возможным решением отвода воды с проезжей части без нарушения сплошности экрана является периодическое свободное закрепление его нижних панелей, рисунок 11.43.



Рисунок 10.43 - Подвешенная нижняя панель экрана для отвода воды с проезжей части

11.5.10 На мостах и путепроводах шумозащитные экраны располагают, как правило, за ограждениями или перилами для того, чтобы элементы экрана смогли защитить автомобиль от возможного падения с мостового сооружения в случае дорожно-транспортного происшествия. При этом высота экрана, как правило, составляет 2 - 4 м (рисунок 11.44).

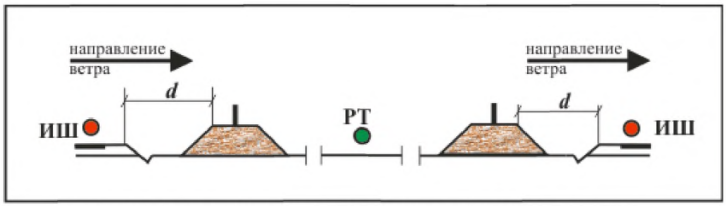


Рисунок 11.44 - Расположение шумозащитного экрана на мостах и путепроводах

При проектировании конструкции моста рекомендуется предусматривать возможность использования шумозащитного экрана в качестве одного из несущих элементов моста. Швы расширения шумозащитных экранов и основной несущей конструкции рекомендуется располагать в одних и тех же местах.

11.5.11 При проектировании шумозащитных сооружений следует учитывать снегоперенос. На участках дорог, где перенос снега возможен, следует учитывать, что с одной стороны шумозащитные сооружения уменьшают количество снега, попадающего на проезжую часть, с другой стороны препятствуя снегопереносу, сами могут являться причиной увеличения количества снега, которое откладывается на проезжей части. При движении ветроснегового потока со стороны проезжей части шумозащитные

сооружения работают как насыпь и снег откладывается на наветренном откосе вала. Когда ветроснеговой поток направлен со стороны расчетной точки, шумозащитное сооружение работает как выемка и снег откладывается на подветренном откосе сооружения (рисунок 11.45).



d– расстояние от земляного полотна до сооружения

Рисунок 11.45- Схемы расположения шумозащитных сооружений с позиции снегопереноса

11.5.12 На участках устройства шумозащитных сооружений, где возможен перенос снега, минимальные расстояния от бровки земляного полотна до оси шумозащитного сооружения, обеспечивающие снегонезаносимость дороги, необходимо определять в соответствии с таблицей 11.9.

Т а б л и ц а 11.9 - Минимальные расстояния от бровки земляного полотна до оси шумозащитного сооружения, обеспечивающие снегонезаносимость дороги

Высота шумозащитного сооружения, м	Объем снега, задерживаемый шумозащитным сооружением, $м^3$ на 1 пог.м	Расстояние от бровки земляного полотна до шумозащитного сооружения при движении ветроснегового потока, м	
		Со стороны проезжей части	Со стороны защищаемой территории
1	12-15	10	12-13
2	50	20	25
3	110	30	40
4	200	40	50
5	300	50	65
6	440	60	80
7	600	70	90
8	800	80	100

11.5.13 В случаях, когда выдержать минимальные расстояния до шумозащитных сооружений, обеспечивающие снегонезаносимость не представляется возможным, необходимо резервировать место для складирования снега во время снегоуборки. Расстояние для складирования снега от бровки земляного полотна до дна кювета или до дна водоотводного лотка определяются по таблице 11.10.

Таблица 11.10 – Минимальные расстояния от бровки земляного полотна до шумозащитного сооружения, необходимые для складирования снега

Ширина проезжей части, м	Минимальное расстояние до шумозащитного сооружения, м, при расположении шумозащитных сооружений	
	с одной стороны	с двух сторон (расстояние соблюдается с каждой стороны)
7,00	2,0	-
7,50	2,0 – 2,5	1,5 – 2,0
11,25	2,5 – 3,0	2,0
15,00	3,0 – 3,5	2,5
22,50	3,5 – 4,0	2,5
30,00	4,0 – 4,5	3,0

11.6 Шумозащитные выемки

10.6.1 Наряду с устройством выемок традиционного очертания для снижения распространения шума, эффективны «шумозащитные выемки» - выемки глубиной до 1-2 м с крутым внешним откосом со стороны защищаемой территории (рисунок 11.46). При необходимости обеспечения устойчивости откоса устраиваются подпорные стенки из недорогих, преимущественно местных материалов: древесина, каменная кладка, армированный грунт, габионы и т.п. (рисунок 11.47). Такое увеличение крутизны внешнего откоса, как правило, уменьшает ширину полосы отвода дороги.

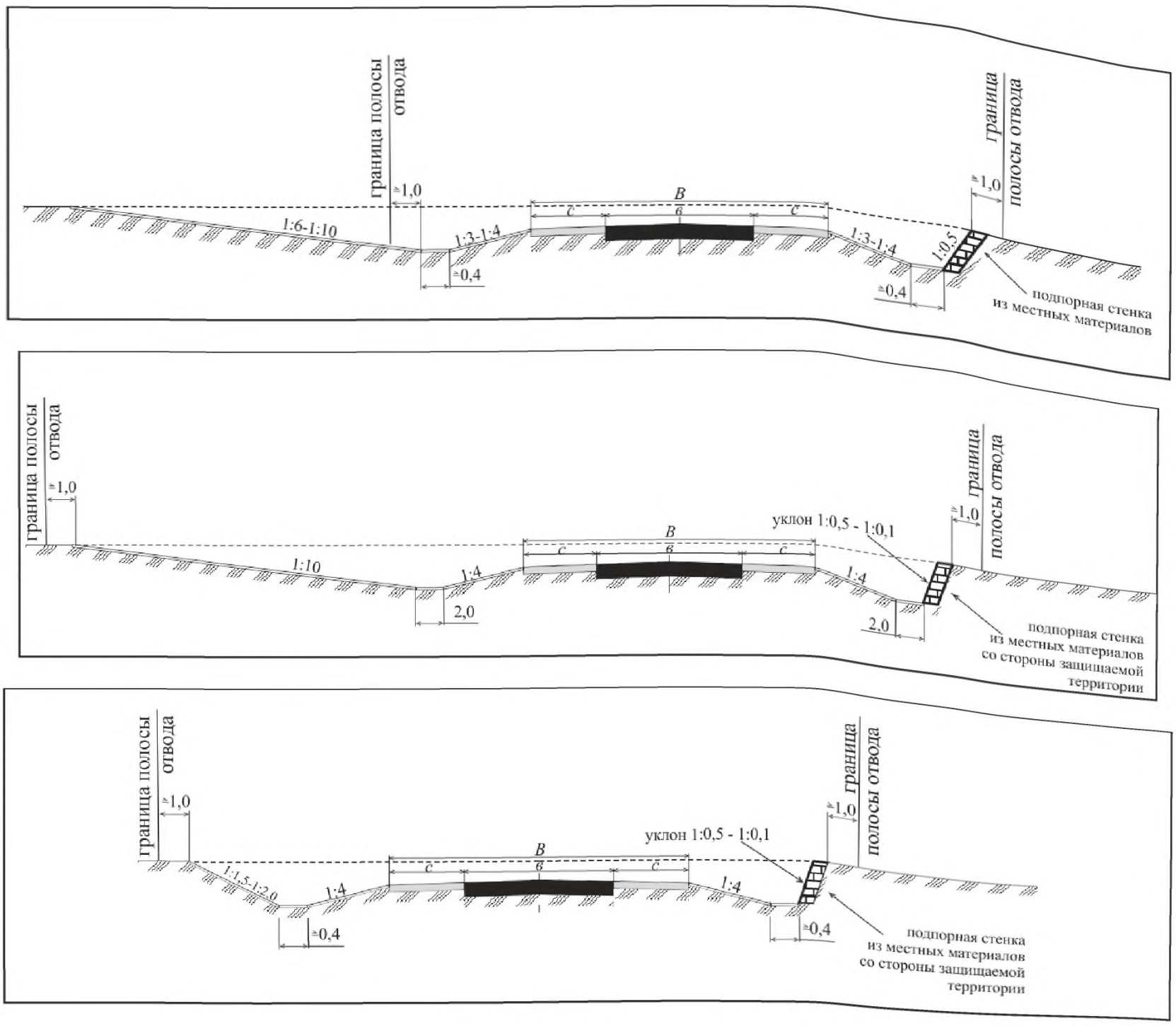


Рисунок 11.46 - Шумозащитные выемки

Для повышения акустической эффективности шумозащитной выемки можно дополнительно устраивать шумозащитный вал, экран или комбинированное сооружение «экран – шумозащитный вал» (см. подраздел 11.8 «Методических рекомендаций»).

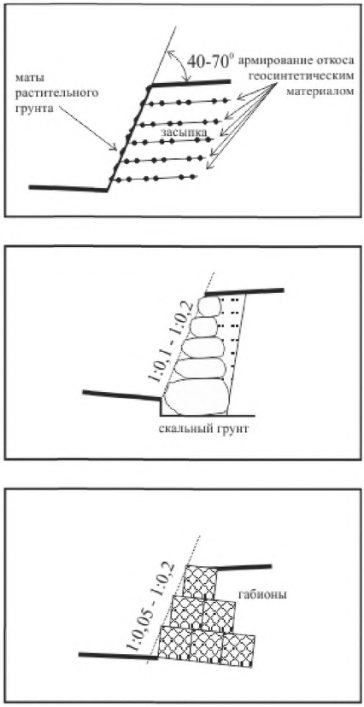
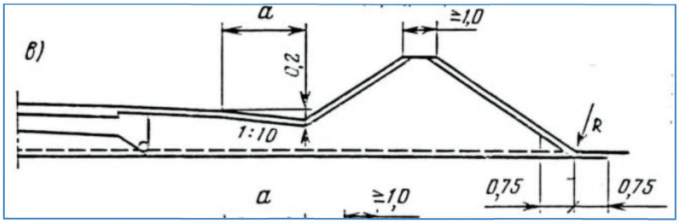


Рисунок 11.47 - Повышение устойчивости откосов шумозащитной выемки: армированный грунт, каменная кладка, габионы

11.7 Шумозащитные грунтовые валы

11.7.1 Грунтовые шумозащитные валы представляют собой один из видов шумозащитных экранирующих сооружений. Наличие свободного места, окружающие пространство и ландшафт являются определяющими факторами при выборе между грунтовыми валами и специальными шумозащитными сооружениями (рисунок 11.48).



а – уширение земляного полотна: для дорог 1 категории – 2,5 м; для дорог других категорий – 2, 0 м

Рисунок 10.48 - Шумозащитный грунтовый вал с продольным трубчатым дренажем без бокового кювета

11.7.2 На автомобильных дорогах везде, где это возможно и экономично, следует отдавать предпочтение грунтовым валам, поскольку они имеют ряд преимуществ:

- откос грунтового вала не отражает шум на противоположную от защищаемой сторону, представляет собой удобное место для посадки зеленых насаждений, что очень важно для жителей, проживающих на защищаемой территории;
- в случае придания шумозащитным валам естественного внешнего вида, они не воспринимаются как специальные инженерные сооружения (рисунок 11.49);
- валы хорошо сочетаются с местным ландшафтом и по сравнению с экранами создают чувство открытости пространства;
- при устройстве валов обычно не требуются ограждения;
- валы имеют невысокую стоимость сооружения;
- содержание валов не представляет особых трудностей;
- для валов характерен большой срок службы;
- в сочетании с засевом травой или при посадке цветов валы приобретают эстетичный вид.

а. б.





в. г.





Рисунок 11.49 - Внешний вид шумозащитного вала со стороны проезжей части (а, б, в) и со стороны защищаемой территории (г)

11.7.3 Шумозащитный вал можно возводить из излишнего грунта, если его строительство ведется одновременно со строительством дороги. При этом он в самом худшем исполнении вал всего-навсего просто напоминает откос выемки, который, в свою очередь, является необходимым атрибутом автомобильных дорог. Если позволяют местные условия, возможно устройство шумозащитных валов и на участках насыпей, рисунок 11.50. В случае выемки грунтовый шумозащитный вал можно устраивать из ее грунта (рисунок 11.50, в).

11.7.4 Акустическую эффективность шумозащитного вала определяет его форма и высота. По акустическим соображениям и соображениям строительства (уплотнение) предпочтение следует отдавать грунтовым валам трапецеидального очертания. В идеальном случае при большой ширине по верху грунтового вала приходящий от автомобильной дороги шум отражается от первой грани, обращенной к автомобильной дороге, а затем от

второй грани трапеции. Теоретически при этом на второй огибаемой бровке следует считать, что звук имеет меньшую энергию.

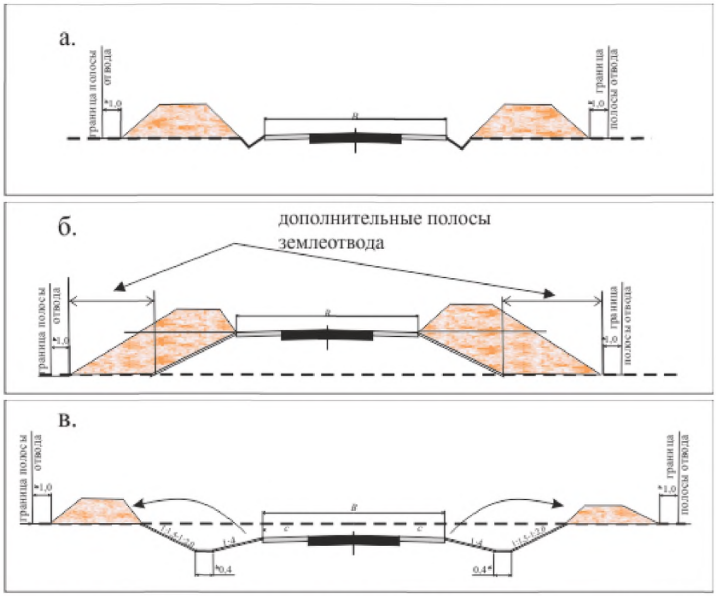


Рисунок 11.50 - Шумозащитные валы в нулевых отметках (а), на участке насыпи (б) и на участке выемки (в)

11.7.5 Из акустических соображений грунтовые шумозащитные валы следует размещать как можно ближе к проезжей части автомобильной дороги и назначать внутренний откос по возможности более крутым, 1:1,5 и круче. Максимальную крутизну естественного откоса определяется типом грунта из которого он отсыпается. Для защиты откосов шумозащитного вала от размыва целесообразно устройство газона или обработка его поверхности вяжущими материалами.

11.7.6 При необходимости обеспечения устойчивости откоса возможно устройство подпорных стен преимущественно из местных материалов (рисунок 11.51): древесина, каменные материалы, габионы, армогрунт, утилизированные автомобильные покрышки (рисунок 11.52).

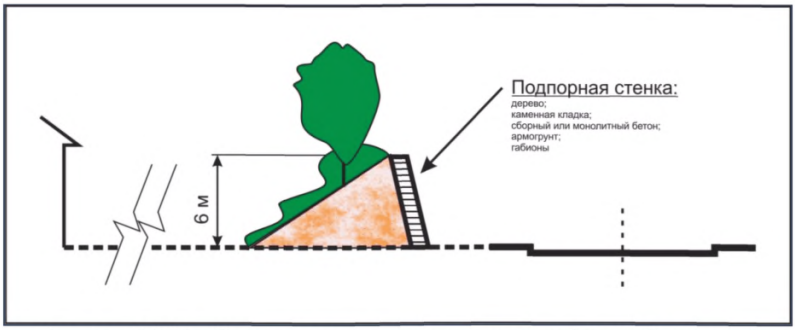


Рисунок 11.51 - Сочетание грунтового вала с подпорной стенкой



Рисунок 11.52 - Невысокая подпорная стенка шумозащитного вала из утилизированных автомобильных покрышек

11.7.7 При наличии свободного места внешний откос для лучшего сочетания с существующим ландшафтом рекомендуется устраивать более пологим с уменьшением уклона у его подошвы (рисунок 11.53, а). Засев травой, посадка кустарника и деревьев (рисунок 11.53, б) за счет большей абсорбции поверхности позволяют увеличить акустическую эффективность грунтового шумозащитного вала и его лучшее сочетание с существующим рельефом.

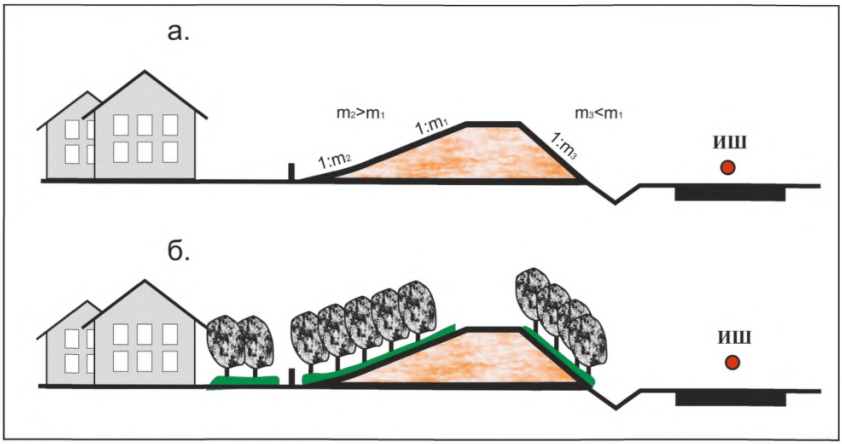


Рисунок 11.53 - Схемы несимметричного шумозащитного вала (а) и его озеленение (б).

11.7.8 При наличии свободного места крутизну внешнего откоса для поверхностей, покрытых травой, рекомендуется принимать равной 1:6. Устройство очень пологого внешнего откоса шумозащитного вала (1:10 - 1:12) позволяет создать поверхности, на которых возможно ведение хозяйственной деятельности (рисунок 11.54) [14].

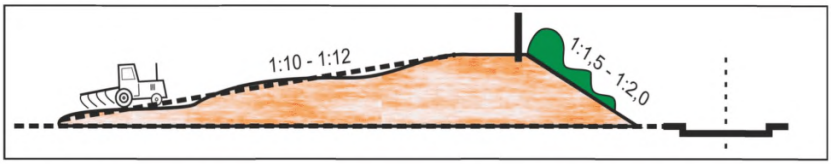


Рисунок 11.54 - Шумозащитный вал с уположенным откосом со стороны защищаемой территории

11.7.9 Во избежание попадания на проезжую часть животных или людей можно рекомендовать строительство со стороны застройки вертикальных подпорных стенок, которые затрудняли бы доступ к проезжей части. Как правило, ширина грунтовых валов в верхней части должна быть

достаточной для уплотнения грунта вала современными дорожными машинами и составлять не менее 1-2 м.

