



Актуальность разработки СТО АВТОДОР «Рекомендации по проектированию, строительству и эксплуатации акустических экранов на автомобильных дорогах государственной компании «АВТОДОР»

Докладчик –Тюрина Наталья Васильевна

к.т.н., руководитель службы главного инженера ЗАО "Институт " Трансэкопроект"

Источник акустического воздействия	Наибольшие превышения над ПДУ, дБА	Доля акустического загрязнения (%)
1. Автомобильный транспорт	15-25	70
2. Железнодорожный транспорт	10-25	15
3. Авиация	15-30	5
4. Строительство	20-30	2
5. Промышленные предприятия	10-15	8

В соответствии с требованиями Постановления Правительства РФ от 16.02.2008 г. №87 «О составе разделов проектной документации и требованиях к их содержанию» для линейных объектов, в том числе автомобильных и железных дорог, в обязательном порядке должен быть разработан раздел **«Мероприятия по охране окружающей среды» (МООС)**.

В составе раздела МООС выполняется оценка акустического воздействия на окружающую среду на период строительства и эксплуатации, а также разрабатываются мероприятия по снижению шума.

СП 51.13330.2011 Защита от шума. Актуализированная редакция СНиП 23-03-2003

Последовательность акустического расчета

- выявление источников шума и определение их шумовых характеристик;
- выбор точек в помещениях и на территориях, для которых необходимо провести расчет (расчетных точек);
- определение путей распространения шума от его источника (источников) до расчетных точек и потерь звуковой энергии по каждому из путей (снижение за счет расстояния, экранирования, звукоизоляции ограждающих конструкций, звукопоглощения и др.);
- определение ожидаемых уровней шума в расчетных точках;
- определение требуемого снижения уровней шума на основе сопоставления ожидаемых уровней шума с допустимыми уровнями шума;
- **разработка мероприятий по обеспечению требуемого снижения уровней шума;**
- проверочный расчет достаточности выбранных шумозащитных мероприятий для обеспечения защиты объекта или территории от шума.

Архитектурно-планировочные мероприятия

- метод функционального зонирования застройки примагистральных территорий, предполагающий взаимное удаление источников шума и объектов, требующих шумозащиты (наиболее эффективен на ранних стадиях проектирования, например, при разработке проектов планировки территории (ППТ) и проектов межевания территории (ПМТ),
- создание генпланов населенных пунктов с учетом существующих и планируемых ограничений (санитарных разрывов железных и автомобильных дорог);

Организационно-технические мероприятия

- частичное или полное ограничение движения отдельных видов транспорта (н-р, грузового) в ночное время и тд;
- ограничение скорости движения;
- использование интеллектуальных транспортных систем (ИТС), снижение фаз торможения и разгона путем регулирования режимов работы светофоров и пр.

Акустические мероприятия

- Снижение шума в источнике образования (малозумные двигатели, эффективные капоты, глушители, применение шумопоглощающих автодорожных покрытий, накладок на рельсы и пр);
- **Снижение шума на пути распространения (шумозащитные жилые здания, акустические экраны, шумозащитные валы, выемки, шумозащитные полосы зеленых насаждений, шумозащитное остекление и пр)**

ШУМОЗАЩИТНЫЕ ВЫЕМКИ

ОБЕСПЕЧИВАЮТ СНИЖЕНИЕ УРОВНЯ ШУМА И ЗАПЫЛЕННОСТИ НА ПРИЛЕГАЮЩЕЙ СЕЛИТЕБНОЙ ТЕРРИТОРИИ, НО ТРЕБУЮТ ОТВОДА ЗНАЧИТЕЛЬНЫХ ТЕРРИТОРИЙ

Внешний угол β_s в градусах	210	225	240	255
Поправка $\Delta L_{A\beta}$, дБА	6	5	3	1

