

ОТРАСЛЕВОЙ ДОРОЖНЫЙ МЕТОДИЧЕСКИЙ ДОКУМЕНТ

---

УДК 625.7/8:628.517.2



**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ЗАЩИТЕ  
ОТ ТРАНСПОРТНОГО ШУМА  
ТЕРРИТОРИЙ, ПРИЛЕГАЮЩИХ К  
АВТОМОБИЛЬНЫМ ДОРОГАМ  
(первая редакция)**

---

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ДОРОЖНОЕ АГЕНТСТВО  
(РОСАВТОДОР)**

**Москва 2011**

## **Предисловие**

1 РАЗРАБОТАНЫ МОСКОВСКИМ АВТОМОБИЛЬНО-  
ДОРОЖНЫМ ГОСУДАРСТВЕННЫМ ТЕХНИЧЕСКИМ  
УНИВЕРСИТЕТОМ (МАДИ).

ИСПОЛНИТЕЛИ: д-р техн. наук, П.И. ПОСПЕЛОВ, канд.техн. наук  
В.И.ПУРКИН, канд.техн. наук Б.А.ЩИТ.

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

3 ИЗДАН на основании распоряжения Федерального дорожного  
агентства от \_\_\_\_\_ № \_\_\_\_\_.

4 ИМЕЮТ РЕКОМЕНДАТЕЛЬНЫЙ ХАРАКТЕР.

5 ВВЕДЕНЫ в развитие «Методических рекомендаций по оценке  
необходимого снижения звука у населенных пунктов и определению  
требуемой акустической эффективности экранов с учетом звукопоглощения»  
(утвержденных распоряжением Минтранса России №ОС-362-р от 21.04.  
2003г.). Настоящие Методические рекомендации также дополняют и  
развивают «Руководство по расчету и проектированию средств защиты  
застройки от транспортного шума» (НИИСФ, 1982) и «Руководство по  
оценке воздействия на окружающую среду (ОВОС) при проектировании,  
строительстве, реконструкции и эксплуатации объектов дорожного  
хозяйства» (утвержденных распоряжением Минтранса России № ОС-482-р  
22.11.2001) применительно к внегородским автомобильным дорогам и  
участкам автомобильных дорог проходящих в населенных пунктах.

© Издательство ФГУП «Информавтодор», 2011

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>1 Область применения .....</b>	<b>1</b>
<b>2 Нормативные ссылки .....</b>	<b>3</b>
<b>3 Термины и определения .....</b>	<b>7</b>
<b>4 Основные положения .....</b>	<b>9</b>
4.1 Формирования транспортного шума .....	9
4.1.1 Эквивалентный уровень звука .....	9
4.1.2 Энергетическое сложение различных уровней звука создаваемых несколькими источниками .....	11
4.2 Требования санитарных норм .....	12
4.3 Шумовая характеристика транспортного потока .....	13
4.4 Прогнозирование распространения транспортного шума .....	18
4.4.1 Расчетные точки и расчетные сечения .....	18
4.4.2 Эквивалентный уровень звука в расчетной точке .....	20
4.5 Требуемое снижение эквивалентного уровня звука в расчетной точке .....	25
4.6 Классификация мероприятий по защите от транспортного шума территорий, прилегающих к автомобильным дорогам .....	26
<b>5 Пассивные мероприятия по снижению транспортного шума .</b>	<b>30</b>
5.1 Проектирование участков дорог, обеспечивающее наименьший уровень транспортного шума на прилегающей территории .....	30
5.2 Снижение шума от автомобильного транспорта средствами организации движения .....	34
<b>6 Шумозащитные сооружения на автомобильных дорогах .....</b>	<b>36</b>
6.1 Комплекс требований предъявляемых к шумозащитным сооружениям .....	36
6.2 Классификация шумозащитных сооружений .....	38
6.3 Определение размеров шумозащитных сооружений .....	51
6.3.1 Высота шумозащитного экрана-стенки .....	52
6.3.2 Параллельные экраны-стенки .....	55
6.3.3 Повышение акустической эффективности шумозащитных экранов .....	56
6.3.4 Расчет акустической эффективности проложения автомобильной дороги в выемке .....	58
6.3.5 Акустическая эффективность грунтового шумозащитного вала ..	61
6.3.6 Изменение уровня шума вследствие влияния поверхности защищаемой территории .....	64
6.3.7 Длина шумозащитных экранов .....	65
6.3.8 Начальный (конечный) участок экрана, отгон высоты экрана, разрывы в шумозащитных сооружениях .....	67
6.4 Ветровая нагрузка на конструкции шумозащитных экранов .....	71
6.5 Размещение шумозащитных экранов в пределах поперечного профиля .....	72

6.6	Шумозащитные грунтовые валы .....	80
6.7	Комбинированные шумозащитные сооружения .....	87
<b>7</b>	<b>Эстетический аспект проектирования шумозащитных сооружений .....</b>	<b>90</b>
<b>8</b>	<b>Особенности шумозащиты участков автомобильных дорог высоких категорий расположенных в населенных пунктах ...</b>	<b>106</b>
<b>9</b>	<b>Экономическая оценка устройства шумозащитных сооружений на автомобильных дорогах .....</b>	<b>108</b>
	<b>ПРИЛОЖЕНИЕ А. Снижение эквивалентных уровней транспортного шума на прилегающей территории в зависимости от поперечного профиля на проектируемом участке .....</b>	<b>116</b>
	<b>ПРИЛОЖЕНИЕ Б. Последовательность расчета размеров шумозащитных сооружений .....</b>	<b>121</b>

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

---

### **1 Область применения**

Методические Рекомендации направлены на обеспечение высоких стандартов на проживание, отдых и условия труда населения на территориях, прилегающих к автомобильным дорогам.

Технология выполнения проектных работ, степень детализации проектных разработок, круг задач, решаемых при проектировании и т.д. зависят от стадии проектирования. В настоящее время принят следующий перечень стадий проектирования (и реконструкции) автомобильных дорог, в зависимости от полноты информации и требований заказчика:

- обоснование инвестиций (ОИ);
- технико-экономическое обоснование (ТЭО);
- инженерный проект (ИП);
- рабочий проект (РП);
- проект (П);
- рабочая документация (РД).

Отраслевой дорожный методический документ «Методические рекомендации по защите от транспортного шума территорий, прилегающих к автомобильным дорогам», (далее – «Рекомендации») устанавливает рекомендации по проектированию шумозащиты территорий, прилегающих к автомобильным дорогам, для использования в дорожных проектных организациях при выполнении проектов вновь проектируемых дорог и при реконструкции автомобильных дорог начиная со стадии технико-экономического обоснования (ТЭО).

В «Рекомендациях» приведены методы прогнозирования транспортного шума на прилегающих к автомобильным дорогам территориях и рекомендации по проектированию шумозащиты.

При выполнении проектов автомобильных дорог настоящие Рекомендации распространяются на участки, проходящие около территорий, на которых требуется осуществлять защиту от транспортного шума (таблица 1.1).

Т а б л и ц а 1.1 - Минимальные расстояния от дороги до территории, требующей защиты от транспортного шума

Класс автомобильной дороги	Автомобильные магистрали, скоростные дороги, дороги обычного типа	Дороги обычного типа	
Категория автомобильной дороги	IA, IB, IB,	II (2 полосы движения) III <sup>1)</sup>	IV, V
Экологический класс дороги	I	II	III
Количество полос движения	не менее четырех	менее четырех	
Расчетная (перспективная) интенсивность движения, ед. в сутки	более 2000		менее 2000
Расстояние от края проезжей части, м, для экологического класса дороги (зона влияния)	3000/1500 <sup>2)</sup>	2000/1000 <sup>2)</sup>	600

Примечание:

- 1) Участки прочих дорог в населенных пунктах и на особо охраняемых территориях, а также в сложных условиях индивидуального проектирования.
- 2) В числителе приведены данные для условий свободного распространения воздействий, в знаменателе - при наличии препятствий в виде возвышений рельефа, застройки, леса по ширине не менее половины полосы.

При выполнении проектов реконструкции автомобильных дорог Рекомендации распространяются на участки дорог, проходящие через населенные пункты и на реконструируемые участки, находящиеся на расстояниях от населенных пунктов меньше значений, указанных в таблице 1.1

## **2 Нормативные ссылки**

В методическом документе использованы нормативные ссылки на следующие документы:

1. ГОСТ Р 52398-2005 - Классификация автомобильных дорог. Основные параметры и требования. Москва, Стандартинформ, 2005, 3 стр.
2. ГОСТ Р 52399-2005 - Геометрические элементы автомобильных дорог. Москва, Стандартинформ, 2005, 7 стр.
3. ГОСТ Р 52765-2007 - Дороги автомобильные общего пользования. Элементы обустройства. Классификация. М.: Стандартинформ, 2007, 11с.
4. ГОСТ 31295.1-2005 - Шум. Затухание звука при распространении на местности. Часть 1. Расчет поглощения звука атмосферой
5. ГОСТ 31295.2- 2005 (ИСО 9613 - 2:1996) Шум. Затухание звука при распространении на местности Часть 2 Общий метод расчета.
6. ГОСТ 31296.1- 2005 (ИСО 1996-1:2003) - Шум. Описание, измерение и оценка шума на местности. Часть 1. Основные величины и процедуры оценки.
7. ГОСТ 31296.2-2006 (ИСО 1996 - 2:2007) - Шум. Описание, измерение и оценка шума на местности. Часть 2. Определение уровней звукового давления.
8. Рекомендации по учету требований по охране окружающей среды при проектировании автомобильных дорог и мостовых переходов - М.: Транспорт, 1995. - 30 с.
9. Руководство по оценке воздействия на окружающую среду (ОВОС) при проектировании, строительстве, реконструкции и эксплуатации объектов дорожного хозяйства. Отраслевая дорожная методика. Утверждена распоряжением Министерства транспорта РФ № ОС-482-р 22.11.2001
- 10.СНиП 2.01.07-85\* Строительные нормы и правила. Нагрузки и воздействия. – М.: 2003.

11. Инструкция по разработке раздела охрана окружающей среды проектной документации на стадиях ТЭО, проект (рабочий проект) для строительства в г. Москве. - М.: Московский городской комитет по охране природы, 1994.- 237с.
12. Методические рекомендации по оценке инвестиционных проектов. / Под.ред. Коссов В.В., Лившиц В.Н., Шахназаров А.Г.-М.: Экономика, 2000. - 421с.
13. Руководство по технико-экономической оценке шумозащитных мероприятий, осуществляемых строительно-акустическими методами. М: СТРОЙИЗДАТ 1982 г. - 30 с.
14. ГОСТ ИСО 362-2006 – Шум. Измерение шума, излучаемого дорожными транспортными средствами при разгоне. Технический метод». М.: СТАНДАРТИНФОРМ, 2008. - 11 с.
15. ГОСТ Р 41.51-2004 - Единообразные предписания, касающиеся сертификации транспортных средств, имеющих не менее четырех колес, в связи с производимым ими шумом. М.: ИПК Издательство стандартов, 2004. - 27 с.
16. Инструкция по охране природной среды при строительстве, ремонте и содержании автомобильных дорог, ВСН 8-89 (утв. Минавтодором РСФСР от 4 сентября 1989 г. N НА-17/315) М.: - «Транспорт» 1989. - 33 с.
17. Методические рекомендации по проектированию и оборудованию автомагистралей для обеспечения безопасности движения. - М.: «Транспорт», 1983. - 120 с.
18. Методические указания МУК 4.3.2194—07. Контроль уровня шума на территории жилой застройки, в жилых и общественных зданиях и помещениях. Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека. - М: 2007. 16 с.
19. «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. М.: - РОСАВТОДОР 2003. - 90 с.
- 20.Постановление Правительства Российской Федерации от 28 сентября 2009 г. № 767 «О классификации автомобильных дорог в Российской Федерации»
- 21.Руководство по расчету и проектированию средств защиты застройки от транспортного шума.- М.: Стройиздат, 1982. - 30 с.
- 22.Санитарные нормы СН 2.2.4/2.1.8.562-96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки.-М.: Минздрав России, 1997.- 20 с.
- 23.СНиП 2.05.02-85\* Строительные нормы и правила. Автомобильные дороги. Нормы проектирования. -М.: Госстрой РФ, 2005. - 73с.
- 24.СНиП 23-03-2003 Защита от шума.- М.: Стройиздат, 2004.- 39 с.
- 25.Указания по архитектурно-ландшафтному проектированию автомобильных дорог (ВСН 18-84). Минавтодор РСФСР - М.: Транспорт, 1985. - 41 с.
- 26.Указания по обеспечению безопасности движения на автомобильных дорогах (ВСН 25-86) - Минавтодор РСФСР М.: Транспорт, 1986. - 139 с.
- 27.Методические рекомендации по проектированию геометрических элементов автомобильных дорог общего пользования (Государственная дорожная служба министерства транспорта Российской Федерации Москва 2003 г)
- 28.ПОСОБИЕ к МГСН 2.04-97 Проектирование защиты от транспортного шума и вибраций жилых и общественных зданий НИИСФ, МНИИТЭП Москва 1999 (УТВЕРЖДЕНО указанием Москомархитектуры от 24.08.99 № 35.)

При гармонизации требований к шумозащитным сооружениям с международными нормами в «Рекомендациях» использованы:

1. Design for environmental barriers. Design manual for roads and bridges. Volume 10. Environmental design and management. Section 5 Environmental barriers. Part 1,2 (Великобритания).
2. Noise Barrier Design Handbook US Departement of transportation FHWA (США).

3. Guide du Bruit de Transports Terrestres. Prevision des niveaux sonores. CETUR (Франция).

Предложенные в «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*).

### 3 Термины и определения

В ОДМ применены следующие термины и соответствующие им определения:

- 1 - **Эквивалентный уровень звука** - уровень звука постоянного, широкополосного, не импульсного шума, оказывающего такое же воздействие на человека, как и непостоянный шум.
- 2 - **Шумовая характеристика транспортного потока (ШХТП):-** расчетное значение эквивалентного уровня звука при движении транспортного потока в реальных дорожных условиях, дБА. ШХТП принято определять на расстоянии 7,5 м от оси ближней полосы движения транспортных средств, на высоте 1,5 м от уровня покрытия проезжей части.
- 2 - **Активные мероприятия по шумопонижению** – мероприятия по устройству специальных шумозащитных сооружений, требующих дополнительных, иногда существенных капитальных вложений.
- 3 - **Пассивные мероприятия по шумопонижению** – шумозащитные мероприятия способствующие снижению шума, но не требующие существенных дополнительных капитальных вложений. Эти мероприятия реализуются в процессе проектирования автомобильной дороги и организации движения.
- 8 - **Шумозащитное сооружение** - искусственное инженерное сооружение, предназначенное для снижения уровня звука на прилегающей к автомобильной дороге территории. Основными видами шумозащитных сооружений на автомобильных дорогах являются грунтовые шумозащитные валы и шумозащитные экраны.
- 6 - **Шумозащитная выемка** - выемка глубиной до 1-2 м с крутым внешним откосом со стороны защищаем территории. При необходимости обеспечения устойчивости откоса устраиваются подпорные стенки из

недорогих, преимущественно местных материалов: древесина, каменная кладка, армированного грунта, габионов и т.п. Устройство шумозащитной выемки уменьшает ширину полосы отвода дороги.

## 4 Основные положения

Рост интенсивности движения автомобилей на дорогах приводит к постоянному увеличению шумовой нагрузки на население, проживающее на территориях, прилегающих к автомобильным дорогам.

Темпы роста шума из-за развития сети автомобильных дорог и повышения интенсивности движения увеличиваются настолько быстро, что люди не успевают к нему адаптироваться. Круглосуточное воздействие шума приводит к увеличению числа нервных расстройств, ряду специфических заболеваний. Защита населения от шума носит не только социальный, но и экономический характер. Ухудшение условий труда и отдыха при повышенном уровне транспортного шума отрицательно отражается на производительности труда и его качестве.

### 4.1 Формирование транспортного шума

#### 4.1.1 Эквивалентный уровень звука

Развитие методов исследования акустических характеристик шума, объективных патологических изменений в органе слуха, центральной нервной системе, показывают, что наилучшим образом раздражение человека шумом характеризуется эквивалентным уровнем звука –  $L_{экв}$ .

Эквивалентный уровень непостоянного шума представляет собой уровень звука постоянного, широкополосного, не импульсного шума, оказывающего такое же воздействие на человека, как и непостоянный шум.

Эквивалентный уровень звука устанавливают в результате измерений и определяют по формуле:

$$L_{экв} = 10 \lg \int_0^T 10^{0,1L_t} dt, \quad (4.1)$$

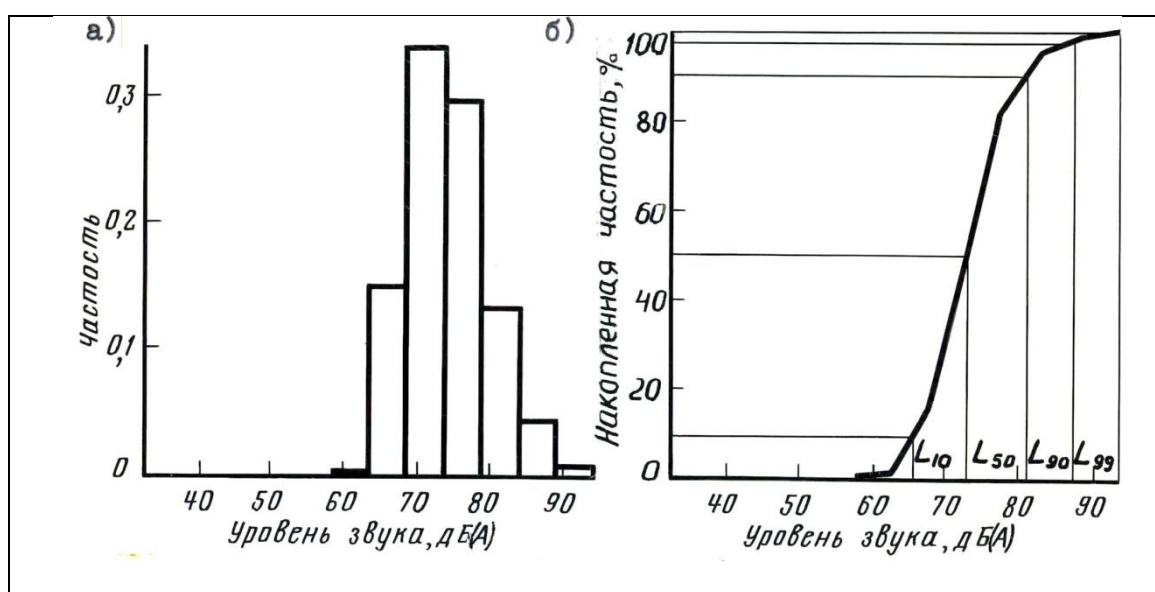
где  $T$  - продолжительность измерения уровней звука;  
 $L_t$  - текущее значение уровня звука.

В качестве примера для представленных в таблице 4.1 и на рисунке 4.1 результатов измерений значение эквивалентного уровня звука составляет

74,6 дБА.

Т а б л и ц а 4.1

Средний уровень звука $L_i$ диапазона $i$ , дБА	Число отсчетов в диапазоне	Частота попадания уровней звука в диапазон, %	Накопленная частота попадания уровней звука в диапазон, %
45	3	0,17	0,17
50	4	0,22	0,39
55	36	2,00	2,39
60	122	6,77	9,16
65	347	18,93	28,09
70	519	28,71	56,80
75	425	23,60	80,40
80	249	13,83	94,23
85	96	5,33	99,56
90	8	0,44	100,00



**Рисунок 4.1 - Гистограмма (а) и кумулятивная кривая (б) распределения уровней звука во времени**

Этот показатель достаточно точно соответствует потере акустического комфорта, относительно легко измеряем, и его прогнозирование в любой точке вблизи автомобильной дороги не представляет большого труда.

Эквивалентный уровень звука принят в качестве нормируемой характеристики непостоянных шумов в Российской Федерации (см. раздел 4.2).

## 4.1.2 Энергетическое сложение различных уровней звука

### создаваемых несколькими источниками

Уровень звукового давления, создаваемый несколькими источниками звука вычисляется по формуле 4.2:

$$L_{A \text{ экв } \Sigma} = 10 \lg \left( 10^{\frac{L_{A1 \text{ экв}}}{10}} + 10^{\frac{L_{A2 \text{ экв}}}{10}} + \dots + 10^{\frac{L_{An \text{ экв}}}{10}} \right), \quad (4.2)$$

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

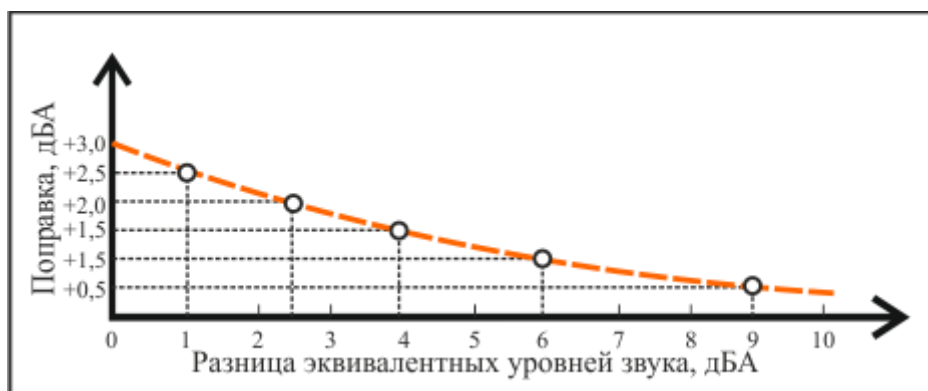
В целях упрощения расчетов можно воспользоваться формулой 4.3 где представлены результаты энергетического сложения двух различных уровней  $-L_{1 \text{ экв}}$  и  $L_{2 \text{ экв}}$  - как функция разности этих уровней:

$$L_{A \text{ экв } \Sigma} = L_{A \text{ экв } \max} + \Delta L, \quad (4.3)$$

где  $L_{A1 \text{ экв}}$  - эквивалентный уровень звука от источника № 1, дБА;  
 $L_{A2 \text{ экв}}$  - эквивалентный уровень звука от источника № 2, дБА;  
 $L_{A \text{ экв } \max}$  - больший из двух уровней звука, дБА;  
 $\Delta L$  - добавка к более высокому уровню звука для получения суммарного уровня таблица 4.2 или рисунок 4.2, дБА.

Т а б л и ц а 4.2

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



**Рисунок 4.2 - Поправка к более высокому уровню звука для получения суммарного уровня в зависимости от разности этих уровней**

Например, при  $L_{1 \text{ экв}}=80$  дБА и  $L_{2 \text{ экв}}=75$  дБА их разница составит 5 дБА,

добавка из таблицы 4.2 будет равна 1,2 дБА, а суммарный уровень  $L=81,2$  дБА.

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 4.2 или рисунку 4.2 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.

#### **4.2 Требования санитарных норм.**

Допустимые значения уровней шума на территориях, примыкающих к жилым зданиям, 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 «Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки».

Значения допустимых эквивалентных уровни звука ( $L_{A_{don}}$ ) на территориях, примыкающих к автомобильным дорогам с учетом поправки указанной в п.2 Примечания к таблице 3 СН 2.2.4/2.1.8.562-96 представлены в таблице 4.3.



Т а б л и ц а 4.3

№ пп	Вид трудовой деятельности, рабочее место	Время суток	Допустимые эквивалентные уровни звука в расчетной точке $L_{A_{доп}}$ (дБА)
1	Территории, непосредственно прилегающие к зданиям больниц и санаториев	с 7 до 23 ч.	55
		с 23 до 7 ч	45
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.	65
		с 23 до 7 ч.	55
3	Территории, непосредственно прилегающие к зданиям гостиниц и общежитий	с 7 до 23 ч.	70
		с 23 до 7 ч.	60
4	Площадки отдыха на территории больниц и санаториев	-	45
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	-	55

### 4.3 Шумовая характеристика транспортного потока

4.3.1 Основными факторами, определяющими уровень транспортного шума, являются:

- интенсивность движения;
- доля наиболее шумных грузовых автомобилей;
- характер придорожной территории;
- дорожные условия, определяющие режим движения.

4.3.2 Расчетное значение эквивалентного уровня звука при движении транспортного потока (шумовую характеристику транспортного потока -

$L_{шхтп}$ ) принято определять на расстоянии 7,5 м от оси ближней полосы движения транспортных средств, на высоте 1,5 м от уровня покрытия проезжей части. Величина шумовой характеристики транспортного потока, характеризующая реальные дорожные условия определяют по формуле:

$$L_{шхтп} = L_{мпн} + \Delta L_{груз} + \Delta L_{ск} + \Delta L_{ук} + \Delta L_{нок} + \Delta L_{пн} + \Delta L_{зас} + \Delta L_{перес}, \quad (4.4)$$

где  $L_{шхтп}$  - расчетное значение эквивалентного уровня звука при движении транспортного потока в реальных дорожных условиях, дБА;

$L_{мпн}$  - расчетное значение эквивалентного уровня звука транспортного потока на расстоянии 7,5 от оси ближайшей полосы движения прямолинейного горизонтального участка автомобильной дороги с мелкозернистым асфальтобетонным покрытием при распространении шума над грунтом на высоте 1,5 м, при скорости движения соответствующей интенсивности движения, в составе транспортного потока 40% грузовых автомобилей, определяется по формуле 4.5 или рисунку 4.3, дБА;

$\Delta L_{тяж}$  - поправка, учитывающая изменение количества грузовых автомобилей и автобусов в транспортном потоке по сравнению с расчетным составом, дБА (таблица 4.5). К грузовым относят автомобили, масса которых составляет более 3500 кг;

$\Delta L_{ск}$  - поправка учитывающая, изменение средней скорости движения по сравнению с расчетным значением (таблица 4.6), дБА;

$\Delta L_{ук}$  - поправка, учитывающая величину продольного уклона (таблица 4.7), дБА;

$\Delta L_{нок}$  - поправка, учитывающая тип дорожного покрытия (таблица 4.8), дБА;

$\Delta L_{пн}$  - поправка, учитывающая наличие центральной разделительной полосы (таблица 4.9), дБА;

$\Delta L_{зас}$  - поправка, учитывающая влияние придорожной застройки (таблица 4.10), дБА.

$\Delta L_{перес}$  - поправка, учитывающая наличие пересечения (см п.п 4.3.3 и 4.3.4 «Рекомендаций»), дБА.

$$L_{мпн} = 50 + 8,8 \times \lg N, \quad (4.5)$$

где  $N$  - расчетная интенсивность движения в дневной или ночной периоды времени, определяемая по формулам 4.6 или 4.7, авт./час.

$$N_D = 0,076 N_{\text{сут}}, \quad (4.6)$$

$$N_H = 0,039 N_{\text{сут}}, \quad (4.7)$$

где  $N_D$  - расчетная интенсивность движения в час пик, авт/ч;  
 $N_H$  - расчетная интенсивность движения в ночное время, авт/ч;  
 $N_{\text{сут}}$  - среднегодовая суточная интенсивность движения, авт./сутки.

Т а б л и ц а 4.4

Интенсивность движения, авт./час	Эквивалентный уровень звука, дБА	Интенсивность движения, авт./час	Эквивалентный уровень звука, дБА
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	9000	85

Т а б л и ц а 4.5 - 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 $\Delta L_{\text{груз}}$ , дБА	- 3,0	- 2,0	- 1,0	0,0	+1,0	+2,0	+3,0

Т а б л и ц а 4.6 - Поправка, учитывающая скорость движения

Скорость движения, км/час	- 20	- 17	- 12	- 7	+ 7	+ 15	+ 20
Поправка $\Delta L_{\text{ск}}$ , дБА	- 3,5	- 3,0	- 2,0	- 2,0	+ 1,0	+ 2,0	+ 2,5

Т а б л и ц а 4.7 - Поправка, учитывающая продольный уклон

Доля грузовых автомобилей в потоке, %		< 25	25 - 50	50 - 85	85 - 100
Поправка $\Delta L_{\text{ук}}$ , дБА	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 4.8 - Поправка, учитывающая тип дорожного покрытия

Тип покрытия проезжей части	Доля легковых автомобилей в потоке, %	Поправка, дБА
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

Т а б л и ц а 4.9 - Поправка, учитывающая ширину центральной разделительной полосы

Ширина центральной разделительной полосы, м	4	6	10	20
Поправка $\Delta L_{pn}$ , дБА	-0,5	-0,75	1,0	-1,5

Т а б л и ц а 4.10 - 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 ширине между линиями застройки, м:				
более 50	0,0	0,0	0,0	0,0
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
Односторонняя при ширине между линиями застройки, м:				
более 40	0,0	0,0	0,0	0,0
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

4.3.3 При наличии пересечений в непосредственной близости от

расчетной точки поправки для пересечения со светофорным регулированием определяется по таблице 4.11, при наличии нерегулируемого пересечения в соответствии с п. 4.3.4 «Рекомендаций».

Т а б л и ц а 4.11 - Поправка, учитывающая наличие регулируемого пересечения

Расстояние по оси проезжей части, м		Поправка, 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.

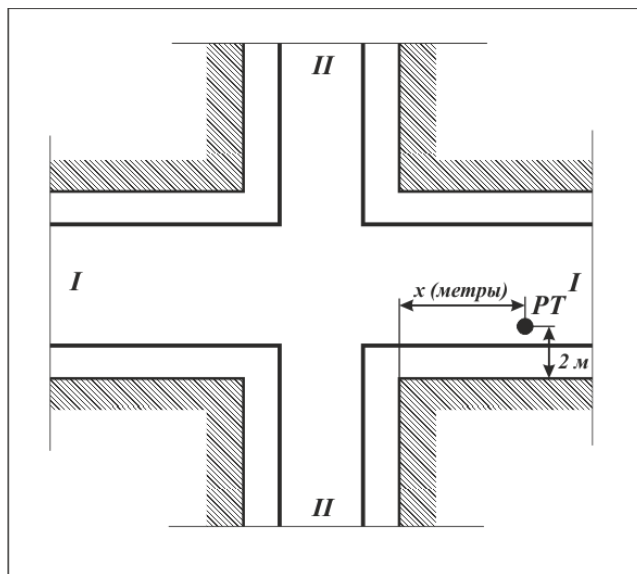
1. Поправка определена при 60% продолжительности разрешающей фазы в цикле работы светофора, увеличение продолжительности фазы до 80% уменьшит поправку на 0,5 дБА, уменьшение до 40% увеличит на 0,5 дБА.
2. В случае расположения светофорного объекта в системе координированного регулирования поправку уменьшают на 1,0 дБА.
3. Поправка не учитывает влияния интенсивности движения на пересечении, которая должна учитываться энергетическим сложением эквивалентных уровней звука от движения по каждому из направлений.

4.3.4 Коррекция шумовой характеристики транспортного потока при наличии нерегулируемого пересечения в одном уровне осуществляется следующим образом. Поправка учитывается только для расчетной точки (*РТ*), расположенной на расстоянии не более 200 м от пересечения. В расчетной точке выполняется энергетическое суммирование уровней звука от транспортных средств пересекающихся направлений, с учетом удаления расчетной точки от пересечения на расстояние  $x$ . Величина уровня звука в расчетной точке при этом определяется в соответствии с расчетной схемой

показанной на рисунке 4.3 по формуле:

$$L_{эк\_PT} = L_{I-I} + [L_{II-II} - (3 + 0,10x)], \quad (4.8)$$

- где  $L_{I-I}$  - уровень звука в расчетной точке от движения транспорта по рассматриваемому направлению (***I-I***), dBA;  
 $L_{II-II}$  - уровень звука у фасада зданий от движения транспорта по пересекаемому направлению (***II-II***) dBA;  
 $x$  - расстояние от расчетной точки до пересечения, м.