11.7.10 Проектирование грунтовых валов из-за увеличения полосы отвода автомобильной дороги требует особого внимания к отводу воды и к планировке прилегающей территории во избежание образования застойных областей с затрудненным стоком воды.

11.7.11 Очертание подошвы вала со стороны проезжей части всегда определяется типом водоотводных сооружений. При проектировании грунтовых валов после строительства земляного полотна необходимо предусматривать отвод воды с обеих сторон вала и обеспечивать дренирование воды из подстилающих слоев дорожной одежды.

11.7.12 При достаточной площади полосы отвода и наличии хорошо дренирующего материала у подошвы вала устраивают водоотводную канаву, обычную для автомобильных дорог, проходящих в выемке. Когда естественный уклон местности направлен в сторону шумозащитного вала, необходима разработка мер по обеспечению водоотвода от шумозащитного грунтового вала.

11.7.13 В случае разрыва шумозащитного вала можно устраивать экранирующий шумозащитный вал. При этом, если он устраивается на расстоянии d, то величина перекрытия должна быть не менее ***3d*** с каждой стороны разрыва (рисунок 11.55).

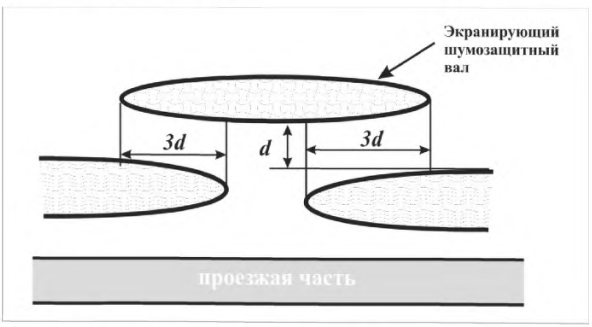


Рисунок 11.55 - Экранирование разрыва шумозащитного вала

11.8 Комбинированные шумозащитные сооружения

11.8.1 Поскольку строительство грунтовых валов возможно только в тех случаях, когда стоимость отвода земли под основание вала незначительна, так как они занимают большую площадь, акустически эффективными могут быть комбинированные шумозащитные сооружения, включающие шумозащитные валы с подпорными стенками и экранами. За счет этого достигается существенное сокращение занимаемой шумозащитным валом территории (рисунок 11.56)

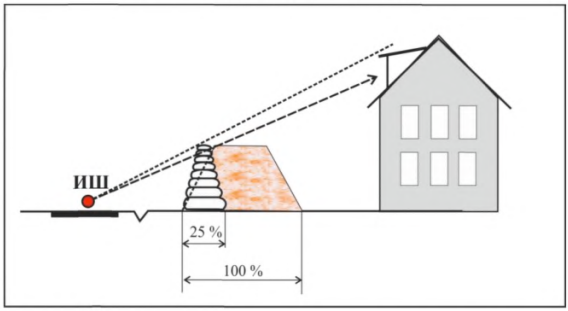


Рисунок 11.56 - Сокращение занимаемой шумозащитным валом территории при устройстве комбинированного шумозащитного сооружения

11.8.2 Следует стремиться выбирать конструкции комбинированного шумозащитного сооружения, его элементы и формы таким образом, чтобы его поверхность производила впечатление естественного, случайно созданного природой объекта. Внутренняя часть комбинированных экранов заполняется растительным грунтом, а отдельные уступы всей конструкции засаживаются растениями.

11.8.3 Комбинированные шумозащитные экраны, сочетающие преимущества грунтовых валов и бетонных конструкций, классифицируются следующим образом:

– этажерка, соты (рисунок 11.57, а). В этой конструкции материал заполнения экрана (гравий, грунт) укладывается на горизонтальные

или почти горизонтальные несущие поверхности. Эти поверхности могут быть представлены бетонными элементами на откосе грунтового вала (этажерка) или элементами труб (соты). Прочность несущих панелей определяется углом естественного откоса материала заполнения вала и его толщиной, определяющей требуемую звукоизоляцию, система характеризуется значительным звукопоглощением со стороны источника шума;

- бетонные элементы с прямоугольным или уголковым профилем (рисунок 11.57, б) придают материалу вала значительную устойчивость. Благодаря этому увеличивается площадь поверхности, обращенной к автомобильной дороге. Конструкция обладает значительным звукопоглощением;
- решетчатая система в виде комбинации габиона и материала вала или с применением перфорированных бетонных плит (рисунок 11.57, в), система относится к отражающе-поглощающим;
- одевающие объемные элементы (рисунок 11.57, г) укладывают друг на друга со смещением, что позволяет получить в результате зеленый грунтовый вал, отражающая способность которого определяется поверхностью бетонных элементов;
- габионы, поверхность которых отличается высокими качествами по поглощению шума.

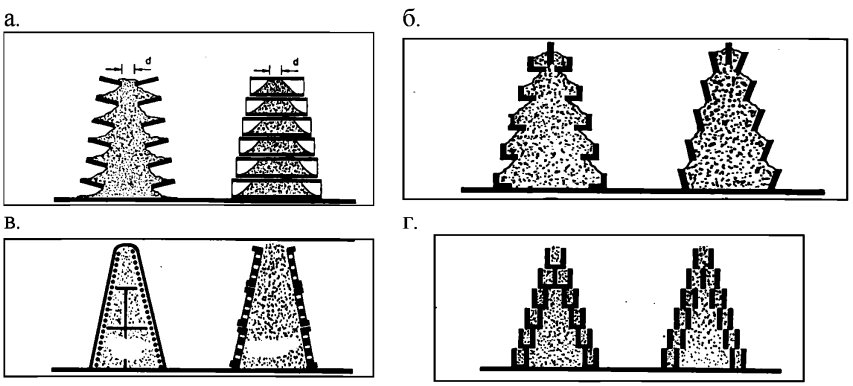


Рисунок 11.57- Конструкции комбинированных шумозащитных экранов: а – этажерка; б – применение уголковых элементов; в – решетчатая система; г – одевающие элементы

11.8.4 При отсутствии свободного места, в том числе и в пределах населенных пунктов, можно добиться существенного снижения поверхности, занимаемой шумозащитным валом, путем комбинации грунтового вала, экрана и подпорной стенки (рисунок 11.58).

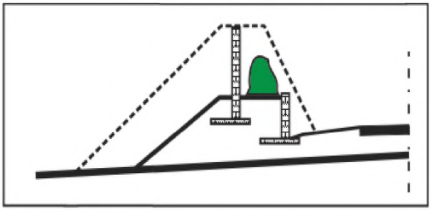




Рисунок 11.58 - Комбинированное шумозащитное сооружения «грунтовый вал – экран– подпорная стенка» со стороны источника шума

11.8.5 При устройстве ограждения, оно совмещается с основанием комбинированного шумозащитного экрана (рисунок 10.59).

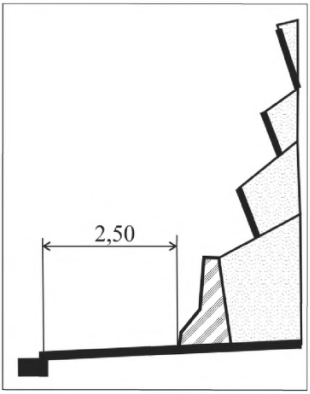
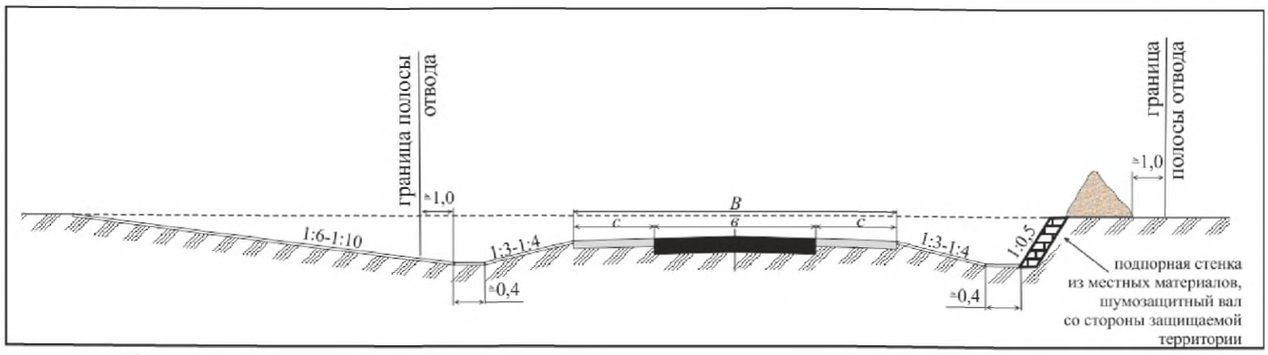


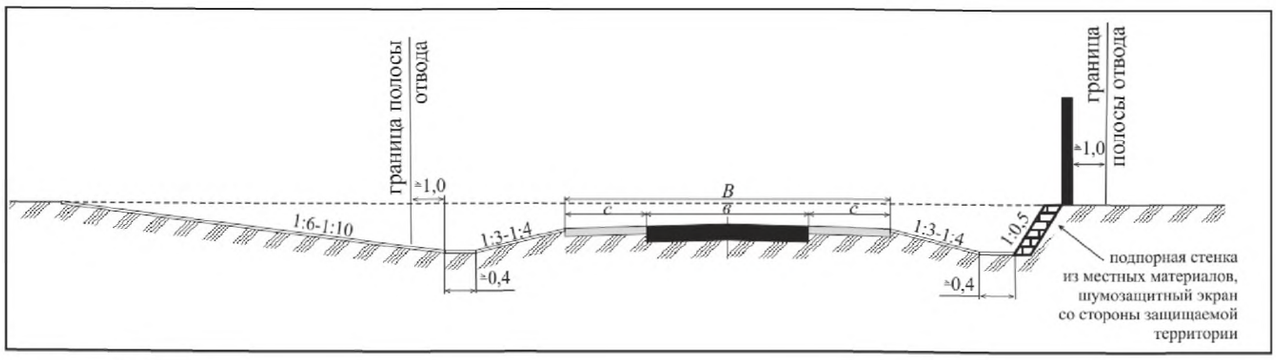
Рисунок 11.59- Дорожное ограждение, совмещенное с комбинированным шумозащитным сооружением

11.8.6 Эффективна комбинация «шумозащитной выемки», грунтового шумозащитного вала и экрана. Такие комбинированные сооружения, обеспечивая требуемое снижение шума, воспринимаются менее высокими, при этом уменьшается занимаемая сооружением площадь (рисунок 11.60).

а.



б.



в.

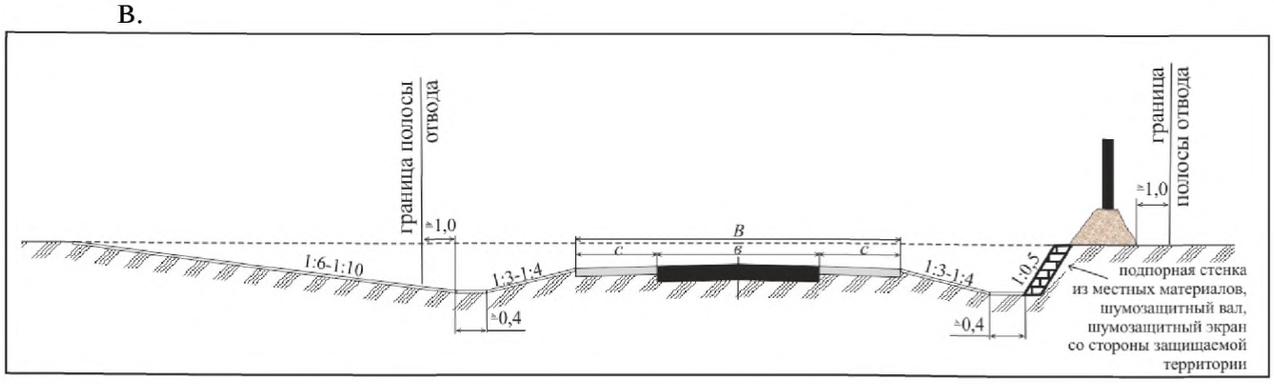


Рисунок 11.60 - Повышение акустической эффективности шумозащитной выемки устройством шумозащитного вала, экрана, комбинированное сооружение «экран – шумозащитный вал»

11.8.7 Последовательность расчета размеров шумозащитных сооружений и пример расчета размеров шумозащитного экрана приведены в Приложении В. Исходные данные для расчета конструкций шумозащитных экранов на ветровую нагрузку в соответствие с Разделом 6 СНиПа 2.01.07-85* [16] приведены в Приложении Г.

12 Эстетический аспект проектирования шумозащитных сооружений

Шумозащитные сооружения, являясь средством защиты окружающей среды от транспортного шума, сами являются ее элементами, формирующими вид автомобильной дороги и определяющими ее функционирование, как с технической, так и эстетической точек зрения.

12.1 При проектировании элементов защиты от шума следует руководствоваться общим требованиям внешней гармоничности дороги. Исходя из одного из базовых принципов архитектурно-ландшафтного проектирования - зрительного ориентирования водителей, шумозащитные валы и экраны должны являться одним из зрительных ориентиров, которые позволяют водителям предвидеть на большом расстоянии, в том числе и за пределами видимости, изменение направления дороги и дорожных условий, что способствует выбору водителями безопасного режима движения.

12.2 Архитектурно-ландшафтные и эстетические качества шумозащитных сооружений включают:

- формирование единого стиля дороги;
- создание системы доминант;
- улучшение существующего ландшафта;
- подчеркивание существующих ландшафтных композиций;
- создание единого фона;
- декорирование неэстетичных мест;
- членение территорий для обеспечения их восприятия и увязки дороги с ландшафтом местности.

12.3 Шумозащитные сооружения должны быть гармоничным элементом окружающего ландшафта с соблюдением рациональных

пропорций и находиться в «равновесии» с внешней средой, при этом они должны быть функциональны и лишены архитектурных излишеств.

12.4 Строительство шумозащитных сооружений, не обеспечивающих зрительную плавность трассы дороги, возможное ухудшение освещенности проезжей части в дневное время суток, появление резких теней на покрытии, способствует повышению утомляемости водителей из-за однообразия окружающей обстановки и может привести к росту аварийности.

12.5 Эстетические качества шумозащитных сооружений оценивают со стороны дороги и со стороны защищаемой территории на разных скоростях движения . На дороге – за 1 сек автомобиль проезжает 20 - 40 м, Скорость перемещения пешехода не превышает 1,0 – 1,5 м/сек. Это обстоятельство следует принимать во внимание при выборе формы сооружения, текстуры и окраски поверхности, как со стороны дороги, так и со стороны защищаемой территории. Любая декоративная особенность шумозащитного сооружения призвана иметь ярко выраженную текстуру, достоинства которой мог бы оценить и водитель при движении с обычной скоростью, не отвлекаясь от управления, и пешеход со стороны защищаемой территории.

12.6 Шумозащитные экраны и валы должны быть законченными инженерными сооружениями. При проектировании шумозащитных экранов следует предусмотреть как цвет, подчеркивая направление движения, текстуру применяемого материала, расчленение длинных экранов на короткие элементы, так и форму, учитывая, что нельзя рассматривать экраны как плоскость, расположенную рядом с дорогой без учета существующего ландшафта и прилегающей застройки. Эти требования и рекомендации направлены на то, чтобы все шумозащитные сооружения, как правило, по своей форме, протяженности и цвету сливались с окружающим ландшафтом.

12.7 Обеспечивая необходимое снижение шума, шумозащитные сооружения не должны выглядеть искусственными, чуждыми для данной

местности, это связано с тем, что в плоских элементах автомобильных дорог появляются сооружения, соизмеримые с ними по размерам, но расположенные в вертикальной плоскости, применение таких конструкций в зонах с красивыми пейзажами неестественно.

12.8 Экраны, как правило, проектируют длинными и высокими, поэтому рациональное управление сочетанием этих технологических линий может привести как к положительному эффекту восприятия, так и ухудшению внешнего вида, обычно плохие швы именно так и воспринимаются. Горизонтальные линии на длинном шумозащитном экране делают его визуально более длинным и низким. Нанесение вертикальных линий на плоской поверхности экрана приводит к увеличению кажущейся его высоты. Вертикальные линии, прерывающие монотонность внешнего вида экрана, могут являться результатом наличия швов в продольном направлении, либо промежуточных опор, а также искусственного членения с помощью краски (рисунок 12.1).

12.9 Недостатком большинства шумозащитных сооружений являются горизонтальные линии шумозащитных плоских экранов, образованные либо швами между панелями сборных конструкций, либо членением плоскости по высоте. Пропорции чередующихся панелей и основных размеров экрана в поперечном сечении, там, где это, возможно, рекомендуется выбирать с учетом правила «золотого сечения» (рисунок 12.1).

12.10 В случае комбинированных экранов площадь верхней части, выполняемой, как правило, из прозрачных материалов, не должна составлять более 20-30% от поверхности экрана, рисунок 12.2 [8].