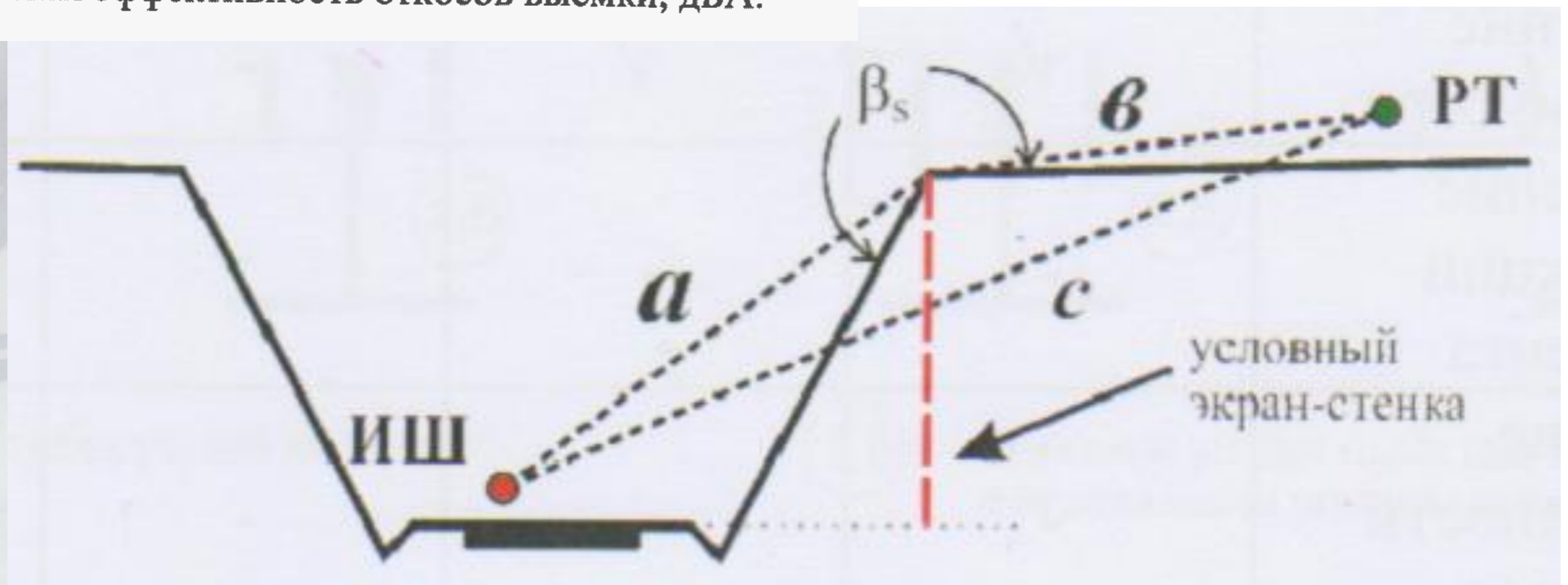
Примечание - Поправка $\Delta L_{A\beta}$ для промежуточных значений внешнего угла β_s определяются интерполяцией.

$$\Delta L_{A \text{ выем}} = \Delta L_{A \text{ усл. ст}} - \Delta L_{A\beta},$$

$\Delta L_{A \text{ выем}}$ - акустическая эффективность выемки, дБА;

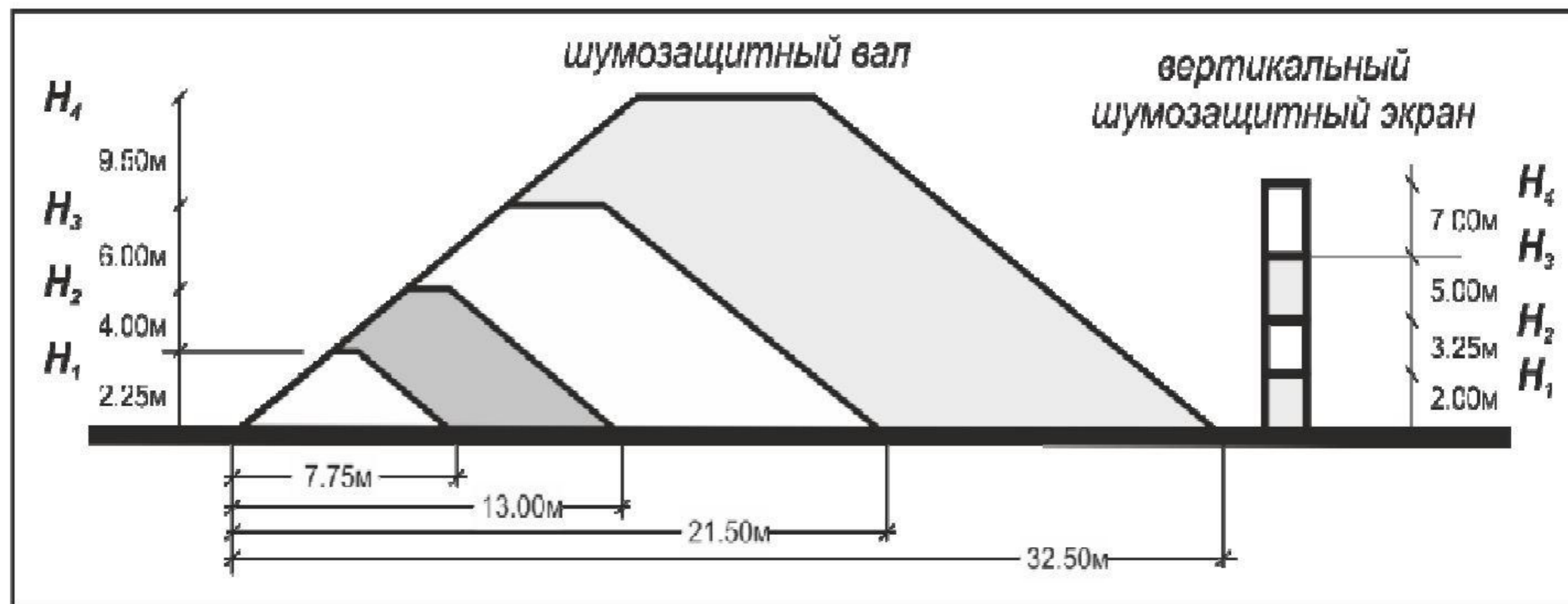
$\Delta L_{A \text{ усл. ст}}$ - акустическая эффективность условного экрана-стенки, дБА;