***PT***— расчетная точка; ***x***—расстояние от фасада застройки пересекаемой дороги (улицы), не более 200 м

**Рисунок 4.3 - Схема к определению поправки, учитывающей наличие нерегулируемого пересечения**

## 4.4 Прогнозирование распространения транспортного шума

### 4.4.1. Расчетные точки и расчетные сечения

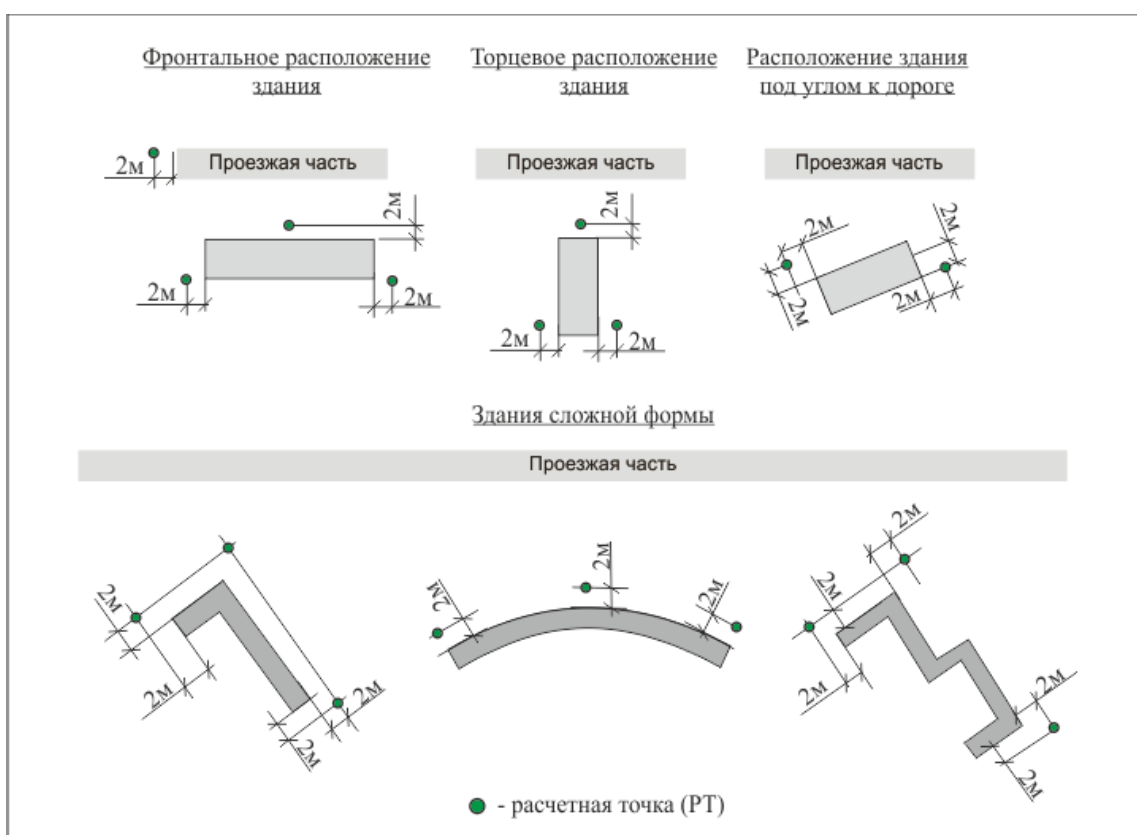
Расчетные точки (***PT***) для оценки уровня шума на прилегающей к дороге территории намечаются на ближайшей к источнику шума границе защищаемой от шума территории на высоте 1,5 м от уровня поверхности. Если защищаемая от шума территория частично находится в зоне звуковой тени, а частично в зоне попадания 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

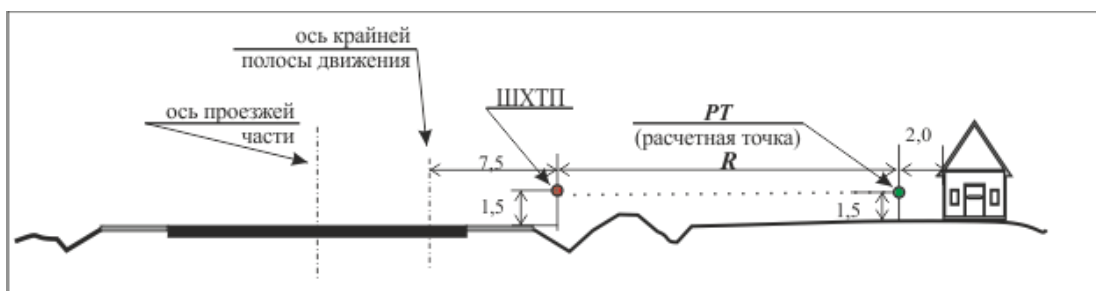
расстоянии 2 м от ограждающих конструкций защищаемого от шума здания (рисунки 4.4 и 4.5).

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

Если защищаемое от шума строение расположено на расстоянии менее 50 м от края проезжей части и находится частично или полностью в зоне попадания прямых звуковых лучей, то должна намечаться дополнительная расчетная точка.



**Рисунок 4.4 - Выбор расчетных точек около зданий**



**R** - расстояние от акустического центра транспортного потока до расчетной точки

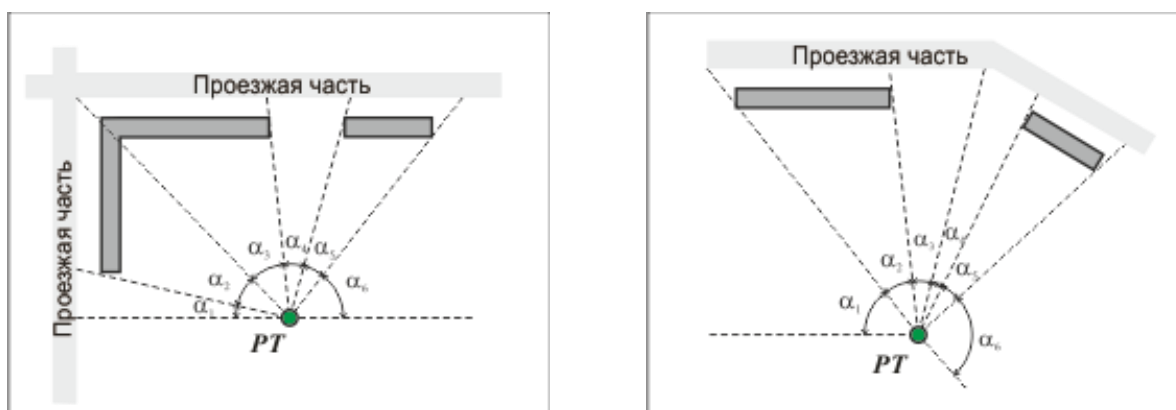
**Рисунок 4.5 - Схема расположения расчетной точки (PT) в**

### *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 4.6).



**Рисунок 4.6 - Примеры разбивки защищаемой территории на участки, отличающиеся по условиям распространения шума**

#### **4.4.2. Эквивалентный уровень звука в расчетной точке**

Эквивалентный уровень звука в расчетной точке (*PT*) зависит от:

- шумовой характеристики транспортного потока;
- расстояния от магистрали до расчетной точкой;
- снижения уровня звука, вследствие его затухания в воздухе;
- влияния турбулентности воздуха и ветра на процесс распространения звука;



- снижения уровня звука, вследствие его поглощения поверхностью территории;
- снижения уровня звука полосами зеленых насаждений;
- снижения уровня звука экранирующими препятствиями (зданиями, насыпями, холмами, выемками, искусственными экранами и т.п.) на пути звуковых лучей от автомагистрали к расчетной точке;
- отражения звука от ограждающих конструкций зданий;
- снижения уровня звука вследствие ограничения угла ( $\alpha$ ) видимости дороги из расчетной точки.

Ожидаемый эквивалентный уровень звука ( $L_{APT}$ ) в расчетной точке рассчитывают по формуле:

$$L_{APT} = L_{ШХТП} - (\Delta L_{Aрас} + \Delta L_{Aвоз} + \Delta L_{B/T} + \Delta L_{Aнок} + \Delta L_{Aэкp} + \Delta L_{Aзастp} + \Delta L_{Aотp} + \Delta L_{A\alpha}), \quad (4.9)$$

где  $L_{ШХТП}$  - шумовая характеристика транспортного потока, (см. п. 4.3.2 «Рекомендаций»), дБА;

$\Delta L_{Aрас}$  - снижение уровня звука транспортного потока, в зависимости от расстояния до расчетной точки, п.4.4.3 «Рекомендаций», дБА;

$\Delta L_{Aвоз}$  - снижение уровня звука, вследствие его затухания в воздухе, рассчитывается по формулам 4.11 или 4.12, дБА;

$\Delta L_{в/т}$  - поправка, учитывающая влияние турбулентности воздуха и ветра на процесс распространения звука, рассчитывается по формуле 4.13, дБА;

$\Delta L_{Aнок}$  - снижение уровня звука, вследствие его поглощения поверхностью территории, рассчитывается по формуле 4.14, дБА;

$\Delta L_{зел}$  - снижение уровня звука полосами зеленых насаждений рассчитывается по формуле 4.16, дБА;

$\Delta L_{Aзастp}$  - снижение уровня звука экранирующими препятствиями (зданиями, насыпями, холмами, выемками, искусственными экранами и т.п.) на пути звуковых лучей от автомобильной дороги к расчетной точке (см. п. 6.3 «Рекомендаций») дБА;

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

$\Delta L_{A\alpha}$  - поправка, учитывающая снижение уровня звука вследствие ограничения угла видимости ( $\alpha$ ) улицы (дороги) из расчетной точки, рассчитывается согласно п.

#### 4.4.8 «Рекомендаций».

4.4.3 Снижение уровня звука транспортного потока, в зависимости от расстояния до расчетной точки ( $\Delta L_{Apac}$ ) вычисляют по формуле:

$$L_{Apac} = 10 \lg \frac{R_e}{R_0}, \quad (4.10)$$

где  $R_e$  - расстояние от акустического центра транспортного потока до расчетной точки, м;  
 $R_0$  - расстояние от оси крайней полосы 7,5 м - для автотранспортных потоков (при расчетах снижения звука с расстоянием акустический центр транспортного потока принимается расположенным по оси ближайшей к расчетной точке полосы движения транспорта и на высоте 1 м над уровнем проезжей части магистрали).

4.4.4 Снижение уровня звука, вследствие его затухания в воздухе ( $L_{A\theta 03}$ ), при выполнении акустических расчетов, связанных с санитарно-гигиенической оценкой зашумленности территории транспортными источниками, может быть рассчитано по формуле, в которой в скрытом виде учтены усредненные зависимости коэффициента поглощения звука от температуры и влажности воздуха, полученные на основании статистической оценки большого объема экспериментальных данных:

$$\Delta L_{A\theta 03} = 0 \quad \text{для } f = 63 \text{ Гц}, \quad (4.11)$$

$$\Delta L_{A\theta 03} = 6 \cdot 10^{-6} \cdot f \quad \text{для } f = 125 - 8000 \text{ Гц}, \quad (4.12)$$

где  $f$  - среднегеометрическая частота октавной полосы в нормируемом диапазоне среднегеометрических частот от 63 до 8000 Гц.

4.4.5 Поправка  $\Delta L_{e/m}$ , учитывающая влияние турбулентности воздуха и ветра на процесс распространения звука, вычисляют по формуле:

$$\Delta L_{e/m} = 3 / [1,6 + 10^5 (1/R^2)], \quad (4.13)$$

где  $R$  - расстояние от акустического центра источника шума до расчетной точки.

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

4.4.6 В случае покрытия поверхности территории травой (газоны) или снегом или наличия рыхлого грунта следует дополнительно учитывать поглощение звука поверхностью территории ( $L_{Анок}$ ) с помощью следующих формул:

$$\Delta L_{нок} = 6 \lg \left[ \frac{\delta^2}{(1 + 0,01\delta^2)} \right], \quad (4.14)$$

где

$$\delta = \frac{1,4d \cdot 10^{-(0,3H_{иш}+1)}}{H_{РТ}}, \quad (4.15)$$

где  $d$  - расчетное расстояние, равное  $d = 1,4R$ , м;  
 $H_{иш}$ ,  $H_{РТ}$  - высоты источника шума и расчетной точки над уровнем территории, м.

Если при расчете по формуле (4.15)  $\delta$  оказывается меньше единицы, то ее принимают равной нулю. В случае акустически жесткой поверхности (асфальт, бетон, плотный грунт, вода) поправка  $L_{Анок}$  равна нулю.

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

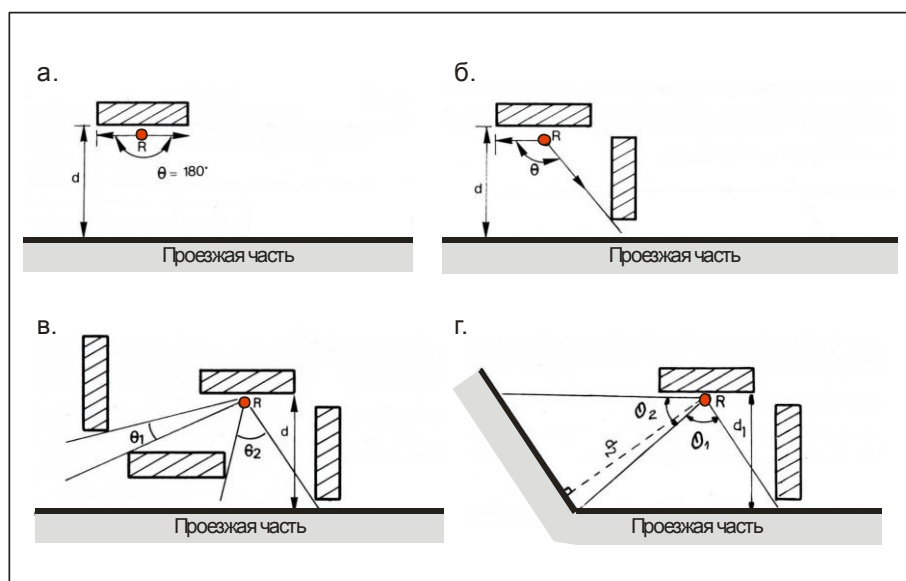
$$\Delta L_{зел} = \alpha_{зел} \cdot B, \quad (4.16)$$

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 4.16 справедлива при ширине полосы не более 100 м.

При большей ширине полосы увеличение  $\Delta L_{зел}$  значительно замедляется и затруднительно 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.

4.4.8 Поправка, учитывающая ограничение угла видимости автомобильной дороги из расчетной точки ( $\Delta L_{A\alpha}$ ), рассчитывается согласно схемы (рисунок 4.8) по формулам 4.17 - 4.20.



**Рисунок 4.7 - Схемы к определению угла видимости проезжей части из расчетной точки (РТ)**

Поправки, учитывающие угол видимости проезжей части из расчетной точки (рисунок 4.7) определяют по формулам 4.17 - 4.20.

расчетная схема а - 
$$\Delta L_{A\alpha} = 10 \lg \frac{\Theta}{180} = 10 \lg \frac{180}{180} = 0, \quad (4.17)$$

расчетная схема б - 
$$\Delta L_{A\alpha} = 10 \lg \frac{\Theta}{180}, \quad (4.18)$$

расчетная схема в - 
$$\Delta L_{A\alpha} = 10 \lg \frac{\Theta_1 + \Theta_2}{180}, \quad (4.19)$$

расчетная схема г - 
$$\Delta L_{A\alpha} = 10 \lg \frac{\Theta_1}{180} + 10 \lg \frac{\Theta_2}{180}, \quad (4.20)$$

где  $\Theta, \Theta_1, \Theta_2$  - углы видимости дороги из расчетной точки (рисунок 4.8).

4.4.9 При воздействии на расчетную точку на территории нескольких источников внешнего шума вначале определяют шумовое воздействие каждого отдельного источника по формулам 4.17 – 4.20, а затем производят энергетическое суммирование их шумовых воздействий по формуле:

$$L_{APT\_СУМ}^{мерр} = 10 \lg \sum_{i=1}^n 10^{0,1 \cdot L_{APT_i}^{мерр}}, \quad (4.21)$$

где  $i$  - номер отдельного источника внешнего шума;  
 $n$  - общее число воздействующих источников шума.

## 4.5 Требуемое снижение эквивалентного уровня звука в расчетной точке

4.5.1 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.

4.5.2 Для оценки акустического комфорта на прилегающей к дороге территории с учетом характера и интенсивности движения определяются эквивалентные уровни звука в расчетных точках в дневной (с 7-00 до 23-00 ч) и ночной (с 23-00 до 7-00 ч) периоды времени ( $L_{APT\_ДЕНЬ}$  и  $L_{APT\_НОЧЬ}$ ). Требуемое снижение уровня звука в дневной ( $\Delta L_{треб\_Д}$ ) и ночной ( $\Delta L_{треб\_Н}$ ) периоды времени вычисляют по формулам:

$$\Delta L_{треб\_Д} = L_{APT\_Д} - L_{Адон\_Д} \quad (4.22)$$

$$\Delta L_{треб\_Н} = L_{APT\_Н} - L_{Адон\_Н} \quad (4.23)$$

где  $L_{APT\_Д}, L_{APT\_Н}$  - значение эквивалентного уровня звука в расчетной точке в дневной и ночной периоды времени (формула 4.9), дБА;

$L_{Адон\_Д}, L_{Адон\_Н}$  - допустимые эквивалентные уровни звука в расчетной точке в дневной и ночной периоды времени (таблица 4.3), дБА.

Для дальнейших расчетов принимается большее из значений, вычисленных по формулам 4.22 или 4.23.

4.5.3 Для снижения воздействия транспортного шума на прилегающую

территорию следует использовать весь комплекс проектных решений и мер организации движения. Применение тех или иных мероприятий определяется конкретными условиями с учетом технико-экономического требования.

4.5.4 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.

4.5.5 При выборе мероприятия 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 на значительно большую величину. 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.

## **4.6 Классификация мероприятий по защите от транспортного шума территорий, прилегающих к автомобильным дорогам**

4.6.1 Мероприятия по защите прилегающей территории от транспортного шума определяются категорией автомобильной дороги, интенсивностью движения, характером территории и ее застройки (таблица 4.12).

Т а б л и ц а 4.12 - Мероприятия по шумозащите прилегающей территории от транспортного шума

Тип (категория) дорог	Характеристики застройки прилегающей территории	Мероприятия по шумозащите прилегающей территории от транспортного шума
<i>Загородные автомобильные дороги</i>	<i>Отдельные малоэтажные здания и строения</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– <i>создание буферных зон;</i></li> <li>– <i>трассирование с использованием существующих форм рельефа;</i></li> <li>– <i>устройство выемок мелкого заложения традиционного очертания с пологими откосами, не круче 1:3 – 1:4;</i></li> <li>– <i>устройство «шумозащитных выемок»: выемок мелкого заложения до 1(2) м с крутым внешним откосом со стороны защищаем 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.);</i></li> <li>– <i>шумозащитные валы</i></li> <li>– <i>шумозащитные экраны малой высоты.</i></li> </ul>
<i>Пригородные участки автомобильных дорог: подходы к крупным городам и в зоне не больших населенных пунктов</i>	<i>Малоэтажная застройка средней плотности</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– <i>устройство выемок;</i></li> <li>– <i>устройство «шумозащитных выемок»;</i></li> <li>– <i>устройство выемок с подпорной стенкой</i></li> <li>– <i>шумозащитные валы</i></li> <li>– <i>шумозащитные экраны малой и средней высоты</i></li> <li>– <i>комбинация указанных выше мероприятий</i></li> <li>– <i>в случае автомобильных дорог с высокой интенсивностью движения частичная или полная изоляция проезжей части (тоннели, галереи</i></li> <li>– <i>комбинация указанных выше мероприятий.</i></li> </ul>

Продолжение таблицы 4.12

Тип (категория) дорог	Характеристики застройки прилегающей территории	Мероприятия по шумозащите прилегающей территории от транспортного шума
Городские улицы и дороги	Плотная многоэтажная застройка	<ul style="list-style-type: none"> <li>– организация движения грузовых автомобилей вне селитебных территорий (выделение городских дорог грузового движения)</li> <li>– полное или частичное (по времени) ограничение или запрещение движения грузовых автомобилей</li> <li>– организация движения ограничение скорости, до 30 км/час «успокоение движения»</li> <li>– развитие общественного транспорта</li> <li>– шумозащитные экраны средней и большой высоты</li> <li>– полная или частичная изоляция проезжей части (тоннели, галереи)</li> <li>– комбинация указанных выше мероприятий.</li> </ul>
Улицы и дороги в центральной части крупных городов	Плотная многоэтажная застройка с малым расстояниями между фасадами зданий	<ul style="list-style-type: none"> <li>– шумозащитные экраны большой высоты;</li> <li>– полная изоляция проезжей части (тоннели, галереи);</li> <li>– комбинация указанных выше мероприятий.</li> </ul>

4.6.2 Для предварительной оценки шумозащитной эффективности мероприятий можно воспользоваться данными, приведенными в таблице 4.13.

Во всех случаях целесообразно применять мероприятия по организации движения (выравнивание скорости движения транспортных потоков) и устройство мал шумных покрытий.

В «Рекомендациях», преимущественно рассмотрены шумозащитные мероприятия, условия движения и территории с застройкой, которые характерны для загородных автомобильных дорог (выделено в таблице 4.12



курсивом).

Т а б л и ц а 4.13

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 акустических экранов	до 18дБА
Строительство малозумных покрытий по сравнению с плотными асфальтобетонами	до 3 дБА
Ограничение 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
Ограничение скорости движения с предупреждением о необходимости ее снижения	до 3 дБА

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

4.6.3.1 Мероприятия, которые не требуют существенных дополнительных затрат при их реализации относят к пассивным, они заключаются:

- в трассировании участков дороги в непосредственной близости от населенных пунктов, обеспечивающем акустический комфорт с учетом допустимых эквивалентных уровней звука для зданий различного назначения;
- в применении малошумных дорожных покрытий;
- в специальных мероприятиях по организации движения.

4.6.3.2 К **активным** относят мероприятия по устройству специальных шумозащитных сооружений, требующих дополнительных, иногда существенных, капитальных затрат.

## **5 Пассивные мероприятия по снижению транспортного шума.**

### **5.1 Проектирование участков дорог, обеспечивающее наименьший уровень транспортного шума на прилегающей территории**

5.1.2 При проектировании участков дорог проходящих в непосредственной близости к территориям, требующим снижение шума возможно:

- удаление трассы вновь проектируемой дороги от защищаемой территории - создание буферных зон;
- проложение участков дороги с учетом существующего рельефа и ситуации (экранирующие здания);
- проектирование участков автомобильных дорог, на которых не происходит существенного изменения скорости движения транспортного потока;
- устройство выемок.

5.1.2 При проектировании трассы автомобильных дорог для обеспечения акустического комфорта и, как следствие этого, уменьшения минимально-необходимого расстояния до жилой застройки следует использовать элементы рельефа в качестве естественных преград на пути распространения шума. С этой целью автомобильные дороги вблизи жилой

застройки целесообразно трассировать по возможности в естественных выемках, по дну оврагов и ложбин и т.п. Необходимо учитывать и сохранять существующие зеленые массивы.

5.1.3 При трассировании вариантов автомобильных дорог для предварительной оценки степени обеспечения акустического комфорта на стадии технико-экономического обоснования (ТЭО) рекомендуется руководствоваться данными, приведенными в таблицах 5.1 - 5.3 и номограммами Приложения А.

Т а б л и ц а 5.1 - Снижение эквивалентного уровня звука при увеличении расстояния до ближайшей полосы движения

Расстояние до ближайшей полосы движения, м	Снижение эквивалентного уровня звука, дБА, для автомобильных дорог различных категорий			Расстояние до ближайшей полосы движения, м	Снижение эквивалентного уровня звука, дБА, для автомобильных дорог различных категорий		
	I	I-II	II-V		I	I-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

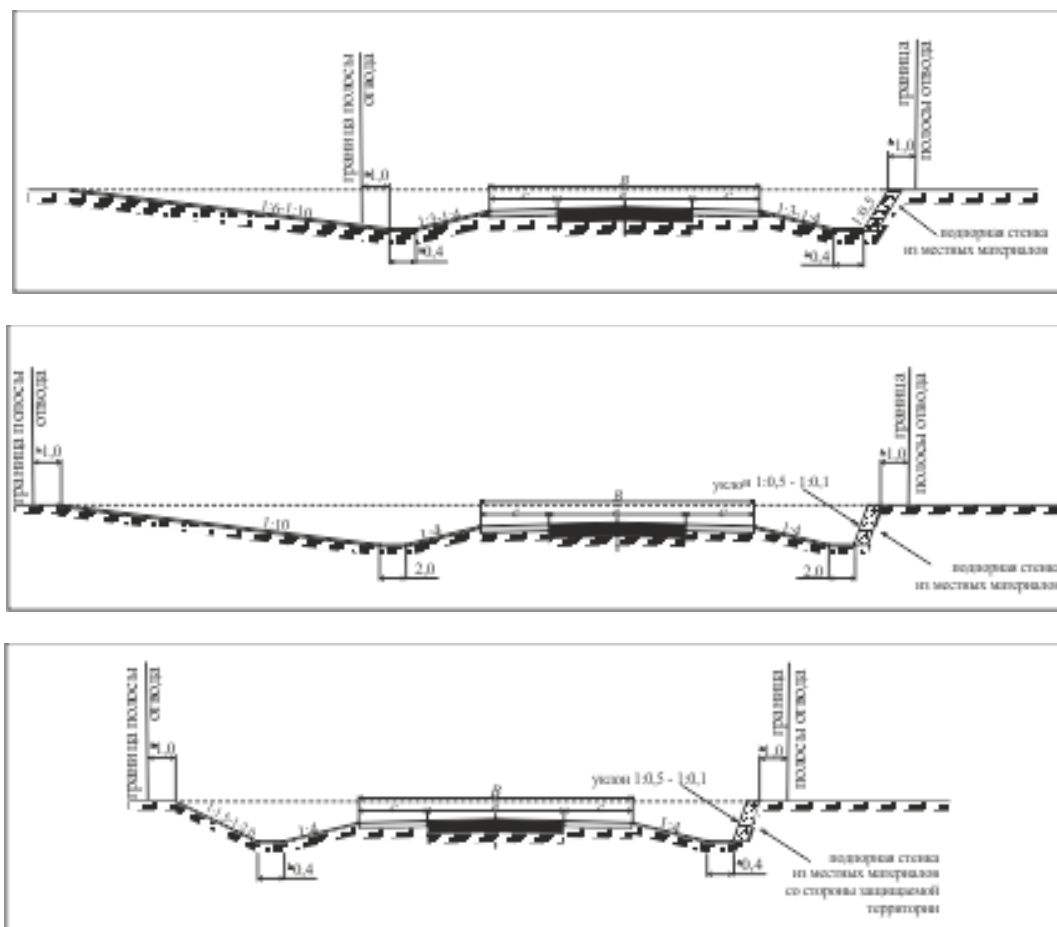
Примечание. В числителе приведены значения  $\Delta L_{экв}$  при разделительной полосе шириной 5,0 м, в знаменателе – 12,0 м

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

5.1.5 Устройство выемок при проектировании поперечного профиля в наибольшей степени приводит к снижению 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 (рисунок 5.1).

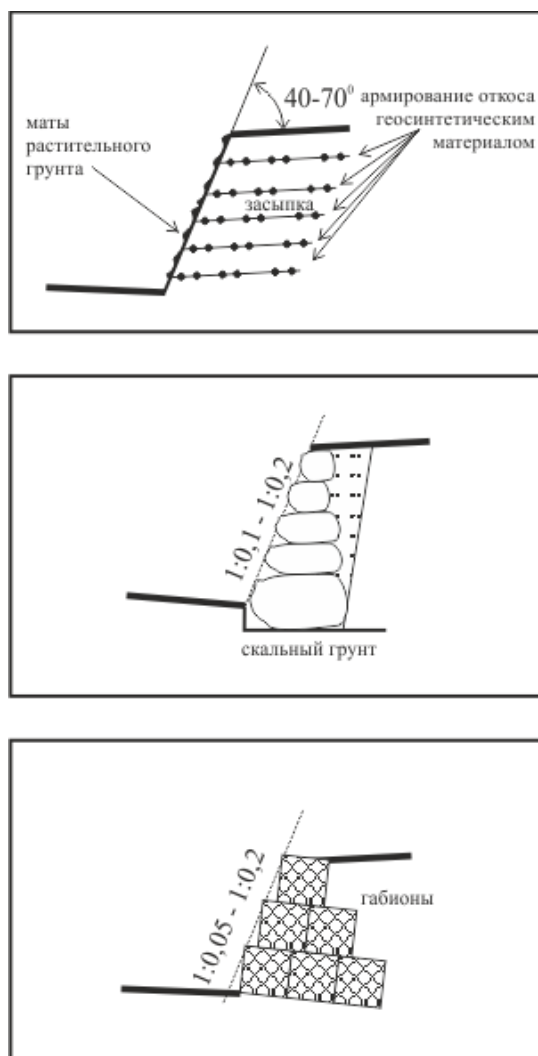
5.1.6 Наряду с устройством выемок традиционного очертания, с крутизной заложения откосов, для снижения распространения шума, эффективны «шумозащитные выемки» - выемки глубиной до 1-2 м с крутым внешним откосом со стороны защищаем территории (рисунок 5.1). При необходимости обеспечения устойчивости откоса, устраиваются подпорные стенки из не дорогих, преимущественно местных материалов: древесина, каменная кладка, армированный грунт, габионы и т.п. (рисунок 5.2). Такое увеличение крутизны внешнего откоса, как правило, уменьшает ширину полосы отвода дороги.



**Рисунок 5.1 - Шумозащитные выемки**

Для повышения акустической эффективности шумозащитной выемки можно дополнительно устраивать шумозащитный вал, экран или комбинированное сооружение «экран – шумозащитный вал» (см. раздел 6 «Рекомендаций»).

5.1.7 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.



**Рисунок 5.2 - Повышение устойчивости откосов шумозащитной выемки: армированный грунт, каменная кладка, габионы**

5.1.8 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.

## **5.2 Снижение шума транспортного потока средствами организации движения**

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

- частичное, по времени, ограничение или запрещение движения всех видов транспорта при наличии дублирующих дорог;
- полное или частичное (по времени) ограничение или запрещение движения грузовых автомобилей, с организацией грузового движения по дублирующим дорогам, уровни снижения шума при сокращении доли грузовых автомобилей приведены в таблице;
- проведение мероприятий по обеспечению равномерного движения автомобилей в потоке;
- ограничения скоростей движения на транзитных участках дорог, проходящих вдоль защищаемых от шума территорий;
- обязательное ограничения скорости движения в населенных пунктах;
- организация саморегулируемого кольцевого движения на пересечениях в одном уровне;
- ограничение скорости в населенных пунктах до 30 км/час «успокоение движения».

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

В таблицах 5.2 - 5.6 приведены величины снижения уровня звука при проведении различных мероприятий по организации движения.

Т а б л и ц а - 5.2 - 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
с 40 до 30	0

Т а б л и ц а 5.3 - 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

Т а б л и ц а 5.4 - Снижение уровня звука при ограничении скорости движения

Первоначальное ограничение скорости, км/час		Ограничение скорости, км/час		Уменьшение уровня шума, дБА	
легковые и легкие грузовые автомобили	тяжелые грузовые автомобили	легковые и легкие грузовые автомобили	тяжелые грузовые автомобили	20% 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

Т а б л и ц а 5.5 - Снижение уровня звука при движении легковых и грузовых автомобилей в зависимости от величины снижения скорости

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

**Т а б л и ц а 5.6 - 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 (дБА) 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

5.2.3 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.

5.2.4 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 остановок транспортных средств достигается за счет организации саморегулируемого кольцевого движения.

## **6 Шумозащитные сооружения на автомобильных дорогах**

### **6.1 Комплекс требований предъявляемых к шумозащитным сооружениям.**

Комплекс требований предъявляемых к шумозащитным сооружениям включает:

- реализацию требуемого или возможного снижения шума до значений, регламентируемых санитарными нормами;
- не высокую строительную стоимость;
- обеспечение безопасности дорожного движения:
  - не создавать опасности дорожно-транспортных происшествий;
  - не ограничивать видимость;



- в случае возникновения дорожно-транспортных происшествий не препятствовать оказанию помощи и эвакуации пострадавших, обеспечивать доступ работников дорожной полиции;
- обеспечение отвода воды с проезжей части;
- возможность доступа населения к остановкам общественного транспорта и наземным пешеходным переходам;
- долговечность - неподверженность саморазрушению и коррозии материалов, устойчивость к атмосферным воздействиям, вредному влиянию выхлопных газов и антигололедных реагентов;
- удобство и безопасность эксплуатации (производство работ по ремонту и содержанию сооружения; не препятствовать очистке дороги от снега; пожарная безопасность - огнеупорность, особенно в населенных пунктах; защита от вандализма).

Шумозащитные сооружения должны:

- занимать, по возможности, меньшую ширину полосы отвода;
- не способствовать снегозаносимости земляного полотна 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 осмотру едущими окружающего ландшафта.

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.

Шумозащитные сооружения должны быть рассчитаны на снеговые, ветровые и сейсмические нагрузки.

Материалы для строительства экранов-стенок 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.

## **6.2 Классификация шумозащитных сооружений**

6.2.1 Конструкцию шумозащитного сооружения определяют следующие факторы:

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

6.2.2 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.