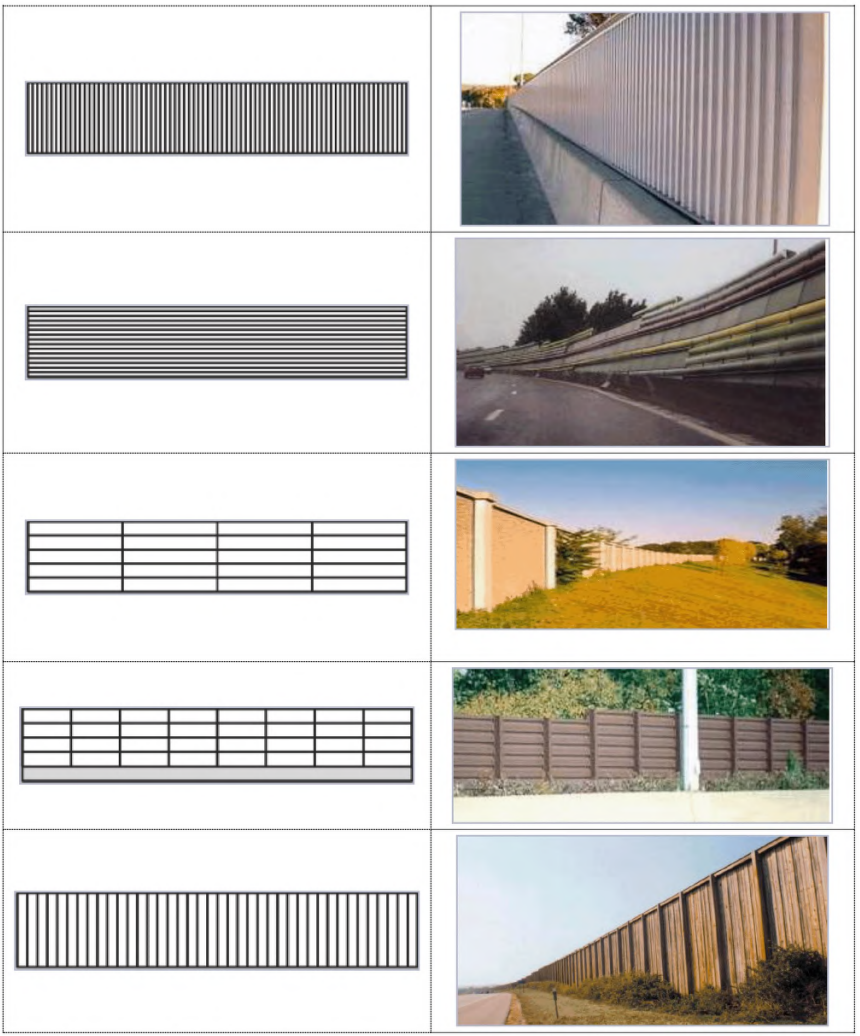


Рисунок 12.1 - Различные варианты внешнего вида шумозащитных экранов в зависимости от конструктивных особенностей и членения экранов на панели

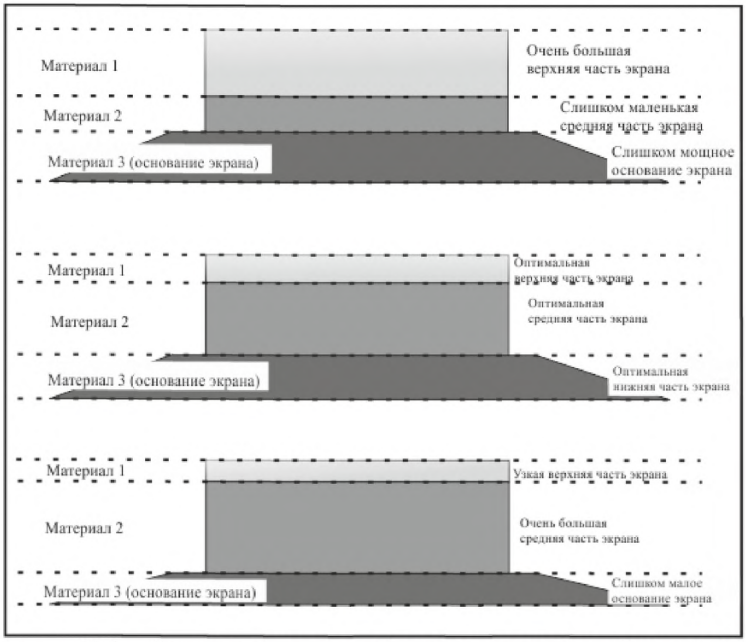


Рисунок 12.2. - Соотношение площади поверхностей комбинированного экрана

12.11 Шумозащитные сооружения в большинстве случаев оказывают утомляющее влияние на водителя, поскольку часто ограничивают поле его зрения. Монотонный внешний вид таких сооружений на длинных прямолинейных участках дорог еще больше усугубляет этот эффект. Чередование различных систем шумозащитных сооружений или различная окраска элементов частично устраняют этот недостаток.

Высокие, длинные, прямые экраны монотонны и зрительно увеличивают их фактическую длину. Подобные сооружения способны оказывать отрицательное воздействие, как на участников движения, так и на жителей со

стороны защищаемой территории. Для водителей это зрительно невыразительный «тоннельный эффект», а для жителей – «эффект тюрьмы» (рисунок 12.3). Высокие экраны, кроме «тоннельного эффекта», вызывают смещение проезжающих автомобилей ближе к осевой линии вследствие кажущегося уменьшения ширины проезжей части.

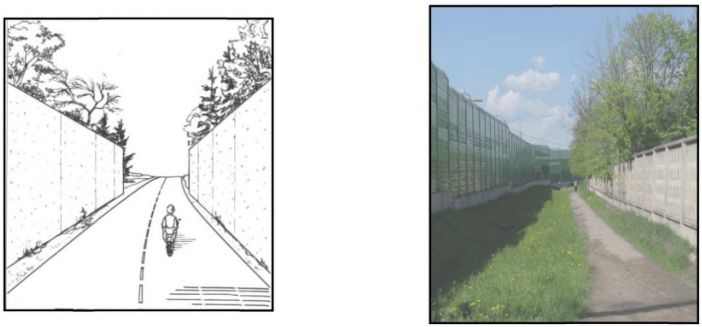


Рисунок 12.3 - Высокий шумозащитный экран создающий «тоннельный эффект» со стороны дороги и «эффект тюрьмы» со стороны застройки

12.12 Отсыпка грунтовых валов с посадкой деревьев, как со стороны застройки, так и стороны дороги позволяет зрительно уменьшить видимую высоту экрана, которая не будет восприниматься как высокий забор (рисунок 12.4).



Рисунок 12.4 - Комбинированное сооружение «грунтовый вал -экран» позволяет зрительно уменьшить видимую высоту экрана

12.13 Зрительного уменьшения высоты экрана достигают добавлением продольных элементов. Горизонтальные линии на длинном шумозащитном экране делают его визуально более низким, рисунок 12.5. Нарушить монотонность и непомерную длину конструкции можно также выделением пилястров или объемных ребер на поверхности экрана (рисунки 12.7, 12.8).



Рисунок 12.5 - Зрительное уменьшение высоты экрана за счет добавлением продольных элементов

Монотонность так же нарушается приданием экрану волнообразного очертания его верха (рисунок 12.6).



Рисунок 12.6 - Волнообразный верх экран зрительно уменьшает его высоту

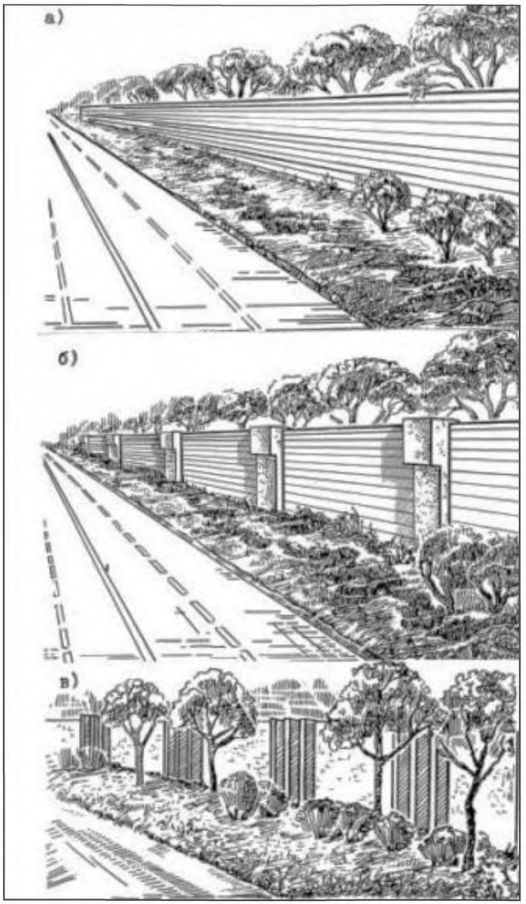


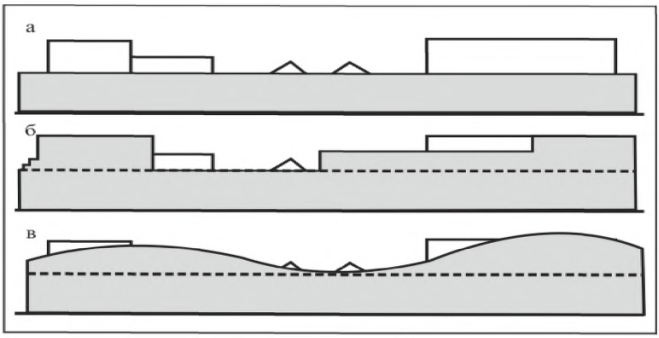
Рисунок 12.7 - Устранение монотонности длинного плоского экрана (а) с помощью пилястр (б) или объемных ребер (в)

Со стороны застройки монотонность нарушается ребристой конструкцией экрана в сочетании с озеленением или включением в конструкцию экранов прозрачных элементов (рисунок 12.8).



Рисунок 12.8 - Повышение эстетических качеств экранов за счет применения ребристой конструкции и включения прозрачных элементов

12.14 Линией, определяющей форму и размеры экрана, для проезжающих по дороге водителей автомобилей является линия его верха. Так, очертание верха экрана в виде плавной непрерывной линии большого радиуса более подходит для пересеченной местности, где прямая линия смотрится как инородная и привлекающая внимание. Для дорог, находящихся в пределах застроенных территорий, предпочтение рекомендуется отдавать ломаной верхней линии, подчеркивающей строгие линии застройки различной этажности. С этой целью могут быть использованы панели экранов различной высоты (рисунок 12.9).



г.



д.



а – прямая линия верха экрана; б –ступенчатая линия верха экрана; в, г, д – плавная линия верха экрана

Рисунок 12.9 - Очертания линий верха экрана и защищаемой застройки

12.15 При расположении шумозащитных экранов на значительных продольных уклонах автомобильных дорог линию верха нежелательно выполнять параллельно бровке земляного полотна, предпочтительней экран устраивать из панелей одинаковой высоты (рисунок 12.10).

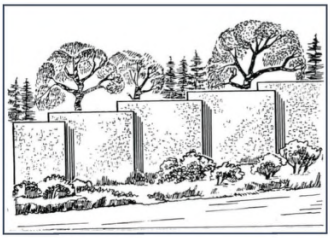




Рисунок 12.10 - Расположение шумозащитного экрана из панелей одинаковой высоты на участке дороги с продольным уклоном

12.16 Монотонность верха экрана можно разрушить, отказавшись от плоских экранов. Криволинейное в плане очертание экранов, серия

поворотов в плане с постоянным или переменным шагом позволяет создать карманы для посадок зеленых насаждений, а переломы находят применение как точки перехода от одного материала к другому, смены текстуры и окраски панелей, высоты экрана и т.д. Криволинейное в плане очертание экранов иногда составляют из дуг большого радиуса, по величине сопоставимого с большими размерами элементов дороги.

12.17 Криволинейные, не параллельные проезжей части, зигзагообразные и ступенчатые в плане шумозащитные экраны в сочетании с озеленением снижают монотонность восприятия придорожной обстановки, оживляют окружающий ландшафт, делают его более привлекательным (рисунок 12.11).

12.18 Диссонансом в окружающем ландшафте выглядит резкий обрыв линий шумозащитных экранов. Экраны рекомендуется начинать и заканчивать плавным переходом от основания к проектной высоте. И с точки зрения безопасности движения, из-за резкого возрастания поперечной силы при порывах бокового ветра, и с эстетической точки зрения плавное или ступенчатое очертание начального (конечного) участка предпочтительнее назначению непосредственно в начале экрана расчетной высоты (рисунок 12.12). Как указывалось в п. 11.4.8.1 «Методических рекомендаций», минимальная длина отгона высоты экрана должна составлять не менее 3-х высот.

12.19 Желательно окончание экранов маскировать в существующих сооружениях, такие как опоры мостов, подпорные стены и т.д., чтобы продолжить характерную линию экрана. Естественно выглядит совмещение начального (конечного) участка с искусственным сооружением (рисунок 12.13). Избегать обрывистых окончаний экрана можно, используя в качестве переходных элементов грунтовые валы, или привязывая окончание экрана к естественным склонам путем постепенного уменьшения его высоты.

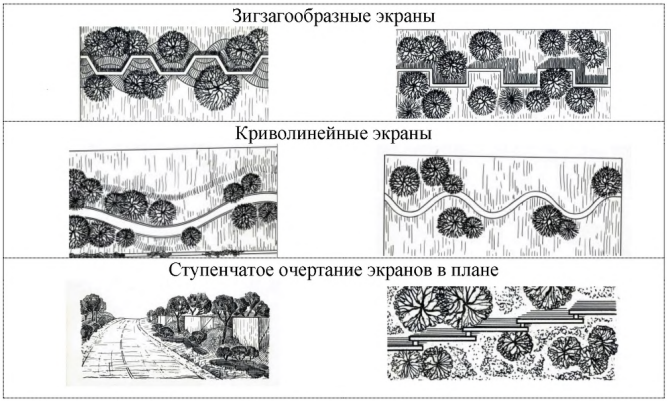


Рисунок 12.11 - Рекомендуемые очертания шумозащитных экранов в плане снижающие монотонность восприятия

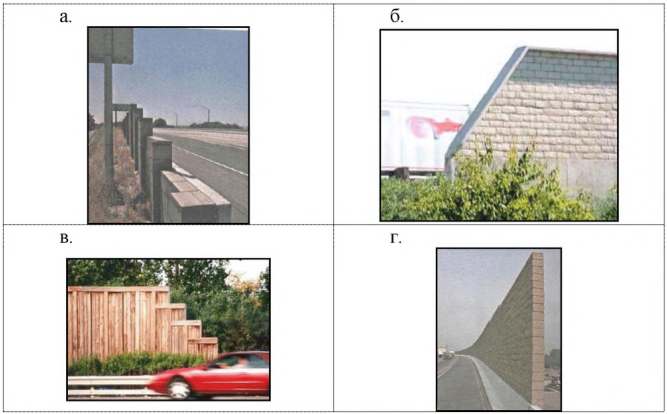


Рисунок 12.12 - Плавное, постепенное (а, б, в) и резкое изменение (г) высоты в начале (конце) экрана



Рисунок 12.13. - Совмещенный с искусственным сооружением начальный участок железобетонного шумозащитного экрана

12.20 Изменение цвета и текстуры поверхности экрана так же нарушает монотонность (однообразие) восприятия шумозащитного сооружения и тем самым повышает эстетические качества сооружения (рисунок 12.14).

а.



б.



в.



Рисунок 12.14 - Шумозащитные экраны из кирпича разных цветов (а), комбинация шумопоглощающих конструкций из дерева (б) и шумопоглощающих разноцветных панелей (в)

12.21 Для окраски экранов рекомендуется применять цвета, которые

подсознательно вызывают у людей чувство уверенности и спокойствия. В первую очередь, это относится к цветам, преобладающим в природе: зеленому, желтому и коричневому. Красный и голубой цвета рекомендуется использовать в исключительных случаях, предпочитая сдержанные тона, посредством которых можно получать контрастные эффекты, помогающие преодолеть монотонность. Нежелательно окрашивать бетонные экраны, придание цвета их поверхностям целесообразно при изготовлении, с добавлением красителя в цементный раствор. С использованием цвета можно добиться членения на вертикальные панели (рисунок 12.15).

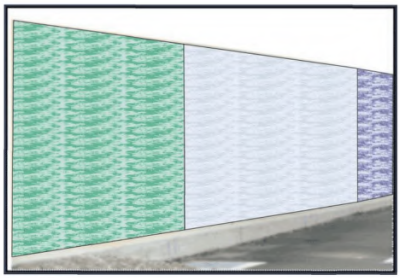


Рисунок 12.15 -.Вертикальное членение экрана его покраской

12.22 Окраска экранов может применяться не только для уменьшения монотонности и придания им лучшего внешнего вида, но выполнять задачи информации водителей и пешеходов: приближение к пересечениям, автобусным остановкам и т.д. При длинном экране плоских форм цветовое оформление может быть использовано для баланса прямой горизонтальной линии введением вертикальностей. Используя технику оттенков, на плоских экранах можно создать иллюзию объема, наличия определенной текстуры.

12.23 Повышение эстетических качеств шумозащитных сооружений достигается их декоративным озеленением. Зеленые насаждения - одна из наиболее эффективных и экономичных мер снижения монотонности шумозащитных экранов, используется для их связи с окружающим ландшафтом. Деревья и кустарники могут объединить все

запроектированные элементы в единую экосистему, учитывающую форму, цвет и текстуру поверхности экрана. Концентрация зеленых насаждений в конце экрана может создать естественную переходную зону, устранить монотонность частой сменой размеров, формы и цвета растительности в посадке, сбалансировать пропорции высоких экранов, обеспечив естественную смену цвета в различные сезоны года, блокировать отражение света от ярких цветных поверхностей (рисунки 12.16 и 12.17).

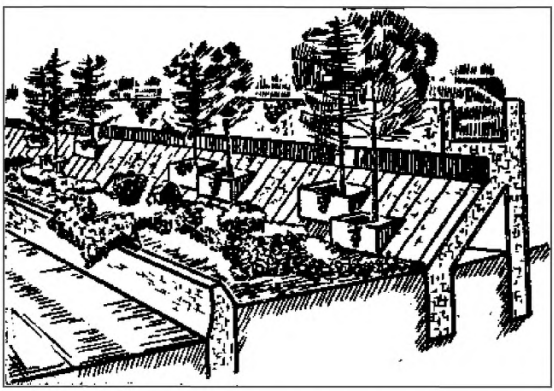


Рисунок – 12.16 - Сложный по очертанию шумозащитный экран с карманами для зеленых насаждений



Рисунок – 12.17 - Улучшение внешнего вида экрана с помощью зеленых насаждений

12.24 Гармонирующие с окружающей местностью шумозащитные валы прерывают длинный плоский экран и помогают увязать его с естественной поверхностью (рисунок 12.18).

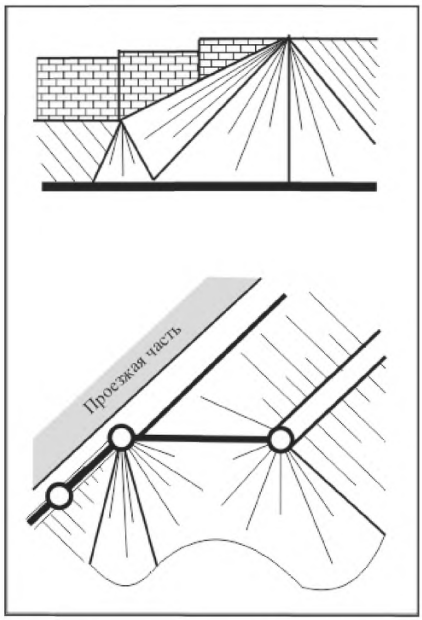
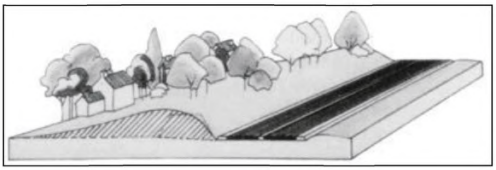


Рисунок 12.18 - Сопряжение экрана с шумозащитным валом (в)

12.25 Для лучшего согласования грунтового вала с окружающим ландшафтом в пределах постоянной полосы отвода, можно варьировать заложением откосов вала, его высотой и шириной (рисунок 12.19). Грунтовому валу, имеющему строгое геометрическое очертание, можно придать привлекательный внешний вид соответствующим подбором и размещением зеленых насаждений. При этом следует избегать посадок больших взрослых деревьев, особенно с замкнутыми кронами, способными рассекать транспортный шум и концентрировать его в одном направлении.