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



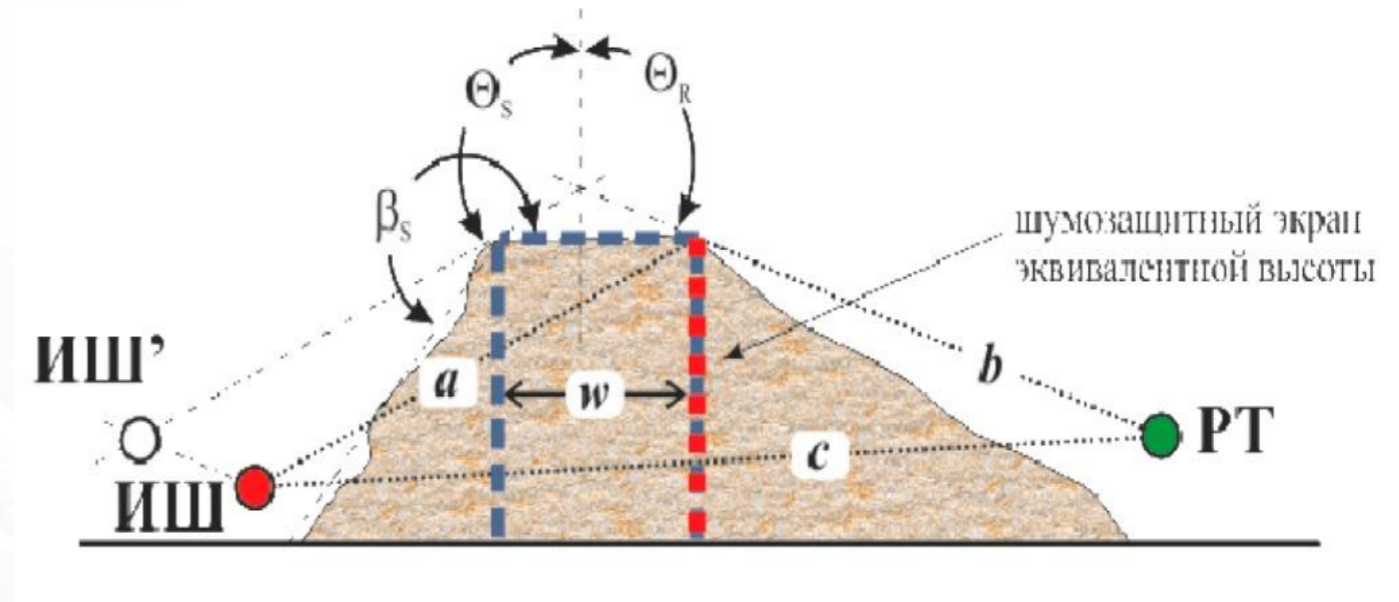
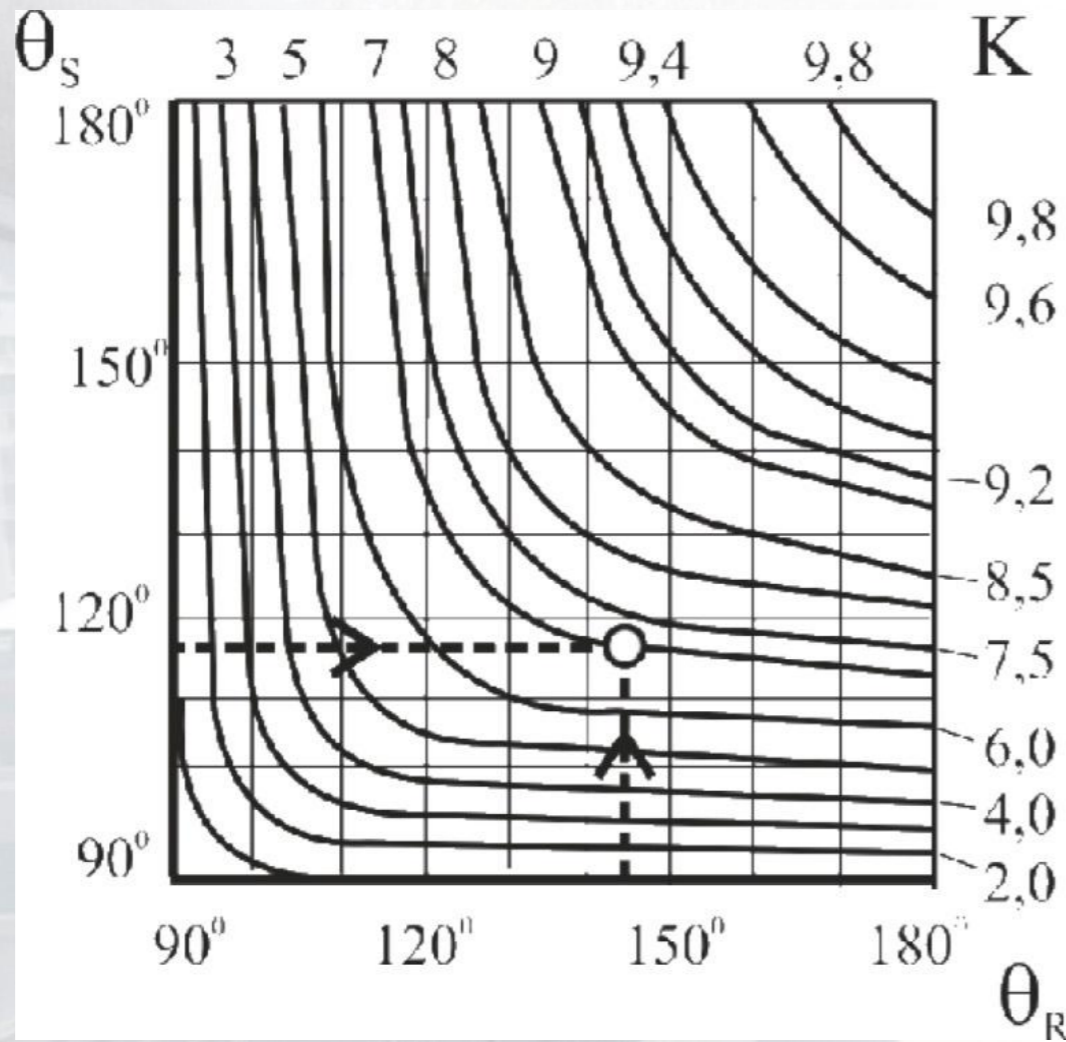
ШУМОЗАЩИТНЫЕ ГРУНТОВЫЕ ВАЛЫ