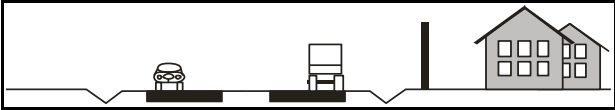
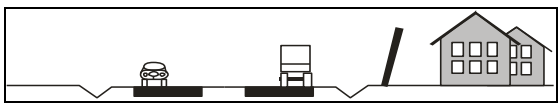
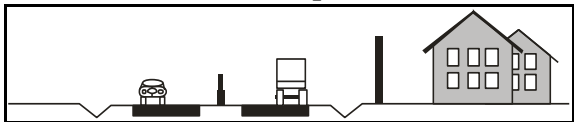
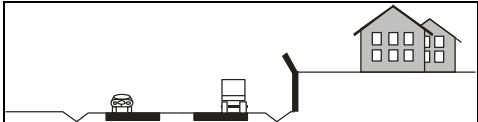

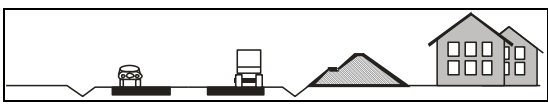
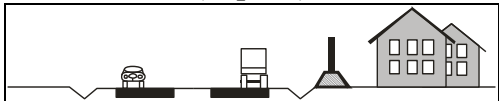
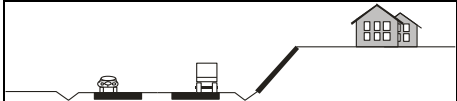
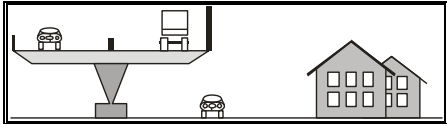
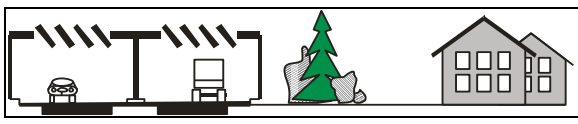
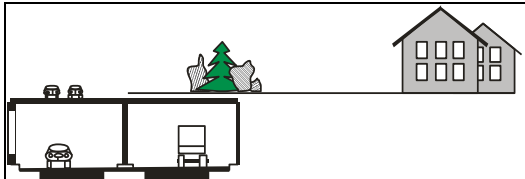
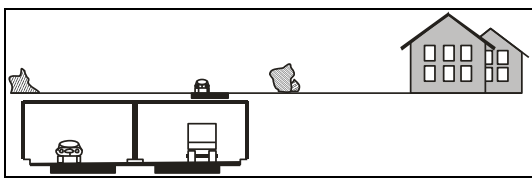
Классификация шумозащитных сооружений, соответствующих указанным выше критериям приведена в таблице 6.1. Схемы наиболее часто встречающихся конструкций сооружений представлены на рисунке 6.1.

Т а б л и ц а 6.1 - Классификация шумозащитных сооружений

Критерий	Тип сооружения
Этап проектирования дороги	<ul style="list-style-type: none"> <li>– сооружения на вновь проектируемой дороге;</li> <li>– сооружения на реконструируемом, с увеличением ширины полосы отвода участке дороги;</li> <li>– сооружения на существующем участке дороги, в пределах существующей полосы отвода.</li> </ul>
Тип сооружения	<ul style="list-style-type: none"> <li>– шумозащитные валы;</li> <li>– шумозащитные экраны;</li> <li>– полосы зеленых насаждений;</li> <li>– шумозащитные выемки;</li> <li>– подпорные стенки (со стороны внешнего откоса выемки);</li> <li>– сооружения частично или полностью закрывающие проезжую часть (галереи, тоннели мелкого заложения);</li> <li>– экранирующие здания и постройки;</li> <li>– комбинированные сооружения, представляющие всевозможные комбинации вышеуказанных решений, например, комбинация шумозащитный вал - экран или выемка шумозащитный вал – вал - экран</li> </ul>
Акустические свойства	<ul style="list-style-type: none"> <li>– отражение энергии звука;</li> <li>– поглощение энергии звука;</li> </ul>
Высота	<ul style="list-style-type: none"> <li>– экраны малой высоты – до 2 м;</li> <li>– экраны средней высоты 2 – 6 м;</li> <li>– высокие экраны – высотой более 6 м.</li> </ul>
Материал	<ul style="list-style-type: none"> <li>– грунт, земляные валы;</li> <li>– сборный и монолитный бетон;</li> <li>– блоки искусственные и естественные из камня, габионы;</li> <li>– кирпич;</li> <li>– пластмасса (поликарбонат акрил и т.п.);</li> <li>– древесина;</li> <li>– фанера;</li> <li>– металл (стальной или алюминиевый лист);</li> <li>– экраны с поверхностью из поглощающих материалов (например, поглощающие комбинированные панели из пленки полиэстера на металлическом листе).</li> </ul>

Продолжение таблицы 6.1

Критерий	Тип сооружения
Положение сооружений в поперечном профиле	<ul style="list-style-type: none"> <li>– на земляном полотне дороги в непосредственной близости от проезжей части;</li> <li>– вне земляного полотна дороги, но расположенные в непосредственной близости от земляного полотна дороги, например, у внешнего откоса выемки;</li> <li>– вне земляного полотна дороги, расположенные около защищаемого объекта или территории;</li> <li>– 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.</li> </ul>
Характер застройки защищаемой территории	<ul style="list-style-type: none"> <li>– экраны, защищающие территории свободные от близко расположенной застройки (отношение расстояния до застройки <math>l</math> к высоте сооружения <math>h</math> более 20);</li> <li>– экраны на участках односторонней жилой застройки;</li> <li>– экраны в случае двухсторонней жилой застройки.</li> </ul>
План сооружения	<ul style="list-style-type: none"> <li>– прямолинейные;</li> <li>– криволинейные;</li> <li>– ступенчатые.</li> </ul>
Продольный профиль верха сооружения	<ul style="list-style-type: none"> <li>– параллельные проектной линии проезжей части;</li> <li>– криволинейные, плавно изменяющиеся;</li> <li>– ступенчатые.</li> </ul>
Конструкция верхней части экрана	<ul style="list-style-type: none"> <li>– вертикальный экран (традиционное решение);</li> <li>– коленообразная верхняя часть экрана;</li> <li>– «Т» - образная верхняя часть экрана;</li> <li>– «У» - образная верхняя часть экрана;</li> <li>– стрелообразная верхняя часть экрана;</li> <li>– цилиндрообразная верхняя часть экрана;</li> <li>– эллипсообразная верхняя часть экрана;</li> <li>– криволинейный экран;</li> <li>– пилообразная верхняя часть экрана.</li> </ul>
Экраны, расположенные на искусственных сооружениях	-

<p>Шумозащитный экран на полосе отвода автомобильной дороги</p> 	<p>Наклонный шумозащитный экран на полосе отвода автомобильной дороги со стороны защищаемой территории</p> 
<p>Сочетания шумозащитного экрана на полосе отвода и экрана, расположенного на разделительной полосе, при малой ширине разделительной полосы экран совмещен с ограждением</p> 	<p>Подпорная стенка со стороны застройки</p> 
<p>Зеленые насаждения в пределах буферной зоны</p> 	<p>Защитные грунтовые валы</p> 
<p>Сочетание на полосе отвода автомобильной дороги шумозащитного экрана и шумозащитного земляного вала (бермы)</p> 	<p>Устройство выемки в пределах населенных пунктов</p> 
<p>Устройство эстакады на разделительной полосе с шумозащитными экранами из прозрачного пластика</p> 	<p>Галереи с естественным освещением</p> 
<p>Открытая в противоположную от застройки сторону галерея</p> 	<p>Тоннель с полной изоляцией от транспортного шума и использованием пространства над тоннелем для местного движения</p> 

**Рисунок 6.1 – Схемы наиболее часто реализуемых шумозащитных сооружений**

6.2.3 Оценка сложности и возможности достижения требуемого снижения шума при проектировании шумозащитных экранов представлена в таблице 6.2.

Т а б л и ц а 6.2

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

6.2.4 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 натурального камня;
- блоки из искусственных материалов;
- габионы;
- пластмасса (поликарбонат, акрил и т.п.);
- металл (стальной или алюминиевый лист);
- панели с поверхностью из поглощающих материалов.

6.2.5 При строительстве шумозащитных сооружений на автомобильных дорогах неоправданно часто применяются дорогостоящие материалы. За рубежом, особенно на дорогах вне населенных пунктов, предпочтение отдают грунтовым шумозащитным валам, а при устройстве шумозащитных экранов, как правило, используют менее дорогие материалы. Предпочтение

отдается местным строительным материалам, чем обеспечивается лучшее сочетание сооружений с окружающим ландшафтом.

6.2.6 Необходимая поверхностная плотность материала сооружений зависит от требуемой звукоизоляции (проникновение шума через поверхность сооружения), определяемую величиной требуемого снижения уровня звука.

Для предотвращения влияния прямого звука поверхностная плотность экрана (масса  $1 \text{ м}^2$  конструкции экрана толщиной  $S$ ) должна быть не ниже величин, приведенных в таблице 6.3.

Т а б л и ц а 6.3 - Минимальная поверхностная плотность конструкции экрана в зависимости от требуемого снижения уровня звука

Требуемое снижение уровня звука, дБА	5	10	14	16	18	20	22	24
Минимальная поверхностная плотность конструкции экрана, $\text{кг/м}^2$	14,5	17,0	18,0	19,5	22,0	24,5	32,0	39,0

Акустические характеристики современных шумозащитных экранов представлены в таблице 6.4.

Т а б л и ц а 6.4

Материал	Толщина ( $S$ ), мм	Плотность, $\text{кг/м}^2$	Шумопоглощение, дБА
Поликарбонат	8-12	10-14	30-33
Акрил	15	18	32
Облегченные цементобетонные блоки 200x200x400	200	151	34
Плотный цементобетон	100	224	40
Пористый цементобетон	150	244	39
Пористый цементобетон	100	161	36
Кирпич	150	288	40
Стальной лист	1,27	9,8	25
Стальной лист	0,95	7,3	22
Стальной лист	0,79	6,1	20
Стальной лист	0,64	4,9	18
Алюминиевый лист	1,59	4,4	23
Алюминиевый лист	3,18	8,8	25
Алюминиевый лист	6,35	17,1	27
Древесина	25	18	21

Продолжение таблицы 6.4

Материал	Толщина (S), мм	Плотность, кг/м <sup>2</sup>	Шумопоглощение, дБА
Фанера	13	8,3	20
Фанера	25	16,1	23
Абсорбирующие комбинированные панели (пленка полиэстера на металлическом листе)	50-125	20-30	30-47

6.2.7 При строительстве прозрачных экранов используются безопасное закаленное стекло, многослойные небьющиеся стекла и пластические материалы.

Толщина стекла (пластмассы) должна обеспечивать требуемую звукоизоляцию, не повреждаемость при воздействии ветровых нагрузок, при монтажных и ремонтных работах. Фундамент экранов из стекла и пластмассы должен быть прочным во избежание появлений трещин при неравномерной осадке грунта, упругая прокладка должна обеспечивать температурное удлинение. Для защиты от камней, вылетающих из-под колес автомобилей или рабочих органов дорожных машин, стеклянные экраны устраивают на железобетонном цоколе, в котором закрепляются стойки.

Для защиты стоек шумозащитных экранов от коррозии, неравномерной осадки основания рекомендуется в нижней его части устройство монолитного основания из бетона толщиной 40 см, заглубленного 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.

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.

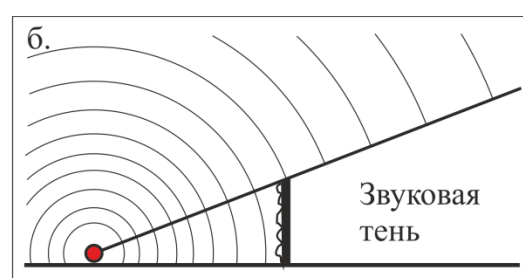
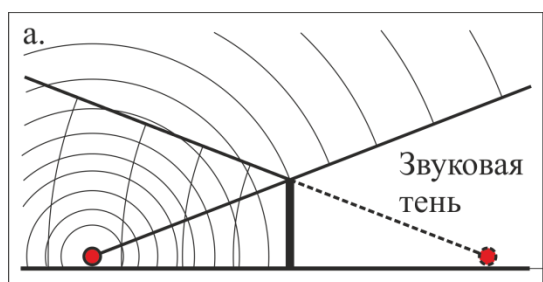
Пластмасса, обладая высокими акустическими свойствами, лучше стекла поддается обработке, более технологична, для крепления можно применять болтовые соединения. Она является практически небьющимся материалом, но теряет свою прозрачность из-за царапин вследствие наезда автомобилей, попадания камней, мытья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

При выборе материала шумозащитного экрана целесообразно учитывать качественные показатели их сооружения и эксплуатации (таблица 6.5).

6.2.8 По акустическим характеристикам конструкции шумозащитных экранов делят на две группы: шумоотражающие и шумопоглощающие. От шумоотражающих экранов звуковая энергия отражается в противоположную от защищаемого объекта сторону, шумопоглощающие в результате поглощения звуковой энергии не вызывают увеличения уровней звука на противоположной стороне дороги и увеличения уровней звука в салонах проезжающих автомобилей (рисунок 6.2). Для защищаемой застройки акустическая эффективность шумоотражающего и шумопоглощающего экранов одинакова.

Т а б л и ц а 6.5

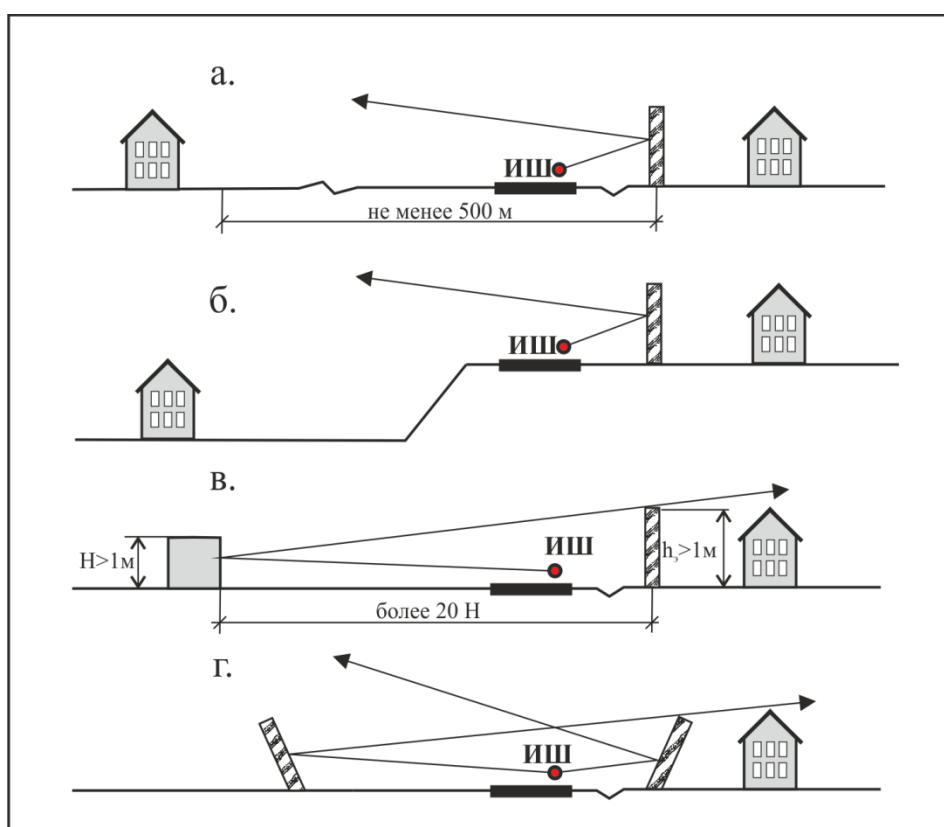
Материал	Преимущества	Недостатки	Внешний вид экрана
Бетон	<ul style="list-style-type: none"> <li>– высокие акустические качества;</li> <li>– долговечность;</li> <li>– простота содержания;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– большой вес;</li> <li>– сложность сооружения;</li> </ul>	
Дерево	<ul style="list-style-type: none"> <li>– высокие акустические качества по абсорбции;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– сложно содержание;</li> <li>– недолговечны;</li> </ul>	
Металл	<ul style="list-style-type: none"> <li>– высокие акустические качества по абсорбции;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– недолговечны из-за коррозии;</li> </ul>	
Прозрачный пластик	<ul style="list-style-type: none"> <li>– небольшой вес конструкции;</li> <li>– сохраняется единство дороги и придорожного пространства;</li> <li>– интеграция в существующий пейзаж.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– необходима постоянная очистка;</li> <li>– высокая стоимость.</li> </ul>	



**Рисунок 6.2 - Схема распространения шума в месте установки экрана: а – шумоотражающего; б – шумопоглощающего**

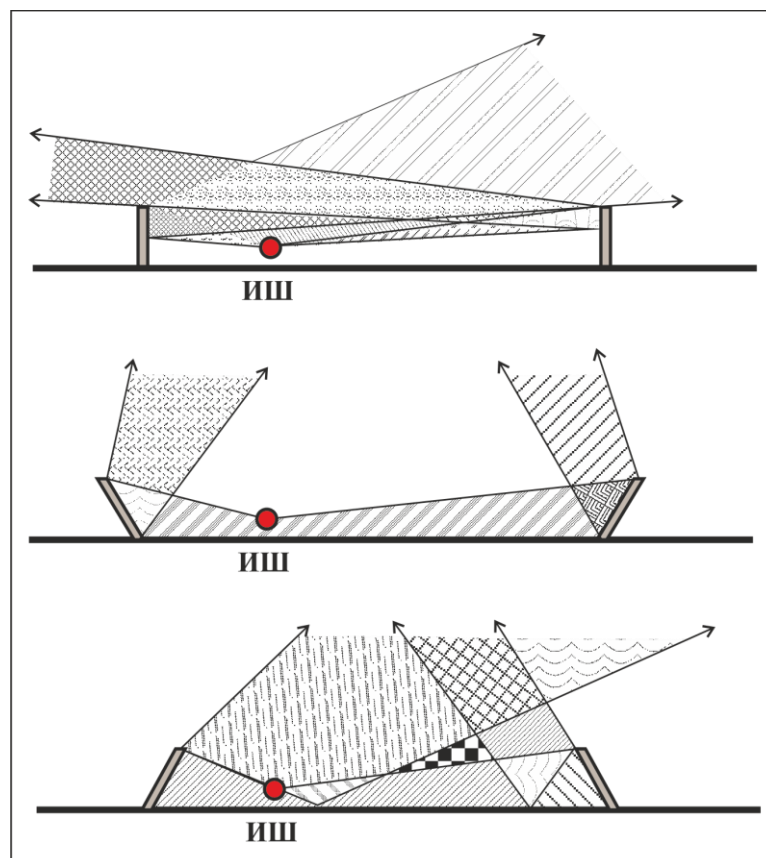
6.2.8 Шумоотражающие экраны используются для защиты жилой застройки в следующих случаях (рисунок 6.3):

- на противоположной от защищаемой застройки территории застройка отсутствует на расстоянии 500 м (рисунок 6.3, а);
- жилая застройка, расположенная на противоположной от защищаемой застройки территории, находится ниже уровня проезжей части автомобильной дороги (рисунок 6.3, б);
- жилая застройка, расположенная на противоположной от защищаемой застройки территории, находится на расстоянии более, чем в 20 раз превышающем высоту экранов (рисунок 6.3, в);
- шум отражается наклонным шумозащитным экраном в зону, не требующую защиты (схема на рисунок 6.3, г).

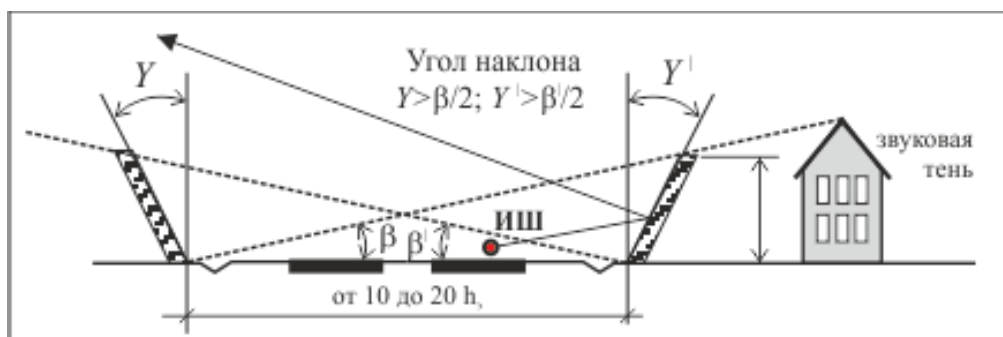


**Рисунок 6.3 - Схемы применения шумоотражающих экранов на автомобильных дорогах**

6.2.10 Угол наклона шумозащитного экрана относительно вертикали определен условиями, представленными на рисунке 6.4. Рекомендации по назначению величины угла наклона представлены на рисунке 6.5.



**Рисунок 6.4 - Отражение шума от экранов при их различном наклоне**



**Рисунок 6.5 –Рекомендуемые углы наклона экрана**

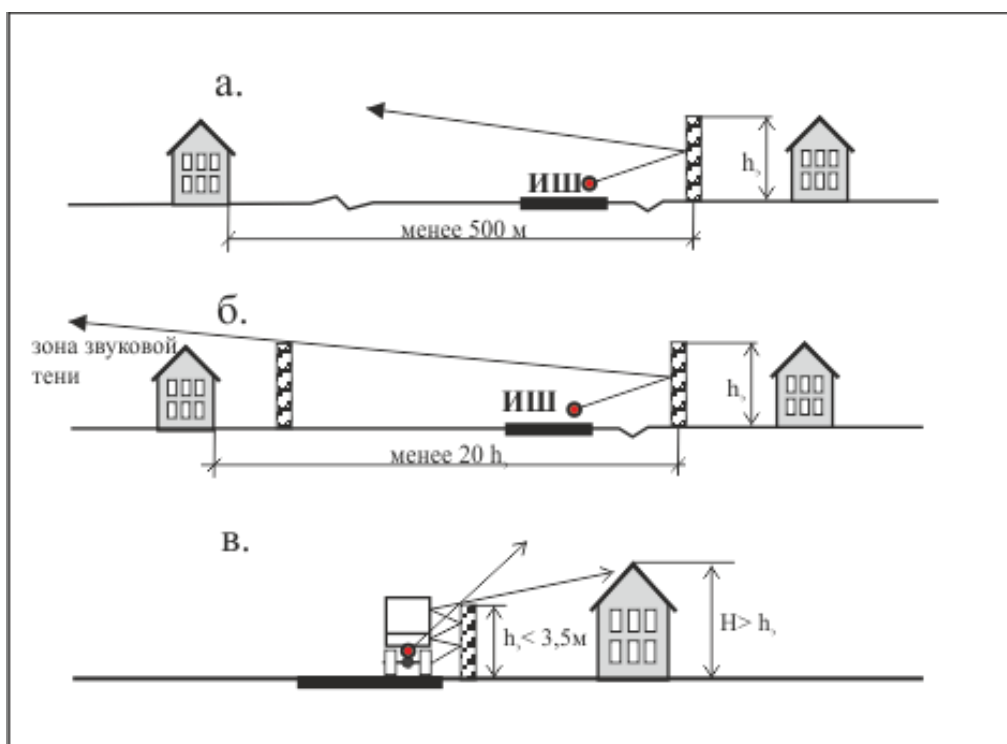
6.2.11 Для отражающих экранов используют плотные материалы, такие как бетон, стекло, кирпич, дерево, имеющие низкий коэффициент поглощения и, следовательно, высокие шумоотражающие качества.

6.2.12 Шумопоглощающие экраны применяют для защиты жилой застройки в следующих случаях:

- если необходимо воспрепятствовать в открытой для шума жилой застройке увеличения шума на 3 дБА, когда застройка расположена на расстоянии менее 500 м от шумопоглощающего экрана (рисунок 6.6, а);

– если необходимо воспрепятствовать повышению уровней звука в зоне звуковой тени от многократного отражения шума (рисунок 6.6, б). Для этой цели могут использоваться как вертикальные поглощающие экраны, так и наклонные шумоотражающие экраны;

– если необходимо воспрепятствовать повышению уровня звука за шумозащитным экраном вследствие замен шума от высоких кузовов автомобилей, автобусов и т.д. при высоте экранов до 3,5 м и высокой этажной жилой застройке (рисунок 6.6, в).



**Рисунок 6.6 - Условия применения шумопоглощающих экранов**

6.2.13 Шумопоглощающий экран представляет собой конструкцию, в состав которой входят: фундамент, металлические опоры, акустические панели и акустический крепеж. Акустические панели представляют собой кассеты толщиной 120мм, наполненные минеральной ватой, в качестве шумопоглощающего материала, и закрытые профилированным листом. Лист, обращенный к источнику шума, имеет перфорацию.

6.2.14 Шумопоглощающие экраны могут иметь звукопоглотители следующих групп:

- из пористых материалов;
- резонирующих панелей;

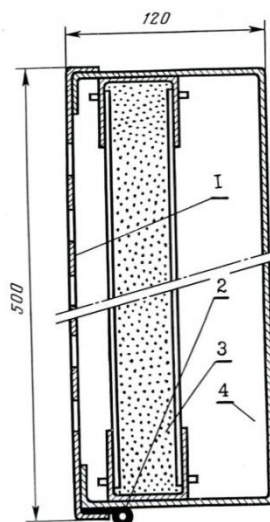
– конструкции с перфорированным покрытием.

6.2.15 Звукопоглощение в пористых материалах обусловлено вязким трением в порах, внутренним трением, теплообменом между воздухом.

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

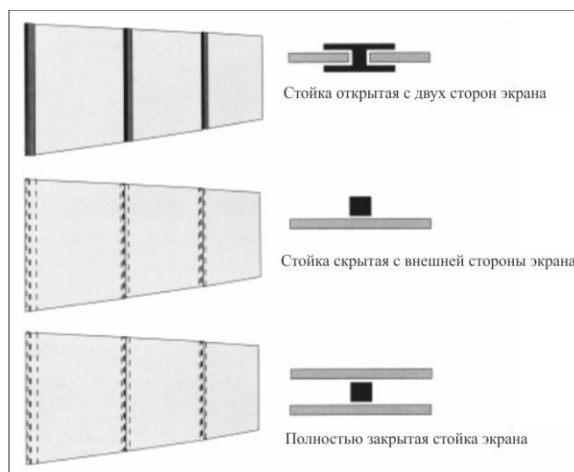
6.2.16 Резонирующие панели, представляющие собой специальные тонкие пластины, заключенные в раму, они обладают высоким поглощением звука на низких частотах. К резонирующим также относят конструкции, разработанные на основе резонаторов Гельмгольца.

6.2.17 Перфорированные покрытия, сочетающие преимущества пористых материалов и резонирующих панелей, представляют собой пористый материал, закрепленный внутри панели, закрытой перфорированной пластиной (рисунок 6.7). Варианты закрепления панелей между стойками показаны на рисунке 6.8.



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

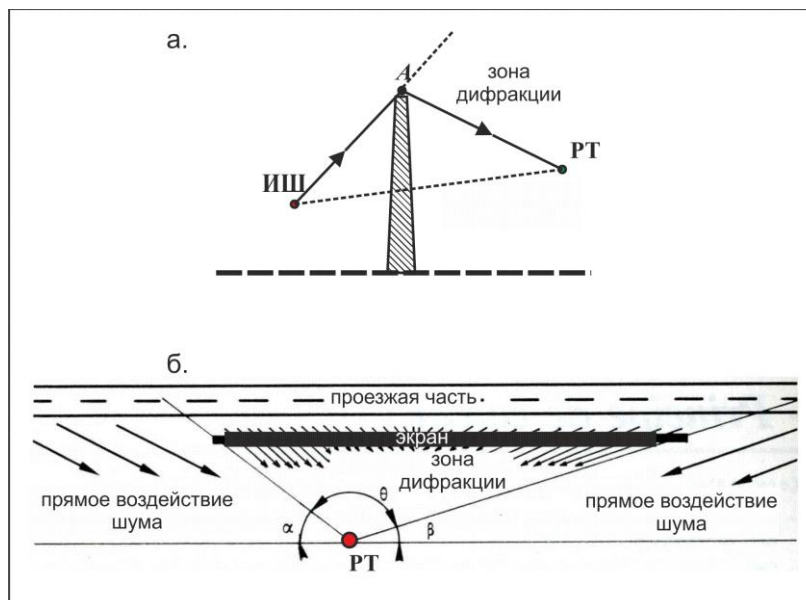
**Рисунок 6.7 - Принципиальная конструкция панели шумопоглощающего экрана**



**Рисунок 6.8 - Варианты закрепления панелей между стойками**

### 6.3 Определение размеров шумозащитных сооружений

При расчетах акустической эффективности шумозащитных сооружений рассматриваются расчетные сечения, соединяющие источник шума и расчетную точку. Снижение 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, вызванного явлением дифракции (рисунок 6.9).



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

**Рисунок 6.9 - Схема положения зоны дифракции в профиле (а) и в плане (б) в зависимости положения расчетной точки (РТ) и размеров**

### **шумозащитного экрана, его высоты и длины**

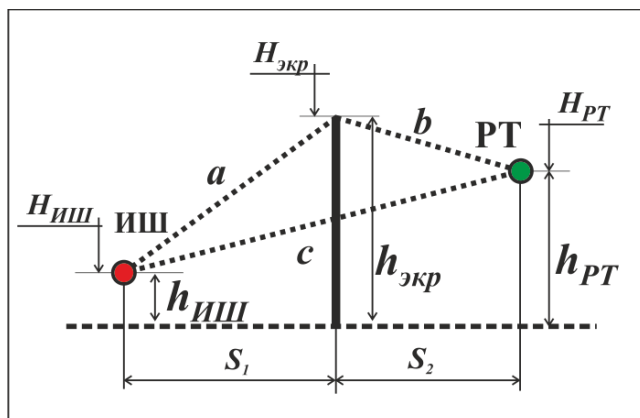
Основной характеристикой определяющей акустические качества шумозащитного экрана-стенки является его высота. При проложении автомобильной дороги в выемке – глубина и уклоны откосов выемки. При экранировании прилегающей территории шумозащитным валом – высота и ширина верха шумозащитного вала.

#### **6.3.1 Высота шумозащитного экрана-стенки**

6.3.1.1 Акустическая эффективность экрана зависит от разности длин путей звукового луча  $\delta$ , определяемой в соответствии со схемой, представленной на рисунке 6.10 по формуле:

$$\delta = a + b - c, \quad (6.1)$$

- где  $\delta$  - разности длин путей звукового луча, м;  
 $a$  - кратчайшее расстояние между акустическим центром источника шума и верхней кромкой экрана, м;  
 $b$  - кратчайшее расстояние от верхней кромки экрана до расчетной точки, м;  
 $c$  - кратчайшее расстояние от акустического центра источника шума до расчетной точки, м.



**Рисунок 6.10 - Расчетная схема определения разницы пути ( $\delta$ ) для экрана –стенки**

Расстояния  $a$ ,  $b$  и  $c$  определяются с точностью до сотых долей метра по формулам:

$$a = \sqrt{S_1^2 + (h_{\text{экр}} - h_{\text{ИШ}})^2}, \quad (6.2)$$



$$b = \sqrt{S_2^2 + (h_{\text{экp}} - h_{\text{PT}})^2}, \quad (6.3)$$

$$c = \sqrt{(S_1 + S_2)^2 + (h_{\text{PT}} - h_{\text{ИШ}})^2}, \quad (6.4)$$

где  $h_{\text{ИШ}}$  - высота источника шума над уровнем проезжей части, м;

$h_{\text{экp}}$  - высота экрана, м;

$h_{\text{PT}}$  - 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.

6.3.1.2 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 полосе движения в случае многополосных дорог.

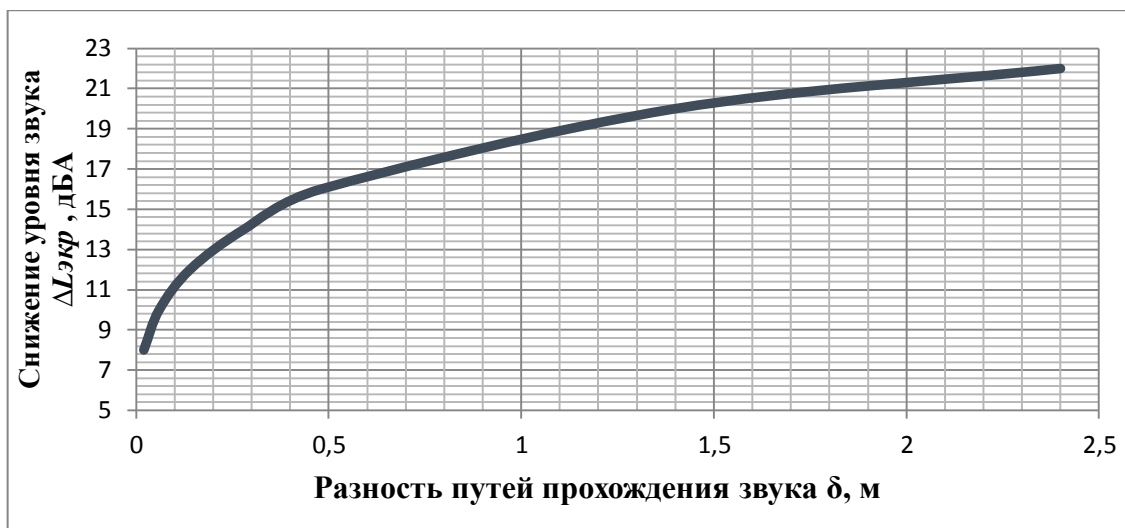
6.3.1.3 Если поверхности проезжей части улицы или дороги и прилегающей территории расположены на разных уровнях, то вместо величин  $h_{\text{ИШ}}$ ,  $h_{\text{экp}}$  и  $h_{\text{PT}}$  в формулы 6.2 - 6.4 следует подставлять отметки уровней акустического центра источника шума отметку расчетной точки верхней кромки экрана ( $H_{\text{экp}}$ ) и отметку расчетной точки ( $H_{\text{PT}}$ ), полученные из проектного решения поперечного профиля в расчетном сечении.