а.



б.



в.

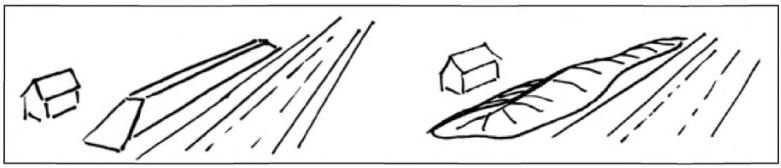


Рисунок 12.19 - Озеленение шумозащитных валов (а, б) или отказ от их правильных геометрических форм уполаживанием (сглаживанием) поверхностей (в)

12.26 Создание благоприятных условий обзора водителями и пассажирами придорожного ландшафта, просмотра интересных пейзажей достигается за счет прозрачных (рисунок 12.20) или прерывистых (рисунок 12.21) шумозащитных экранов.

Прозрачные шумозащитные экраны позволяют улучшить обзор водителями и пассажирами, условий освещения, видимости на пересечениях и примыканиях. Однако во избежание травмирования птиц не рекомендуются прозрачные панели больших размеров (рисунок 12.20).



Рисунок 12.20 - Разделение шумозащитных экранов из прозрачных материалов на панели

12.27 Прерывистый шумозащитный экран (рисунок 12.21) состоит из нескольких отдельных экранов длиной ***L*** расположенных под острым углом ***α*** к оси дороги. Расстояние между отдельными экранами ***D***, измеряемое по направлению дороги, назначается для перекрытия одного экрана другим на величину ***x***. Наилучшая обзорность окружающего ландшафта обеспечивается, если ***L***=4,0м, ***D***=3,0м и ***α***=15° [1].

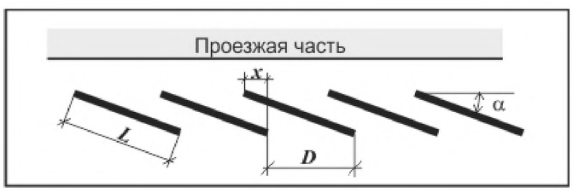


Рисунок 12.21 - Прерывистый шумозащитный экран

13 Особенности шумозащиты участков автомобильных дорог высоких категорий, расположенных в населенных пунктах

13.1 На участках скоростных автомобильных дорог и автоомбильных дорог I категории с высокой интенсивностью движения, проходящих вдоль территорий с многоэтажной застройкой для обеспечения акустического комфорта кардинальным решением является устройство галерей или тоннелей. При этом в зависимости от степени перекрытия проезжей части можно добиться полного снижения уровня звука до требований Санитарных Норм.

13.2 При движении автотранспорта по тоннелю или галерее происходит увеличение уровня звука внутри тоннеля или галереи из-за отражения звуковых волн от стен, перекрытий, проезжей части и транспортных средств. В зависимости от степени перекрытия проезжей части величина увеличения уровня звука составляет от 4 до 10 дБА [10] (рисунок 13.1).

13.3 В зависимости от степени перекрытия проезжей части снижение уровня шума снаружи тоннеля или галереи составляет 25 - 30 дБА [10] (таблица 13.1).

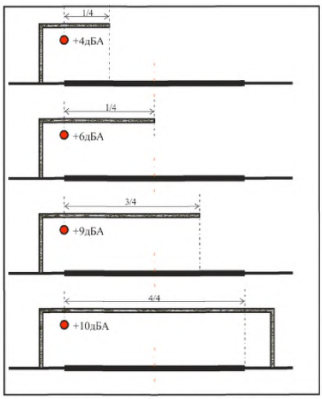


Рисунок 13.1 - Увеличение уровня звука в шумозащитной галерее (тоннеле) в зависимости от степени перекрытия проезжей части

Т а б л и ц а 13.1 - Снижения уровня звука снаружи шумозащитной галереи в зависимости от степени перекрытия проезжей части

Перекрытие галереей проезжей части, %	25	50	75
Снижение уровня звука, дБА	25	28	30

13.4 При проектировании шумозащитных галерей и тоннелей следует предусматривать их естественное освещение и проветривание (рисунок 13.2), а пространство над тоннелем использовать для организации местного движения (рисунок 13.3).

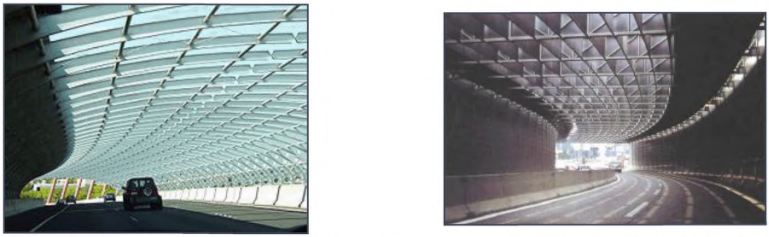


Рисунок 13.2 - Естественное освещение и проветривание шумозащитной галереи

а.



б.



в.



г.



Рисунок 13.3 - Тоннели с полной изоляцией прилегающей территории от транспортного шума (а, б) и с использованием пространства над тоннелем для местного движения (в, г)

14. Экономическая оценка устройства шумозащитных сооружений на автомобильных дорогах.

14.1 Целью технико-экономических расчетов при проектировании шумозащитных мероприятий являются:

- обоснование оптимального варианта шумозащиты;
- определение экономической эффективности устройства шумозащитных сооружений.

Технико-экономические расчеты следует выполнять как на стадии разработки проекта, так и на стадии разработки рабочего проекта в составе раздела по охране окружающей среды.

14.2 Проектируемый комплекс шумозащитных сооружений, входящий в состав автомобильной дороги, должен обеспечивать:

- соблюдение требований санитарных норм, отвечающих интересам охраны здоровья людей и охраны окружающей среды с учетом перспективных изменений, обусловленных развитием производства и демографическими процессами (расширение зоны застройки);
- получение максимального народнохозяйственного экономического эффекта.

14.3 На стадии разработки проекта при сравнении вариантов проложения трассы автомобильной дороги необходимо составить для каждого варианта оперативную шумовую карту дороги по ГОСТ Р 53187-и определить, какая часть населения попадает в зоны, соответствующие различным уровням шумовой нагрузки; на каких участках дороги ожидаемые уровни транспортного шума превышают требования санитарных норм, в силу чего должны быть предусмотрены шумозащитные мероприятия.

14.4 Осуществление мероприятий по защите от транспортного шума оказывает влияние не только на уровень шума, но и на стоимость

строительства и транспортно-эксплуатационные качества автомобильных дорог. В связи с изменением положения автомобильной дороги в плане и продольном профиле могут существенно изменяться сметная стоимость строительства, скорости и пробег автомобилей по основной дороге и подъездам, обслуживающим населенный пункт, размеры автотранспортных затрат, условия безопасности движения, потери времени пассажирами. Поэтому выбор оптимального проектного решения при сравнении вариантов проложения трассы автомобильной дороги следует производить на основе комплексного рассмотрения показателей капиталовложений, транспортных и дорожно-эксплуатационных затрат, народнохозяйственных потерь, вызванных дорожно-транспортными происшествиями, а также связанных с неблагоприятным воздействием транспортного шума на население.

14.5 Выбор экономически эффективного варианта шумозащиты рекомендуется производить путем сравнения вариантов по индексу доходности, рассчитываемому по формуле (14.1).

$$ИД = \frac{\sum_{t=1}^{T} \frac{(R_t - Z_t)}{(1+E)^t}}{\sum_{t=1}^{T} \frac{\Delta K_t}{(1+E)^t}}, \qquad (14.1)$$

где $ИД$ - индекс доходности;

R_t - результаты (эффект) от произведенных инвестиций, полученные в год t;

Z_t - изменение затрат по объекту инвестирования в год t по сравнению с эталонным вариантом (отказ от проведения шумозащитных мероприятий);

ΔK_t - размер дополнительных инвестиций, в первую очередь, капитальных вложений в год t по сравнению с эталонным вариантом;

T - период суммирования дисконтированных затрат, принимаемый в соответствии с «Руководством по оценке экономической эффективности использования в дорожном хозяйстве инноваций и достижений научно-технического прогресса» [15] в пределах 30-35 лет;

E - норма дисконта.

К строительству рекомендуется вариант с наибольшим значением индекса доходности.

14.6 Результаты от произведенных инвестиций, полученные в год t, определяются для каждого варианта по формуле:

$$R_t = \Delta A_t + \Delta У_t + \Delta C_t^{пас} + \Delta П_t, \qquad (14.2)$$

где ΔA_t - уменьшение величины автотранспортных затрат в год t по сравнению с эталонным вариантом, за который принимают вариант отказа от строительства шумозащитных сооружений;

$\Delta У_t$ - снижение экономического ущерба от транспортного шума в год t по сравнению с эталонным вариантом (см. п. 14.12);

$\Delta C_t^{пас}$ - уменьшение экономической оценки времени пребывания пассажиров в пути в год t по сравнению с эталонным вариантом;

$\Delta П_t$ - снижение потерь народного хозяйства от дорожно-транспортных происшествий в год t по сравнению с эталонным вариантом.

14.7 Изменение затрат для каждого из вариантов в год t может быть рассчитано как разность затрат для рассматриваемого и эталонного вариантов:

$$Z_t = D_t - D_{Эт} + C_t^{шз} + \Delta K_t, \qquad (14.3)$$

где $D_t, D_{Эт}$ - отнесенные к одному году затраты на содержание, текущие и средние ремонты дороги, соответственно для рассматриваемого и эталонного вариантов;

$C_t^{шз}$ - ежегодные затраты на ремонт и содержание шумозащитных сооружений.

ΔK_t - дополнительный размер инвестиций в рассматриваемый вариант по сравнению с эталонным вариантом.

14.8 Дополнительный размер инвестиций в рассматриваемый вариант

по сравнению с эталонным вариантом рассчитывают по формуле:

$$\Delta K_t = K_t - K_t^{эт} \qquad (14.4)$$

где $K_t, K_t^{ЭТ}$ - капитальные вложения в год ***t***, соответственно для рассматриваемого и эталонного вариантов.

Капитальные вложения в каждый из вариантов определяют путем дисконтирования следующих составляющих:

- $K_{с}$, $K_{рек}$, $K_{рем}$, - капитальные вложения, соответственно в строительство, реконструкцию и капитальные ремонты дороги, определяемые на основе сметных расчетов;
- $П_{зем}$ - потери народного хозяйства от изъятия сельскохозяйственных земель под основные сооружения дороги;
- K_0^{AT} - капитальные вложения в автомобильный транспорт на начальный год;
- ΔK_t^{AT} - дополнительные капитальные вложения в автомобильный транспорт в год ***t***;
- $K^{ШЗ}$ - капитальные вложения в строительство шумозащитных сооружений.

Расчет показателей текущих и единовременных затрат (ΔA_t, $\Delta П_t$, $\Delta K_t^{AT}, K_0^{AT}$), входящих в формулы (14.2) и (14.3) и связанных со строительством и эксплуатацией основных сооружений автомобильной дороги, выполнением заданных объемов перевозок грузов и пассажиров, рекомендуется выполнять по общепринятой методике, приведенной d «Руководствt по оценке экономической эффективности использования в дорожном хозяйстве инноваций и достижений научно-технического прогресса» [15].

14.9 Величина дисконтированных капиталовложений в строительство шумозащитных сооружений может быть определена по формуле:

$$K_{пр}^{шз} = \frac{K_1}{(1+E)^{t_1}} + \frac{K_2}{(1+E)^{t_2}} + \frac{K_3}{(1+E)^{t_3}} + \frac{K_4}{(1+E)^{t_4}} + \frac{K_n}{(1+E)^{t_n}}, \quad (14.5)$$

где K_1 - сметная стоимость шумозащитных сооружений;

K_2 - стоимость освоения (или инженерного оборудования) новых земель (территорий) взамен изымаемых для строительства шумозащитных сооружений;

K_3 - затраты на приобретение машин и механизмов для содержания шумозащитных сооружений;

K_4 - прочие капитальные затраты на оборудование расположенных рядом с дорогой зданий шумозащитными сооружениями;

K_n - прочие капитальные затраты, необходимые для проведения шумозащитных мероприятий;

t_1, t_2, t_3, t_4, t_n - разница во времени (в годах) между годом осуществления капиталовложений, соответственно K_1, K_2, K_3, K_4, K_n и годом, к которому приводятся все текущие и единовременные затраты.

14.10 В случае, когда для всех сравниваемых вариантов шумозащитных сооружений сохраняются одинаковыми план дороги, продольный и поперечные профили, решения по организации движения, в формулах 14.2, 14.3 и 14.4 рекомендуется в целях сокращения расчетов учитывать только показатели, связанные с устройством шумозащитных сооружений:

$$R_t = \Delta У_t, \quad (14.6)$$

$$Z_t = C_t^{шз}, \quad (14.7)$$

$$\Delta K_t = K^{ШЗ}, \quad (14.8)$$

14.11 Экономическая оценка годового ущерба от транспортного шума $У_t$, наносимого населению в год t, представляет собой стоимостную оценку социального ущерба, вызываемого воздействием шума на население. Она учитывает, прежде всего, экономические потери, связанные с ухудшением здоровья людей и понижением их работоспособности вследствие воздействия шума, и может быть ориентировочно определена по формуле:

$$У_t = У_{tд} + У_{tн} = \sum_{L_{Аэкв}=25}^{L_{Аэкн}^{max}} A(L_A) \cdot N_н(L_A) + \sum_{L_{Аэкв}=25}^{L_{Аэкд}^{max}} B(L_A) \cdot N_д(L_A), \quad (14.9)$$

где $L_н^{max}, L_д^{max}$ - максимальные уровни звука за длительный период

ночного и дневного времени, соответственно, дБА;

$N_н(L)$ - число людей, проживающих в помещениях, в которых эквивалентный уровень ночных шумов имеет значение между целыми числами L и $L+1$, $L \le L_н < L+1$;

$N_д(L)$ - - число людей, проживающих в помещениях, в которых уровень дневных шумов имеет значение, равное или лежащее между целыми числами L и $L+1$, $L \le L_д < L+1$

$A(L)$, $B(L)$ показатели экономического ущерба, вызванного пребыванием человека в помещении с уровнями, соответственно, ночных и дневных шумов в пределах от L до $L+1$, определяемые по табл. 14.1.

14.12 В соответствии с ГОСТ Р 53187 и Руководством [14] рекомендуется следующая последовательность расчета ΔY_t:

1. Для эталонного и каждого из вариантов шумозащитных сооружений определяют по ГОСТ Р 53187 (с продолжительностью вечернего времени e = 0 ч) оценочные долгосрочные уровни звука на годовом временном интервале в дневной ($\overline{L}^{d}_{RA}$) и ночной ($\overline{L}^{n}_{RA}$) периоды времени.

2. Оценочные долгосрочные уровни звука определяют для каждого помещения. При этом помещения с одинаковыми оценочными долгосрочными уровнями шума необходимо объединять в отдельные группы, определяя для каждой из них количество жителей $N_д(L_A)$ и $N_н(L_A)$.

3. По формуле (14.9) для эталонного и каждого из вариантов шумозащитных сооружений рассчитывается экономическая оценка годового ущерба $Y_{tэт}$ и Y_{ti} (i – номер оцениваемого варианта шумозащитных сооружений) от транспортного шума, наносимого населению в год t.

4. Снижение экономического ущерба за год по сравнению с эталонным вариантом рассчитывается по формуле:

$$\Delta Y_t = Y_{tэ} - Y_{ti}, \qquad (14.10)$$

Т а б л и ц а 14.1- Показатели экономического ущерба от пребывания человека в помещениях с уровнем звука L_A

Уровень звука L_A, дБA	Экономический ущерб, вызванный пребыванием человека в помещении с уровнем звука L_A в ночное время, $A(L_A)$, руб./чел.год (в ценах 2010 г.)	Экономический ущерб, вызванный пребыванием человека в помещении с уровнем звука L_A в дневное время, $B(L_A)$, руб./чел.год (в ценах 2010 г.)
1	2	3
25	150	60
26	340	120
27	540	180
28	760	240
29	1000	300
30	1280	360
31	1590	430
32	1920	500
33	2300	590
34	2720	670
35	3180	760
36	3690	860
37	4260	970
38	4890	1080
39	5590	1200
40	6370	1330
41	7230	1460
42	8190	1620
43	9250	1780
44	10430	1950
45	11730	2130
46	13180	2330
47	14790	2540
48	16580	2760
49	18590	3000
50	20750	3260
51	23190	3540
52	25900	3830
53	28900	4150

Окончание таблицы 14.1

1	2	3
54	32230	4500
55	35930	4860
56	-	5250
57	-	5670
58	-	6120
59	-	6600
60	-	7120
61	-	7670
62	-	8270
63	-	8900
64	-	9590
65	-	10320
66	-	11100
67	-	11940
68	-	12840
69	-	13600
70	-	14840
71	-	15950
72	-	17130
73	-	18400
74	-	19770
75	-	21230
П р и м е ч а н и е – Значения экономического ущерба определены с учетом значений приведенных в таблице 1[по 14]		

14.13 Текущие затраты по содержанию и эксплуатации шумозащитных сооружений состоят из:

– затрат на очистку поверхности экрана и на обеспечение видимости через прозрачные элементы экрана;

– затрат на окраску металлических и железобетонных поверхностей, поддержание колористического решения экрана;

– затрат на текущий ремонт конструкций экрана, включая аварийные ремонтные работы, связанные с наездом транспортных средств;

– затрат по уходу за элементами озеленения сооружений;

– дополнительных затрат по зимнему содержанию (снегоочистка) участков дорог с экранами.

Ориентировочно ежегодные текущие затраты по содержанию и эксплуатации шумозащитных сооружений можно рассчитывать, принимая их как процент от сметной стоимости строительства (таблица 14.2).