ОБЕСПЕЧИВАЮТ СНИЖЕНИЕ УРОВНЯ ШУМА И ЗАПЫЛЕННОСТИ НА ПРИЛЕГАЮЩЕЙ СЕЛИТЕБНОЙ ТЕРРИТОРИИ, НО ТРЕБУЮТ ОТВОДА ЗНАЧИТЕЛЬНЫХ ТЕРРИТОРИЙ



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

РАСЧЕТ ЭФФЕКТИВНОСТИ ШУМОЗАЩИТНОГО ВАЛА



$$\Delta L_{A_{\text{экр.вал.}}} = \Delta L_{A_{\text{усл.ст}}} + K(\lg w + 0,7) - \Delta L_{A_{\beta}},$$

- $\Delta L_{A_{\text{экр.вал.}}}$ - снижение шума на участке шумозащитного вала, дБА;
- $\Delta L_{A_{\text{усл.ст}}}$ - снижение уровня звука условным экраном, дБА, то же, что и по п. 11.4.4.1 «Методических рекомендаций»;
- K - параметр, определяемый в зависимости от углов θ_S и θ_R по номограмме на рисунке 11.20 [4];
- w - ширина вписанного прямоугольного параллелепипеда, м;

ШУМОЗАЩИТНЫЕ ПОЛОСЫ ЗЕЛЕННЫХ НАСАЖДЕНИЙ

ОБЕСПЕЧИВАЮТ СНИЖЕНИЕ ЗАПЫЛЕННОСТИ НА ПРИЛЕГАЮЩЕЙ СЕЛИТЕБНОЙ ТЕРРИТОРИИ И БЛАГОПРИЯТНОЕ ЭСТЕТИЧЕСКОЕ ВОСПРИЯТИЕ, НО ТРЕБУЮТ ОТВОДА ЗНАЧИТЕЛЬНЫХ ТЕРРИТОРИЙ И ОБЕСПЕЧИВАЮТ ОЧЕНЬ МАЛОЕ СНИЖЕНИЕ ШУМА

$$\Delta L_{\text{зел.}} = \alpha_{\text{зел.}} \cdot B$$

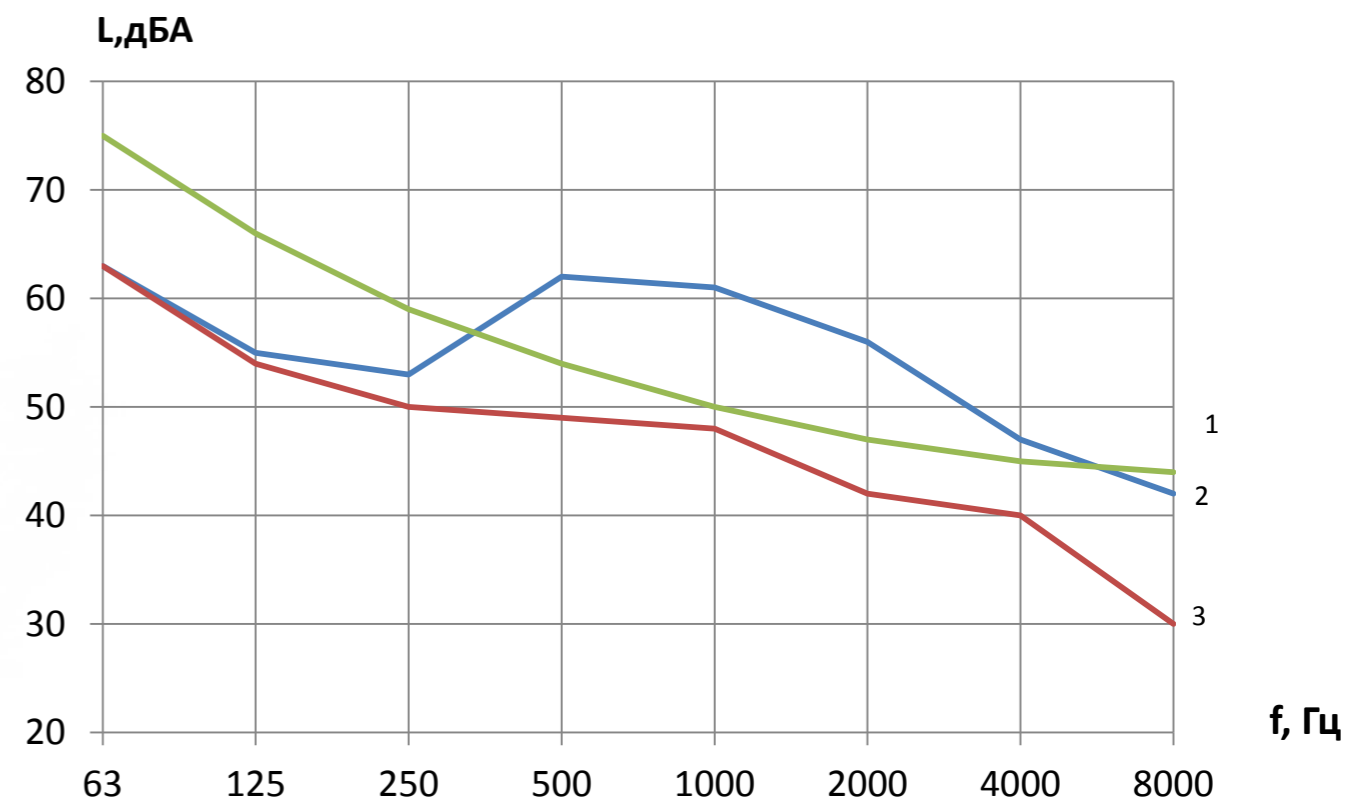
где $\alpha_{\text{зел.}}$ - постоянная затухания звука в зеленых насаждениях, $\alpha_{\text{зел.}} = 0,08$ дБ/м, B - ширина полосы.