6.3.1.4 Для ориентировочных расчетов величины  $a$ ,  $b$  и  $c$  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.

6.3.1.5 Шумопонижение экрана в зависимости от разницы путей прохождения звука  $\delta$  определяется по формуле 6.5 или графически, по номограмме на рисунке 6.11.

$$\Delta L_{\text{экp}} = 18,2 + 7,8 \lg (\delta + 0,2), \quad (6.5)$$

где:  $\Delta L_{\text{экp}}$  - шумопонижение экрана, дБА;  
 $\delta$  - разница между геометрическим расстоянием источник шума - расчетная точка и кратчайшим расстоянием между источником шума и расчетной точкой, м;



**Рисунок 6.11 - Шумопонижение экрана в зависимости от разницы путей прохождения звука( $\delta$ )**

6.3.1.6 При нарушении сплошности экрана, которое может быть связано с техническими требованиями, например, наличием отверстий для отвода поверхностных вод, акустическая эффективность сооружения снижается. Величины поправки в зависимости от требуемого шумопонижения из-за снижения сплошности экрана представлены в таблице 6.6.

**Т а б л и ц а 6.6 - Снижение эффективности шумозащитных экранов при наличии нарушений сплошности**

% снижения сплошности экрана	Требуемое шумопонижение экрана, дБА			
	10	15	20	25
	Снижение акустического эффекта экрана, дБА			
1,50	2			
0,78	1	3		
0,39	1	2		
0,20	0	1	3	
0,10	0	1	1	
0,05	0	0	1	2

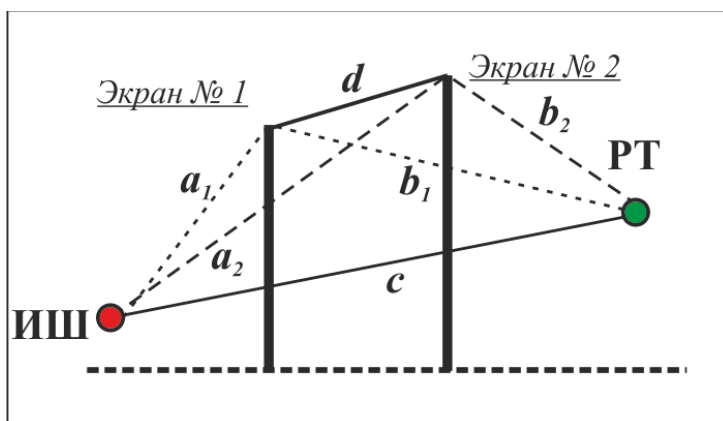
### 6.3.2 Параллельные экраны-стенки

В случае параллельных экранов (рисунок 6.12) определяются шумопонижения каждого из экранов, а их общая акустическая эффективность определяется энергетическим суммированием, при этом для каждого из экранов вычисляются значения величин  $\delta$  по формулам:

$$\text{для экрана № 1} \quad \delta_1 = a_1 + b_1 - c, \quad (6.6)$$

$$\text{для экрана № 2} \quad \delta_2 = a_2 + b_2 - c, \quad (6.7)$$

В соответствии с п. 6.4.1.5 для каждого из экранов вычисляются значения  $\Delta L_{\text{экp1}}$  и  $\Delta L_{\text{экp2}}$  после чего, согласно пункту 4.1.2 «Рекомендаций» выполняется энергетическое суммирование установленных значений снижения уровней звука.



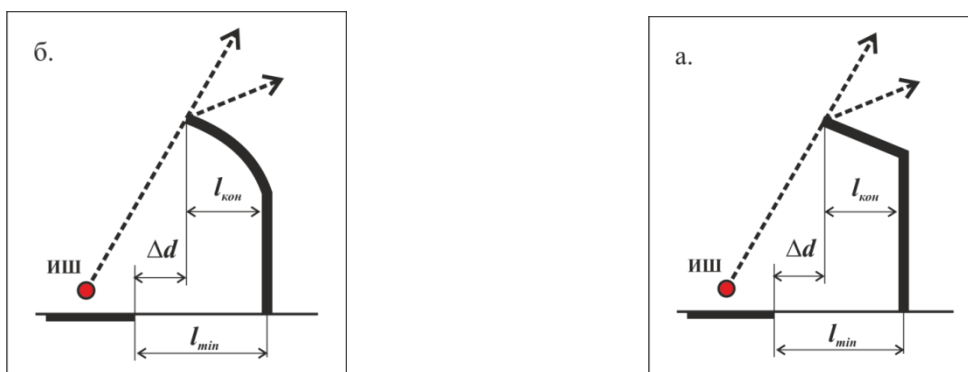
**Рисунок 6.12 - Расчетная схема определения разницы расстояний ( $\delta$ ) для параллельных экранов-стенок**

При не большой разнице отметок верха параллельных экранов (до 1 м) шумопонижение может быть определено по величине  $\delta'$  вычисляемой по формуле:

$$\delta' = a_1 + d + b_2 - c, \quad (6.8)$$

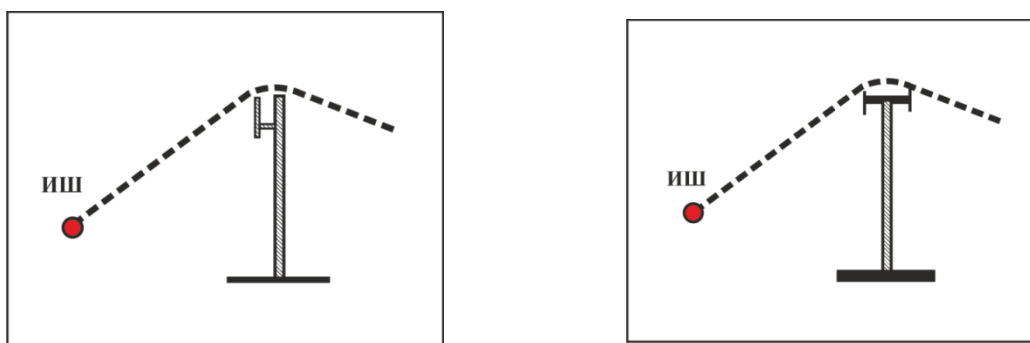
### 6.3.3 Повышение акустической эффективности шумозащитных экранов

Устройство выносной консоли или искривление верхней части экрана в сторону автомобильной дороги уменьшает расстояние между источником шума и экраном на величину  $\Delta d$  (рисунок 6.13), тем самым увеличивая параметр  $\delta$ , что способствует повышению акустической эффективности экрана. Такое решение также увеличивает видимость и упрощает условия эксплуатации автомобильной дороги.



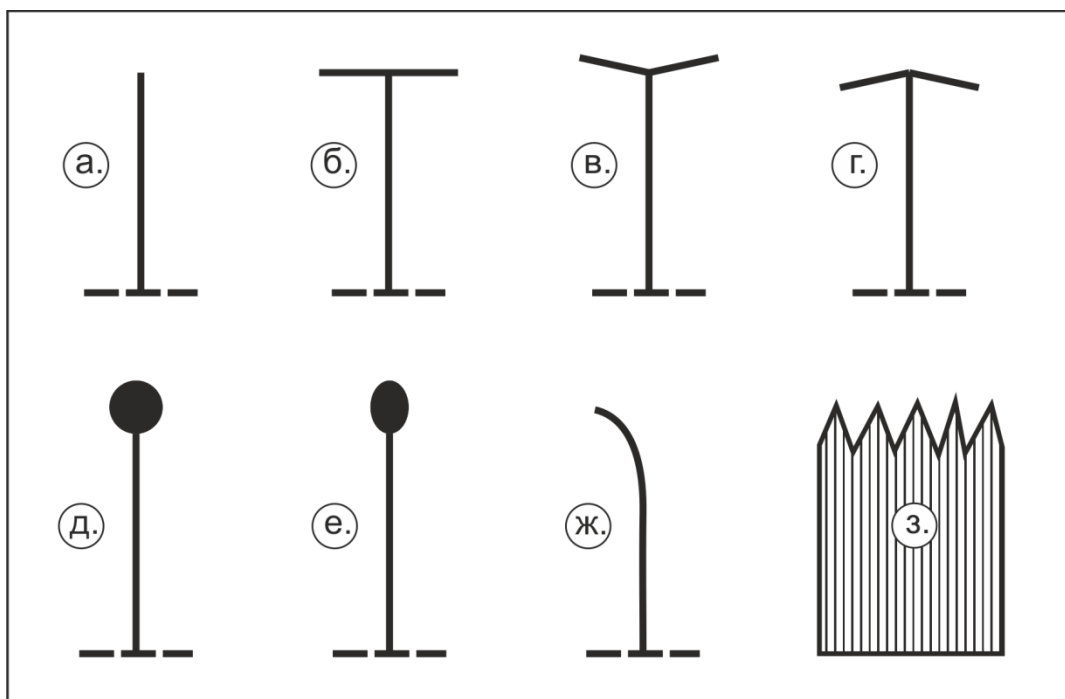
**Рисунок 6.13 - Уменьшение расстояние между источником шума и экраном на величину  $\Delta d$  в случае коленообразных (а) и криволинейных(в) экранов**

Уширенная верхняя часть экрана (рисунок 6.14) позволяет, в зависимости от конструктивного, решения дать дополнительное снижение шума до 3-х дБА.



**Рисунок 6.14 - Схемы экранов с уширенной верхней частью, повышающие акустическую эффективность**

Возможные схемы и внешний вид конструктивного решения веха экрана представлены на рисунках 6.15 и 6.16.



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

**Рисунок 6.15 - Схемы устройства верхней части шумозащитных экранов**

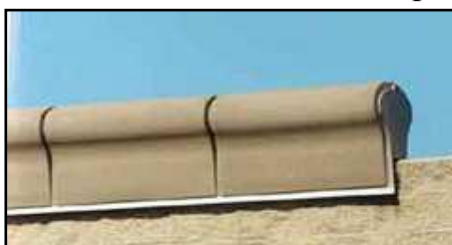
«Т» - образная верхняя часть экрана



Цилиндрическая верхняя часть экрана

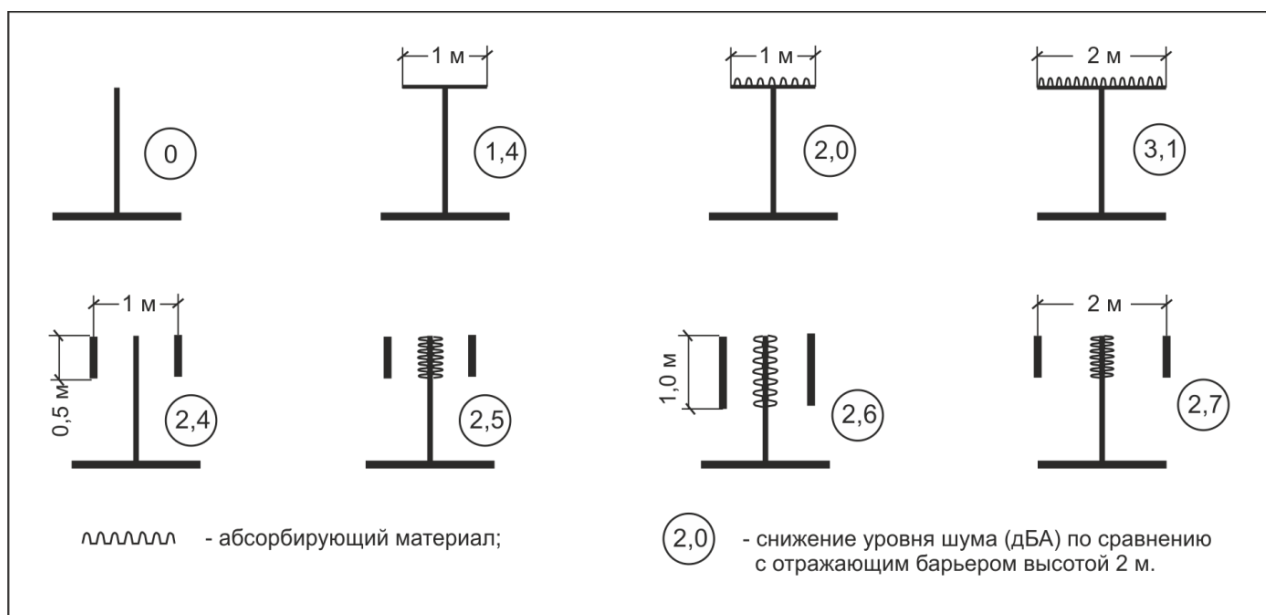


Эллипсообразная верхняя часть экрана



**Рисунок 6.16 - Внешний вид верхней части шумозащитных экранов**

Дополнительное снижение уровня звука при разных значениях ширины полки Т-образного экрана с поглощающей поверхностью представлены на рисунке 6.17.



**Рисунок 6.17 - Повышение акустической эффективности Т-образного экрана в зависимости от ширины полки (а)**

При рассмотрении варианта шумозащитных экранов с модифицированной конструкцией верхней части следует учитывать опыт строительства и эксплуатации подобных сооружений (таблица 6.7).

### 6.3.4 Расчет акустической эффективности проложения автомобильной дороги в выемке

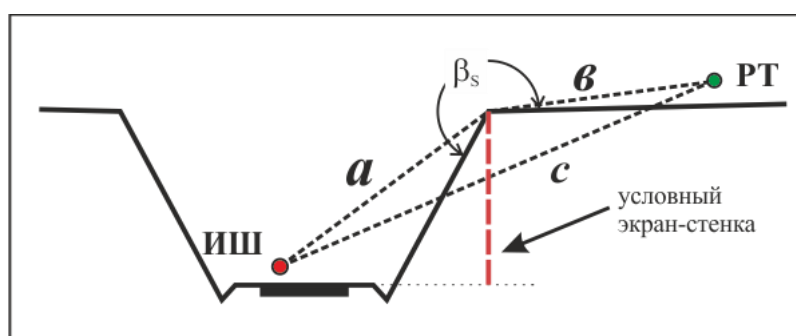
6.3.4.1 Акустическая эффективность проложения автомобильной дороги в выемке определяется глубиной выемки и уклоном откоса со стороны, территории. Для оценки влияния глубины вводится понятие условный экран-стенка высотой равной глубине выемки, влияние крутизны откосов определяется внешним углом  $\beta_s$  (рисунок 6.18).

Т а б л и ц а 6.7 - Оценка эффективности шумозащитных экранов с модифицированной конструкцией верхней части

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

6.3.4.2 Оценка акустической эффективности осуществляется следующим образом. На чертеже в расчетном сечении из верхнего края

(бровки) выемки опускают перпендикуляр до уровня основания выемки (рисунок 6.20), 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  $a$ ,  $b$  и  $c$  по которым рассчитывают экранирующий эффект условного экрана-стенки ( $\Delta L_{\text{Аусл.ст.}}$ ). Акустическая эффективность откосов выемки  $\Delta L_{\text{Ав}}$  в зависимости от величины внешнего угла  $\beta_s$  определяется по таблице 6.8.



**Рисунок 6.18 - Схема расчета разности хода звуковых лучей для оценки акустической эффективности выемки**

**Т а б л и ц а 6.8**

Внешний угол $\beta_s$ в градусах	210	225	240	255
Поправка $\Delta L_{\text{Ав}}$ , дБА	6	5	3	1

**Примечание** Промежуточные значения  $\Delta L_{\text{Ав}}$  определяются интерполяцией.

Суммарный эффект глубины и крутизны откосов выемки определяют по формуле 6.9.

$$\Delta L_{\text{А выем}} = \Delta L_{\text{Аусл.ст}} + \Delta L_{\text{Ав}}, \quad (6.9)$$

где:  $\Delta L_{\text{Аз.выем}}$  - акустическая эффективность выемки, дБА;  
 $\Delta L_{\text{Аусл.ст}}$  - акустическая эффективность условного экрана-стенки, дБА;  
 $\Delta L_{\text{Ав}}$  - Акустическая эффективность откосов выемки, дБА.

Если для повышения акустической эффективности выемки дополнительно устанавливают экран-стенку высотой  $H_{\text{эдон}}$ , то для оценки эффективности комбинированного сооружения «выемка-экран» вначале



определяют акустическую эффективность выемки ( $\Delta L_{Aз.выем}$ ), затем акустическую эффективность дополнительного экрана-стенки ( $\Delta L_{Aз.дон}$ ) и далее находят методом энергетического суммирования их сумму по формуле:

$$\Delta L_{A \text{ выем-экран}} = 10 \lg (10^{0,1 \Delta L_{Aз \text{ выемки}}} + 10^{0,1 \Delta L_{Aз \text{ дон}}}), \quad (6.10)$$

где  $\Delta L_{Aз.выем}$  - акустическая эффективность выемки, дБА;  
 $\Delta L_{Aз.дон}$  - акустическая эффективность дополнительного экрана-стенки, дБА.

### 6.3.5 Акустическая эффективность грунтового шумозащитного вала

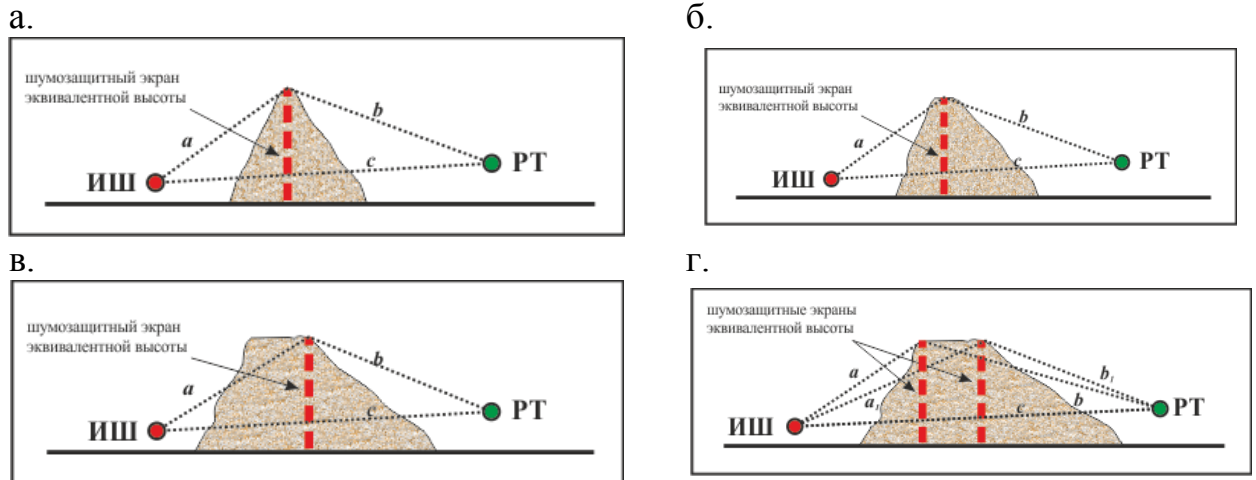
6.3.5.1 Эффективность экранирования прилегающей территории шумозащитным валом (насыпью)  $\Delta L_{шзв}$  определяется положением шумозащитного вала и его геометрическими размерами (высота, ширина верхней части, уклоны откосов).

6.3.5.2 Расчетная схема шумозащитного вала зависит от ширины верхней его части. В зависимости от ширины верха шумозащитного вала возможны следующие схемы расчета его акустической эффективности:

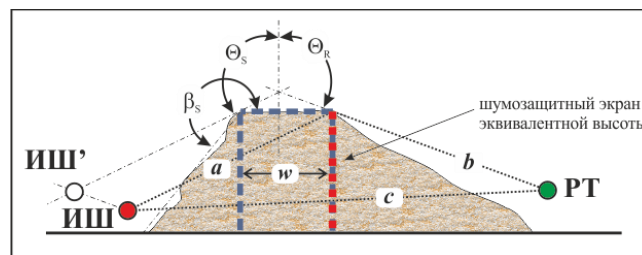
- треугольный шумозащитный вал (рисунок 6.19, а) рассчитывается как тонкий шумозащитный экран (раздел 6.3.1 «Рекомендаций»).
- аналогично рассчитывается трапецидальный вал с шириной верхней части до 2 м, эквивалентный экран-стенка располагается в наиболее высоком сечении вала (рисунок 6. 19, б).
- при 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 6. 19, в).
- расчет трапецидального вала с шириной верха свыше 4 м выполняется по аналогии с расчетом двух тонких шумозащитных экранов расположенных под вершинами вала (рисунок 6. 19, г).

При ширине верхней части шумозащитного вала свыше 10 м применяется расчетная схема, приведенная на рисунке 6.20. Для этого в

разрез насыпи (вала) вписывается прямоугольный параллелепипед, определяется его ширина ( $w$ ) и внешние углы  $\theta_S$  и  $\theta_R$ .



**Рисунок 6.19 - Схемы расчета его акустической эффективности шумозащитного вала**



**Рисунок 6.20 - Схема для определения расчетных параметров широкого шумозащитного вала**

Ближайшую к расчетной точке сторону параллелепипеда, рассматривают как условный экран-стенку и рассчитывают его акустическую эффективность. По величинам углов  $\theta_S$  и  $\theta_R$  на основании номограммы на рисунке 6.21 определяют коэффициент ( $K$ ), и далее находят экранирующий эффект насыпи по формуле:

$$\Delta L_{\text{Аэкр.вал}} = \Delta L_{\text{Аусл.ст}} + K(\lg w + 0,7) - \Delta L_{\text{Ав}}, \quad (6.11)$$

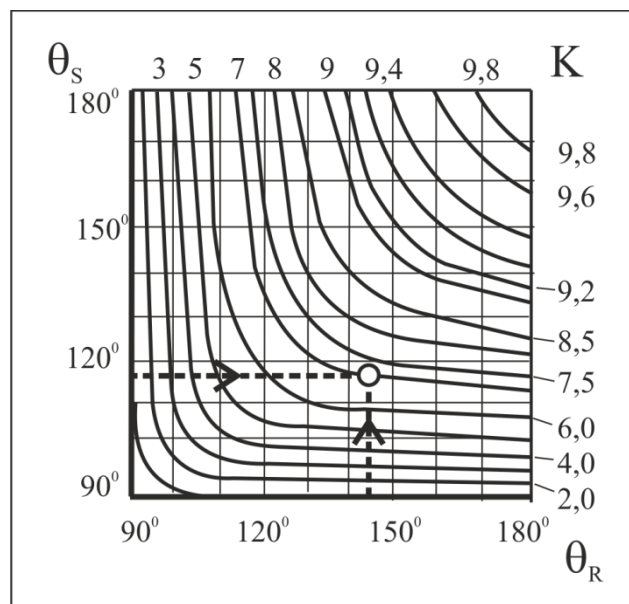
где:  $\Delta L_{\text{Аэкр.вал}}$  - шумопонижение на участке шумозащитного вала, дБА;

$\Delta L_{\text{Аусл.ст}}$  - снижение уровня звука условным экраном, дБА, то же, что и по п. 6.3.4.2 «Рекомендаций»;

$K$  - параметр, определяемый в зависимости от углов  $\theta_S$  и  $\theta_R$  по номограмме на рисунке 6.23;

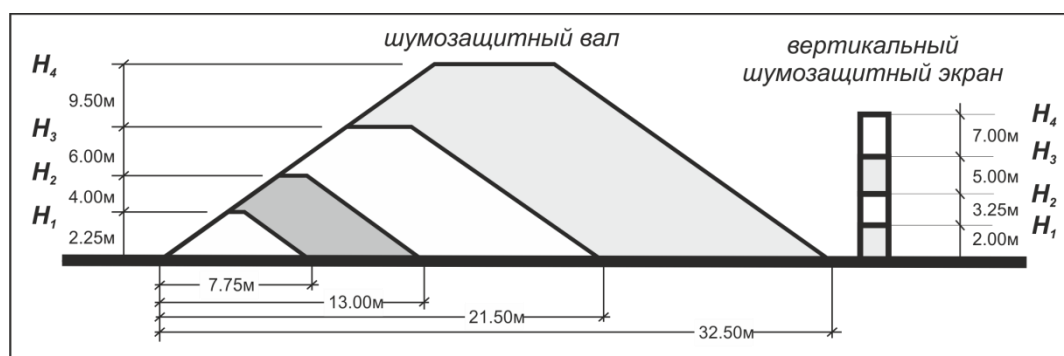
$w$  - ширина вписанного прямоугольного параллелепипеда, м;

$\Delta L_{\text{Ав}}$  - то же, что и в формуле 6.9.



**Рисунок 6.21 - Номограмма для определения расчетных значений параметра  $K$**

6.3.5.3 Сопоставление акустической эффективности шумозащитных земляных валов и вертикальных шумозащитных экранов показывает, что при необходимости обеспечить определенное снижение шума, то его высота должна быть на 15-20% больше, при этом существенно увеличивается занимаемая шумозащитным сооружением площадь (рисунок 6.22).



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 6.22 - Сопоставление акустической эффективности шумозащитных земляных валов и вертикальных шумозащитных экранов**

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

6.3.5.4 Если для повышения акустической эффективности шумозащитного вала дополнительно устанавливают экран-стенку высотой

$H_{\text{доп}}$ , то для оценки эффективности комбинированного сооружения «шумозащитный вал-экран» вначале определяют акустическую эффективность шумозащитного вала ( $\Delta L_{A\text{вал}}$ ), затем акустическую эффективность дополнительного экрана-стенки ( $\Delta L_{A\text{э.доп}}$ ) и далее находят их сумму методом энергетического суммирования по формуле:

$$\Delta L_{A\text{вал-экран}} = 10 \lg (10^{0,1\Delta L_{A\text{вал}}} + 10^{0,1\Delta L_{A\text{э.доп}}}), \quad (6.12)$$

где  $\Delta L_{A\text{вал}}$  - акустическая эффективность шумозащитного вала, дБА;  
 $\Delta L_{A\text{э.доп}}$  - акустическая эффективность дополнительного экрана-стенки, дБА.

### 6.3.6 Изменение уровня шума вследствие влияния покрытия защищаемой территории

Снижение или повышение вследствие влияния покрытия территории  $\Delta L_{A\text{пок}}$  при наличии экранов между источником шума и расчетной точкой следует определять по формулам 6.13 - 6.15 при акустически мягком покрытии и по формулам 6.19 и 6.20 при акустически жестком покрытии.

$$\Delta L_{A\text{пок}} = 5(1 - z) \times \lg \left( \frac{\sigma^3}{1 + 0,01\sigma^2} \right) \quad \text{при } \sigma \geq 1, \quad (6.13)$$

$$\Delta L_{A\text{пок}} = 4z \times \lg \sigma \quad \text{при } 0,3 \leq \sigma \leq 1, \quad (6.14)$$

$$\Delta L_{A\text{пок}} = -2z + 4z \times \lg \left( \frac{0,3}{\sigma} \right) \quad \text{при } 0,1 \leq \sigma < 0,3, \quad (6.15)$$

При  $\sigma < 0,1$   $\Delta L_{A\text{пок}} = 0$ .

где  $z$  - параметр, определяемый по формуле:

$$z = \frac{\Delta L_{A\text{экр}} - 5}{13}, \quad (6.16)$$

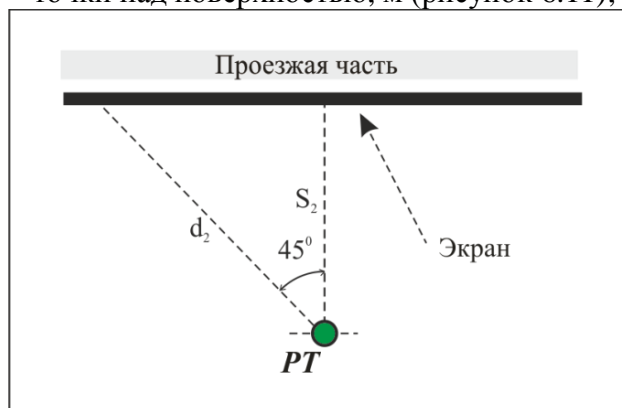
где  $\Delta L_{A\text{экр}}$  - снижение уровня звука экраном, дБА, определяемое согласно п. 6.3.1 «Рекомендаций» (При  $\Delta L_{A\text{экр}} \geq 18$  дБА  $z=1,0$ ).

$$\sigma = \frac{d_2}{10h_{\text{PT}}}, \quad (6.17)$$

где  $d_2$  - расчетное расстояние, м (рисунок 6.23), определяемое по формуле:

$$d_2 = S_2 / \cos 45^\circ \approx 1,4 \times S_2, \quad (6.18)$$

где  $S_2$  и  $h_{PT}$  - расстояние от экрана до расчетной точки и высота расчетной точки над поверхностью, м (рисунок 6.11);



**Рисунок 6.23 - Схема для определения расчетных расстояний  $S_2$  и  $d_2$**

$$\Delta L_{A_{нок}} = -3z \times \lg \sigma - 2z \quad \text{при } 0,2 \leq \sigma \leq 10, \quad (6.19)$$

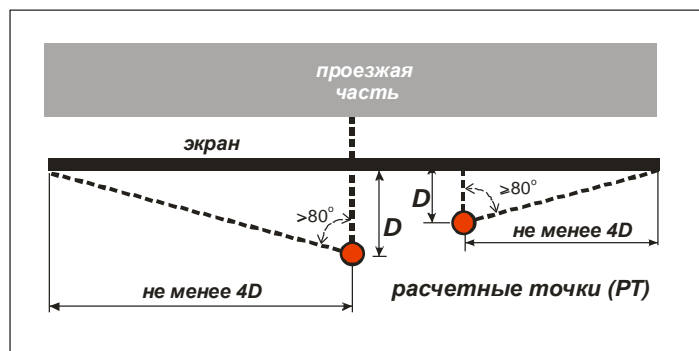
$$\Delta L_{A_{нок}} = -5z \quad \text{при } \sigma > 10, \quad (6.20)$$

При  $\sigma < 0,2$   $\Delta L_{A_{нок}} = 0$ .

### 6.3.7 Длина шумозащитных экранов

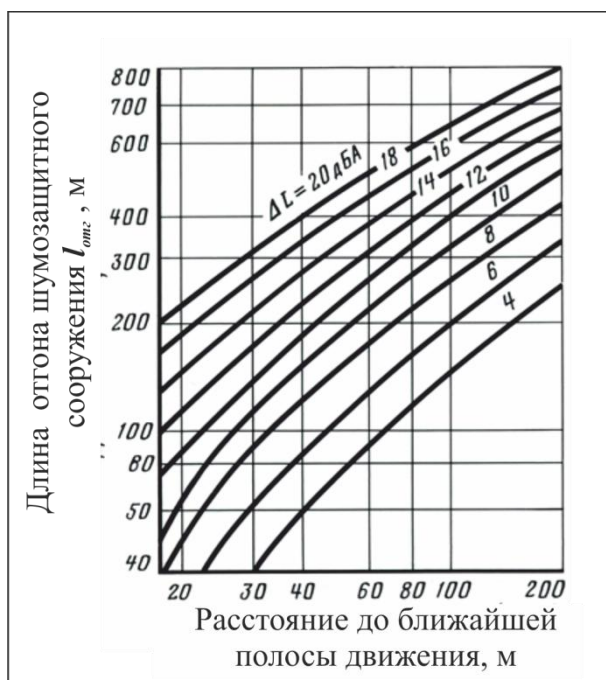
6.3.7.1 Длина шумозащитного экрана должна обеспечивать снижение эквивалентных уровней звука до расчетных значений. Она зависит от расстояния оси ближайшей полосы движения до застройки, а также от прогнозируемого снижения эквивалентного уровня звука.

Минимальная длина шумозащитного экрана за пределами жилой застройки должна составлять не менее 100 - 150 м и составлять не менее 4-х расстояний от проезжей части до расчетной точки (рисунок 6.24).



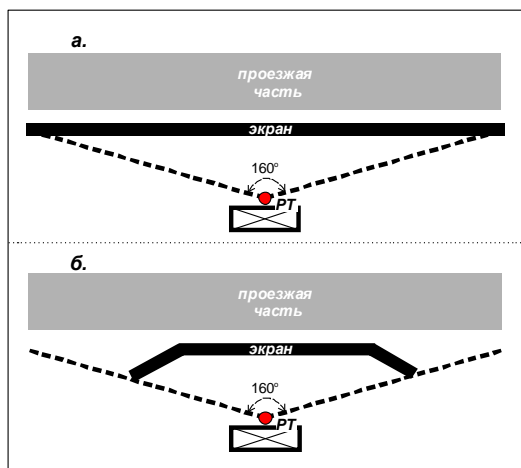
**Рисунок 6.24 - Минимальная длина шумозащитного экрана за пределами жилой застройки экрана**

Значение минимальной длины отгона шумозащитного сооружения ( $l_{отг}$ ) определяется по номограмме приведенной на рисунке 6.25 в зависимости от расстояния ближайшей полосы движения до застройки.