Т а б л и ц а 14.2 – Коэффициенты для ориентировочной оценки ежегодных текущих затрат

Тип сооружения	Ежегодные текущие затраты в процентах от сметной стоимости шумозащитного сооружения
1	2
Шумозащитные валы	0,7
Деревянные экраны	1,5
Бетонные экраны	0,5
Кирпичные и каменные экраны	0,9
Экраны из пластических материалов, содержание растительности на поверхностях экрана	2,0
Металлические экраны	1,8
Абсорбирующие панели	1,0
Прозрачные экраны	2,0
Подпорные стенки (бетон или древесина)	1,0

14.14 Срок окупаемости $t_{ок}$ инвестиций в рекомендуемый вариант определяется из условия равенства сумм за $t_{ок}$ лет дисконтированных результатов от произведенных инвестиций R_t и изменения затрат Z_t.:

$$\sum_{1}^{t_{ок}} \frac{R_t}{(1+E)^t} = \sum_{1}^{t_{ок}} \frac{Z_t}{(1+E)^t}. \qquad (14.11)$$

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Энергетическое сложение эквивалентных уровней звука создаваемых несколькими источниками шума (ГОСТ 12.1.050-86, Приложение 3)

А.1 Эквивалентный уровень звука рассчитывают по формуле:

1. Эквивалентный уровень звука рассчитывают по формуле:

$$L_{A экв T} = 10 \lg \frac{1}{T} \int_T p_A^2(t) / p_0^2 dt, \qquad (A.1)$$

где $p_A(t)$ - мгновенное корректированное по частотной характеристике A шумомера звуковое давление в момент времени t;

p_0 - опорное звуковое давление, равное 20 мкПа.

Примечание

1. Эквивалентный уровень звука выражают в дБA.
2. Индекс T в обозначении эквивалентного уровня звука для простоты записи как правило опускается.

А.2 Суммарный эквивалентный уровень звука $L_{Aэкв\Sigma}$ в дБА, создаваемый в расчетной точке несколькими источниками звука, вычисляют по формуле:

$$L_{A экв \Sigma} = 10 \lg \left(10^{\frac{L_{A1 экв}}{10}} + 10^{\frac{L_{A2 экв}}{10}} + \ldots + 10^{\frac{L_{An экв}}{10}} \right), \qquad (A.2)$$

где $L_{A экв i}$ - уровень звука от «*i - го*» источника шума, дБА.

В целях упрощения расчетов можно воспользоваться формулой (А.2) где представлены результаты энергетического сложения двух различных уровней –$L_{A1экв}$ и $L_{A2экв}$ - как функция разности этих уровней:

$$L_{A экв \Sigma} = L_{A экв \max} + \Delta L, \qquad (A.3)$$

где $L_{A1экв}$ - эквивалентный уровень звука от источника № 1,дБА;

$L_{A2экв}$ - эквивалентный уровень звука от источника № 2,дБА;

$L_{A экв max}$ - больший из двух уровней звука,дБА;

ΔL - добавка к более высокому уровню звука для получения суммарного эквивалентного уровня, таблица А.1.

Т а б л и ц а А.1 - Добавка к более высокому уровню звука для получения суммарного эквивалентного уровня звука

Разность двух складываемых уровней, дБА	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	15	22
Добавка к более высокому уровню для получения суммарного уровня, дБА	3	2,5	2	1,7	1,5	1,2	1	0,8	0,6	0,5	0,4	0,2	0

При большем количестве источников шума суммирование необходимо производить, последовательно, начиная с максимального уровня в следующем порядке:

- вычисляют разность двух складываемых уровней звука;
- определяют добавку к более высокому из двух складываемых уровней звука по таблице А.1 в зависимости от полученной разности этих уровней звука;
- производят сложение полученной добавки и более высокого из двух складываемых уровней звука;
- аналогичные действия производят с полученной суммой двух уровней и третьим уровнем и т. д.

Например, при $L_{Aэкв1}$=80 дБ*А* и $L_{Aэкв2}$=75 дБ*А* их разность составит 5 дБ*А*, добавка по таблице А.1 будет равна 1,2 дБ*А*, а суммарный уровень звука составит $L_{A\,экв.\Sigma}$ =81,2 дБ*А*.

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Снижение уровня звука транспортного потока ΔL_{Apac}, в зависимости от увеличения расстояния до расчетной точки и длины подлежащего расчету участка дороги

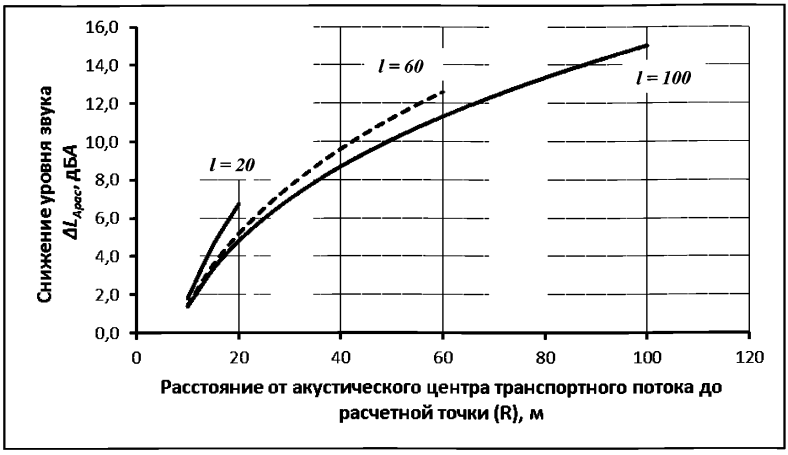


Рисунок Б.1 - Снижение уровня звука транспортного потока, в зависимости от увеличения расстояния до расчетной точки (ΔL_{Apac}) при *длинах подлежащих расчету участков дороги (l) 20 м, 60 м и 100 м*

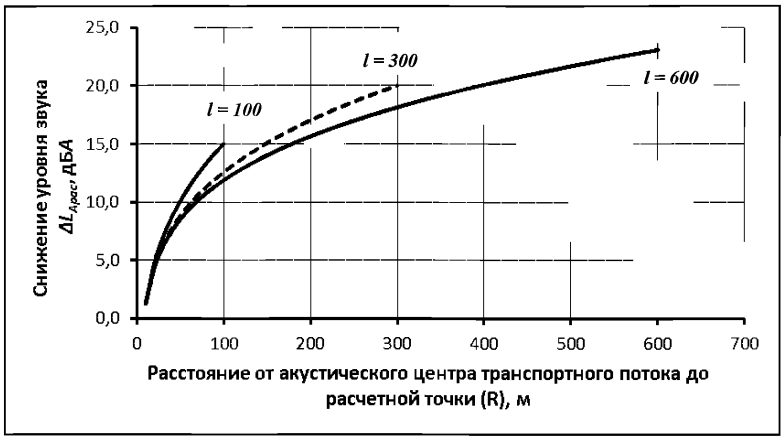


Рисунок Б.2 - Снижение уровня звука транспортного потока, в зависимости от увеличения расстояния до расчетной точки (ΔL_{Apac}) при длинах подлежащих расчету участков дороги (l) 100 м, 300 м и 600 м

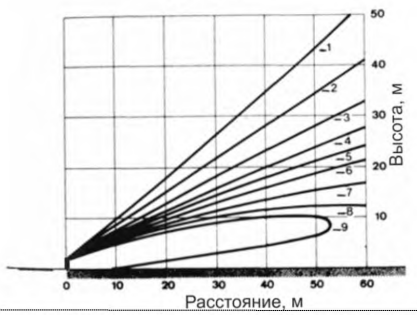
Т а б л и ц а Б.1 - Снижение уровня звука транспортного потока ΔL_{Apac}, в зависимости от увеличения расстояния до расчетной точки (l)

Расстояние до расчетной точки, м	Длина подлежащего расчету участка дороги (l), м									
	20	40	60	80	100	200	300	400	500	600
10	1,8	1,5	1,4	1,4	1,4	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3
20	6,7	5,6	5,2	4,9	4,8	4,5	4,4	4,4	4,4	4,3
30	-	8,4	7,7	7,3	7,0	6,5	6,3	6,2	6,2	6,2
40	-	10,6	9,6	9,1	8,7	8,0	7,7	7,6	7,5	7,5
50	-	-	11,2	10,5	10,1	9,2	8,8	8,7	8,6	8,5
60	-	-	12,6	11,8	11,3	10,2	9,8	9,6	9,5	9,4
70	-	-	-	13,0	12,4	11,1	10,6	10,4	10,2	10,1
80	-	-	-	14,0	13,4	11,9	11,3	11,0	10,9	10,8
90	-	-	-	-	14,2	12,6	12,0	11,7	11,5	11,4
100	-	-	-	-	15,0	13,3	12,6	12,2	12,0	11,9
110	-	-	-	-	-	13,9	13,1	12,8	12,5	12,4
120	-	-	-	-	-	14,5	13,7	13,3	13,0	12,8
130	-	-	-	-	-	15,0	14,2	13,7	13,4	13,3
140	-	-	-	-	-	15,6	14,6	14,1	13,8	13,6
150	-	-	-	-	-	16,0	15,1	14,6	14,2	14,0
160	-	-	-	-	-	16,5	15,5	14,9	14,6	14,4
170	-	-	-	-	-	17,0	15,9	15,3	15,0	14,7
180	-	-	-	-	-	17,4	16,3	15,7	15,3	15,0
190	-	-	-	-	-	17,8	16,7	16,0	15,6	15,3
200	-	-	-	-	-	18,2	17,0	16,4	15,9	15,6
210	-	-	-	-	-	-	17,4	16,7	16,2	15,9
220	-	-	-	-	-	-	17,7	17,0	16,5	16,2
230	-	-	-	-	-	-	18,0	17,3	16,8	16,5
240	-	-	-	-	-	-	18,3	17,6	17,1	16,7
250	-	-	-	-	-	-	18,6	17,8	17,3	17,0
260	-	-	-	-	-	-	18,9	18,1	17,6	17,2
270	-	-	-	-	-	-	19,2	18,4	17,8	17,5
280	-	-	-	-	-	-	19,5	18,6	18,1	17,7
290	-	-	-	-	-	-	19,7	18,9	18,3	17,9
300	-	-	-	-	-	-	20,0	19,1	18,5	18,1
320	-	-	-	-	-	-	-	19,6	19,0	18,6
340	-	-	-	-	-	-	-	20,0	19,4	19,0
360	-	-	-	-	-	-	-	20,5	19,8	19,4
380	-	-	-	-	-	-	-	20,9	20,2	19,7
400	-	-	-	-	-	-	-	21,3	20,6	20,1
420	-	-	-	-	-	-	-	-	20,9	20,4
440	-	-	-	-	-	-	-	-	21,3	20,8
460	-	-	-	-	-	-	-	-	21,6	21,1
480	-	-	-	-	-	-	-	-	21,9	21,4
500	-	-	-	-	-	-	-	-	22,3	21,7
550	-	-	-	-	-	-	-	-	-	22,5
600	-	-	-	-	-	-	-	-	-	23,1

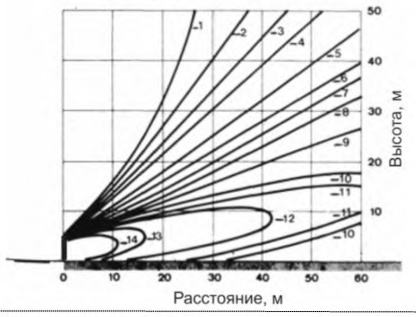
ПРИЛОЖЕНИЕ В

Снижение эквивалентных уровней транспортного шума на прилегающей территории в зависимости от поперечного профиля и высоты экрана на проектируемом участке дороги [по 2]

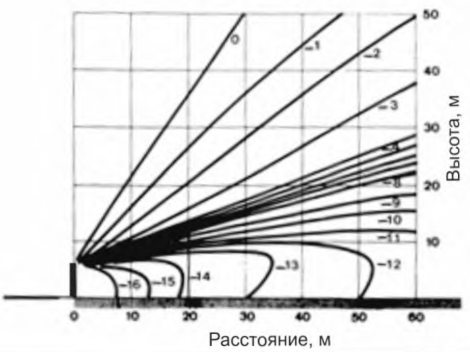
Высота экрана 2 м на участке в нулевых отметках



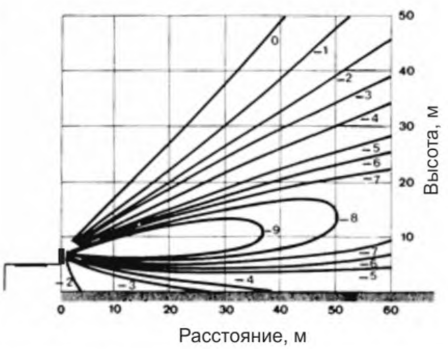
Высота экрана 4 м на участке в нулевых отметках



Высота экрана 6 м на участке в нулевых отметках



Высота экрана 2 м на участке насыпи высотой 5 м



Высота экрана 4 м на участке насыпи высотой 5 м

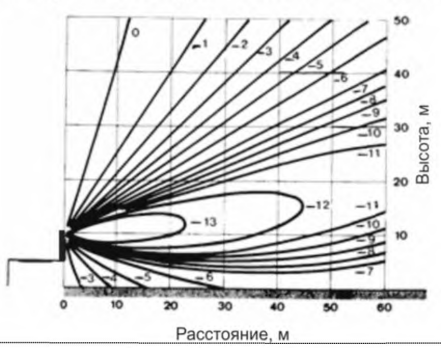
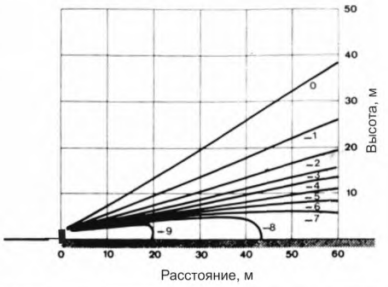
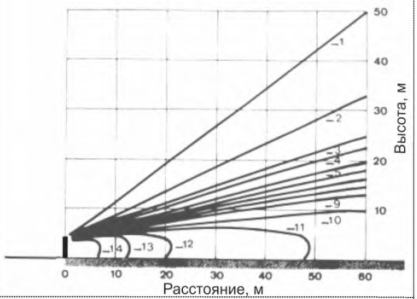


Рисунок В.1 - Снижение эквивалентных уровней транспортного шума на территории, прилегающей к проектируемому участку двухполосной дороги в зависимости от высоты экрана (цифры на кривых – снижение эквивалентных уровней транспортного шума, дБА)

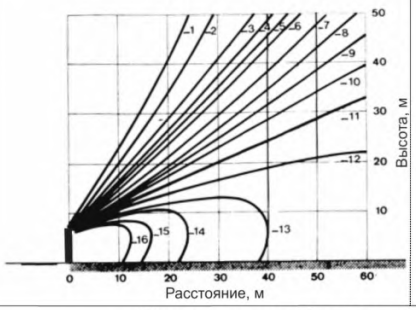
Участок в нулевых отметках, высота экрана 2 м



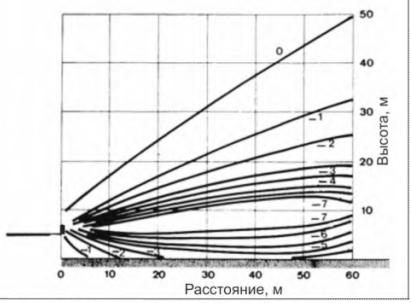
Участок в нулевых отметках, высота экрана 4 м



Участок в нулевых отметках, высота экрана 6 м



Высота экрана 2 м на участке насыпи высотой 5 м



Высота экрана 4 м на участке насыпи высотой 5 м

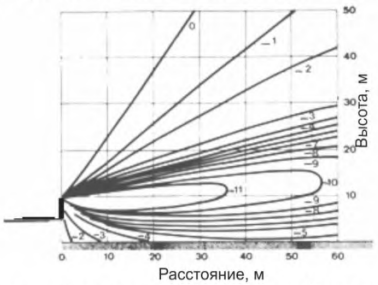


Рисунок В.2 - Снижение эквивалентных уровней транспортного шума на территории, прилегающей к проектируемому участку четырехполосной дороги, в зависимости от высоты экрана и поперечного профиля (цифры на кривых – снижение эквивалентных уровней транспортного шума, дБА)

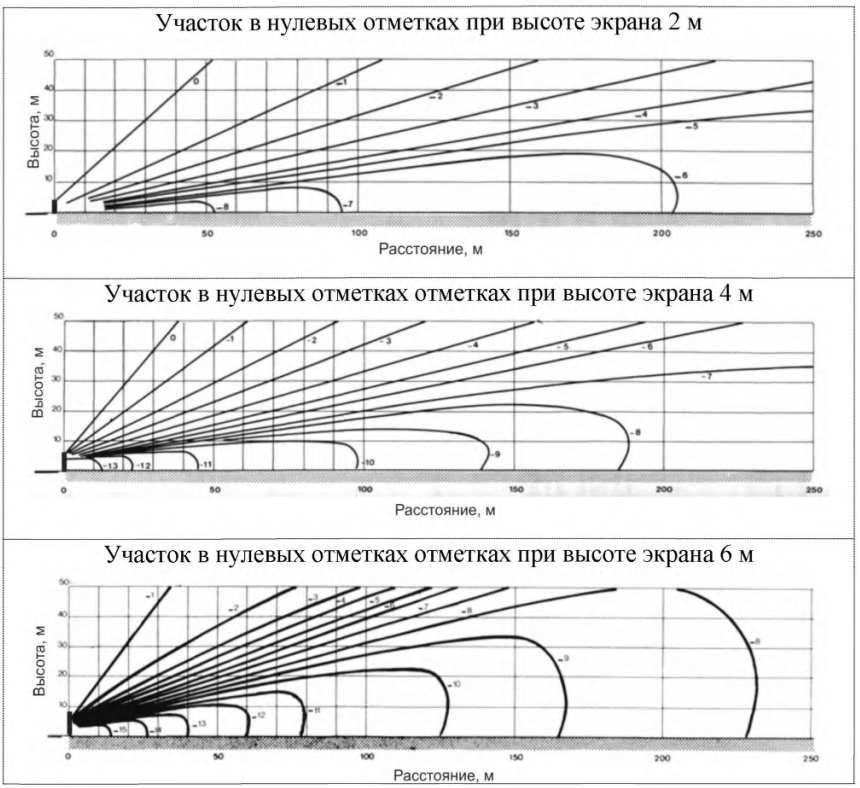


Рисунок В.3 - Распространение транспортного шума на территории , прилегающей к проектируемому участку четырехполосной дороги, в нулевых отметках в зависимости от высоты экрана (цифры на кривых – снижение эквивалентных уровней транспортного шума, дБА)