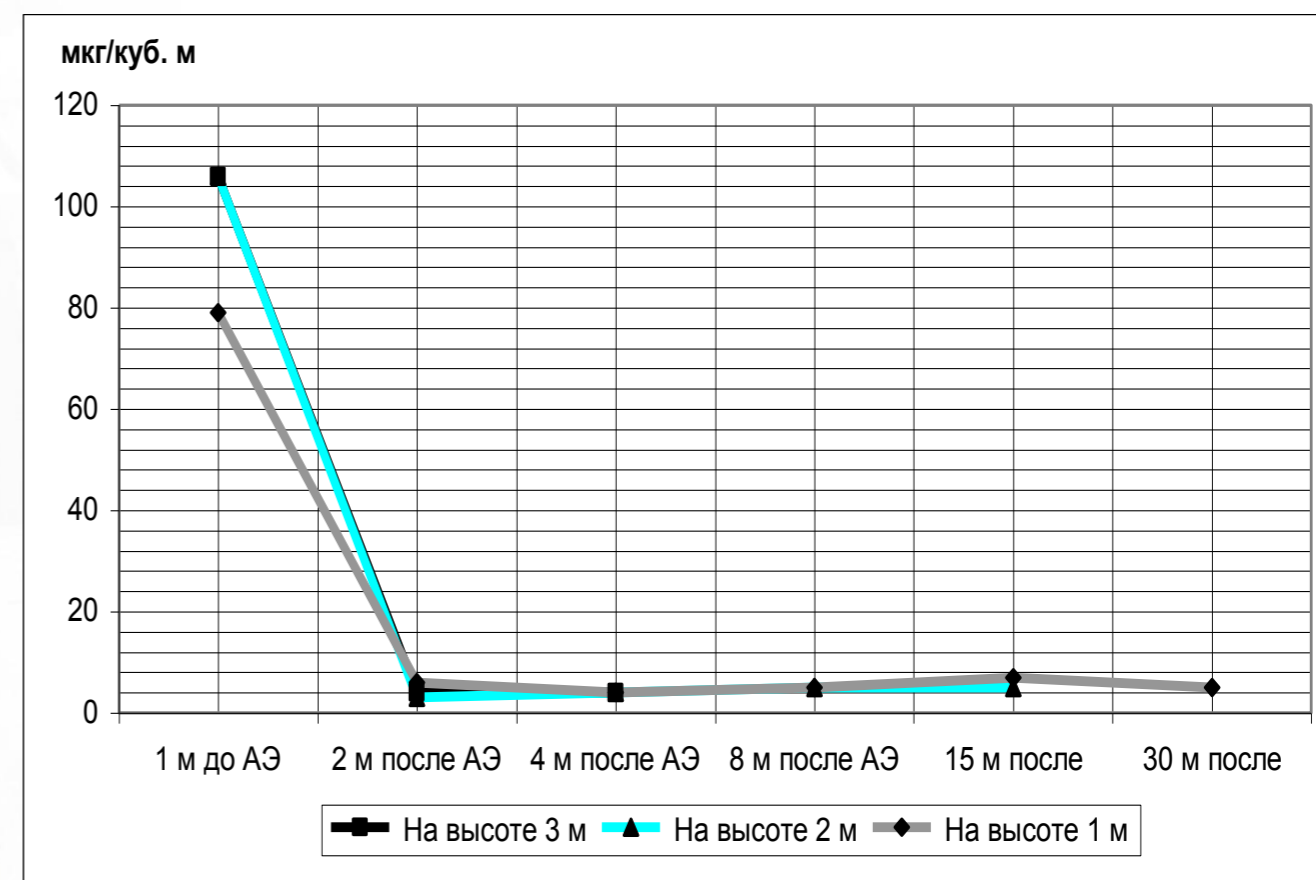
Расстояние между вечнозелеными деревьями в шумозащитной полосе должно быть не более 4 м, высота деревьев не менее 5-8 м, кустарника не менее 2 м. Посадка деревьев может быть рядовая или шахматная, причем все подкрановое пространство должно быть полностью заполнено кустарником без просветов.