**Рисунок 6.25 - Зависимость минимальной длины отгона шумозащитного сооружения  $l_{отг}$  от расстояния ближайшей полосы движения до застройки**

6.3.7.2 Длина шумозащитного может быть уменьшена, если его концы отогнуты в плане в сторону от источника шума (рисунок 6.26).

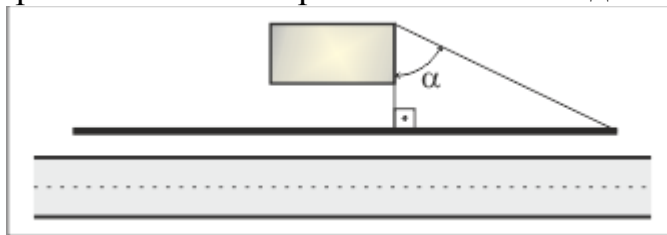


**Рисунок 6.26 - Искривление экрана в сторону защищаемого участка (б) от источника шума позволяет уменьшить его общую длину экрана**

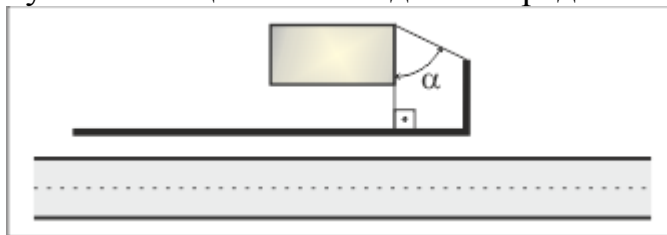
6.3.7.3 Схемы сокращения длины шумозащитного экрана представлены

на рисунке 6.27. Угол  $\alpha$  при этом должен быть постоянным.

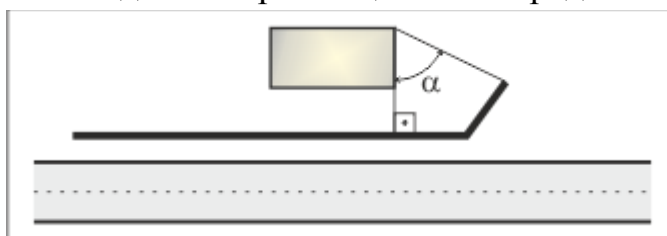
Прямолинейный экран минимальной длины



Экран с отогнутыми концами с выходом за пределы полосы отвода



Экран уменьшенной длины с размещением в пределах полосы отвода

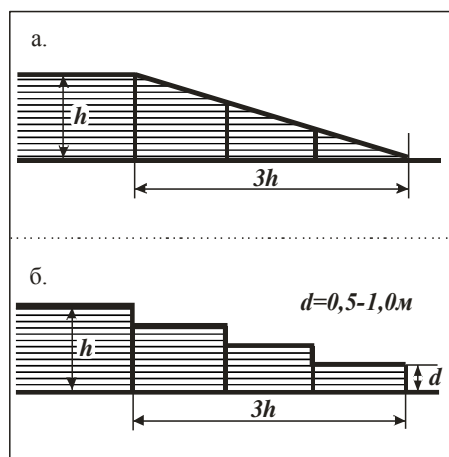


**Рисунок 6.27 - Схемы сокращения длины шумозащитного экрана**

### **6.3.8 Начальный (конечный) участок экрана, отгон высоты экрана, разрывы в шумозащитных сооружениях**

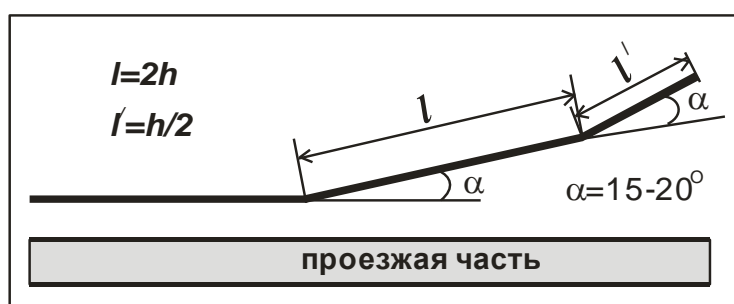
6.3.8.1 Для предохранения изменения траектории движения при порыве ветра, обеспечения требуемой инсоляции и с эстетической точки зрения необходимо плавно изменять высоту на начальном и конечном участках экрана. Рекомендуется изменение высоты с уклоном 1: 8, но не круче 1:3. Возможно плавное или ступенчатое изменение высоты (рисунок 6.28), в последнем случае высота крайней ступени составляет 0,5 – 1,0 м.

6.3.8.2 Если в начале (конце) экрана предполагается изменение его направления в сторону защищаемой от шума территории, то угол изменения направления должен составлять 15-20°, а высоты на участках изменения направления одной и двум высотам, соответственно (рисунок 6.29).



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

**Рисунок 6.28 - Схема назначения параметров начального (конечного) участка**



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

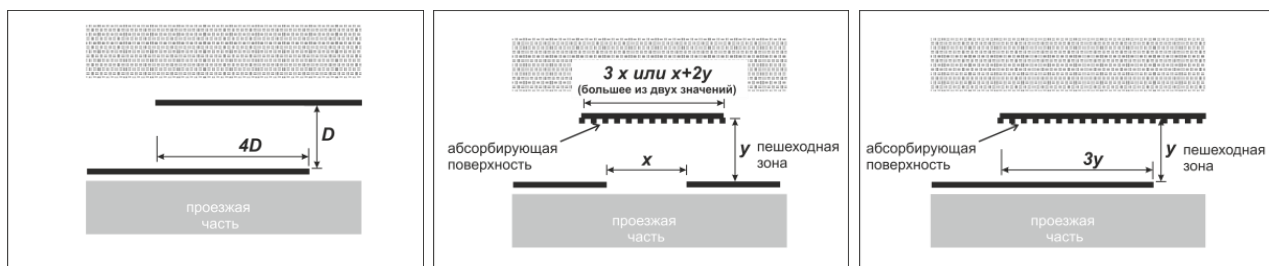
**Рисунок 6.29 - Схема назначения параметров начального (конечного) участка при изменении экрана в плане**

6.3.8.3 В местах расположения остановок общественного транспорта и в местах пешеходных переходов для обеспечения прохода людей предусматриваются разрывы в экранах с устройством контрэкранов или их перекрытие.

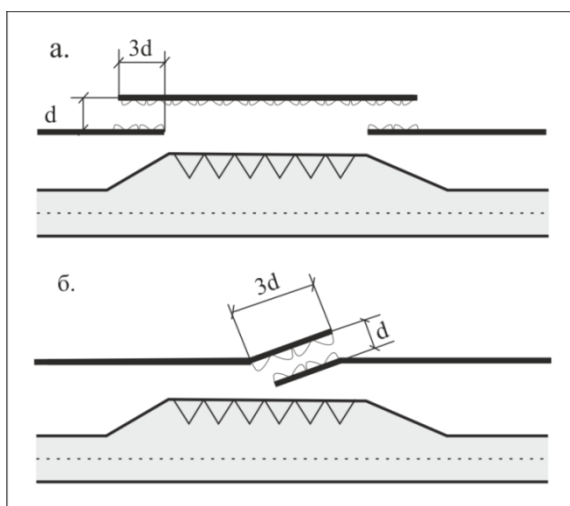
Перекрытие экранов должно составлять не менее 3 - 4 расстояний между экранами. При этом внутренняя сторона контрэкранов выполняется из шумопоглощающих материалов (рисунки 6.30).

6.3.8.4 Минимальное взаимное перекрытие экранов у остановки общественного транспорта в населенном пункте назначается не менее тройной ширины прохода (рисунок 6.31). Ширина прохода не должна быть менее 2 м.





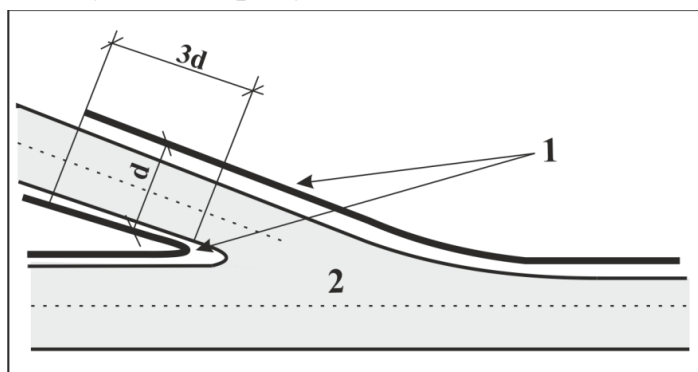
**Рисунок 6.30 - Схемы устройства экранов на участках разрыва и перекрытия**



а - контрэкран; б - дубльэкран

**Рисунок 6.31 - Схема расположения экрана у остановки общественного транспорта в населенном пункте**

6.3.8.5 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 двух расстояний между осями (рисунок 6.32).

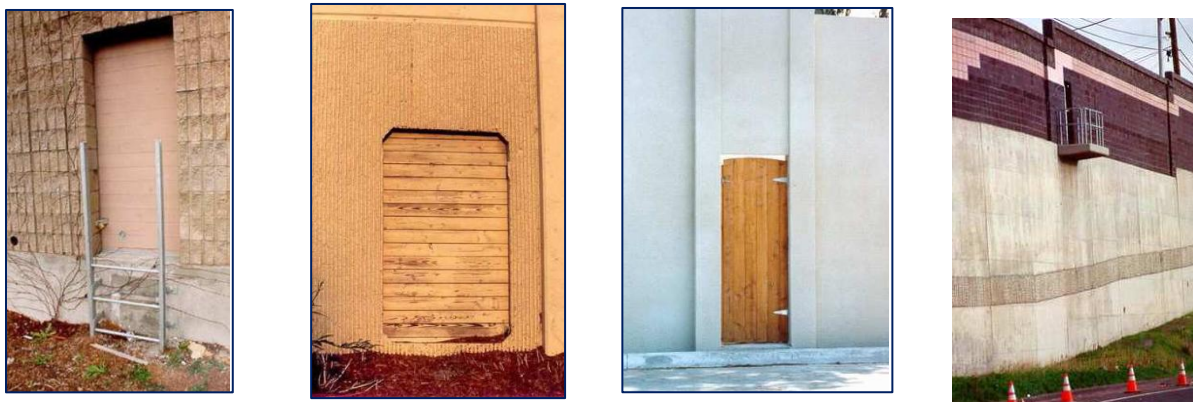


1 – ось экрана; 2 – проезжая часть.

**Рисунок 6.32 - Схема расположения шумозащитного экрана на съезде с невысокой интенсивностью движения**

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

6.3.8.6 В шумозащитных экранах большой протяженности предусматриваются технические двери для работников службы эксплуатации и участников дорожного движения приблизительно через каждые 500 м (рисунок 6.33). 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. Место расположения дверей для участников движения и пешеходов обозначаются специальными указателями.



**Рисунок 6.35 - Технические двери в шумозащитном экране**

6.3.8.7 Для обеспечения работы пожарной службы при ликвидации возгораний, в зоне шумозащитных экранов следует предусматривать гидранты с обеих сторон сооружения (рисунок 6.34) и пожарные проходы (рисунок 6.35).



**Рисунок 6.34 - Пожарные гидранты в шумозащитном экране**



**Рисунок 6.35 - Пожарный проход в шумозащитном экране**

## **6.4 Ветровая нагрузка на конструкции шумозащитных экранов**

6.4.1 Нормативное значение средней составляющей ветровой нагрузки  $w_m$  в зависимости от эквивалентной высоты  $z_e$  над поверхностью земли следует определять по формуле:

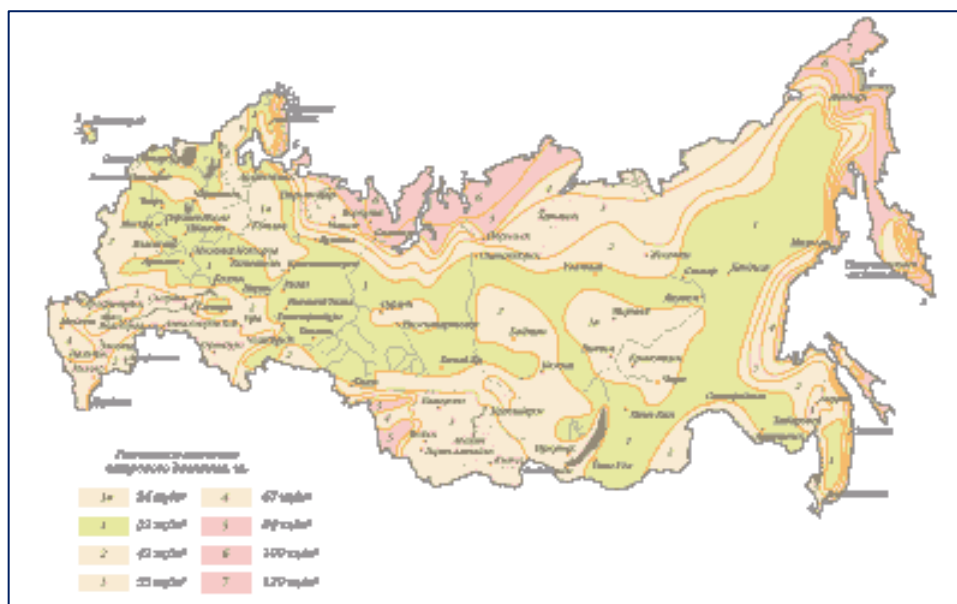
$$w_m = w_0 \times k_{(ze)} \times c, \quad (6.21)$$

- где  $w_m$  - нормативное значение средней составляющей ветровой нагрузки, кПа;
- $w_0$  - характеристическое значение ветрового давления, кПа, определяемый по таблице 6.9 в зависимости от ветрового района (рисунок 6.36) см. п. 6.4.2 «Рекомендаций»;
- $k_{(ze)}$  - коэффициент, учитывающий изменение ветрового давления для высоты  $z_e$  (см. п.6.4.3);
- $c$  - аэродинамический коэффициент для шумозащитных экранов - плоских сплошных конструкций стоящих на земле, принимается равным 1,2.

6.4.2 Характеристическое значение ветрового давления  $w_0$  в зависимости от ветрового района определяется по таблице:

**Т а б л и ц а 6.9**

Ветровые районы (принимаются по карте на рисунке 6.36)	Ia	I	II	III	IV	V	VI	VII
$w_0$	0,17	0,23	0,30	0,38	0,48	0,60	0,73	0,85



**Рисунок 6.36 - Районирование территории Российской Федерации по расчетному значению давления ветра**

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

**Т а б л и ц а 6.10**

Высота $z_e = h$ , м	Коэффициент $k_{(ze)}$ для типов местности		
	A	B	C
$\leq 5$	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.

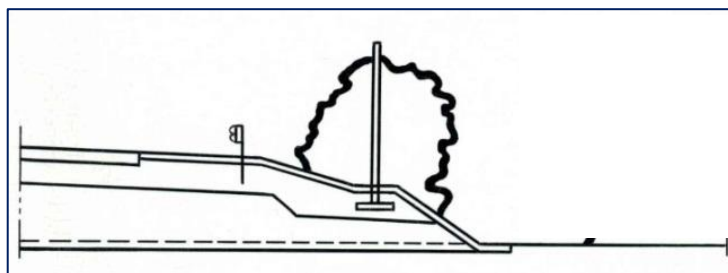
## **6.5 Размещение шумозащитных экранов в пределах поперечного профиля**

6.5.1 Шумозащитные экраны-стенки являются основным видом шумозащитных сооружений на участках автомобильных дорог проходящих через населенные пункты.

6.5.2 Размещение шумозащитного экрана в поперечном профиле дороги и его ограждение призвано обеспечивать минимум затрат на

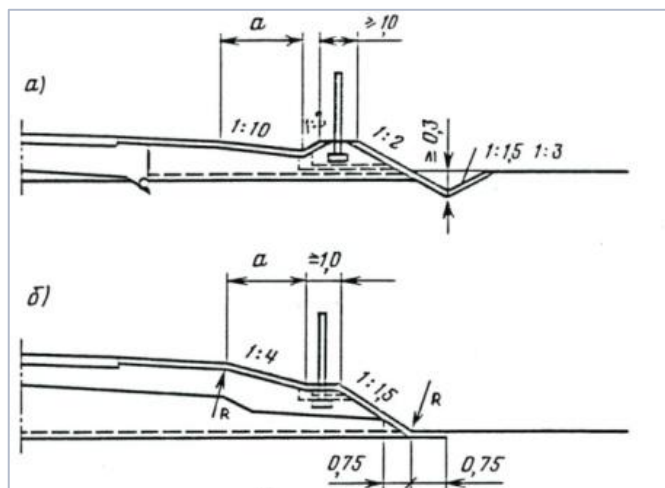
содержание автомобильной дороги, своевременную очистку покрытия и обочин от льда и снега, доступность работникам дорожно-эксплуатационной службы для производства ремонтных работ без демонтажа элементов сооружения.

6.5.3 При наличии свободного пространства целесообразно установка экрана за бровкой земляного полотна на дополнительной берме (рисунок 6.37).



**Рисунок 6.37 - Шумозащитный экран на дополнительной берме**

6.5.4 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 рисунок 6.38.



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

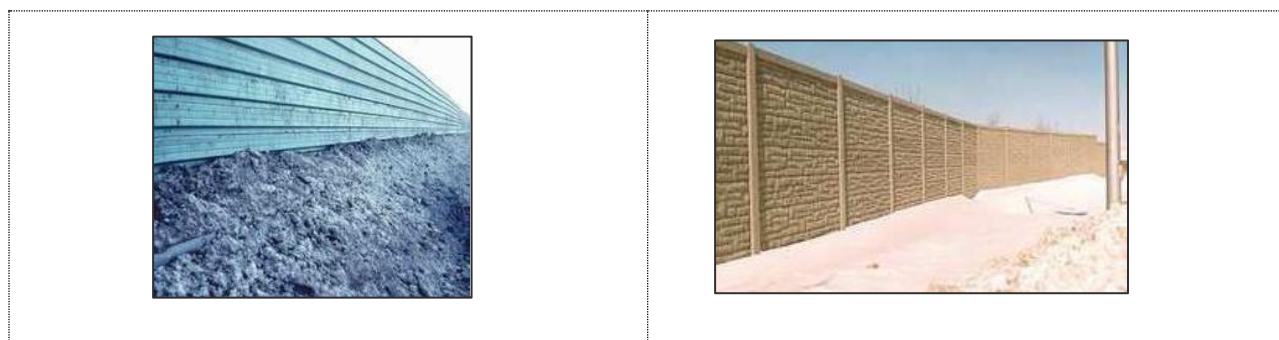
**Рисунок 6.38 - Рекомендуемые поперечные профили земляного полотна для размещения на них шумозащитных сооружений: а – шумозащитный экран на поперечном профиле земляного полотна в насыпи до 2 м с продольным трубчатым дренажем; б – то же, в насыпи высотой более 2 м с дренирующим слоем на всю ширину земляного полотна**

6.5.5 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 6.39, а);
- размещение водоотводных сооружений (рисунок 6. 39, б);
- расстояние должно позволять механизированное окашивание травы;
- 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 6.39, в и 6.40);
- уменьшение затенения в случаях, когда применяются непрозрачные сооружения и связанная с этим вероятность образования льда на проезжей части и гололеда.



**Рисунок 6.39 - Схемы установка шумозащитных экранов на земляном полотне дороги**



**Рисунок 6.40 - Временное размещение снега у шумозащитного экрана в зимний период**



6.5.6 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 6.11.

Т а б л и ц а 6.11

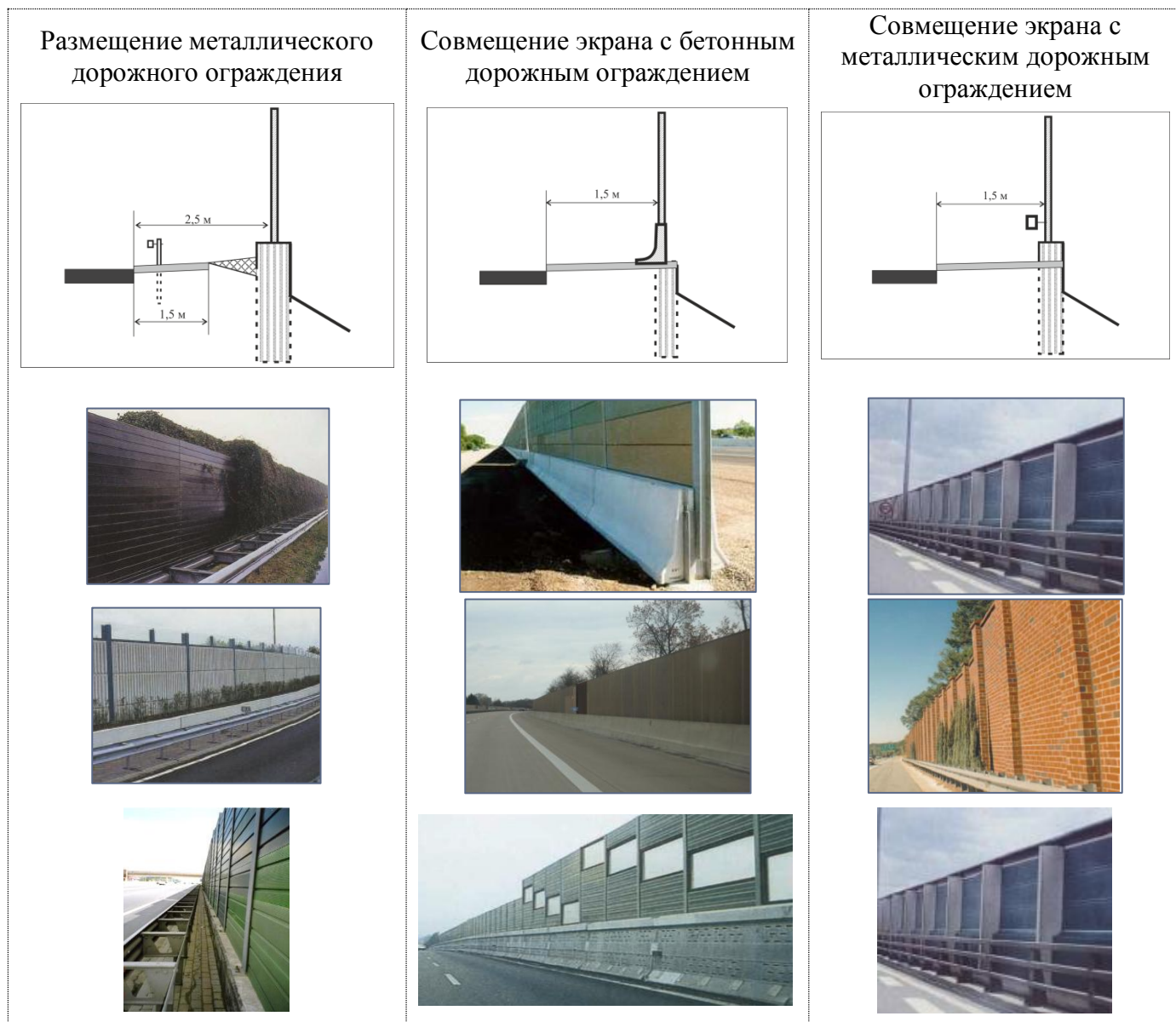
Категория автомобильной дороги	I - II	III - IV	V
Расчетная скорость движения, км/ч	120	100	80
Минимальный радиус кривой в плане, м	1000	600	350
Минимальное расстояние видимости поверхности проезжей части, м	275	185	115
Минимальный радиус кривой в плане для обеспечения расстояния 2,5 м, м	1275	625	300

6.5.7 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, рисунок 6.41, б и 6.41, в.

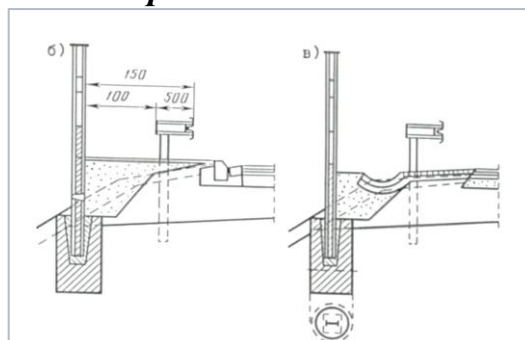
6.5.8 Отвод воды у шумозащитных экранов организуется либо с использованием поперечного, либо продольного водоотвода (рисунок 6.42).

Продольные схемы для сбора воды имеют преимущество в водоохраных 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 6.43, 6.44). При уменьшении эффективности шумозащитного экрана на 1-2 дБА из-за нарушения сплошности конструкции (п. 6.3.1.6 «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.

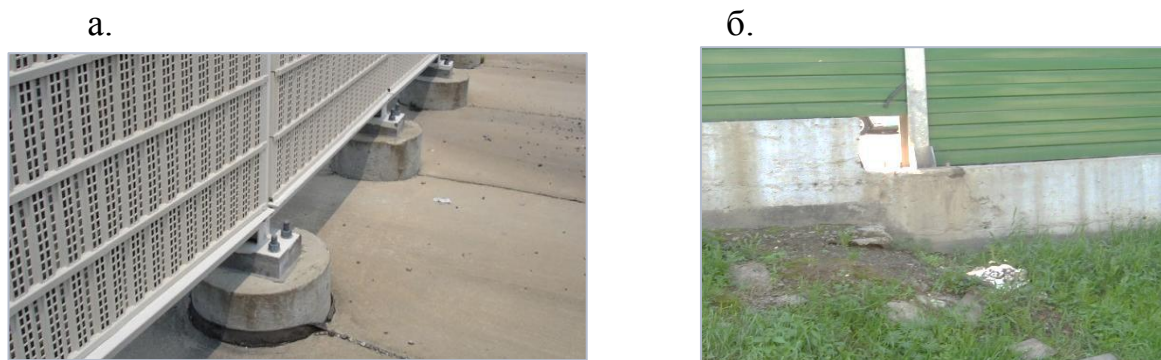


**Рисунок 6.41 - Принципиальные решения по установке дорожных ограждений у шумозащитных экранов**



**Рисунок 6.42 - Отвод воды с проезжей части с использованием бортового камня (а) и устройством лотка (б)**



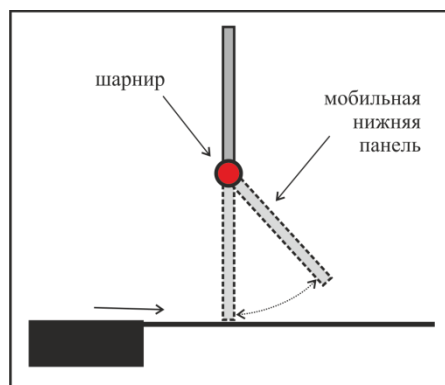


**Рисунок 6.43 - Организация отвода воды с устройством паза (а) или отверстия (б) под шумозащитным экраном**



**Рисунок 6.44 - Организация отвода воды**

6.5.9 Возможным решением отвода воды с проезжей части без нарушения сплошности экрана является периодическое свободное закрепление его нижних панелей, рисунок 6.45.



***Рисунок 6.45 - Подвешенная нижняя панель экрана для отвода воды с проезжей части***

6.5.10 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, не превышает 2 м (рисунок 6.46).

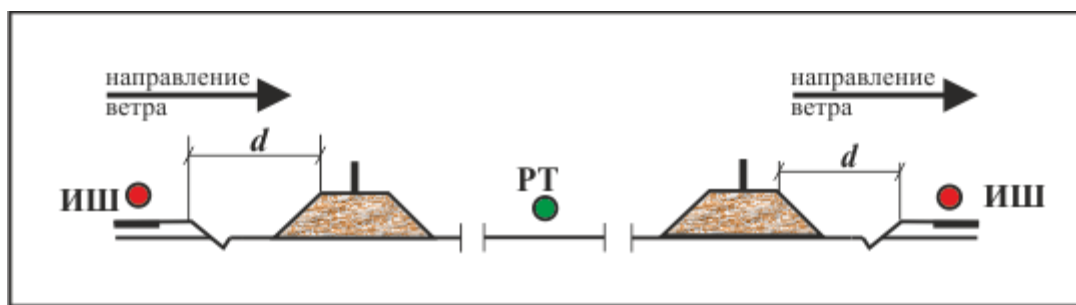
При проектировании конструкции моста рекомендуется предусматривать возможность использования шумозащитного экрана в качестве одного из несущих элементов моста. Швы расширения шумозащитных экранов и основной несущей конструкции рекомендуется располагать в одних и тех же местах.



***Рисунок 6.46 - Расположение шумозащитного экрана на мостах и путепроводах***

6.5.11 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 6.47).



$d$ – расстояние от земляного полотна до сооружения

**Рисунок 6.47 - Схемы расположения шумозащитных сооружений с позиции снегопереноса**

6.5.12 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 6.12.

6.5.13 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 6.13.

Т а б л и ц а 6.12

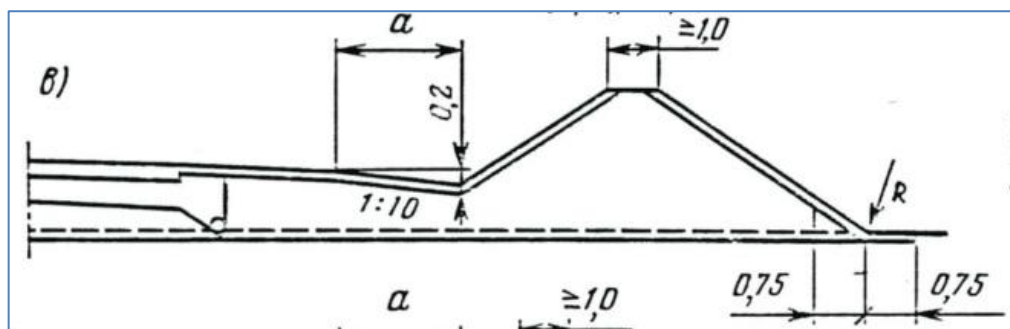
Высота шумозащитного сооружения, м	Объем снега, задерживаемый шумозащитным сооружением, м <sup>3</sup> на 1 пог.м	Расстояние от бровки земляного полотна до шумозащитного сооружения при движении ветроснегового потока, м	
		Со стороны проезжей части	Со стороны защищаемой территории
1	12-15	10	12-13
2	50	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

Т а б л и ц а 6.13

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

## 6.6 Шумозащитные грунтовые валы

6.6.1 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 6.48).