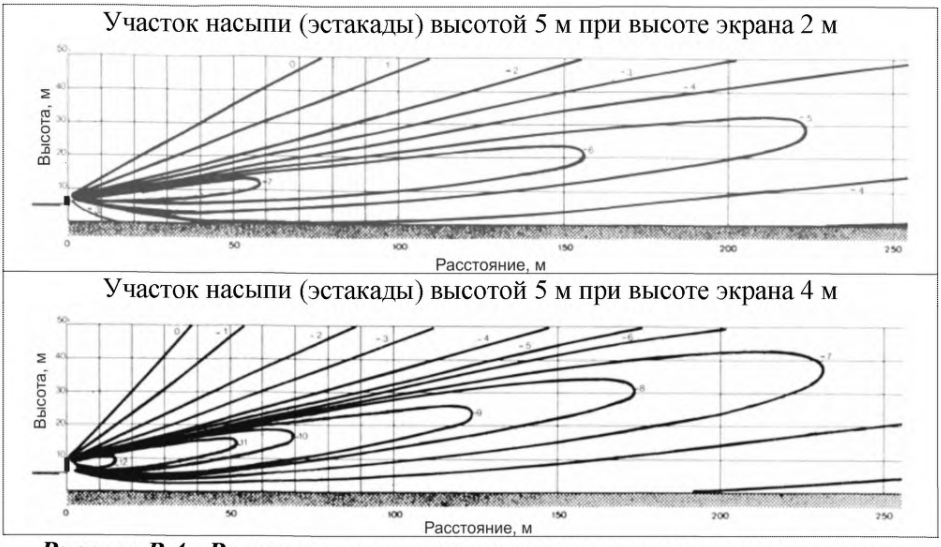
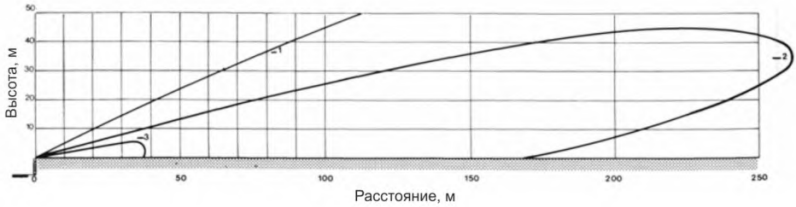


Рисунок В.4 - Распространение транспортного шума на территории, прилегающей к проектируемому участку четырехполосной дороги, расположенной на насыпи или на эстакаде, в зависимости от высоты экрана (цифры на кривых – снижение эквивалентных уровней транспортного шума, дБА)

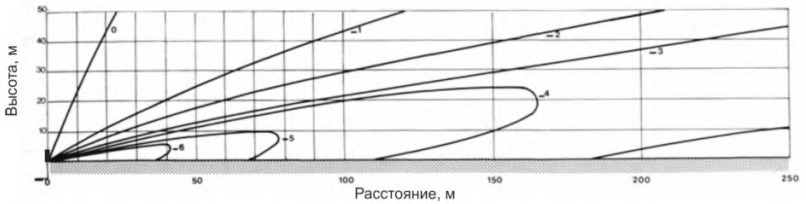


Рисунок В.5 - Распространение транспортного шума на территории, прилегающей к проектируемому участку четырехполосной дороги расположенного в выемке, в зависимости от высоты экрана (цифры на кривых – снижение эквивалентных уровней транспортного шума, дБА)

Участок выемки глубиной 6 м в случае вертикальной подпорной стенки



Участок выемки глубиной 6 м в случае вертикальной подпорной стенки и экрана высотой 2 м



Участоке выемки глубиной 6 м в случае вертикальной подпорной стенки и шумопоглощающего экрана высотой 2 м

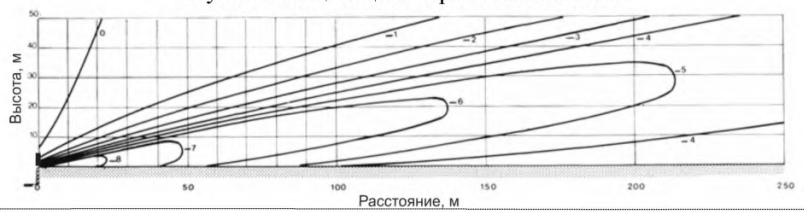


Рисунок В.6 - Распространение транспортного шума на территории, прилегающей к проектируемому участку четырехполосной дороги, расположенному в выемке с вертикальными откосами, в зависимости высоты экрана (цифры на кривых – снижение эквивалентных уровней транспортного шума, дБА)

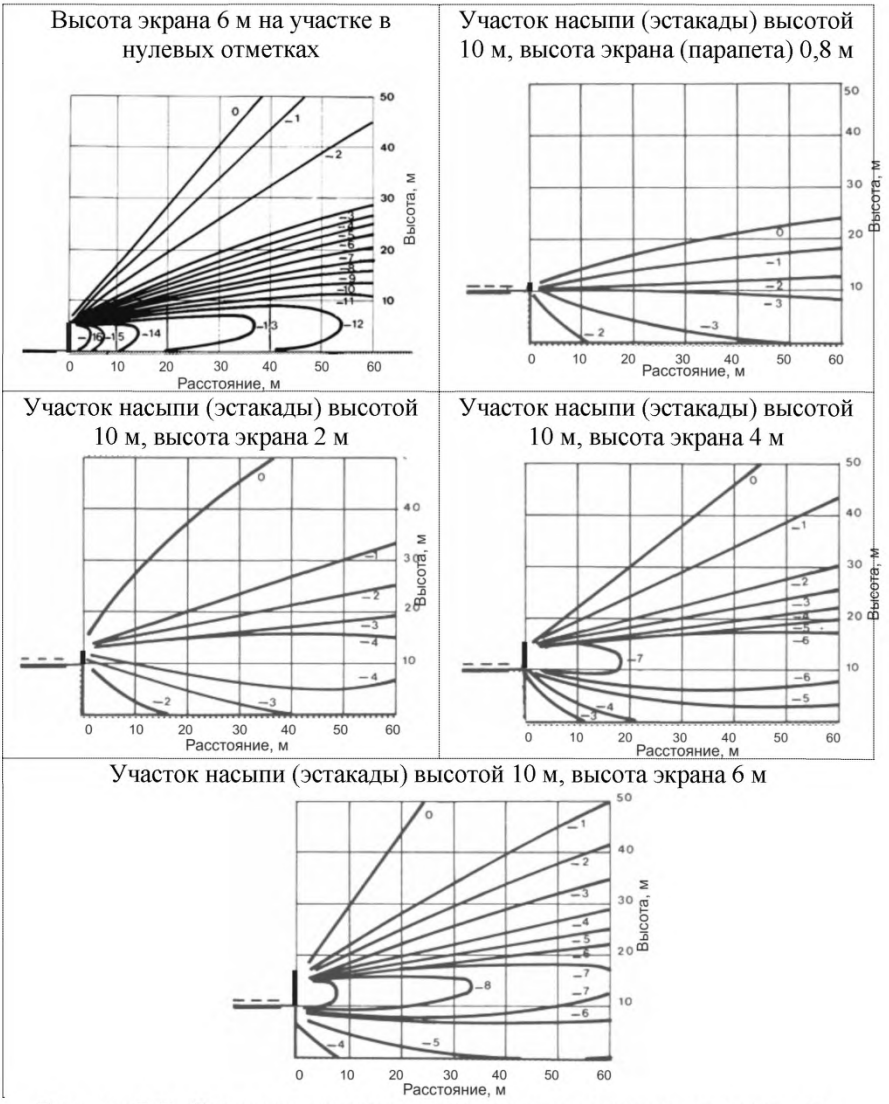


Рисунок В.7 - Распространение транспортного шума на территории , прилегающей к проектируемому участку шестиполосной дороги, в зависимости от высоты экрана и типа поперечного профиля (цифры на кривых – снижение эквивалентных уровней транспортного шума, дБА)

ПРИЛОЖЕНИЕ Г

Последовательность и пример расчета размеров шумозащитных сооружений

Г.1. Последовательность расчета размеров шумозащитных сооружений

Г.1.1 Исходные материалы для оценки необходимости снижения транспортного шума и проектирования средств шумозащиты территории включают:

- перспективные топографические данные о территориях, на которых осуществляется оценка необходимости снижения транспортного шума (проект вертикальной планировки территорий с привязкой существующих и проектируемых зданий и с указанием их этажности и назначения);
- варианты проектных решений проектируемых или реконструируемых участков дороги (план, продольный профиль, поперечные профили);
- интенсивность движения транспортного потока в обоих направлениях, ед/ч, состав транспортных потоков с указанием доли грузовых автомобилей и автобусов от общего числа транспортных средств в потоке, средняя скорость движения транспортного потока, тип покрытия проезжей части.

Г.1.2 Оценку необходимости снижения уровней транспортного шума выполняют в следующей последовательности:

- разбивают территорию на участки, отличающиеся по условиям распространения шума;
- в характерных местах на прилегающей к дороге территории выбирают положение *расчетных точек* (подраздел 7.1 «Методических рекомендаций»);

- определяют *расчетные сечения* (подраздел 7.1 «Методических рекомендаций»);
- рассчитывают ШХТП в виде *максимальног*о и *эквивалентног*о *уровней звука* в каждом расчетном сечении (п.п. 6.3 – 6.6 «Методических рекомендаций»);
- рассчитывают *ожидаемые максимальный* и *эквивалентный уровни звука* в расчетных точках(подразделы 7.2. и 7.3 «Методических рекомендаций»);
- определяют *допустимые максимальный и эквивалентный уровни звука* в расчетных точках (раздел 5 «Методических рекомендаций»);
- устанавливают на основании сравнения ожидаемых и допустимых максимальных и эквивалентных уровней звука необходимость снижения ожидаемых уровней звука, и, в случае превышения допустимых уровней определяют *требуемое снижение уровней шума* (раздел 8 «Методических рекомендаций»).

Г.1.3 Акустическое обоснование размеров шумозащитных сооружений осуществляется в соответствии с Разделом 11 «Методических рекомендаций». В зависимости от конкретных условий рассматриваются возможные варианты шумозащиты: экран, шумозащитный вал (насыпь), шумозащитная выемка или комбинированное сооружение.

Г.1.4 В каждом расчетном сечении определяют~~ся~~ минимальную высоту шумозащитного сооружения. Для этого строят зависимость «высота - экранирующий эффект сооружения» (рисунок Г.1) и графически, в зависимости от требуемого снижения шума, устанавливают~~ся~~ минимальную высоту сооружения. При построении зависимости «высота - экранирующий эффект сооружения» следует начинать с высоты, равной 1 м, имея ввиду, что увеличение высоты экрана на каждый метр дает возможность снизить уровень шума на 1,5 – 2,0 дБА.

Г.1.5 Начиная от крайних расчетных сечений в соответствии с подразделом 11.4 «Методических рекомендаций» определяютея длину отгона сооружения.



Рисунок Г.1 –Пример графического определения минимальной высоты экрана в расчетных сечениях с использованием зависимости «высота - экранирующий эффект сооружения»

Г.1.6 После нанесения на продольный профиль участка дороги минимальных высот сооружения в расчетных точках, принятия решения о конструкции сооружения и его фундаменте, проектируют: линиЮ верха экрана (шумозащитного вала), включая участки отгона сооружения; линию основания экрана (цоколь фундамента или основание шумозащитного вала) и линию заглубления фундамента экрана.

Фрагмент совмещенного продольного профиля автомобильной дороги и шумозащитного экрана представлен на рисунке Г.2.

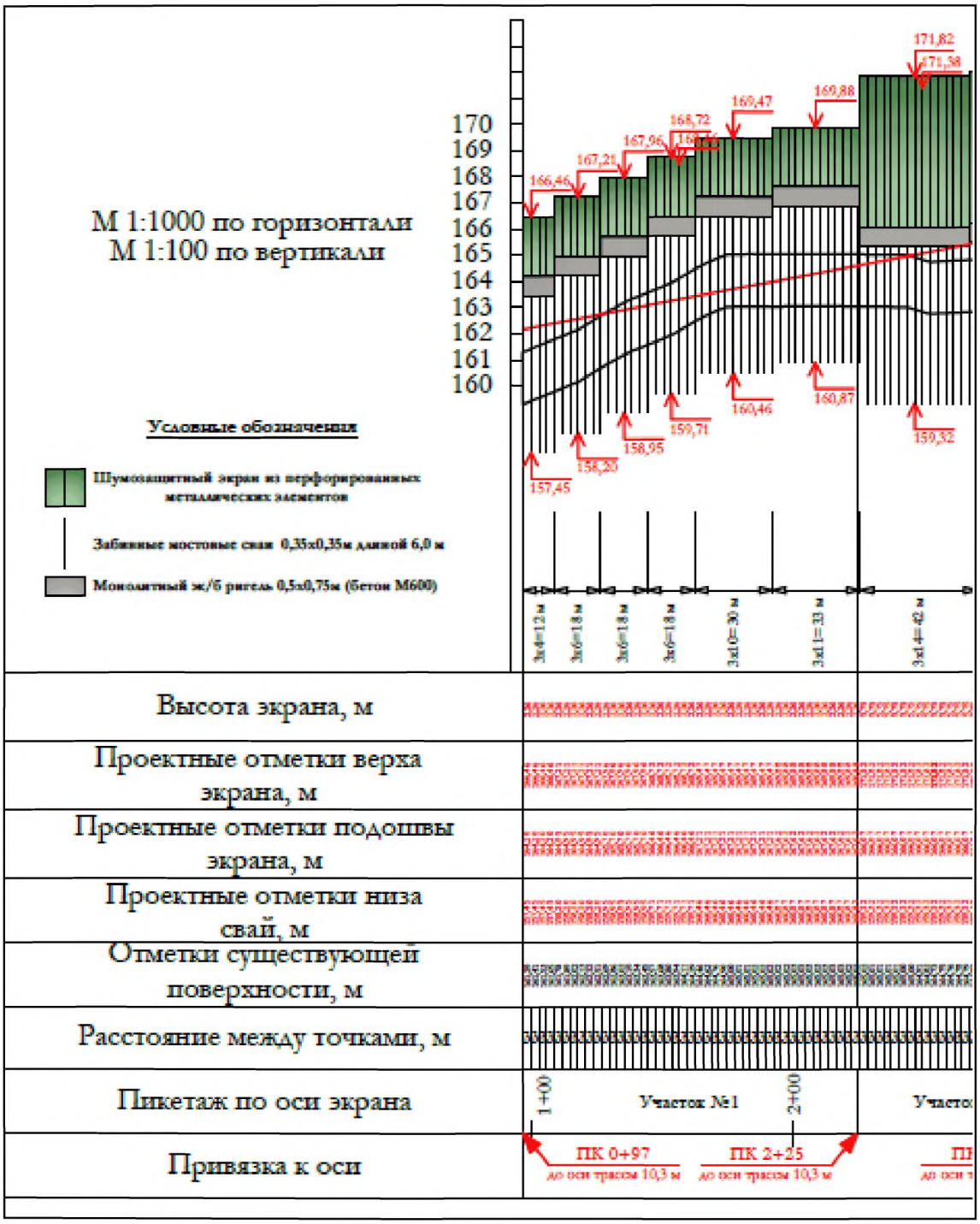


Рисунок Г.2 – Фрагмент совмещенного продольного профиля автомобильной дороги с элементами шумозащитного экрана

Г.2 Пример расчета размеров шумозащитного экрана

Г.2.1 Исходные данные

Источником внешнего шума является автомобильная дорога II категории (двухполосная). Расчетная суточная интенсивность транспортного потока на данной дороге достигает 6000 авт./сутки. Доля грузовых автомобилей и автобусов в составе транспортного потока составляет 35%. Продольные уклоны на данном участке не превышают 2 - 3%. Геометрические параметры поперечного профиля приняты в соответствии с ГОСТ Р 52399-2005. Ширина проезжей части 7,5 м, поперечный уклон 1,5%. Ширина обочины 3,0 м, поперечный уклон обочины 3%.

Первая линия застройки населенного пункта одноэтажная, имеет ограждающие конструкции, что, в соответствии с СН 2.2.4/2.1.8.562-96, позволяет воспользоваться поправкой +10 дБ*А* к допустимым эквивалентному и максимальному уровням звука (см. Примечание к таблице 5.1 «Методических рекомендаций»).

При оценке необходимости снижения транспортного шума рассматривается первая линия застройки. Расчетные сечения приняты для крайних жилых домов, для зданий расположенных наиболее близко к проезжей части и для зданий с возможным наибольшим воздействием шума, исходя из условий рельефа местности (рисунок Г.3).

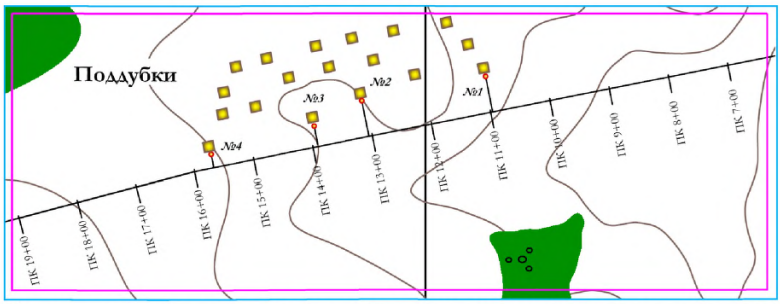


Рисунок Г.3 – Схема рассматриваемого участка дороги и населенного пункта

Схема расчетных сечений с положением источника шума, расчетных точек показана на рисунке Г.4, расчетные геометрические параметры приведены в таблице Г.1.

Между автомобильной дорогой и застройкой отсутствует растительность, которая может препятствовать распространению шума поверхность – плотный грунт (акустически жесткое покрытие).

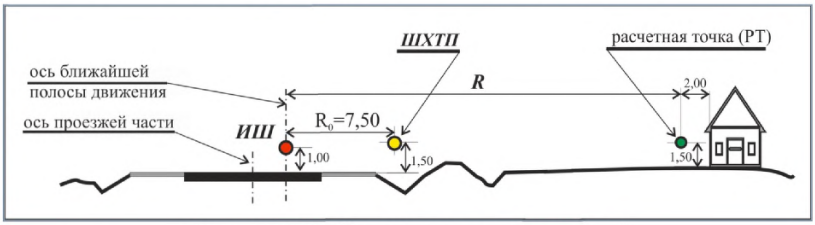


Рисунок Г.4 - Схема расчетных сечений

Т а б л и ц а Г.1 - Геометрические характеристики расчетных сечений

№ расчетного сечения	Пикетажное положение	Расстояния, м		Отметки, м		
		от оси проезжей части до РТ	от ИШ до РТ (***R***)	бровка земполотна	поверхность земли в РТ	РТ
1	10+97	61,18	59,31	163,24	163,22	164,72
2	13+10	61,43	59,56	166,17	165,08	166,58
3	13+91	42,24	40,37	167,72	165,89	167,39
4	15+68	46,80	44,93	171,05	169,29	170,79

Длина подлежащего расчету участка дороги $l = 1{,}41R_{max} = 1{,}41 \times 59{,}56 =$ = 84 м.

Г.2.2 Определение ШХТП

ШХТП определяется в соответствии с разделом 6 «Методических рекомендаций». Поскольку геометрические характеристики рассматриваемого участка дороги, определяющие формирование транспортного шума не изменяются, ШХТП для всех расчетных сечений принимают одинаковыми.