АКУСТИЧЕСКИЕ ЭКРАНЫ

ОБЕСПЕЧИВАЮТ СНИЖЕНИЕ УРОВНЯ ШУМА И ЗАПЫЛЕННОСТИ НА ПРИЛЕГАЮЩЕЙ СЕЛИТЕБНОЙ ТЕРРИТОРИИ, ПРИМЕНЯЮТСЯ КАК НА ИСКУССТВЕННЫХ СООРУЖЕНИЯХ (ЭСТАКАДАХ И МОСТАХ), ТАК И НА ЗЕМЛЯНОМ ПОЛОТНЕ, НЕ ТРЕБУЮТ ЗНАЧИТЕЛЬНОГО ЗЕМЛЕОТВОДА



Спектры шума, измеренные на ст. Тосно, до (2) и после (3) установки АЭ высотой 3 м, 1 – норма шума



Изменение концентраций SO₂ при наличии АЭ

Транспортный акустический экран – наиболее распространённое средство снижения шума на пути его распространения, протяженная звукоизолирующая преграда, устанавливаемая между источником шума (автомобильной дорогой) и защищаемым объектом (жилой застройкой).



Появление первых в мире АЭ следует отнести к концу XIX века, когда в Лондоне вдоль железной дороги были установлены первые АЭ из бетона.

Во второй половине XX в. более 50 лет назад в США, странах ЕС, Японии начались массовые применения АЭ. Например, в Японии к концу XX в. на ж.д. и а/д было установлено более 5 тыс. км АЭ.

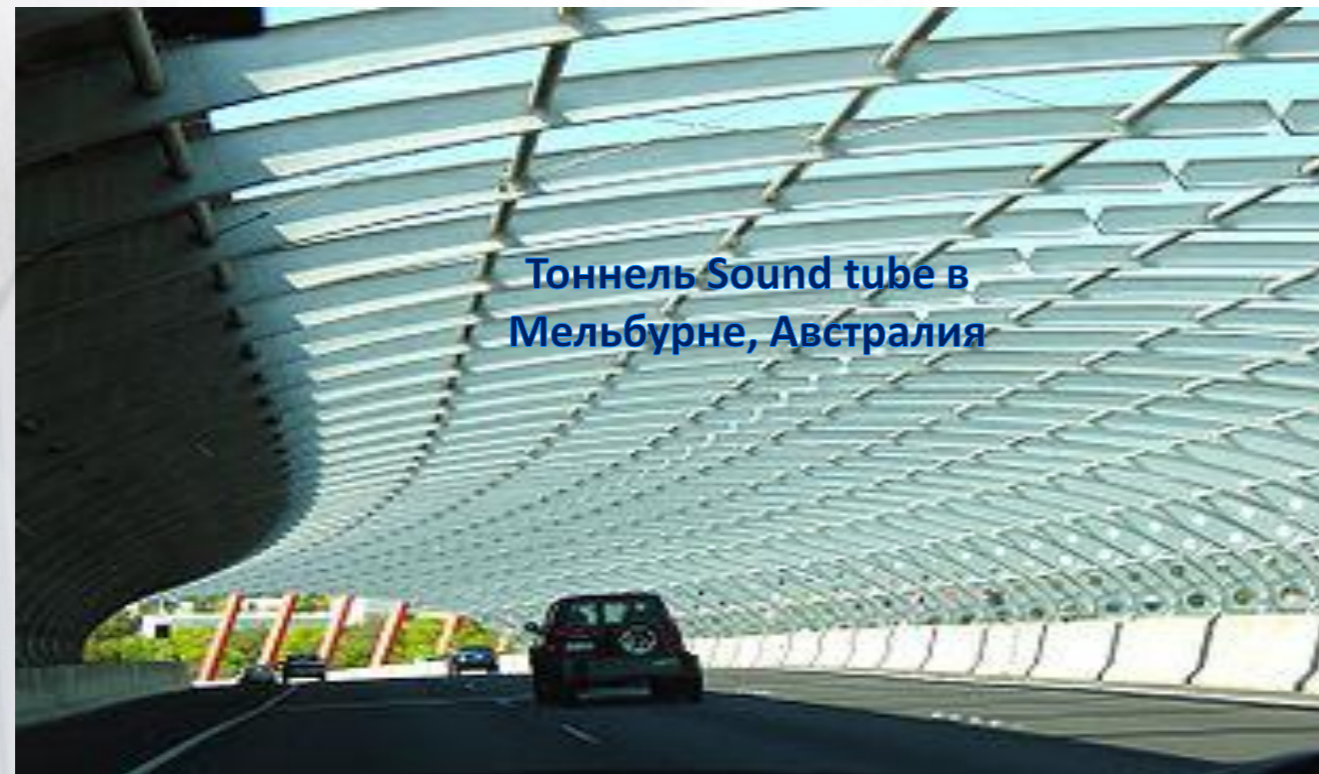
В РФ первые АЭ появились немногим более 15 лет назад (МКАД, 13 км).