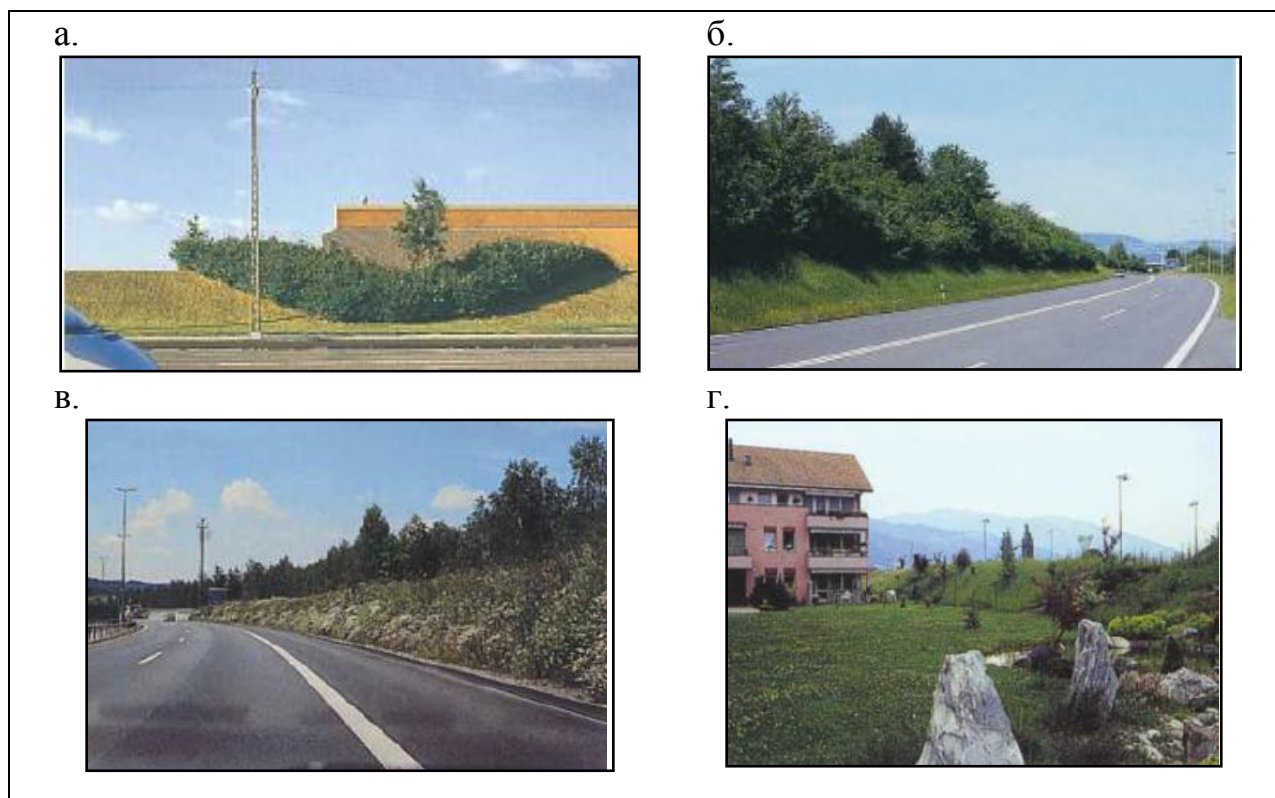
$a$  – уширение земляного полотна: для дорог 1 категории – 2,5 м; для дорог других категорий – 2,0 м

**Рисунок 6.48 - Шумозащитный грунтовый вал с продольным трубчатым дренажем без бокового кювета**

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

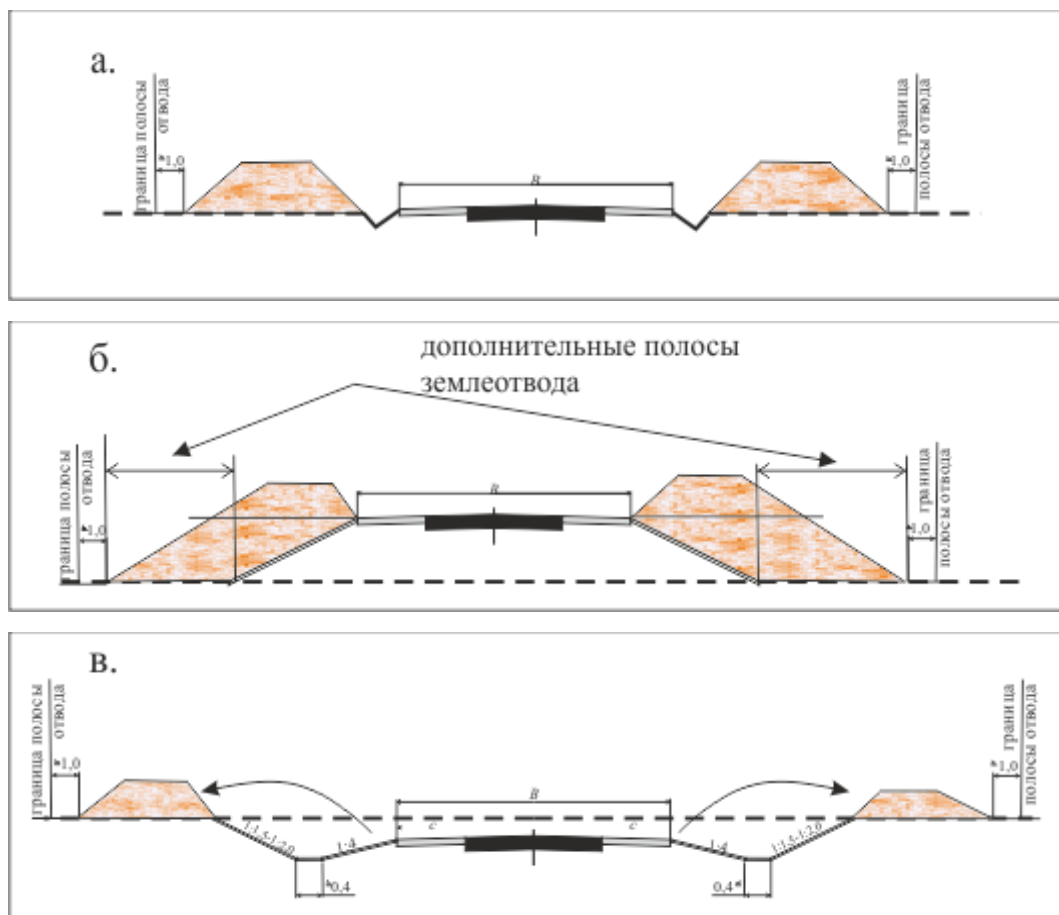
- откос грунтового вала не отражает шум на противоположную от защищаемой сторону, представляет собой удобное место для посадки зеленых насаждений, что очень важно для жителей, проживающих на защищаемой территории;
- в случае придания шумозащитным валам естественного внешнего вида, они не воспринимаются как специальные инженерные сооружения (рисунок 6.49);
- валы сочетаются местным ландшафтом и по сравнению с экранами создают чувство открытости пространства;
- при устройстве валов обычно не требуют ограждений;
- не высокая стоимость сооружения;
- не сложно содержание;
- большой срок службы;
- в сочетании с засевом травой или при посадке цветов имеют эстетичный вид.





***Рисунок 6.49 - Внешний вид шумозащитного вал со стороны проезжей части (а, б, в) и со стороны защищаемой территории (г)***

6.6.3 Шумозащитный вал может возводиться из излишнего грунта, если его строительство ведется одновременно с автомобильной дорогой. При этом в самом худшем исполнении 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 6.50. В случае выемки грунтовый шумозащитный вал можно устраивать из вынимаемого грунта (рисунок 6.50, в).



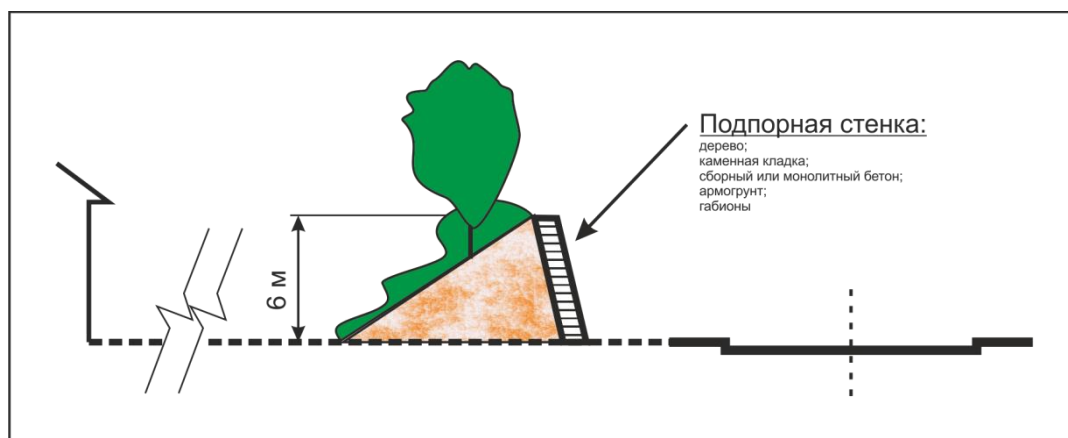
**Рисунок 6.50 - Шумозащитные валы в нулевых отметках (а), на участке насыпи (б) и на участке выемки (в)**

6.6.4 Акустическая эффективность шумозащитного вала определяется его формой и высотой. По акустическим соображениям и соображениям строительства (уплотнение) предпочтение следует отдавать грунтовым валам трапециевидного очертания. В идеальном случае при большой ширине по верху грунтового вала приходящий от автомобильной дороги шум отклоняется 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.

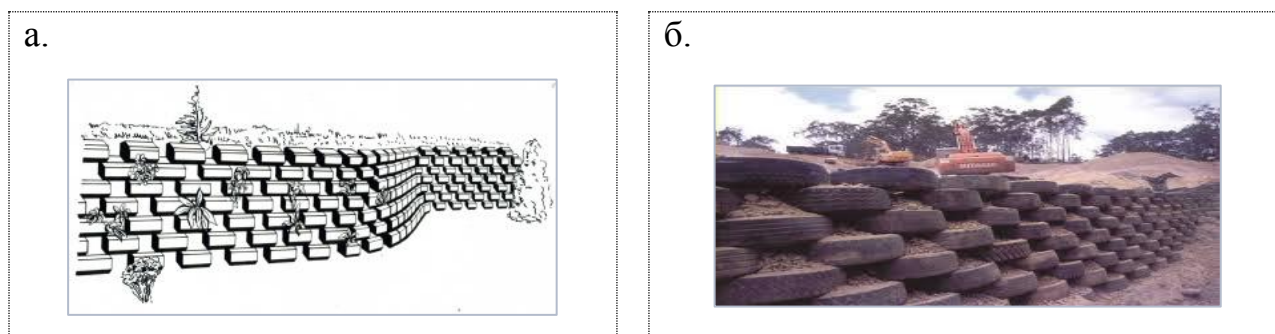
6.6.5 Из акустических соображений грунтовые шумозащитные валы следует размещать как можно ближе к проезжей части автомобильной дороги и назначать внутренний откос по возможности более крутым, 1:1,5 и круче.

Максимальная крутизна естественного откоса определяется типом грунта и может быть определена по данным приведенным на рисунке 6.51. Для защиты откосов шумозащитного вала от размыва целесообразно устройство газона или обработка его поверхности вяжущими материалами.

6.6.6 При необходимости обеспечения устойчивости откоса возможно устройство подпорных стен преимущественно из местных материалов: древесина, каменные материалы, габионы, армогрунт, утилизированные автомобильные покрышки (рисунок 6.52).



**Рисунок 6.51 - Сочетание грунтового вала с подпорной стенкой**

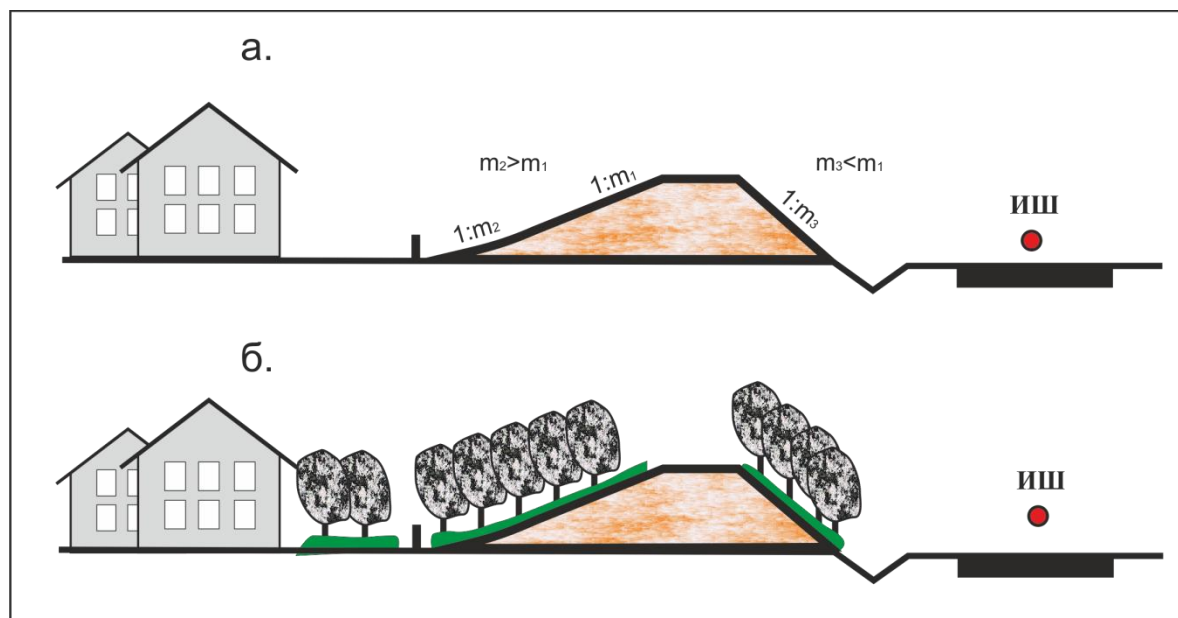


**Рисунок 6.52 - Невысокие подпорные стенки шумозащитного вала из бетонных блоков (а) и из утилизированных автомобильных покрышек (б)**

6.6.7 При наличии свободного места внешний откос, для лучшего сочетания с существующим ландшафтом рекомендуется устраивать более пологим с уменьшением уклона у его подошвы (рисунок 6.53, а). Засев травой, посадка кустарника и деревьев (рисунок 6.53, б) за счет большей

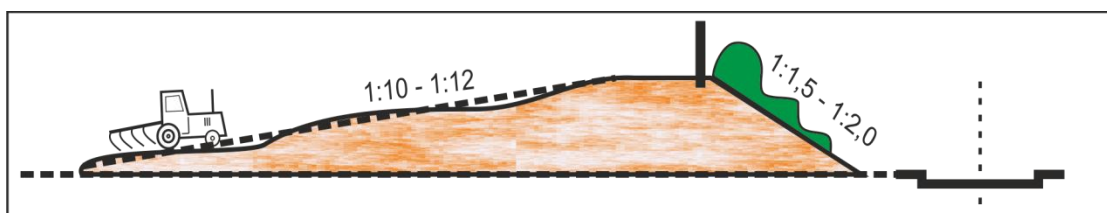


абсорбции поверхности позволяют увеличить акустическую эффективность земляного шумозащитного вала, и лучше сочетается с существующим рельефом.



**Рисунок 6.53 - Схемы несимметричного шумозащитного вала (а) и его озеленение (б).**

6.6.8 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 6.54).



**Рисунок 6.54 - Шумозащитный вал с уположенным откосом со стороны защищаемой территории**

6.6.9 Во избежание попадания на проезжую часть животных или людей можно рекомендовать строительство со стороны застройки вертикальных подпорные стенки, которые затрудняли бы доступ к проезжей части. Как

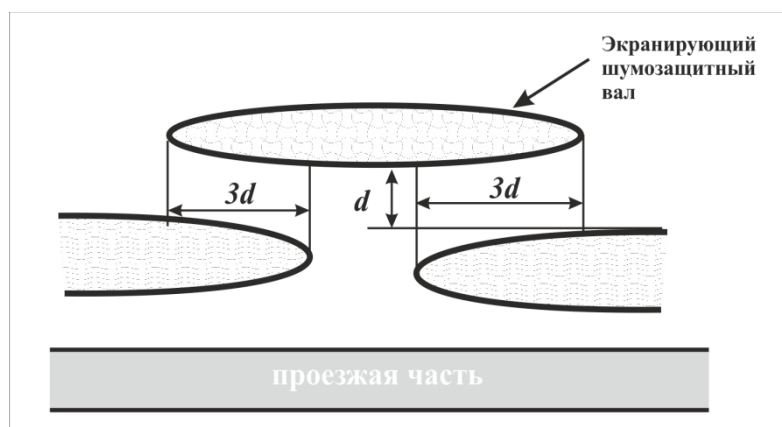
правило, ширина грунтовых валов по верху, но должна быть достаточной для уплотнения грунта вала современными дорожными машинами и составлять не менее 1-2 м.

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

6.6.11 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.

6.6.12 При достаточной площади 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.

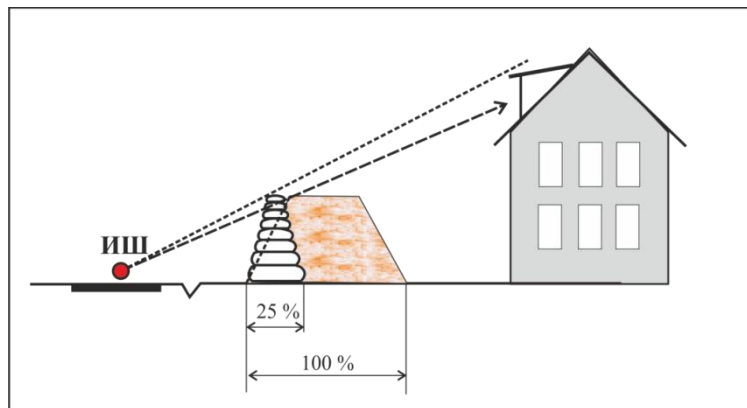
6.6.13 В случае разрыва шумозащитного вала можно устраивать экранирующий шумозащитный вал, при этом, если он устраивается на расстоянии  $d$ , то величина перекрытия должна быть не менее  $3d$  (рисунок 6.55).



**Рисунок 6.55 - Экранирование разрыва шумозащитного вала**

## 6.7 Комбинированные шумозащитные сооружения

6.7.1 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 6.56)



**Рисунок 6.56 - Сокращение занимаемой шумозащитным валом территории при устройстве комбинированного шумозащитного сооружения**

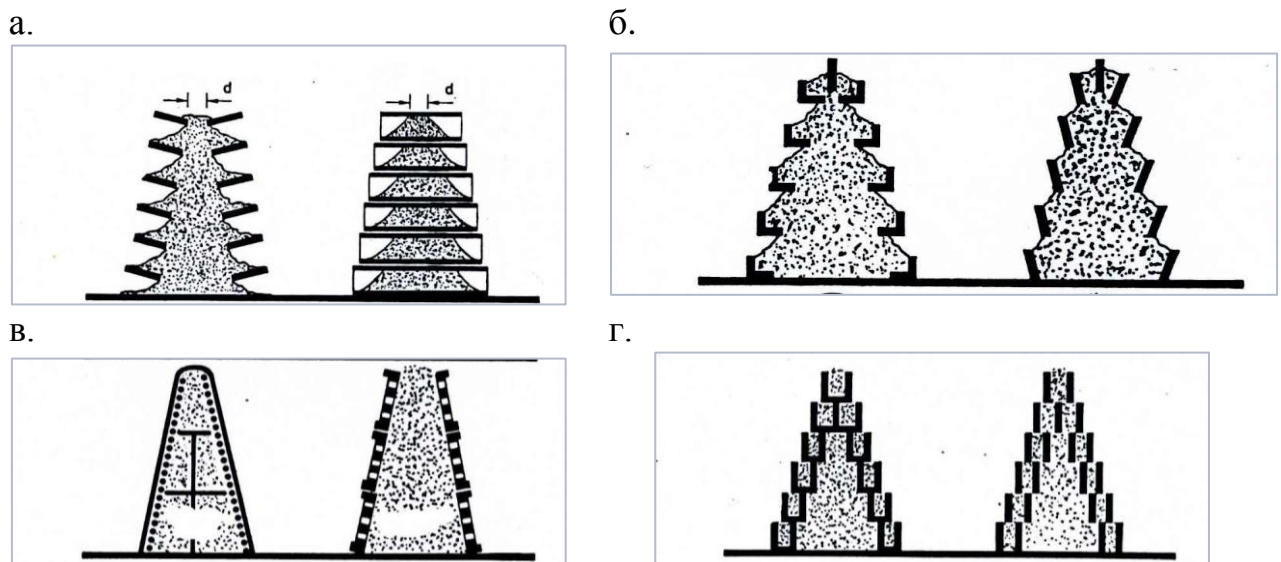
6.7.2 Следует стремиться выбирать конструкции комбинированного шумозащитного сооружения, его элементы и формы таким образом, чтобы его поверхность производила впечатление естественного, случайно созданного природой объекта. Внутренняя часть комбинированных экранов заполняется растительным грунтом, а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

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

- этажерка, соты (рисунок 6.57, а). В этой конструкции материал заполнения экрана (гравий, грунт) укладывается на горизонтальные или почти горизонтальные несущие поверхности. Эти поверхности

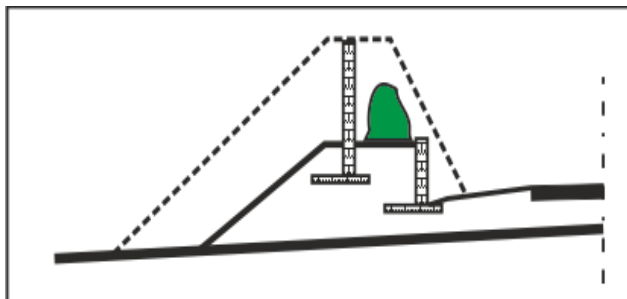
могут быть представлены бетонными элементами на откосе грунтового вала (этажерка) или элементами труб (соты). Прочность несущих панелей определяется углом естественного откоса материала заполнения вала и его толщиной, определяющей требуемую звукоизоляцию. Система характеризуется значительным звукопоглощением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

- бетонные элементы с прямоугольным или уголковым профилем (рисунок 6.57, 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 6.57, в). Система относится к шумопоглощающим;
- одевающие объемные элементы (рисунок 6.57, г) укладывают друг на друга со смещением, что позволяет получить в результате зеленый грунтовой вал, отражающая способность которого определяется поверхностью бетонных элементов.
- габионы, поверхность которых отличается высокими качествами по поглощению шума.



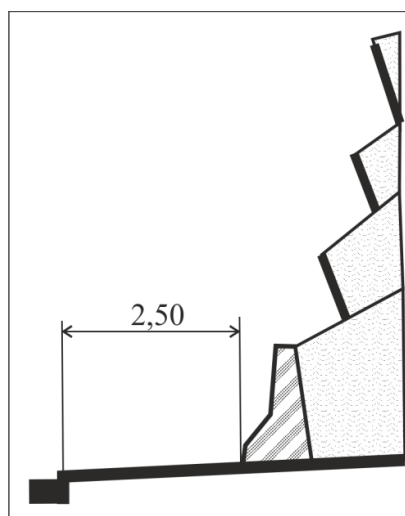
**Рисунок 6.57 - Конструкции комбинированных шумозащитных экранов: а – этажерка; б – применение уголковых элементов; в – решетчатая система; г – одевающие элементы**

6.7.4 При отсутствии свободного места, в том числе и в пределах населенных пунктов, можно добиться существенного снижения поверхности занимаемой шумозащитным валом комбинацией земляного вала экрана и подпорной стенки (рисунок 6.58).



**Рисунок 6.68 - Комбинированное шумозащитное сооружения «грунтовый вал – экран– подпорная стенка» со стороны источника шума**

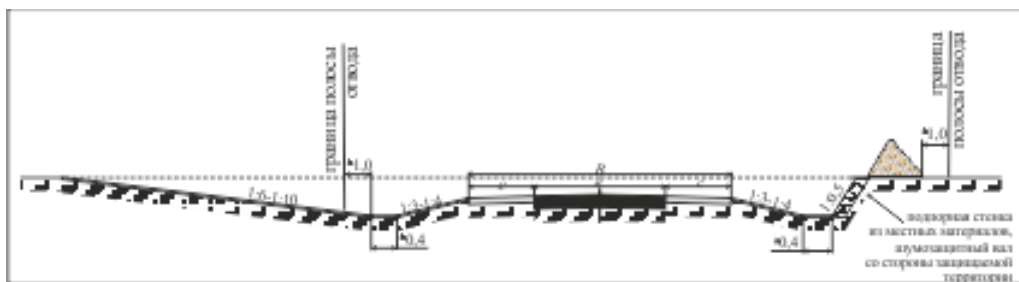
6.7.5 При устройстве ограждения, оно совмещается с основанием комбинированного шумозащитного экрана (рисунок 6.59).



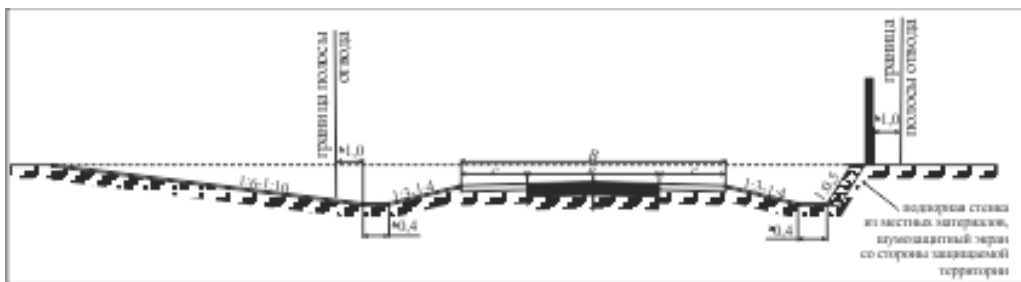
**Рисунок 6.59 - Дорожное ограждение, совмещенное с комбинированным шумозащитным сооружением**

6.7.6 Эффективна комбинация «шумозащитной выемки», грунтового шумозащитного вала и экрана. Такие комбинированные сооружения, обеспечивая требуемое снижение шума, воспринимаются менее высокими, при этом уменьшается занимаемая сооружением пространство (рисунок 6.60).

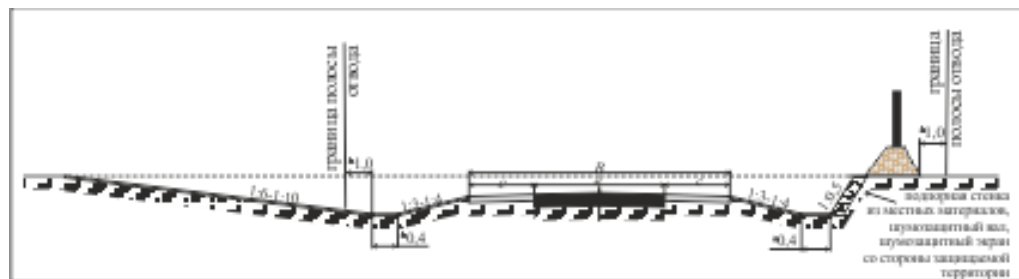
а.



б.



в.



**Рисунок 6.60 - Повышение акустической эффективности шумозащитной выемки устройством шумозащитного вала, экрана, комбинированное сооружение «экран – шумозащитный вал»**

6.7.7 Последовательность расчета размеров шумозащитных сооружений приведена в Приложении Б.

## 7 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.

7.1 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.

7.2 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.

7.3 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.

7.4 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 из-за однообразия окружающей обстановки и может привести к росту аварийности.

7.5 Эстетические качества шумозащитных сооружений оцениваются 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

окраске 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.

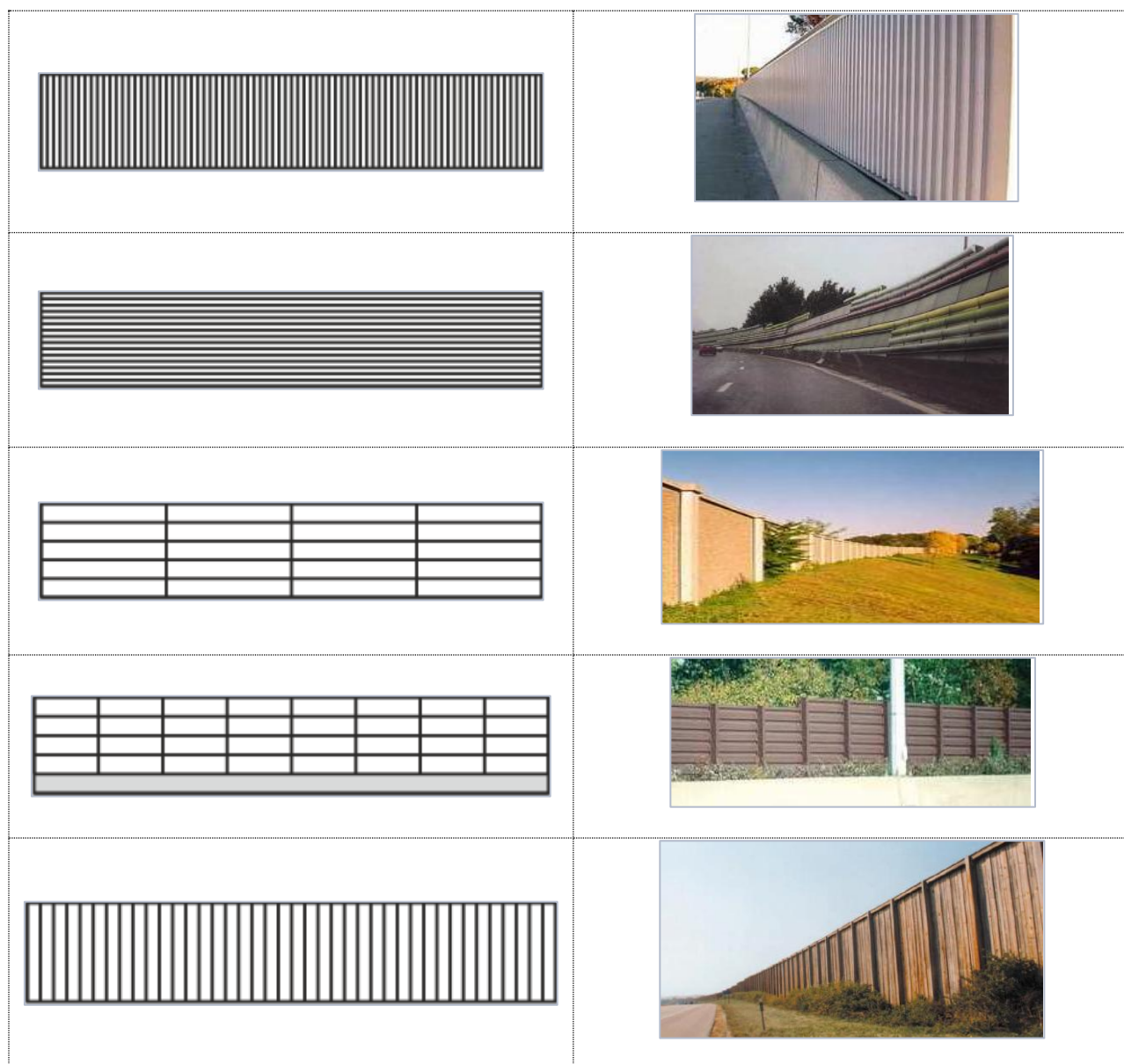
7.6 Шумозащитные экраны и валы должны быть законченными инженерными сооружениями. При проектировании шумозащитных экранов следует предусмотреть как цвет, подчеркивая направление движения, текстуру применяемого материала, расчленение длинных экранов на короткие элементы, так и форму, учитывая, что нельзя 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.

7.7 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.

7.8 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 7.1).

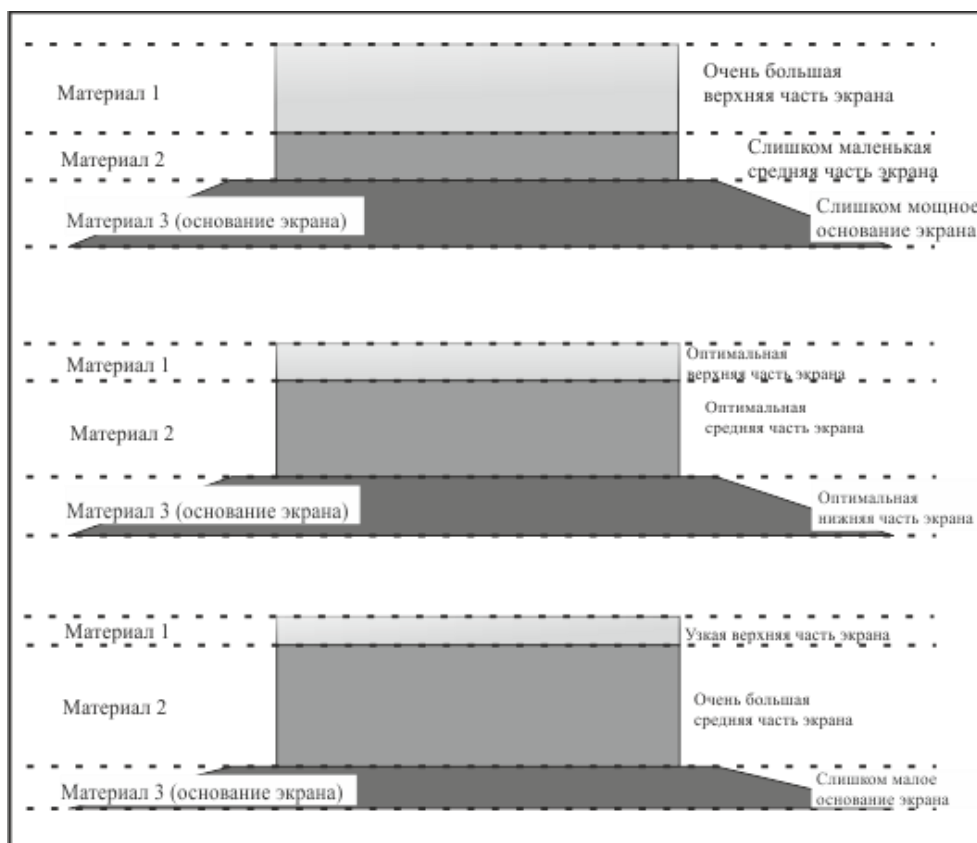


***Рисунок 7.1 - Различные варианты внешнего вида шумозащитных экранов в зависимости от конструктивных особенностей и членения экранов на панели***

7.9 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 7.1).

7.10 В случае комбинированных экранов, площадь верхней части, выполняемой, как правило, из прозрачных материалов, не должна составлять более 20-30% от поверхности экрана, рисунок 7.2.