2.2.1 Расчетное значение ШХТП в виде *максимального* уровня звука определяется согласно п. 6.6 «Методических рекомендаций». В виду наличия грузовых автомобилей и автобусов в транспортном потоке и скорости движения потока - 60 км/ч $L_{Амакс7,5}$.= 82,5 дБ*А*.

2.2.2 Расчетное значение ШХТП в виде *эквивалентного* уровня звука определяется по формуле (6.1)«Методических рекомендаций».

При этом $L_{Ampn7,5}$ (расчетное значение эквивалентного уровня звука) определяется по формулам (6.2), (6.3) и (6.4).

Полученные значения $L_{Ampn7,5}$ приведены в таблице Г.2.

Т а б л и ц а Г.2

Расчетная суточная интенсивность движения, авт./сутки	Расчетная часовая интенсивность движения, авт./час		$L_{Ampn7,5}$, дБ*А* (по таблице 6.1)	
	в дневной период времени (с 7-00 до 23-00)	в ночной период времени (с 23-00 до 7-00)	в дневной период времени (с 7-00 до 23-00)	в ночной период времени (с 23-00 до 7-00)
6000	456	234	73,4	70,8

Принятые, согласно исходным данным, значения поправок приведены в таблице Г.3.

Полученные значения ШХТП представлены в таблице Г.4.

Т а б л и ц а Г.3

Поправка	Условное обозначение	Значение поправки
1	2	3
Поправка, дБ*А*, учитывающая долю грузовых автомобилей и автобусов в транспортном потоке	$\Delta L_{Агруз}$	По таблице 6.2 для 30% грузовых автомобилей и автобусов принята равной ***-1,0 дБА***
Поправка, учитывающая отличие средней скорости движения транспортного потока от стандартизированного значения, равного 60 км/ч	$\Delta L_{Аск}$	По таблице 6.3 принята равной ***0 дБА***
Поправка, учитывающая величину продольного уклона проезжей части дороги	$\Delta L_{Аук}$	По таблице 6.4 при 30% грузовых автомобилей и автобусов и продольном уклоне дороги 2-3 % принята равной + ***2,0 дБА***

Продолжение таблицы Г.3

1	2	3
Поправка, учитывающая тип покрытия проезжей части дороги	$\Delta L_{Апок}$	По таблице 6.5для шероховатой поверхностной обработки и доле легковых автомобилей в потоке 65% принята равной ***+ 2,0 дБА***
Поправка, учитывающая ширину центральной разделительной полосы	$\Delta L_{Апп}$	Принята равной ***0 дБА***
Поправка, учитывающая наличие пересечения	$\Delta L_{Аперес}$	Принята равной ***0 дБА***
Суммарная поправка		**3,0 дБА**

Т а б л и ц а Г.4

Период времени	Расчетные значения ШХТП, дБА	
	по максимальному уровню звука	по эквивалентному уровню звука
дневной период (с 7-00 до 23-00)	82,5	76,4
ночной период (с 23-00 до 7-00)	82,5	73,8

Г.2.3 Определение максимального и эквивалентного уровней звука в расчетной точке

Уровни звука в расчетных точках определяют по формулам, приведенным в Разделах 7.1 и 7.2 «Методических рекомендаций».

Вычисленные с учетом исходных данных для расчетных сечений значения снижений уровней звука (поправок) приведены в таблице Г.5,

Значения максимального и эквивалентного уровней звука в расчетных точках в дневной и ночной периоды времени представлены в таблице Г.6.

Таблица Г.5

Поправка	Условное обозначение	Величина поправок, дБ*А* для сечений			
		№ 1	№ 2	№ 3	№ 4
1	2	3	4	5	6
Снижение уровня звука транспортного потока в зависимости от расстояния до расчетной точки (рассчитывается по формуле (7.2) «Методических рекомендаций»)	$\Delta L_{Арас}$	12,5	12,6	9,7	10,5
Снижение уровня звука, вследствие его затухания в воздухе (рассчитывается по п. 7.2.3 «Методических рекомендаций»)	$\Delta L_{Авоз}$	0,3	0,3	0,2	0,2
Поправка, учитывающая влияние турбулентности воздуха и ветра на процесс распространения звука, (рассчитывается по п. 7.2.4 «Методических рекомендаций»);	$\Delta L_{B/T}$	0,1	0,1	0,1	0,1
Снижение уровня звука, вследствие его поглощения поверхностью территории, дБА (рассчитывается по п. 7.2.5 «Методических рекомендаций»);	$\Delta L_{Апок}$	0	0	0	0
Снижение уровня звука полосами зеленых насаждений (рассчитывается по п.7.2.6 «Методических рекомендаций»)	$\Delta L_{зел}$	0	0	0	0
Снижение уровня звука существующими шумозащитными сооружениями на пути звуковых лучей от автомобильной дороги к расчетной точке (рассчитывается по разделу 11.4 «Методических рекомендаций»)	$\Delta L_{экр}$	0	0	0	0
Снижение уровня звука существующими экранирующими препятствиями (зданиями, насыпями, холмами, выемками, и т.п.) на пути звуковых лучей от автомобильной дороги к расчетной точке (рассчитывается по разделу 11.4«Методических рекомендаций»);	$\Delta L_{Аэкр_зас}$	0	0	0	0
Поправка, учитывающая влияние придорожной застройки (рассчитывается по п. 7.2.7 «Методических рекомендаций»)	$\Delta L_{Аотр_зас}$	0	0	0	0
Поправка, учитывающая отражение звука от ограждающих конструкций зданий (принимается по п. 7.2.1 «Методических рекомендаций)	$\Delta L_{Аотр}$	-3	-3	-3	-3
Поправка, учитывающая снижение уровня звука вследствие ограничения угла видимости (θ) улицы (дороги) из расчетной точки, (рассчитывается по п. 7.2.8 «Методических рекомендаций»)	$\Delta L_{A\theta}$	0	0	0	0
Сумма поправок, дБ*А*		**9,9**	**10,0**	**7,1**	**7,9**

Т а б л и ц а Г.6

Номер сечения	Значения уровней звука, дБА			
	максимальный		эквивалентный	
	в дневной период времени (с 7-00 до 23-00)	в ночной период времени (с 23-00 до 7-00)	в дневной период времени (с 7-00 до 23-00)	в ночной период времени (с 23-00 до 7-00)
1	72,6	72,6	66,5	63,9
2	72,5	72,5	66,4	63,8
3	75,4	75,6	69,3	66,7
4	74,6	74,6	68,5	65,9

Г.2.4 Требуемое снижение уровня звука в расчетных точках

Требуемое снижение уровня звука в расчетных точках устанавливается в соответствии с разделом 8 «Методических рекомендаций». В таблице Г.7 представлены превышения максимальных и эквивалентных уровней звука в расчетных сечениях.

Т а б л и ц а Г.7

Номер сечения	Превышение уровней звука, дБ*А*			
	максимального		эквивалентного	
	в дневной период времени (с 7-00 до 23-00)	в ночной период времени (с 23-00 до 7-00)	в дневной период времени (с 7-00 до 23-00)	в ночной период времени (с 23-00 до 7-00)
1	Превышения нет	2,6	1,5	**8,9**
2		2,5	1,4	**8,8**
3		5,4	4,3	**11,7**
4		4,6	3,5	**10,9**
П р и м е ч а н и е – Допустимые эквивалентный и максимальный уровни звука приняты с учетом Примечания к таблице 5.1 «Методических рекомендаций».				

Согласно данным таблицы В.7 минимальные высоты шумозащитного экрана для всех расчетных сечениях следует определять исходя из превышений ***эквивалентного уровня звука в ночной период времени***.

Г.2.5 Минимальные высоты шумозащитного экрана в расчетных сечениях

Рассматривается 2 варианта размещения экрана в поперечном профиле (рисунок Г.5).

Вариант 1 – шумозащитный экран на расстоянии 2,5 м от кромки проезжей части (минимальное расстояние от кромки проезжей части до

шумозащитного экрана;

Вариант 2 -шумозащитный экран на дополнительной берме на расстоянии 4,5 м от кромки проезжей части.

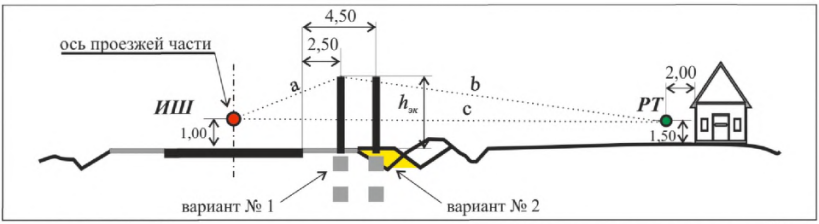


Рисунок Г.5 –Схема вариантов размещения экрана в поперечном профиле

Рассчитанные по формулам (11.1) - (11.5) зависимости *«высота - экранирующий эффект сооружения»* и определение минимальных высот экрана в расчетных сечениях представлены на рисунках Г.6.

Полученные минимальные высоты экранов в расчетных сечениях представлены в таблице Г.8.

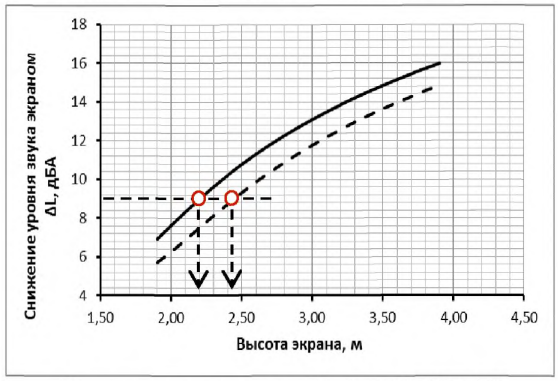
Т а б л и ц а Г.8

№ расчетного сечения	Пикетажное положение	Минимальная высота экрана, м	
		Вариант 1	Вариант 2
1	10+97	2,19	2,43
2	13+10	2,08	2,32
3	13+91	2,52	2,81
4	15+68	2,38	2,60

Поскольку минимальные высоты шумозащитного экрана в расчетных сечениях при его расположении на дополнительной берме незначительно превышают значения минимальных высот экрана при его расположении на обочине (таблица Г.8), исходя из условий обеспечения видимости, безопасности движения и удобства эксплуатации сооружения предпочтителен вариант 2.

Расчетное сечение № 1, ПК 10+97

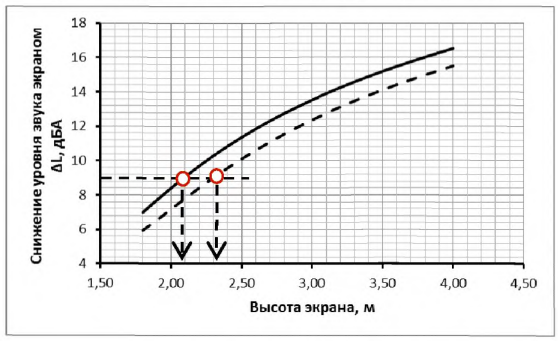
Требуемая величина снижения шума $\Delta L_{экр}$= 8,9 дБ*А*



Минимальная высота экрана $h_{экр_min}$
вариант 1 – 2,19 м
вариант 2 – 2,43 м

Расчетное сечение № 2, ПК 13+10

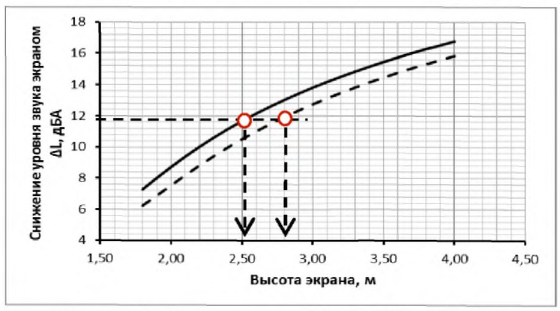
Требуемая величина снижения шума $\Delta L_{экр}$= 8,8 дБ*А*



Минимальная высота экрана $h_{экр_min}$
вариант 1 – 2,08 м
вариант 2 – 2,32 м

Расчетное сечение № 3, ПК 13+91

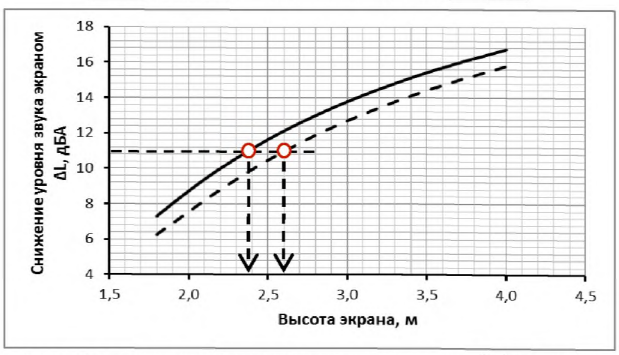
Требуемая величина снижения шума $\Delta L_{экр}$= 11,7 дБ*А*



Минимальная высота экрана $h_{экр_min}$
вариант 1 – 2,52 м
вариант 2 – 2,81 м

Расчетное сечение № 4, ПК 15+68

Требуемая величина снижения шума дБ$\Delta L_{экр}$= 10,9 дБ*А*



Минимальная высота экрана $h_{экр_min}$
вариант 1 – 2,38 м
вариант 2 – 2,60 м

Пунктирная линия соответствует варианту 2 (размещение экрана на дополнительной берме).

Рисунок Г.6 – Определение минимальной высоты экрана в расчетных сечениях

Панели шумозащитных экранов изготовляют с постоянным шагом, часто принимаемым равным 0,5 м, поэтому полученные значения минимальных высот экрана целесообразно увеличить для сечений №№ 1 и 2 до 2,5 м, а для сечений №№ 3 и 4 до 3,0 м. Минимальные отметки основания и верха шумозащитного экрана устанавливаемого на дополнительной берме (вариант 2) представлены в таблице Г.9.

Т а б л и ц а Г.9

№ расчетного сечения	Пикетажное положение	Минимальная высота экрана, м		Отметки, м		
		расчетная	принима-емая для строитель ства	бровка земполотна	основание экрана	верха экрана
1	10+97	2,43	2,50	163,24	163,20	165,70
2	13+10	2,32	2,50	166,70	166,66	169,16
3	13+91	2,81	3,00	167,72	167,68	170,68
4	15+68	2,60	3,00	171,05	171,01	174,01

Г.2.6 Отгон длины шумозащитного экрана

Длина участка отгона шумозащитного экрана, зависящая от расстояния до застройки и необходимого снижения шума для крайних расчетных сечений, определяется по номограмме, представленной в подразделе 11.4 на рисунке 11.24 (рисунок Г.7).

Согласно рисунку Г.7 длины отгонов экрана для крайних сечений №1 и № 4 при расстояниях от ближайшей полосы движения до расчетной точки 57,43 м и 43,05 м и необходимом снижении шума на 11,4 дБА и 13,8 дБА составляют 290 и 275 м, соответственно.

Г.2.7 Результаты расчета

Пикетажное значение начала экрана: ПК 8+07, пикетажное значение конца экрана ПК 18+43. Общая длина экрана составляет 936 м. Схема участка автомобильной дороги с положением экрана показана на рисунке Г.8.

Проектирование продольного профиля следует осуществлять с использованием данных о минимальных отметках верха экрана в расчетных

сечениях, учитывая эстетический аспект проектирования шумозащитных сооружений (Раздел 12 «Методических рекомендаций»).

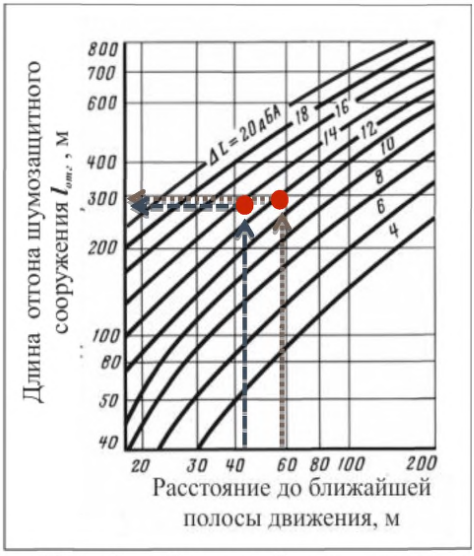


Рисунок Г.7 - Определение длины отгона экрана

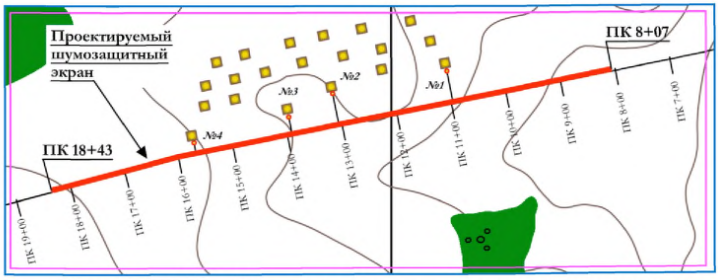


Рисунок Г.8– Схема размещения экрана в плане

ПРИЛОЖЕНИЕ Д

Ветровая нагрузка на конструкции шумозащитных экранов [16]

Д.1 Нормативное значение средней составляющей ветровой нагрузки, на которую следует рассчитывать элементы шумозащитного сооружения, w_m в зависимости от эквивалентной высоты z_e над поверхностью земли следует определять по формуле:

$$w_m = w_0 \times k_{(ze)} \times c, \qquad (Г.1)$$

где w_m - нормативное значение средней составляющей ветровой нагрузки, кПа;

w_0 - характеристическое значение ветрового давления, кПа, определяемое по таблице Д.1 в зависимости от ветрового района (рисунок Д.1) см. п. Д.2;

$k_{(ze)}$ - коэффициент, учитывающий изменение ветрового давления для высоты z_e (см. п. Д.3);

c - аэродинамический коэффициент для шумозащитных экранов - плоских сплошных конструкций стоящих на земле, принимается равным 1,2.

Д.2 Характеристическое значение ветрового давления w_0 в зависимости от ветрового района определяется по таблице Д.2.

Таблица Д.1

Ветровые районы (принимаются по карте на рисунке Д.1)	1а	1	2	3	4	5	6	7
w_0	0,17	0,23	0,30	0,38	0,48	0,60	0,73	0,85

Д.3 Для шумозащитных экранов, сооружений, длина которых существенно больше высоты, эквивалентная высота экрана принимается равной его фактической высоте ($z_e = h$).