Опыт применения АЭ в нашей стране невелик по сравнению с другими развитыми странами, первые нормативные документы, позволяющие проектировать АЭ в нашей стране появились в конце 70 гг XX века (СНиП II-12-77).

- вдоль автомобильных и железных дорог для защиты от шума жилой застройки;
- в аэропортах вдоль взлетной полосы или вдоль места стоянки самолетов, где производятся технологические операции «гонки двигателей»;
- вблизи строительных площадок;
- вокруг различных стационарных установок (чиллеры, котельные, компрессоры) для защиты жилой застройки,
- в офисах и производственных помещениях для защиты от шума рабочих мест.



СОВРЕМЕННЫЕ ПРИМЕРЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АКУСТИЧЕСКИХ ЭКРАНОВ



КЛАССИФИКАЦИЯ ТРАНСПОРТНЫХ АКУСТИЧЕСКИХ ЭКРАНОВ

ПО **ФИЗИЧЕСКОМУ ПРИНЦИПУ СНИЖЕНИЯ ШУМА** (ОТРАЖАЮЩИЕ И ОТРАЖАЮЩЕ-ПОГЛОЩАЮЩИЕ)

ПО **КОНСТРУКТИВНОМУ РЕШЕНИЮ ВЕРХНЕЙ ЧАСТИ** (ЭКРАНЫ БЕЗ НАДСТРОЙКИ ВЕРХНЕЙ ГРАНИЧНОЙ ПОВЕРХНОСТИ И С НАДСТРОЙКОЙ ВЕРХНЕЙ ГРАНИЧНОЙ ПОВЕРХНОСТИ)

ПО **МАТЕРИАЛАМ АКУСТИЧЕСКИХ ПАНЕЛЕЙ** (КОНСТРУКЦИОННОЙ СТАЛИ С ЗАЩИТНЫМ ПОКРЫТИЕМ, НЕРЖАВЕЮЩЕЙ СТАЛИ, АЛЮМИНИЯ, ИМПРЕГНИРОВАННОЙ ДРЕВЕСИНЫ, КОМПОЗИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ, СВЕТОПРОЗРАЧНЫХ ПОЛИМЕРОВ, ЗАКАЛЕННОГО СТЕКЛА, АРМИРОВАННЫХ ЩЕПОЦЕМЕНТНЫХ БЛОКОВ, БЕТОНА, ЖЕЛЕЗОБЕТОНА, КИРПИЧА И ПР.)

ПО **ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ** (УНИВЕРСАЛЬНЫЕ И ТЯЖЕЛЫЕ)





РЕЗУЛЬТАТЫ МОНИТОРИНГА ТРАНСПОРТНЫХ АКУСТИЧЕСКИХ ЭКРАНОВ

Эффективному использованию акустических экранов (АЭ) и обеспечению требуемого снижения шума у нормируемых объектов препятствуют следующие проблемы:

- недостаточная фактическая акустическая эффективность экранов (5-10 дБА);
- некорректно выбранные параметры АЭ (высота, длина, расположение и пр);
- низкое качество акустических панелей АЭ;
- неверно запроектированное совмещение АЭ с прочими элементами обустройства автомобильной дороги;
- ошибки при монтаже;
- ухудшение акустических свойств АЭ в процессе эксплуатации;
- ухудшение внешнего вида АЭ в процессе эксплуатации;
- недостаточная вандалозащищенность и безопасность при эксплуатации;
- малый срок службы и разрушение отдельных частей АЭ.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОБЛЕМНЫХ МОМЕНТОВ ПРОЕКТИРОВАНИЯ АКУСТИЧЕСКИХ ЭКРАНОВ

- недостаточные высота и/или длина АЭ, неправильное расположение АЭ, включая акустически незащищенные технологические проемы, и тд;
- применение акустических панелей с недостаточными акустическими и эксплуатационными характеристиками
- ошибки при конструировании АЭ, ведущие к недостаточности звукоизолирующих свойств АЭ;



- неверно запроектированное совмещение АЭ с элементами обустройства автомобильной или железной дороги, приводящее к наличию проемов для водоотведения с проезжей части, разрывам для опор наружного освещения, опор АСУДД и пр.





ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОБЛЕМНЫХ МОМЕНТОВ МОНТАЖА И ЭКСПЛУАТАЦИИ ТРАНСПОРТНЫХ АКУСТИЧЕСКИХ ЭКРАНОВ

Недостатки и **ошибки монтажа** выражаются в появлении в АЭ щелей и проемов и прочих факторах, которые существенно (ориентировочно до 60% и более) снижают акустическую эффективность АЭ.