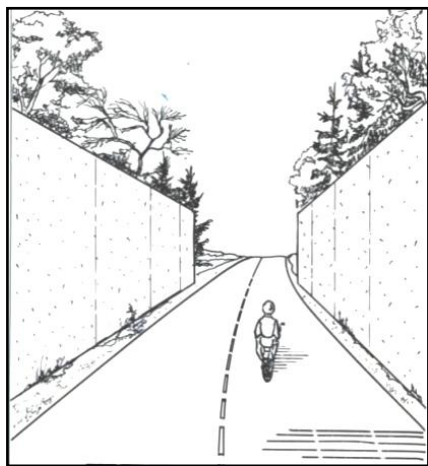


**Рисунок 7.2. - Соотношение площади поверхностей комбинированного экрана**

7.11 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

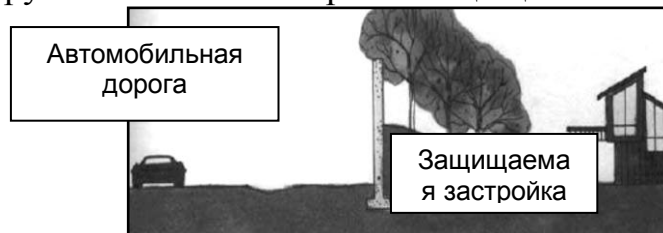
невыразительный «тоннельный эффект», а для жителей – «эффект тюрьмы» (рисунок 7.3). Высокие экраны, кроме «тоннельного эффекта», вызывают смещение проезжающих автомобилей ближе к осевой линии вследствие кажущегося уменьшения ширины проезжей части.



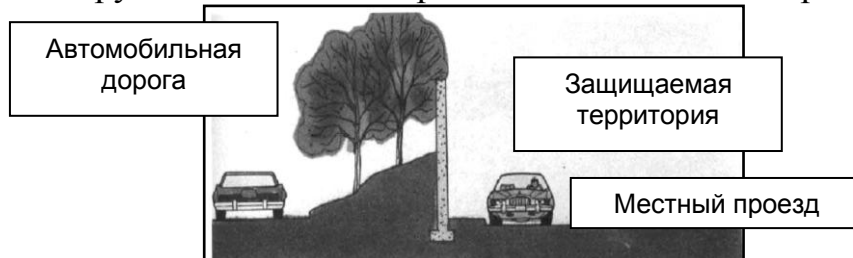
**Рисунок 7.3 - Высокий шумозащитный экран создающий «тоннельный эффект» со стороны дороги и «эффект тюрьмы» со стороны застройки**

7.12 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 7.4).

Грунтовый вал со стороны защищаемой территории



Грунтовый вал со стороны автомобильной дороги



**Рисунок 7.4 - Комбинированное сооружение «грунтовый вал - экран» позволяет зрительно уменьшить видимую высоту экрана**

7.13 Зрительное уменьшение высоты экрана достигается добавлением

продольных элементов. Горизонтальные линии на длинном шумозащитном экране делают его визуально более низким, рисунок 7.5. Нарушить монотонность и непомерную длину конструкции можно также выделением пилястров или объемных ребер на поверхности экрана (рисунки 7.7, 7.8).

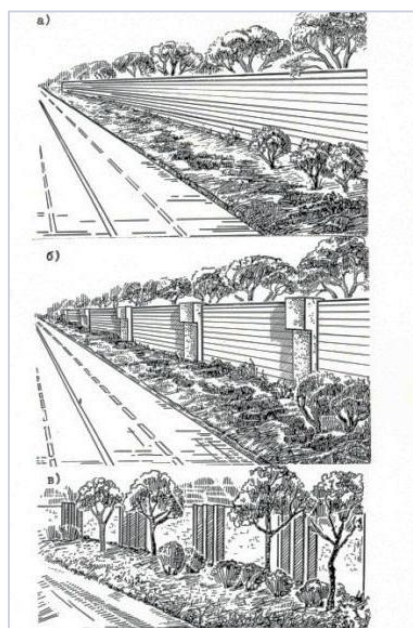


***Рисунок 7.5 - Зрительное уменьшение высоты экрана за счет добавлением продольных элементов***

Монотонность так же нарушается приданием экрану волнообразного очертания верха экрана (рисунок 7.6).



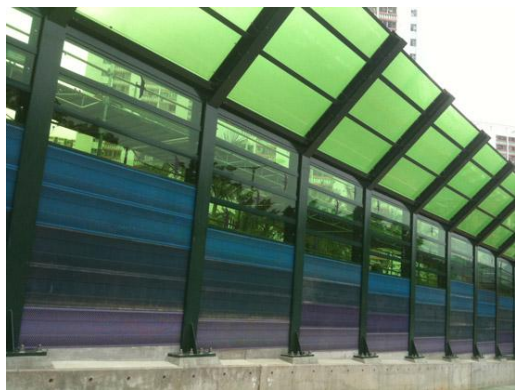
***Рисунок 7.6 - Волнообразный верх экран зрительно уменьшает его высоту***



***Рисунок 7.7 - Устранение монотонности длинного плоского экрана (а) с помощью пилястр (б) или объемных ребер (в)***

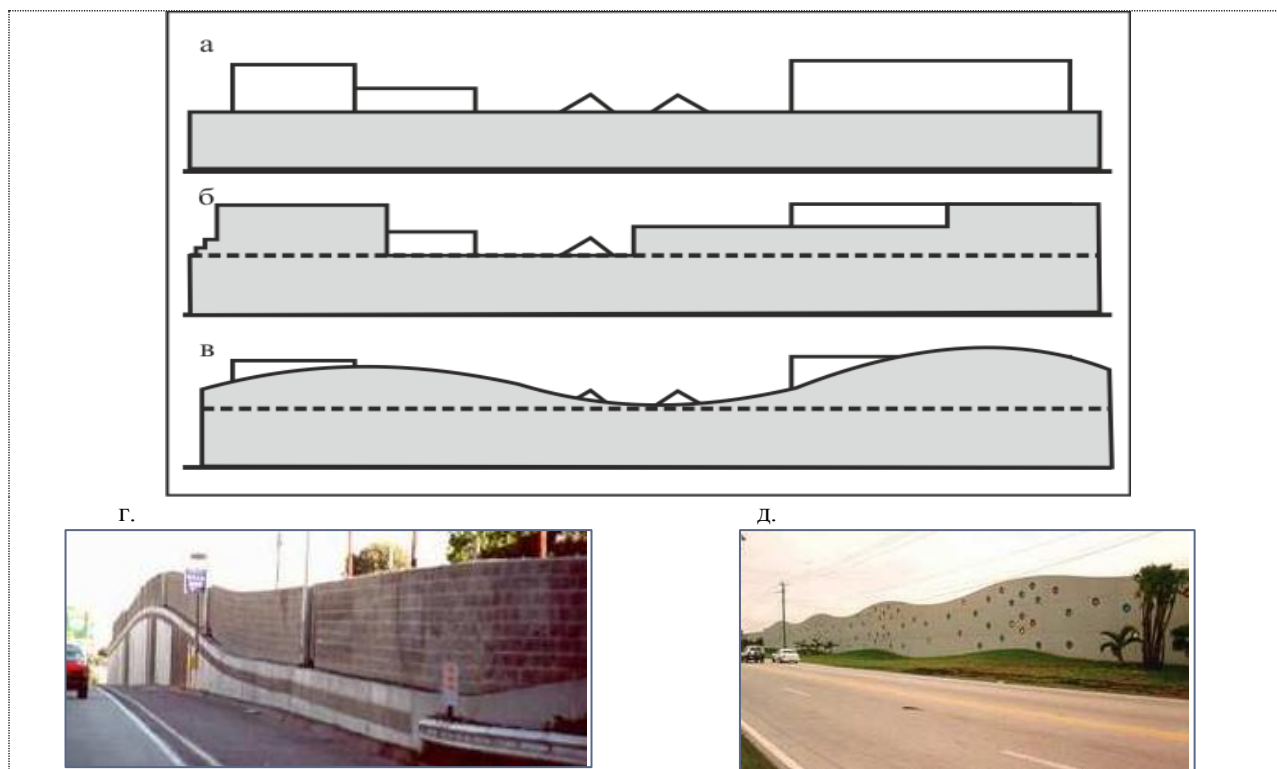


Со стороны застройки монотонность нарушается ребристой конструкцией экрана в сочетании с озеленением или включением в конструкцию экранов прозрачных элементов, рисунок 7.8.



***Рисунок 7.8 - Повышение эстетических качеств экранов за счет применения ребристой конструкции и включения прозрачных элементов***

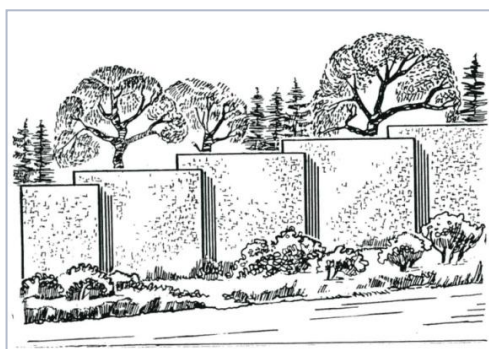
7.14 Линией, определяющей форму и размеры экрана, для проезжающих по дороге водителей автомобилей является линия его верха. Так, очертания верха экрана в виде плавной непрерывной линии большого радиуса более подходит для пересеченной местности, где прямая линия смотрится как инородная и привлекающая 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 7.9).



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

***Рисунок 7.9 - Очертания линий верха экрана и защищаемой застройки***

7.15 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 7.10).



***Рисунок 7.10 - Расположение шумозащитного экрана из панелей одинаковой высоты на участке дороги с продольным уклоном***

7.16 Монотонность верха экрана можно разрушить, отказавшись от

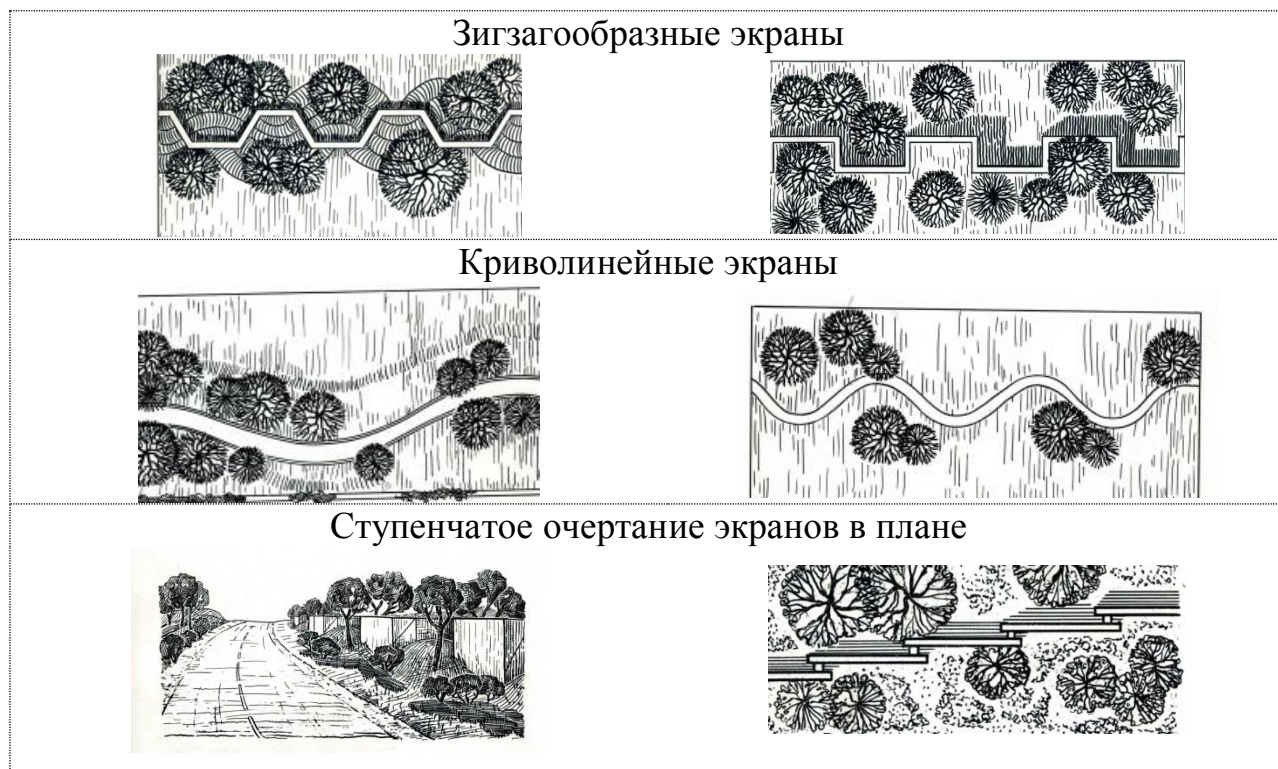
плоских экранов. Криволинейное в плане очертание экранов, серия поворотов в плане с постоянным или переменным шагом позволяет создать карманы для посадок зеленых насаждений, а переломы находят применение как точки перехода от одного материала к другому, смены текстуры и окраски панелей, высоты экрана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

7.17 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 7.11).

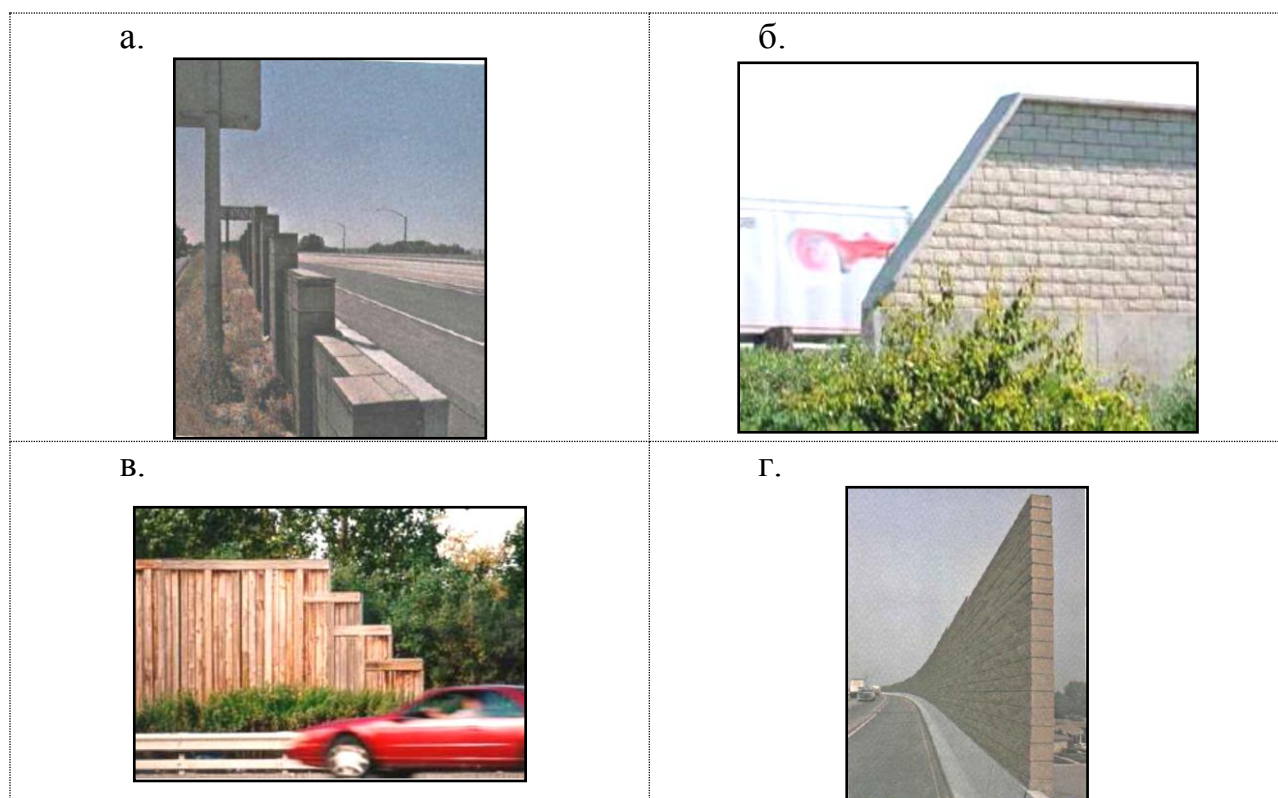
7.18 Диссонансом в окружающем ландшафте выглядит резкий обрыв линий шумозащитных экранов. Экраны рекомендуется начинать и заканчивать плавным переходом от основания к проектной высоте. И с точки зрения безопасности движения, из-за резкого возрастания поперечной силы при порывах бокового ветра, и с эстетической точки зрения плавное или ступенчатое очертание начального (конечного) участка предпочтительнее назначению непосредственно в начале экрана расчетной высоты (рисунок 7.12). Как указывалось в разделе 6.3.8 «Рекомендаций», минимальная длина отгона экрана должна составлять не менее 3-х высот.

7.19 Желательно окончание экранов маскировать в существующие сооружения, такие как опоры мостов, подпорные стены и т.д., чтобы продолжить характерную линию экрана. Естественно выглядит совмещение начального (конечного) участка с искусственным сооружением (рисунок 7.13). Избегать обрывистых окончаний экран можно, используя в качестве переходных элементов грунтовые валы, или привязывая окончание экранов к естественным склонам путем постепенного уменьшения его высоты.





**Рисунок 7.11 - Рекомендуемые очертания шумозащитных экранов в плане снижающие монотонность восприятия**



**Рисунок 7.12 - Плавное, постепенное (а, б, в) и резкое изменение (г) высоты в начале (конце) экрана**

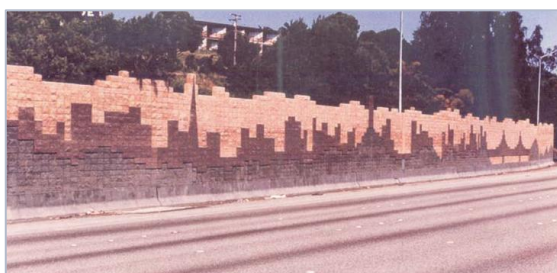




***Рисунок 7.13. - Совмещенный с искусственным сооружением начальный участок железобетонного шумозащитного экрана***

7.20 Изменение цвета и текстуры поверхности экрана так же нарушает монотонность (однообразие) восприятия шумозащитного сооружения и тем самым повышая эстетические качества сооружения, рисунок 7.14.

а.



б.



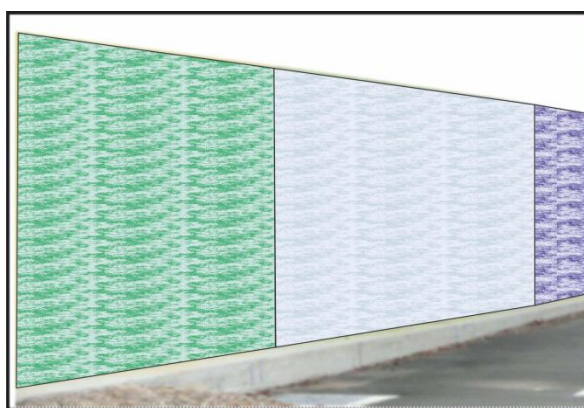
в.



***Рисунок 7.14 - Шумозащитные экраны из кирпича разных цветов (а), комбинация шумопоглощающих конструкций из дерева (б) и шумопоглощающих разноцветных панелей (в)***

7.21 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 7.15)

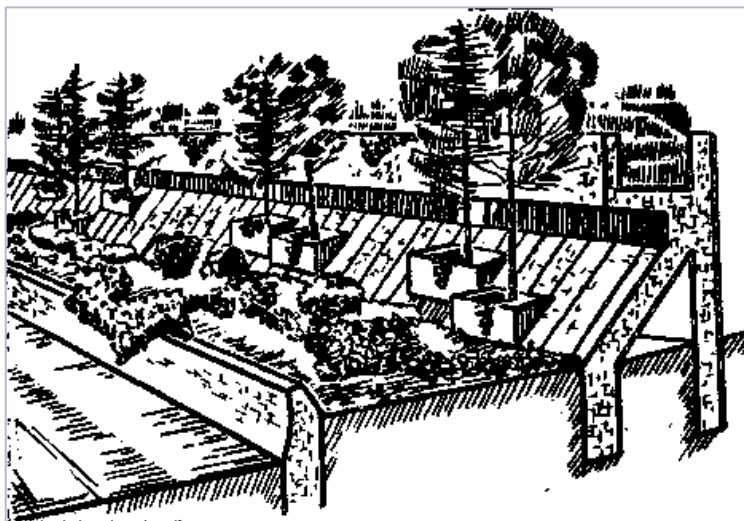


***Рисунок 7.15 - Вертикальное членение экрана его покраской***

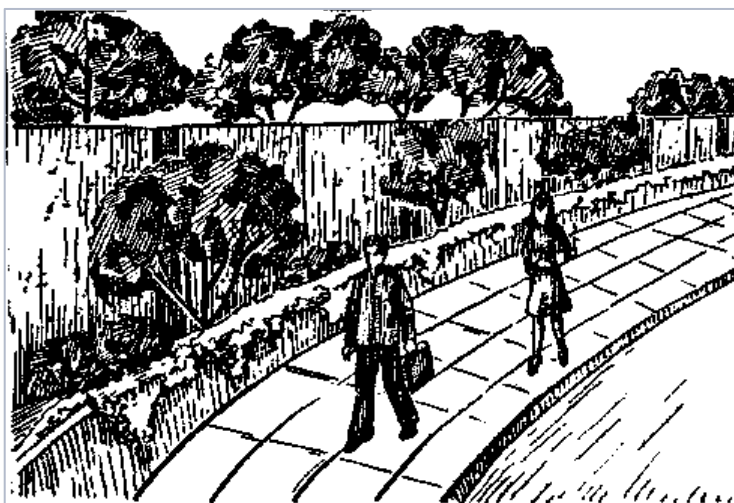
7.22 Окраска экранов может применяться не только для уменьшения монотонности и придания им лучшего внешнего вида, но выполнять задачи информации водителей и пешеходов: приближение к пересечениям, автобусным остановкам и т.д. При длинном экране плоских форм цветовое оформление может быть использовано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

7.23 Повышением 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 7.16, 7.17).

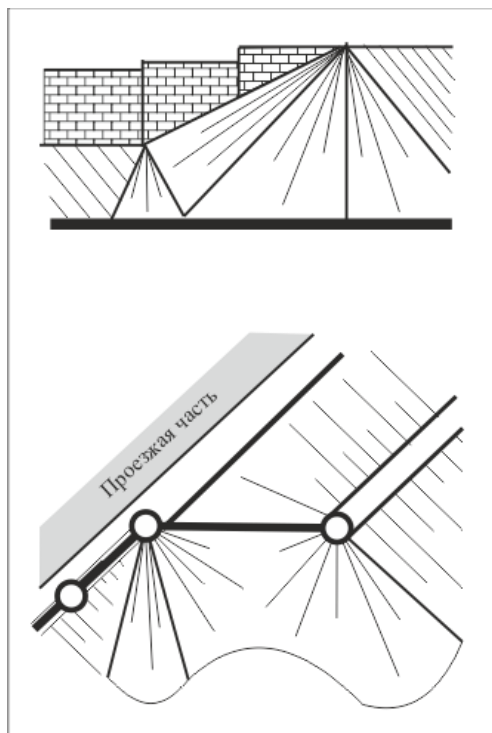


*Рисунок – 7.16 - Сложный по очертанию шумозащитный экран с карманами для зеленых насаждений*



*Рисунок – 7.17 - Улучшение внешнего вида экрана с помощью зеленых насаждений*

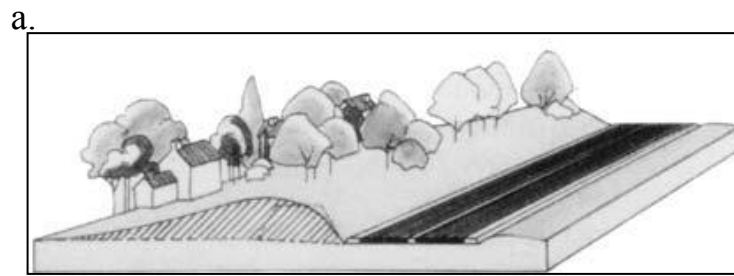
7.24 Гармонирующие с окружающей местностью шумозащитные валы, прерывают длинный плоский экран и помогают увязать его с естественной поверхностью (рисунок 7.18).



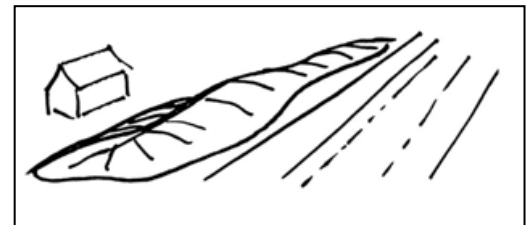
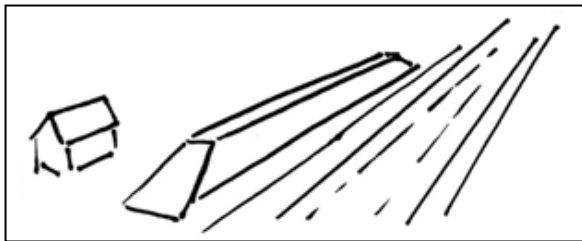
**Рисунок 7.18 - Сопряжение экрана с шумозащитным валом (в)**

7.25 Для лучшего согласования грунтового вала с окружающим ландшафтом в пределах постоянной полосы отвода, можно варьировать заложением откосов вала, его высотой и шириной (рисунок 7.19). 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 рассека́ть транспортный шум и концентрировать его в одном направлении.

7.26 Создание благоприятных условий обзора водителями и пассажирами придорожного ландшафта, просмотра интересных пейзажей достигается за счет прозрачных или прерывистых 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 7.20).



в.



**Рисунок 7.19 - Озеленение шумозащитных валов (а, б) или отказ от их правильных геометрических форм уплаживанием (сглаживанием) поверхностей (в)**

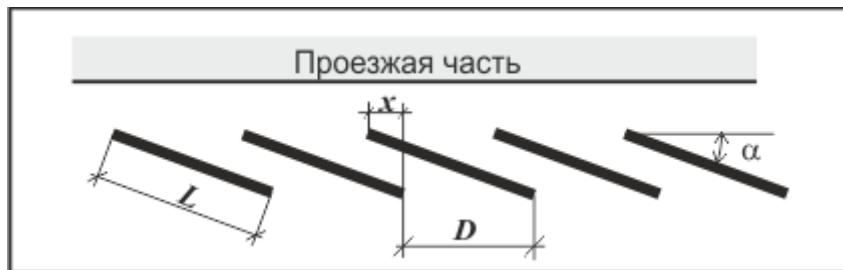


**Рисунок 7.20 - Разделение шумозащитных экранов из прозрачных материалов на панели**

7.27 Прерывистый шумозащитный экран (рисунок 7.21) состоит из нескольких отдельных экранов длиной  $L$  расположенных под острым углом  $\alpha$  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  $L=4,0\text{м}$ ,  $D=3,0\text{м}$  и  $\alpha=15^\circ$ .



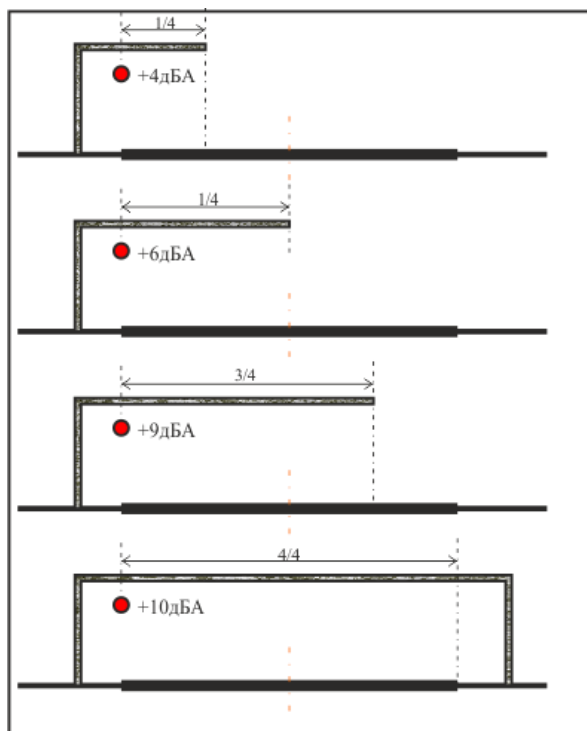
*Рисунок 7.21 - Прерывистый шумозащитный экран*

## **8 Особенности шумозащиты участков автомобильных дорог высоких категорий расположенных в населенных пунктах**

8.1 На участках автомобильных дорог I категорий 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.

8.2 При движении по тоннелю или галереи из-за отражения звуковых волн от стен, перекрытий, проезжей части и транспортных средств увеличивается уровень звука. Создается высокий уровень внутреннего шума. В зависимости от степени перекрытия проезжей части величина увеличения уровня звука составляет от 4 до 10 дБА (рисунок 8.1).

8.3 В зависимости от степени перекрытия проезжей части снижение уровня шума составляет 25 - 30 дБА (таблица 8.1).



**Рисунок 8.1 - Увеличение уровня звука в шумозащитной галерее (тоннеле) в зависимости от степени перекрытия проезжей части**

**Т а б л и ц а 8.1 - Снижения уровня звука шумозащитной галереей в зависимости от степени перекрытия проезжей части**

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

8.4 При проектировании шумозащитных галерей и тоннелей предусматривается естественное освещение и проветривание (рисунок 8.2) и использованием пространства над тоннелем для местного движения (рисунок 8.3).

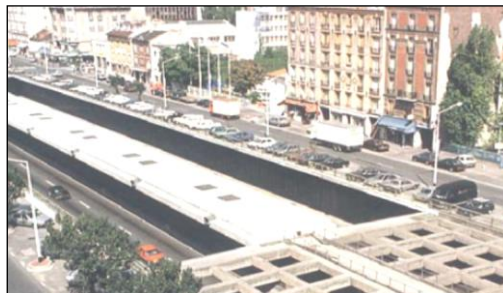


**Рисунок 8.2 - Естественное освещение и проветривание шумозащитной галереи**

а.



б.



в.



г.



***Рисунок 8.3 - Тоннели с полной изоляцией прилегающей территории от транспортного шума (а, б) и с использованием пространства над тоннелем для местного движения (в, г)***

## **9. Экономическая оценка устройства шумозащитных сооружений на автомобильных дорогах.**

9.1 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 технико-экономического обоснования (ТЭО), так и при разработке инженерного проекта или мероприятий по охране окружающей среды.

9.2 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.

9.3 На стадии разработки технико-экономического обоснования при сравнении вариантов проложения трассы автомобильной дороги необходимо определить, какая часть населения находится в зонах, соответствующих различным уровням шумовой нагрузки, на каких участках дороги уровни транспортного шума превышают требования санитарных норм и должны быть предусмотрены шумозащитные мероприятия.

9.4 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 пассажиров. Поэтому в этом случае выбор оптимального проектного решения при сравнении вариантов следует производить на основе комплексного рассмотрения показателей капиталовложений, транспортных и дорожно-эксплуатационных затрат, народнохозяйственных потерь, вызванных дорожно-транспортными происшествиями, а также связанных с воздействием транспортного шума на население.

9.5 Выбор экономически эффективного варианта шумозащиты рекомендуется производить путем сравнения вариантов по индексу доходности, рассчитываемому по формуле (9.1).

К строительству рекомендуется вариант с наибольшим значением

индекса доходности.

$$ИД = \frac{\sum_1^T \frac{(R_t - Z_t)}{(1 + E)^t}}{\sum_1^T \frac{\Delta K_t}{(1 + E)^t}}, \quad (9.1)$$

- 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);
- $\Delta K_t$**  - 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 ВСН 21-83 в пределах 30-35 лет;
- $E$**  - норма дисконта.

9.6 Результаты от произведенных инвестиций для каждого из вариантов в год  **$t$**  определяются по формуле:

$$R_t = \Delta A_t + \Delta Y_t + \Delta C_t^{nac} + \Delta \Pi_t, \quad (9.2)$$

- где  **$\Delta A_t$**  - уменьшение величины автотранспортных затрат в год  **$t$**  по сравнению с эталонным вариантом, за который принимают вариант отказа от строительства шумозащитных сооружений;
- $\Delta Y_t$**  - снижение экономического ущерба от транспортного шума в год  **$t$**  по сравнению с эталонным вариантом (см. п. 9.12 );
- $\Delta C_t^{nac}$**  - уменьшение по сравнению с эталонным вариантом экономической оценки времени пребывания пассажиров в пути в год  **$t$** ;
- $\Delta \Pi_t$**  - снижение по сравнению с эталонным вариантом потерь народного хозяйства от дорожно-транспортных происшествий в год  **$t$** .