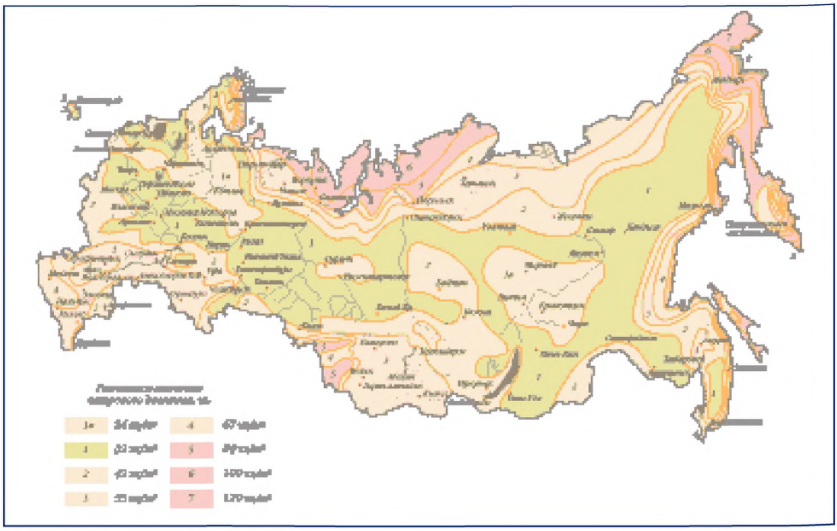


Рисунок Д.1 - Районирование территории Российской Федерации по расчетному значению давления ветра

Таблица Д.2

Высота $z_e = h$, м	Коэффициент $k_{(ze)}$ для типов местности		
	A	B	C
≤5	0,75	0,5	0,4
10	1,0	0,65	0,4

Примечание

A - открытые побережья морей, озер и водохранилищ, сельские местности, в том числе, с постройками, высотой менее 10 м, пустыни, степи, лесостепи, тундра;

B - городские территории, лесные массивы и другие местности, равномерно покрытые препятствиями высотой более 10 м;

C - городские районы с плотной застройкой зданиями высотой более 25 м.

ПРИЛОЖЕНИЕ Е

Методы определения заявленных значений звукоизоляции и коэффициента звукопоглощения акустических панелей шумозащитных экранов

Е.1 Заявленные значения звукоизоляции акустических панелей и коэффициента звукопоглощения панелей шумозащитных экранов определяют для партии панелей, производимых одним изготовителем по результатам измерений, выполненных в испытательных (реверберационных) помещениях по ГОСТ 27296 и ГОСТ Р 53376 соответственно. с учетом неопределенности измерений, оцениваемой в соответствии с Рекомендациями по межгосударственной стандартизации РМГ 43 [17].

При определении заявленных значений звукоизоляции акустических панелей и коэффициента звукопоглощения панелей шумозащитных экранов учитывают:

- погрешность метода измерений, характеризуемую стандартной неопределенностью повторяемости u_r результатов измерений, полученных на одном и том же образце акустической панели при одинаковых условиях, то есть при повторном применении одного и того же метода измерений в течение короткого промежутка времени между измерениями в одном и том же испытательном помещении, одним и тем же оператором, с использованием одного и того же испытательного оборудования.

Примечание – ГОСТ 27296 и ГОСТ Р 53376 не содержат данных о воспроизводимости результатов измерений звукоизоляции и коэффициента звукопоглощения;

- нестабильность процесса производства, характеризуемую стандартной неопределенностью стабильности производства u_p, для оценки которой проводят измерения звукоизоляции и коэффициента звукопоглощения панелей в одной лаборатории в одинаковых условиях, как

они определены выше для оценки неопределенности повторяемости, на нескольких образцах шумозащитных экранов из одной партии;

- суммарные стандартные неопределенности u_c измеренных значений звукоизоляции и коэффициента звукопоглощения акустических панелей.

Е.2 Определение заявленных значений звукоизоляции партии акустических панелей

Е.2.1 Из партии панелей выбирают необходимое число панелей для составления *n* испытательных образцов. Для каждого образца в одинаковых условиях проводят ***j*** (до 25) измерений звукоизоляции по ГОСТ 27296 (п.п. 5.1.1 –5.1.5) и определяют значения звукоизоляции в полосах частот.

Е.2.2 Вычисляют ***n*** соответствующих среднеарифметических значений $\bar{R}_m$, дБ, и оценивают ***n*** средних квадратических отклонений s_m, дБ, по формулам:

$$\bar{R}_m = \frac{1}{j}\sum_{i=1}^{j} R_{mi}, \qquad (Е.1)$$

$$s_m = \sqrt{\frac{1}{j(j-1)}\sum_{i=1}^{j}(R_{mi} - \bar{R}_m)^2}, \qquad (Е.2)$$

где R_{mi}–*i*-е измеренное значение звукоизоляции *m*-го образца;

j– число измерений на *m*-м образце;

m– номер образца в выборке: $m = 1, 2, \ldots, n$.

В качестве оценки стандартной неопределенности повторяемости u_r, дБ, принимают максимальное значение s_m:

$$u_r = \max_j\{s_m\}, \qquad (Е.3)$$

Е.2.3 Вычисляют среднеарифметическое значений звукоизоляции $\bar{R}$, дБ, выборки и оценивают стандартную неопределенность стабильности производства u_p, дБ, по формулам:

$$\bar{R} = \frac{1}{n}\sum_{m=1}^{n} \bar{R}_m, \quad (Е.4)$$

$$u_p = \sqrt{\frac{1}{n-1}\sum_{m=1}^{n} (\bar{R}_m - \bar{R})^2}, \quad (Е.5)$$

Оценивают суммарную стандартную неопределенность u_c по формуле:

$$u_c = \sqrt{u_r^2 + u_p^2}. \quad (Е.6)$$

Примечание – Значения $\bar{R}$ и u_c являются оценками соответственно истинных среднего значения и суммарной стандартной неопределенности партии акустических панелей.

Е.2.4 Заявленное значение звукоизоляции R_d, дБ, партии акустических панелей соответствует нижней границе доверительного интервала, определяемой при доверительной вероятности 0,95 по формуле:

$$R_d = \bar{R} - 2u_c, \quad (Е.7)$$

Е.2.5 Заявлению в технической документации на акустическую панель подлежат значения обеих величин R_d и u_c, округленные до ближайшего целого значения.

Е.3 Определение заявленных значений коэффициента звукопоглощения партии акустических панелей

Е.3.1 Из партии панелей, предназначенных для изготовления отражающе-поглощающих шумозащитных экранов, выбирают необходимое число панелей для составления n испытательных образцов. Для каждого образца в одинаковых условиях проводят j (не менее 5) измерений звукопоглощения по ГОСТ Р 53376 и определяют значения коэффициента звукопоглощения в полосах частот.

Е.3.2 Вычисляют n соответствующих среднеарифметических значений $\bar{R}_m$ и оценивают n средних квадратических отклонений s_m по формулам

$$\bar{\alpha}_m = \frac{1}{j}\sum_{i=1}^{j} \alpha_{mi}, \quad (Е.8)$$

$$s_m = \sqrt{\frac{1}{j(j-1)}\sum_{i=1}^{j}(\alpha_{mi} - \bar{\alpha}_m)^2}, \quad \text{(Е.9)}$$

где α_{mi} – i-е измеренное значение коэффициента звукопоглощения m-го образца;

j – число измерений на m-м образце;

m – номер образца в выборке: $m = 1, 2, \ldots, n$.

В качестве оценки стандартной неопределенности повторяемости u_r, принимают максимальное значение s_m в соответствии с формулой (Е.3).

Е.3.3 Вычисляют среднее арифметическое значений коэффициента звукопоглощения $\bar{\alpha}$ выборки и оценивают стандартную неопределенность стабильности производства u_p по формулам:

$$\bar{\alpha} = \frac{1}{n}\sum_{m=1}^{n}\bar{\alpha}_m, \quad \text{(Е.10)}$$

$$u_p = \sqrt{\frac{1}{n-1}\sum_{m=1}^{n}(\bar{\alpha}_m - \bar{\alpha})^2}, \quad \text{(Е.11)}$$

Оценивают суммарную стандартную неопределенность u_c по формуле (Д.5).

Примечание – Значения $\bar{\alpha}$ и u_c являются оценками соответственно истинных среднего значения и суммарной стандартной неопределенности партии акустических панелей.

Е.3.4 Заявленное значение звукоизоляции α_d партии акустических панелей соответствует нижней границе доверительного интервала, определяемой при доверительной вероятности 0,95 по формуле:

$$\alpha_d = \bar{\alpha} - 2u_c. \quad \text{(Е.12)}$$

Е.3.5 Заявлению в технической документации на экран подлежат значения обеих величин α_d и u_c с округлением α_d до одного знака после запятой, u_c– до двух знаков после запятой.»

ПРИЛОЖЕНИЕ Ж

Контроль заявленных значений звукоизоляции и коэффициента звукопоглощения акустических панелей шумозащитных экранов

Ж.1 Контроль значений звукоизоляции

Ж.1.1 Контролю подлежат заявленные значения звукоизоляции R_d акустических панелей в полосах частот, приведенные в технической документации на панели.

Ж.1.2 Контроль выполняют в соответствии с двухступенчатым планом контроля по ГОСТ 27408 с использованием трех испытываемых образцов контролируемых панелей и приемочных коэффициентов по ГОСТ 27408 (таблица 2) для объемов выборки $n_1 = 1$ и $n_2 = 2$.

Контролируемая панель должна иметь такие же размеры и конструкцию, как панель в шумозащитном экране, но не менее (1500±50)х(1500±50) мм.

Ж.1.3 Испытания проводят в лабораторных условиях в испытательных (реверберационных) помещениях, удовлетворяющих требованиям ГОСТ 27296 (п.п.3.1.1 – 3.1.6). Испытываемый образец устанавливается в проеме ограждения, разделяющего смежные испытательные (реверберационные) помещения. Размеры испытываемого образца должны соответствовать размерам проема.

Ж.1.4 На первом этапе контроля используют один образец, составленный из контролируемых панелей, случайным образом отобранных из партии. Выполняют измерения по ГОСТ 27296 (п.п. 5.1.1 – 5.1.5) и определяют значения звукоизоляции $\bar{R}_1$ в полосах частот.

Критерием, позволяющим утверждать, что значение звукоизоляции соответствует заявленному значению, является выполнение неравенства:

$$(\bar{R}_1 - R_d) \geq 1{,}194 u_c, \qquad (Ж.1)$$

где u_c – заявленное значение суммарной стандартной неопределенности

измерения значения R_d, приведенное в технической документации на панели.

Если неравенство (Ж.1) выполняется, партию принимают.

Партию бракуют, если измеренное при контроле значение звукоизоляции $\bar{R}_1$ удовлетворяет неравенству:

$$(\bar{R}_1 - R_d) < -0{,}201u_c, \qquad (Ж.2)$$

Если имеет место неравенство:

$$-0{,}201u_c \leq (\bar{R}_1 - R_d) < 1{,}194u_c, \qquad (Ж.3)$$

то решение о годности партии панелей не может быть принято по результатам испытаний одного образца. В этом случае следует перейти к выполнению второго этапа, описанного в Ж.1.5. Однако отдельные панели, считаются прошедшими проверку, если для изготовленного из них образца выполняется неравенство:

$$\bar{R}_1 \geq R_d. \qquad (Ж.4)$$

Примечание – Результаты вычисления частей неравенств (Ж.1) – (Ж.3), содержащие u_c, округляют до 0,5 дБ.

Ж.1.5 Если решение о годности или негодности партии панелей не может быть принято по контролю одного образца по Ж.1.4, то необходимо дополнительно испытать еще два образца, составленных из панелей, случайным образом отобранных из партии, и вычислить среднее значений звукоизоляции $\bar{R}$, дБ, для выборки из трех образцов по формуле:

$$\bar{R} = \frac{1}{3}\sum_{m=1}^{3} \bar{R}_m. \qquad (Ж.5)$$

Партию принимают, если удовлетворяется неравенство:

$$(\bar{R} - R_d) \geq 0{,}533u_c. \qquad (Ж.6)$$

Партию не принимают, если это неравенство не удовлетворяется.

Если результат контроля для партии панелей оказывается неудовлетворительным, отдельные панели считают прошедшими проверку

индивидуально, если результаты испытаний составленных из них образцов удовлетворяют неравенству (Е.4).

Ж.2 Контроль звукопоглощения панели шумозащитного экрана

Ж.2.1 Контролю подлежат заявленные значения коэффициента звукопоглощения α_d панелей в полосах частот, приведенные в технической документации на панели.

Ж.2.2 Измерения звукопоглощения проводят в лабораторных условиях в реверберационной камере в соответствии с ГОСТ Р 53376 с использованием испытываемого образца, прямоугольной формы площадью от 10 до 12 м^2, имеющего такую же конструкцию, как и панель в реальном шумозащитном экране.

Ж.2.3 Контроль выполняют в соответствии с Ж.1.2, Ж.1.4, Ж.1.5, заменяя ссылку на ГОСТ 27296 ссылкой на ГОСТ Р 53376, значения звукоизоляции R_d, R_m, $\overline{R}_1$ и $\overline{R}$ значениями коэффициента звукопоглощения α_d, α_m, $\overline{\alpha}_1$ и $\overline{\alpha}$, используя в качестве u_c значения суммарной стандартной неопределенности измерения коэффициента звукопоглощения α_d. заявленные в документации на панели, и округляя результаты вычисления частей неравенств (Ж.1) – (Ж.3) и (Ж.6), содержащих u_c, до 0,05 дБ.»

ПРИЛОЖЕНИЕ 3

Список участников разработки ОДМ

В подготовке «Методических рекомендаций» принимали участие: д-р техн. наук, П.И. ПОСПЕЛОВ, канд. техн. наук В.И.ПУРКИН, канд. техн. наук Б.А.ЩИТ инж. Д.С. ПАСУЛЬКО (МАДИ), д-р техн. техн. наук. И.Л. ШУБИН, д-р техн. наук И.Е. ЦУКЕРНИКОВ, инж. В.А. АИСТОВ (НИИСФ РААСН).

БИБЛИОГРАФИЯ

[1] Поспелов П.И., Пуркин В.И. Защита от шума при проектировании автомобильных дорог [Текст] //М.: МАДИ, 1985. - 119 с.

[2] Guide du Bruit de Transports Terrestres. PREVISION DES NIVEAX SONORES [Text] // CTUR, 1980. - 317 p.

[3] ОДМ «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. [Текст]. М.: - РОСАВТОДОР 2003. - 90 с.

[4] Руководство по расчету и проектированию средств защиты застройки от транспортного шума.- М.: СТРОЙИЗДАТ, 1982. - 30 с.

[5] Handbook of noise and vibration control/ Edited by Malcolm J. Crocker. John Wiley & Sons Inc., Hoboken, New Jersey, USA, 2007, Chapter 5. - 1569 p.

[6] Защита от шума в строительстве (Справочник проектировщика) [Текст] // Г.Л. Осипов, В.Е. Коробков, А.А Климухин. Под. общ. ред. Г.Л. Осипова. – М.: Стройиздат, 1993. - 96 с.

[7] Traffic Management and Noise Reducing Pavements - Recommendations on Additional Noise Reducing Measures [Text] // SILVIA PROJECT DELIVERABLE. SILVIA-DTF-DRI-008-11-WP5-020205. Ministry of Transport – Denmark, 2005. - 90 p.

[8] Environmental Noise Barriers. A Guide to their Acoustic and Visual Design [Text] // Benz Kotzen and Colin English. E & FN SPON, An Imprint of Rutledge, London and New York, 1998. - 186 p.

[9] Protections acoustiques : enjeux et modalités d'insertion dans le paysage [Text] // Note d'information du Sétra – Série Economie Environnement Conception n 89, 2009. - 16 p.

[10] Guide du Bruit de Transports Terrestres. RECOMMANDATION TECHNIQUES POUR OUVRAGES DE PROTECTION CONTRE LE BRUIT [Text] // CETUR, 1978. –183 p.

[11] Cohn L.F., Harris R.A. Special Noise Barrier [Text] // Application. WSDOT, Final Report. 1993.- 115 p.

[12] Highway Noise Barrier Design Handbook [Electronic resource] // Fleming G.G, Knauer H.S., Lee C.S.Y., Pedersen S. FHWA

gost.e-ecolog.ru

[13] Design for environmental barriers. Design manual for roads and bridges [Text] // Design Manual for Roads and bridges. Volume 10. Environmental design and management. Environmental barriers. Section 5. Part 1 2001, p.140. Part 2 2001. - 63 p.

[14] Руководство по технико-экономической оценке шумозащитных мероприятий, осуществляемых строительно-акустическими методами [Текст] // М: СТРОЙИЗДАТ 1981 г. - 41 с.

[15] ОДМ «Руководство по оценке экономической эффективности использования в дорожном хозяйстве инноваций и достижений научно-технического прогресса» (введено в действие распоряжением Минтранса России от 10.12.2002 № ОС-1109-р) [Электронный ресурс] / – Режим доступа:

gost.e-ecolog.ru

nomicheskoi_effektivnosti_ispolzovaniya_v_dorozhn.pdf– Загл. с экрана.

[16] СНиП 2.01.07-85* Строительные нормы и правила. Нагрузки и воздействия [Текст] // Введ. 2003–05–28 – М.: Госстрой РФ, 2005. - 58 с.

[17] РМГ 43-2001 Рекомендации по межгосударственной стандартизации. Применение «Руководства по выражению неопределенности измерений» [Текст] // Минск: Издательство стандартов, 2002. - 26 с.

МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ДОРОЖНОЕ АГЕНТСТВО

(РОСАВТОДОР)

РАСПОРЯЖЕНИЕ

13.12.2012 Москва № 995-р

Об издании и применении ОДМ 218.2.013-2011 «Методические рекомендации по защите от транспортного шума территорий, прилегающих к автомобильным дорогам»

В целях реализации в дорожном хозяйстве основных положений Федерального закона от 27 декабря 2002 г. № 184-ФЗ «О техническом регулировании» и обеспечения дорожных организаций методическими рекомендациями по защите от транспортного шума территорий, прилегающих к автомобильным дорогам:

1. Структурным подразделениям центрального аппарата Росавтодора, федеральным управлениям автомобильных дорог, управлениям автомобильных магистралей, межрегиональным дирекциям по строительству автомобильных дорог федерального значения, территориальным органам управления дорожным хозяйством субъектов Российской Федерации рекомендовать к применению с 26.12.2012 ОДМ 218.2.013-2011 «Методические рекомендации по защите от транспортного шума территорий, прилегающих к автомобильным дорогам» (далее -ОДМ 218.2.013-2011).

2. Управлению научно-технических исследований, информационного обеспечения и ценообразования (В.А. Попов) в установленном порядке обеспечить издание ОДМ 218.2.013-2011 и направить его в подразделения и организации, указанные в пункте 1 настоящего распоряжения.

3. Контроль за исполнением настоящего распоряжения возложить на заместителя руководителя Н.В. Быстрова.

Руководитель **Р.В. Старовойт**

gost.e-ecolog.ru