9.7 Изменение затрат для каждого из вариантов в год  **$t$**  может быть рассчитано как разность затрат для рассматриваемого и эталонного

вариантов:

$$Z_t = D_t - D_{\text{эт}} + C_t^{\text{шз}} + \Delta K_t, \quad (9.3)$$

- где  $D_t, D_{\text{эт}}$  - отнесенные к одному году затраты на содержание, текущие и средние ремонты дороги, соответственно для рассматриваемого и эталонного вариантов;
- $C_t^{\text{шз}}$  - ежегодные затраты на ремонт и содержание шумозащитных сооружений.
- $\Delta K_t$  - дополнительный размер инвестиций в рассматриваемый вариант по сравнению с эталонным вариантом.

9.8 Дополнительный размер инвестиций в рассматриваемый вариант по сравнению с эталонным вариантом рассчитывается по формуле:

$$\Delta K_t = K_t - K_t^{\text{эм}} \quad (9.4)$$

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

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

- $K_{\text{с}}, K_{\text{рек}}, K_{\text{рем}}$ , - капитальные вложения, соответственно в строительство, реконструкцию и капитальные ремонты дороги, определяемые на основе сметных расчетов;
- $\Pi_{\text{зем}}$  - потери народного хозяйства от изъятия сельскохозяйственных земель под основные сооружения дороги;
- $K_0^{\text{АТ}}$  - капитальные вложения в автомобильный транспорт на начальный год;
- $\Delta K_t^{\text{АТ}}$  - дополнительные капитальные вложения в автомобильный транспорт в год  $t$ ;
- $K^{\text{шз}}$  - капитальные вложения в строительство шумозащитных сооружений.

Расчет показателей текущих и единовременных затрат ( $\Delta A_t, \Delta \Pi_t$ ,

$\Delta K_t^{AT}$ ,  $K_0^{AT}$ ), входящих в формулы (9.2) и (9.3) и связанных со строительством и эксплуатацией основных сооружений автомобильной дороги, выполнением заданных объемов перевозок грузов и пассажиров, рекомендуется выполнять по общепринятой методике, приведенной в ВСН 21-83.

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

$$K_{np}^{uz} = \frac{K_1}{(1+E)^{t_1}} + \frac{K_2}{(1+E)^{t_2}} + \frac{K_3}{(1+E)^{t_3}} + \frac{K_4}{(1+E)^{t_4}} + \frac{K_n}{(1+E)^{t_n}}, \quad (9.5)$$

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.

9.10 В случае, когда для всех сравниваемых вариантов шумозащитных сооружений сохраняются одинаковыми план дороги, продольный и поперечные профили, решения по организации движения, в формулах 9.2, 9.3 и 9.4 рекомендуется в целях сокращения расчетов учитывать только показатели, связанные с устройством шумозащитных сооружений:

$$R_t = \Delta Y_t, \quad (9.6)$$

$$Z_t = C_t^{uz}, \quad (9.7)$$

$$\Delta K_t = K^{uz}, \quad (9.8)$$

9.11 Экономическая оценка годового ущерба от транспортного шума, наносимого населению в год  $t$ .  $Y_t$  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:

$$Y_t = Y_{to} + Y_{tn} = \sum_{L=25}^{L_n^{\max}} A(L) \cdot N_n(L) + \sum_{L=25}^{L_d^{\max}} B(L) \cdot N_d(L), \quad (9.9)$$

где  $L_n^{\max}, L_d^{\max}$  - максимальные эквивалентные уровни звука за длительный период ночного и дневного времени, соответственно, дБА;

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

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

$A(L), B(L)$  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. 9.1.

Т а б л и ц а 9.1

Уровень шума, $L$ , дБ(А)	Экономический ущерб, вызванный пребыванием человека в помещении с уровнем шума $L$ в ночное время, $A(L)$ , руб./чел.год (в ценах 2010 г.)	Экономический ущерб, вызванный пребыванием человека в помещении с уровнем шума $L$ в дневное время, $B(L)$ , руб./чел.год (в ценах 2010 г.)
1	2	3
25	150	60
30	1280	360
35	3180	760
40	6370	1330
45	11730	2130
50	20750	3260
55	35930	4860
56	-	5250
60	-	7120
65	-	10320
70	-	14840
75	-	21230

9.12 В соответствии с «Руководством по технико-экономической оценке шумозащитных мероприятий, осуществляемых строительно-акустическими методами» рекомендуется следующая последовательность расчета  $\Delta Y_t$ :

1. Для эталонного и каждого из вариантов шумозащитных сооружений в соответствии с разделом 4.4 «Рекомендаций» определяются эквивалентные уровни шума в дневной и ночной ( $L_n^{\max}, L_d^{\max}$ ) периоды, используя при этом интенсивности движения в наиболее шумный час, соответственно, дневного и ночного времени. Эквивалентные уровни определяются для каждого помещения.

2. Эквивалентные уровни шума для 16-часового периода (с 7 до 23 часов) и 8-часового периода (с 23 до 7 часов) следует назначать по формулам:

$$L_d = L_d^{\max} - 5, \quad (9.10)$$

$$L_n = L_n^{\max} - 10, \quad (9.11)$$

3. Помещения с одинаковыми эквивалентными уровнями шума необходимо объединять в отдельные группы, определяя для каждой из них количество жителей -  $N_d(L)$  и  $N_n(L)$ .

4. По формуле (9.6) для каждого варианта рассчитывается экономическая оценка годового ущерба от транспортного шума, наносимого населению в год  $t$ , -  $Y_t$ .

5. Снижение экономического ущерба по сравнению с эталонным в год вариантом в год рассчитывается по формуле:

$$Y_t = Y_{\text{э\text{т}м}} - Y_t \quad (9.12)$$

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

- затрат по очистке поверхности экрана, обеспечение видимости через прозрачные элементы экрана;
- затрат на окраску металлических и железобетонных поверхностей, поддержание колористического решения экрана;
- затрат по текущему ремонту конструкций экранов, включая аварийные ремонтные работы, связанные с наездом транспортных средств;
- затрат по уходу за элементами озеленения сооружений;
- дополнительных затрат по зимнему содержанию участков дорог с экранами, связанные с продольной возкой снега при снегоочистке.

Ориентировочно ежегодные текущие затраты по содержанию и эксплуатации шумозащитных сооружений можно рассчитывать, принимая их как процент от сметной стоимости строительства (таблица 9.2).

Т а б л и ц а 9.2

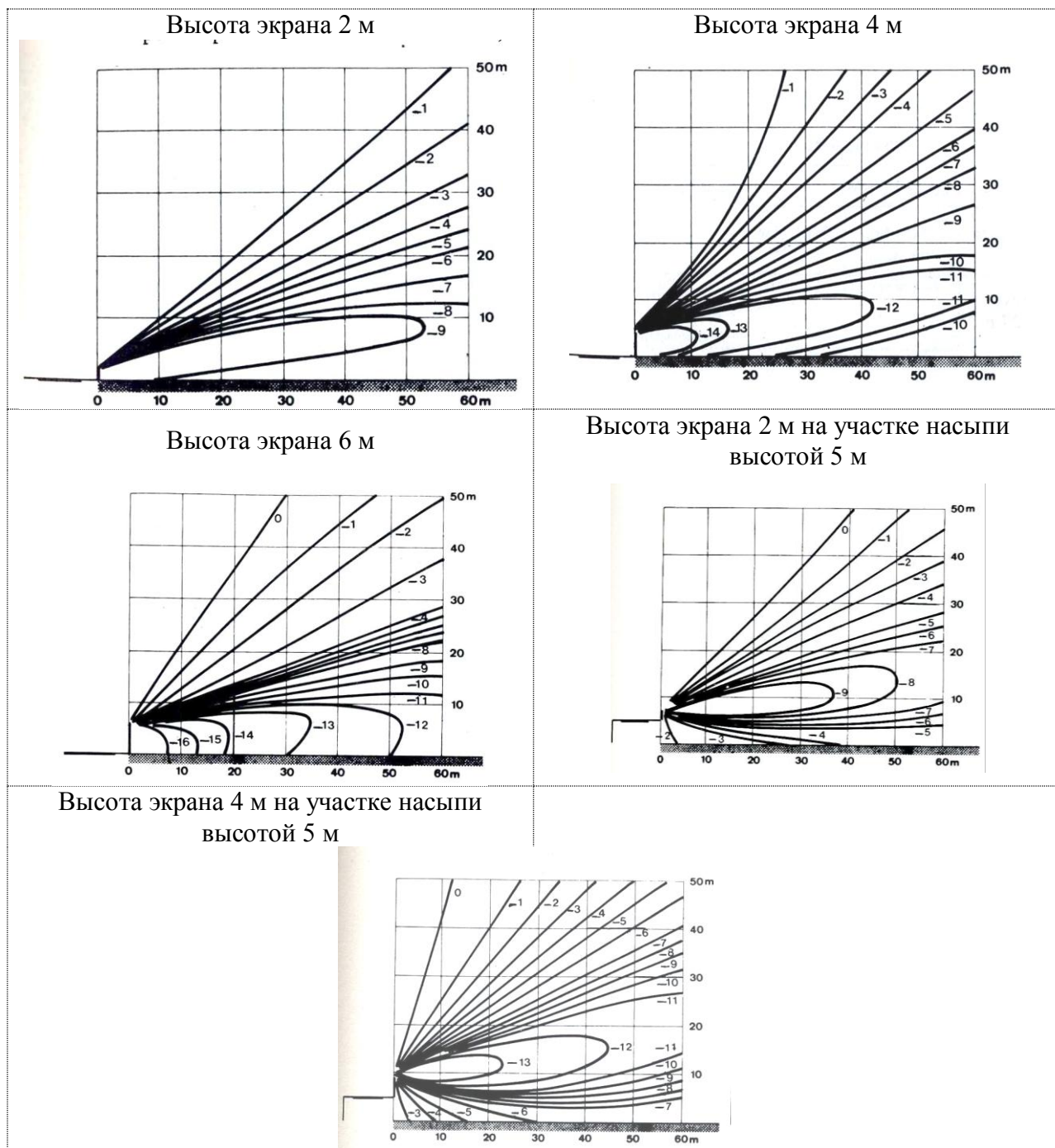
Тип сооружения	Ежегодные текущие затраты в процентах от сметной стоимости шумозащитного сооружения
Шумозащитные валы	0,7
Деревянные экраны	1,5
Бетонные экраны	0,5
Кирпичные и каменные экраны	0,9
Пластические материалы - растительность	2,0
Металлические экраны	1,8
Абсорбирующие панели	1,0
Прозрачные экраны	2,0
Подпорные стенки (бетон или древесина)	1,0

9.14 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  $Z_t$ :

$$\sum_1^{t_{ок}} \frac{R_t}{(1+E)^t} = \sum_1^{t_{ок}} \frac{Z_t}{(1+E)^t}, \quad (9.13)$$

## ПРИЛОЖЕНИЕ А

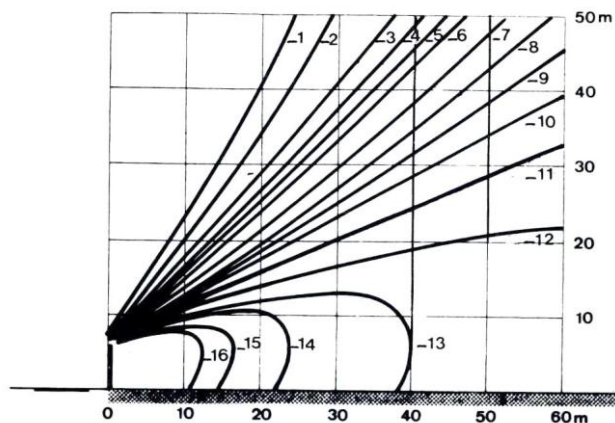
### Снижение эквивалентных уровней транспортного шума на прилегающей территории в зависимости от поперечного профиля на проектируемом участке



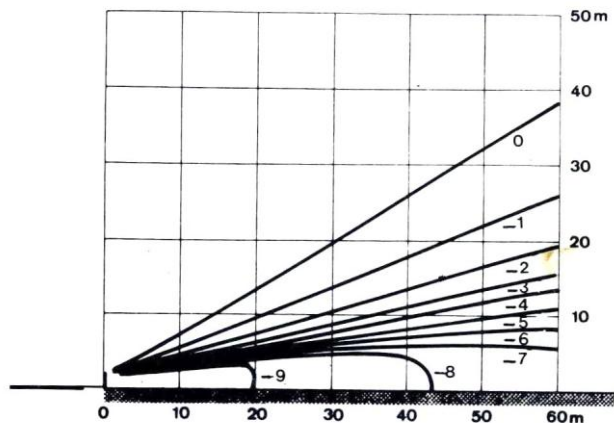
**Рисунок А.1 - Распространение транспортного шума на прилегающей территории в зависимости от поперечного профиля на проектируемом участке двухполосной дороги (цифры на кривых – снижение эквивалентных уровней транспортного шума, дБА)**



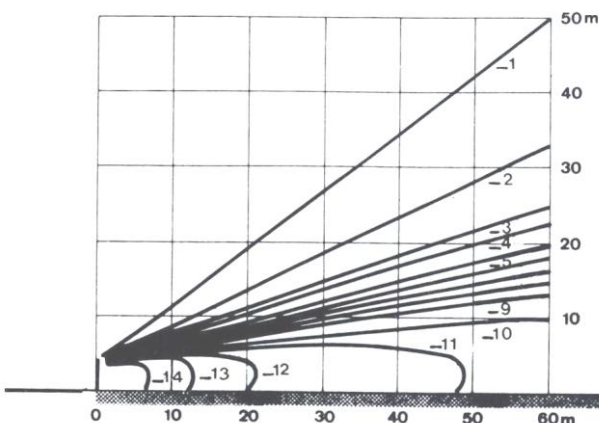
Участок в нулевых отметках, высота  
экрана 2 м



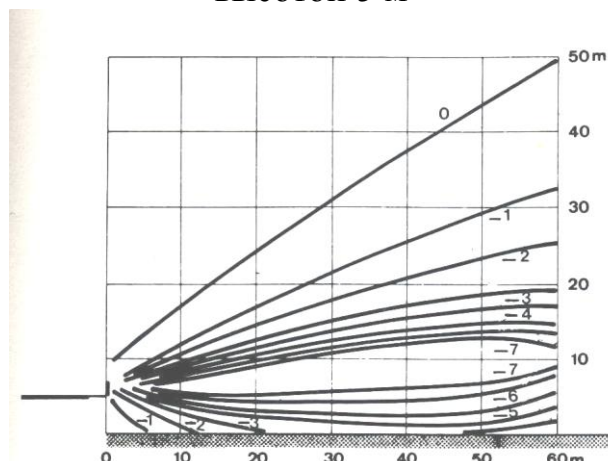
Участок в нулевых отметках, высота  
экрана 4 м



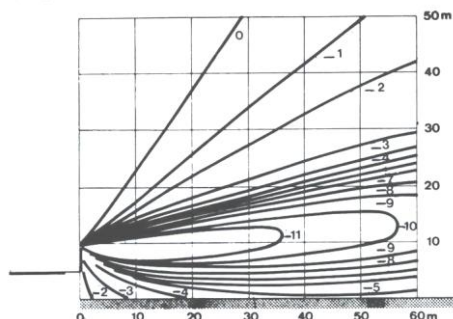
Участок в нулевых отметках, высота  
экрана 6 м



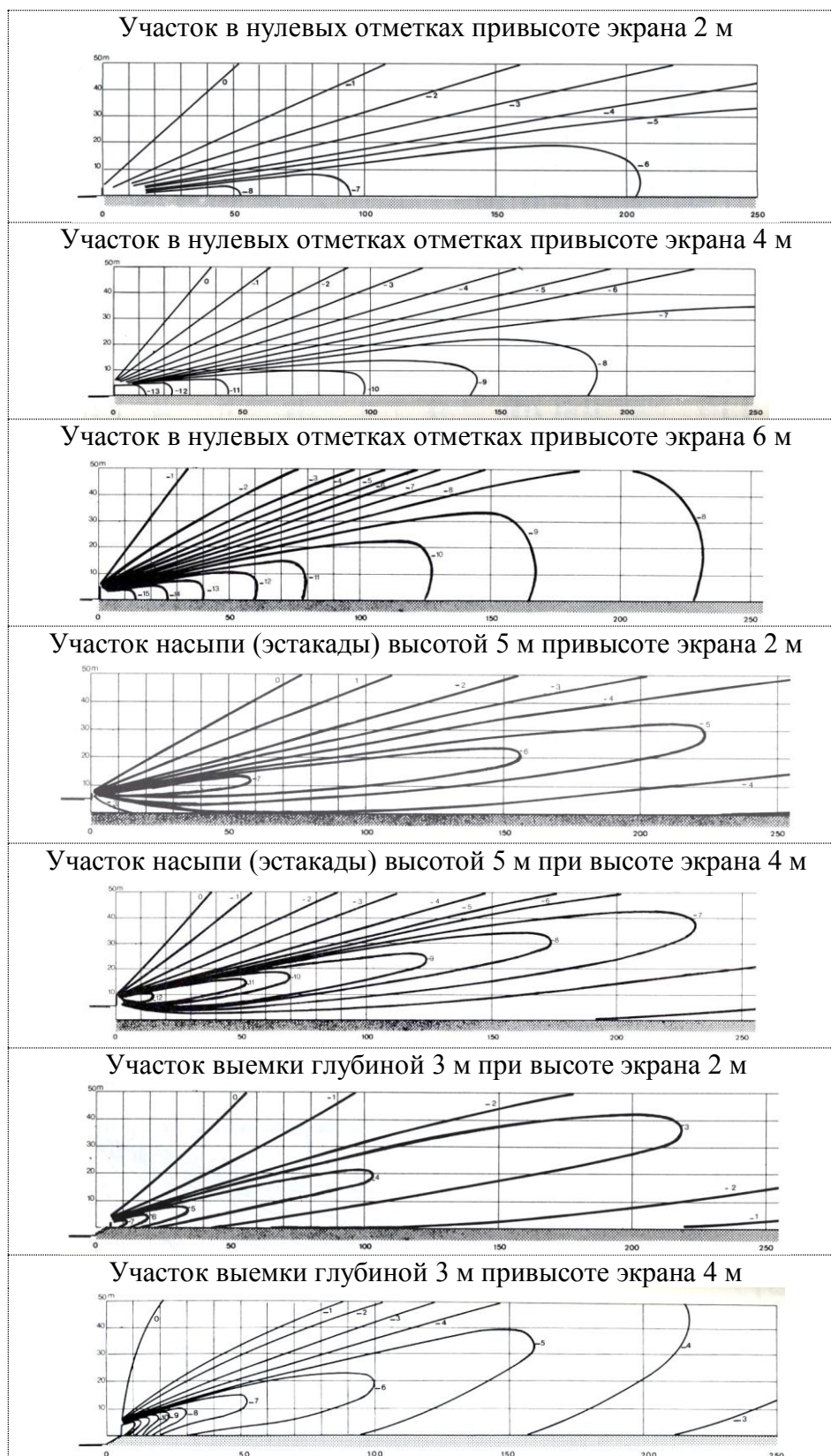
Высота экрана 2 м на участке насыпи  
высотой 5 м



Высота экрана 4 м на участке насыпи высотой 5 м

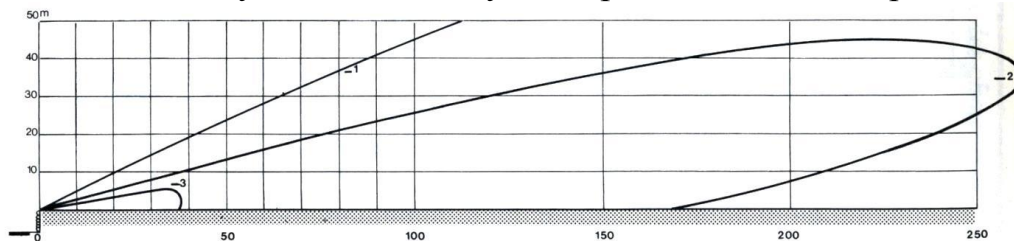


**Рисунок А.2 - Распространение транспортного шума на прилегающей территории в зависимости от перечного профиля на проектируемом участке четырехполосной дороги (цифры на кривых – снижение эквивалентных уровней транспортного шума, дБА)**

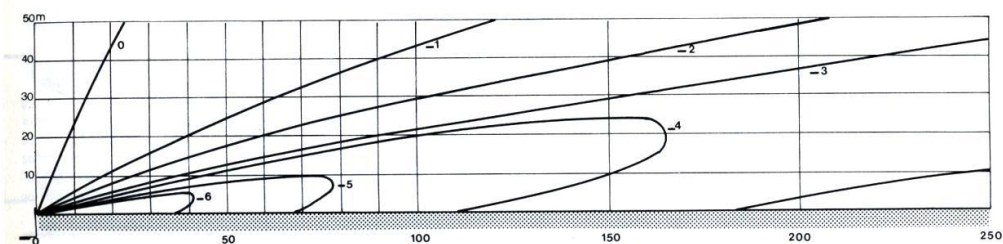


**Рисунок А.3 - Распространение транспортного шума на прилегающей территории в зависимости от поперечного профиля на проектируемом участке четырехполосной дороги (цифры на кривых – снижение эквивалентных уровней транспортного шума, дБА)**

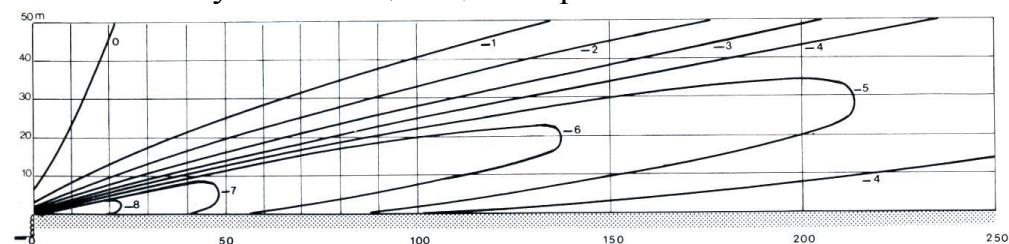
Участок выемки глубиной 6 м в случае вертикальной подпорной стенки



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



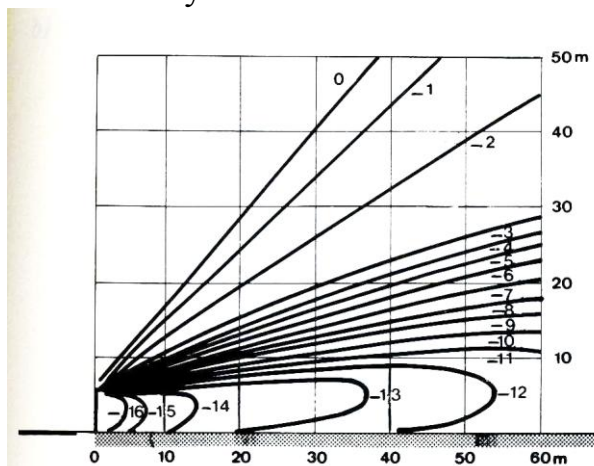
Участке выемки глубиной 6 м в случае вертикальной подпорной стенки и шумопоглощающего экрана высотой 2 м



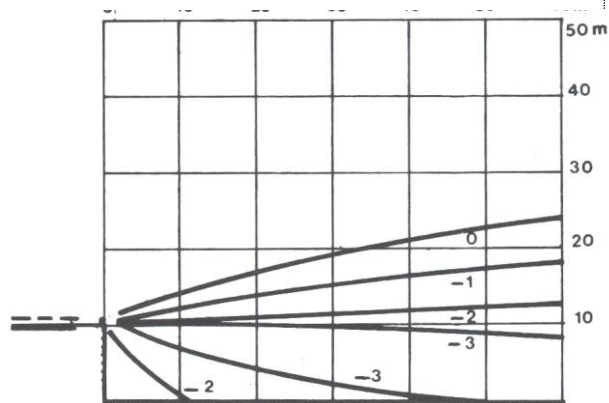
**Рисунок А.4 - Распространение транспортного шума на прилегающей территории в зависимости от поперечного профиля на проектируемом участке четырехполосной дороги (цифры на кривых – снижение эквивалентных уровней транспортного шума, дБА)**



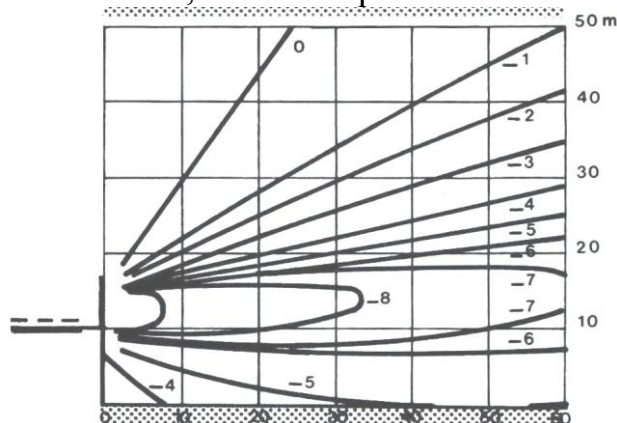
Высота экрана 6 м на участке в нулевых отметках



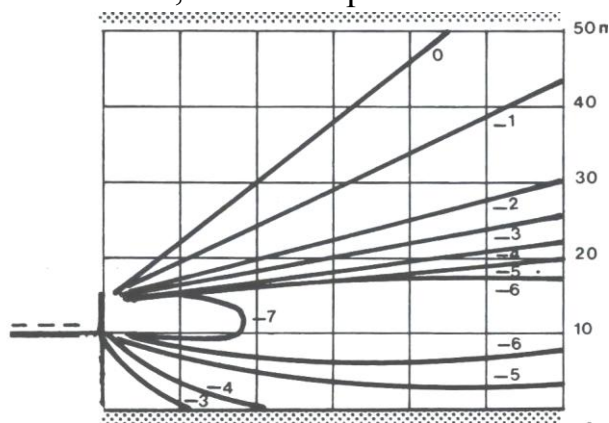
Участок насыпи (эстакады) высотой 10 м, высота экрана (парапета) 0,8 м



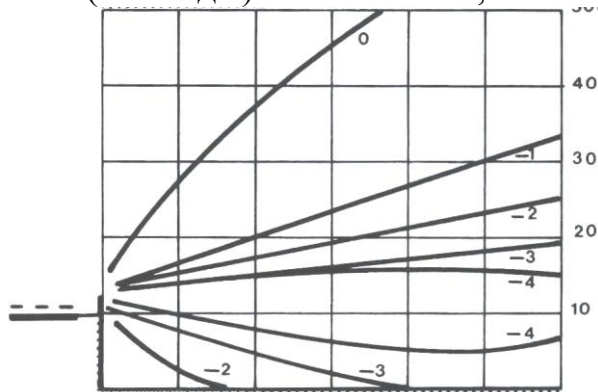
Участок насыпи (эстакады) высотой 10 м, высота экрана 2 м



Участок насыпи (эстакады) высотой 10 м, высота экрана 4 м



Участок насыпи (эстакады) высотой 10 м, высота экрана 6 м



**Рисунок А.5 - Распространение транспортного шума на прилегающей территории в зависимости от поперечного профиля на проектируемом участке шестиполосной дороги (цифры на кривых – снижение эквивалентных уровней транспортного шума, дБА)**

## **ПРИЛОЖЕНИЕ Б**

### **Последовательность расчета размеров шумозащитных сооружений**

Б.1 Исходные материалы для оценки необходимости снижения транспортного шума и проектирования средств шумозащиты территории включают:

- перспективные топографические данные о территориях, на которых должна осуществляться защита от 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);
- характеристики движения и состав транспортных потоков (интенсивность движения в обоих направлениях, ед/ч, средневзвешенная или средняя скорость движения, км/ч, доля числа грузовых общественных транспортных средств от общего числа транспортных средств в потоке, тип покрытия проезжей части);

Б.2 Определение требуемого снижения транспортного шума.

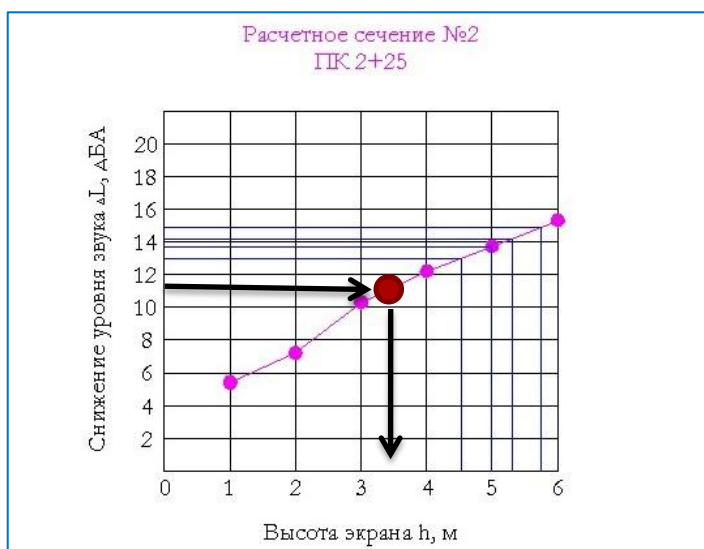
- определяется положение расчетных точек.
- осуществляется разбивка территории застройки на участки, отличающиеся по условиям распространения шума.
- определяются расчетные сечения.
- рассчитываются ШХТП в каждом расчетном сечении.
- устанавливаются уровни звука в расчетных точках.
- определяется допустимые уровни звука в расчетных точках.
- устанавливается необходимость снижения уровня шума, и в случае превышения допустимого уровня определяется требуемое шумопонижение.

Б.3 Акустическое обоснование размеров шумозащитных сооружений осуществляется в соответствии с разделом 6 «Рекомендаций».

В зависимости от конкретных условий рассматриваются возможные варианты шумозащиты: экран, шумозащитный вал или комбинированное сооружение («экран – шумозащитный вал»).

Б.4 В каждом расчетном сечении определяется минимальная высота сооружения. Для этого строится зависимость «высота-шумопонижение сооружения», рисунок Б.1 и графически, в зависимости от требуемого снижения шума, устанавливается минимальная высота сооружения. При построении этой зависимости «высота-шумопонижение» следует начинать с высоты равной 1 м и следует иметь ввиду что увеличение высоты экрана на каждый метр дает возможность снизить уровень шума на 1,5 – 2,0 дБА.

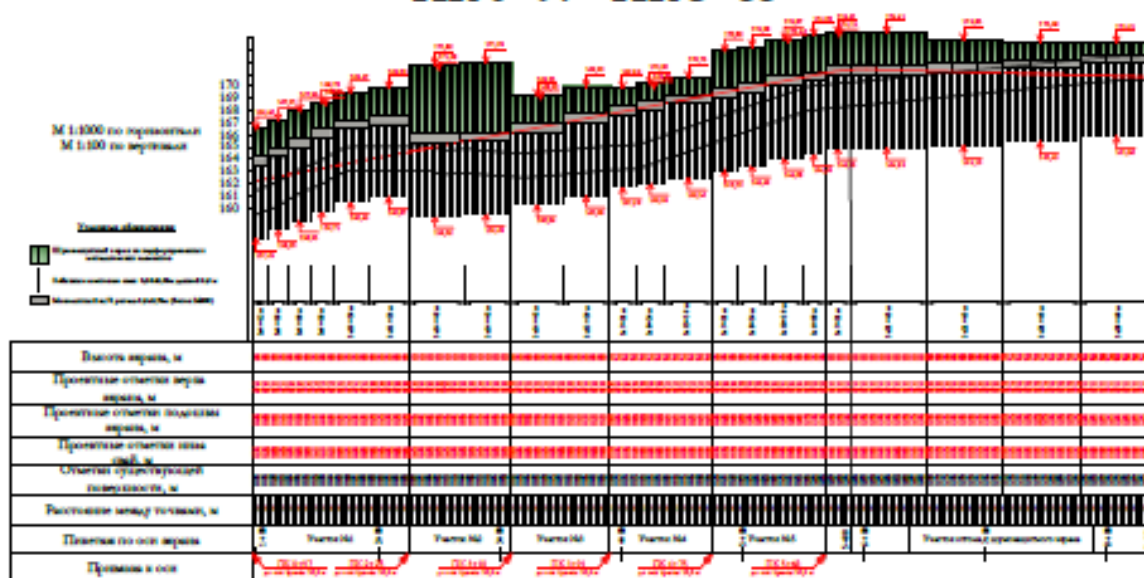
Б.5 Начиная от крайних расчетных сечений в соответствии с разделом 6.3.7 «Рекомендаций» определяется длина отгона сооружения.



**Рисунок Б.1 - Зависимость «высота-шумопонижение сооружения»**

Б.6 После нанесения на продольный профиль участка дороги минимальных высот сооружения в расчетных точках и принятого конструктивного решения сооружения и его фундамента проектируются: линия верха экрана (шумозащитного вала), линия основания экрана (цоколь фундамента или основание шумозащитного вала) и линия заглубления фундамента экрана (рисунок Б.2).

# 



*Рисунок Б.2 - Продольный профиль шумозащитного экрана*