Основными проблемами, выявленными **в период эксплуатации АЭ**, являются ухудшение внешнего вида АЭ в следствие коррозии металлических стоек и панелей, помутнению прозрачных панелей (в результате воздействия ультрафиолетовых лучей, химически агрессивной среды, повреждения потоками песка, загрязнением вследствие несвоевременной очистки и пр.);

«сваливание» звукопоглощающего материала в отражающе-поглощающих экранах из-за намокания и воздействия агрессивных сред и, как следствие, снижение эффекта звукопоглощения АЭ;

разрушение АЭ из-за вандализма и прочих причин.



ПРИМЕРЫ ПРОБЛЕМНЫХ МОМЕНТОВ, СВЯЗАННЫХ С ПРОЕКТИРОВАНИЕМ, МОНТАЖЕМ И ЭКСПЛУАТАЦИЕЙ ЭКРАНОВ





ОСНОВНЫЕ ПРИЧИНЫ ОШИБОК ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ, МОНТАЖЕ И ЭКСПЛУАТАЦИИ ТРАНСПОРТНЫХ АКУСТИЧЕСКИХ ЭКРАНОВ



ОТСУТСТВИЕ ВСЕСТОРОННИХ ИССЛЕДОВАНИЙ И
ВЗАИМОУВЯЗАННЫХ НОРМАТИВНЫХ ДОКУМЕНТОВ,
УСТАНОВЛИВАЮЩИХ КОМПЛЕКСНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К ТРАНСПОРТНЫМ
АКУСТИЧЕСКИМ ЭКРАНАМ;

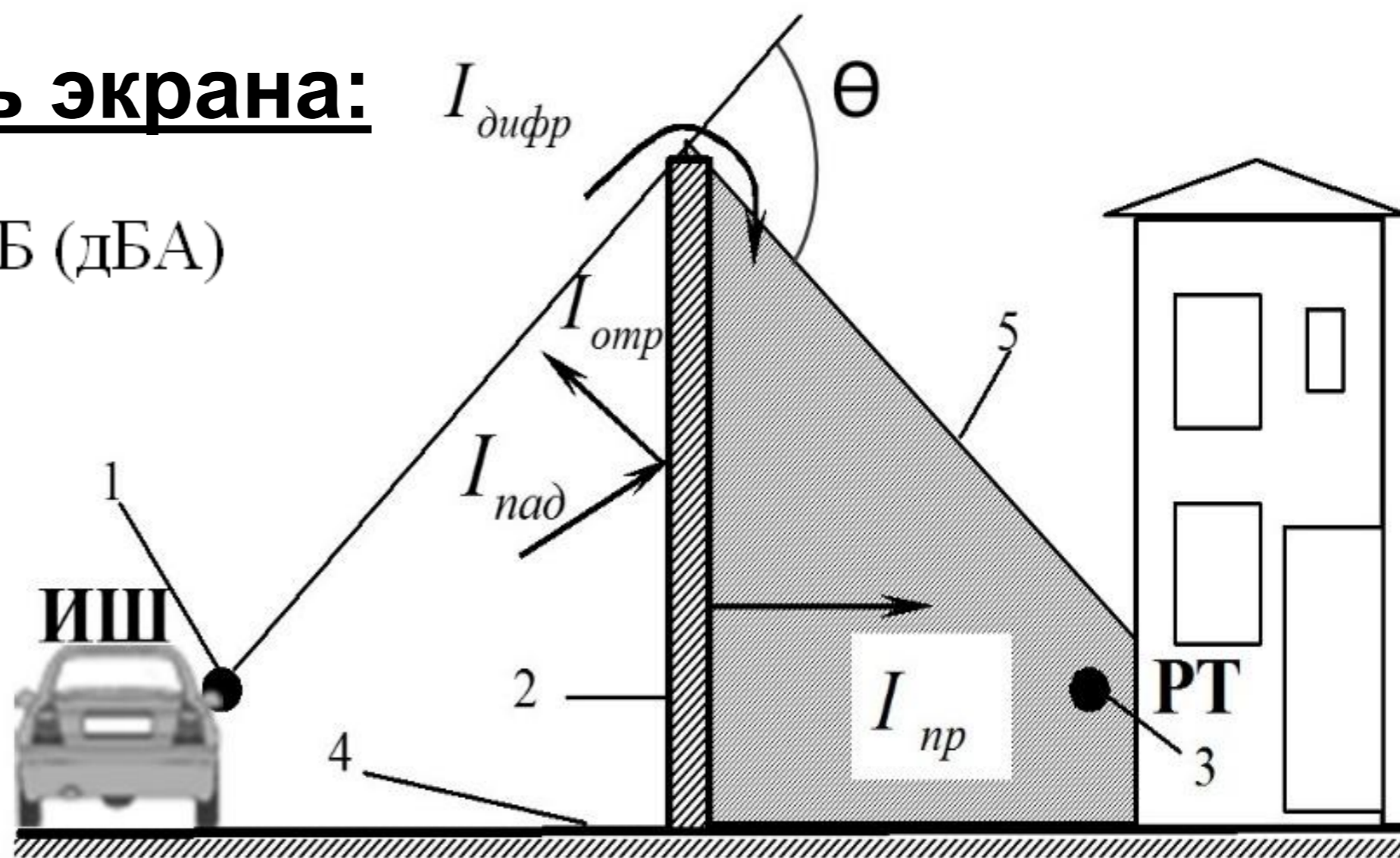
НЕЭФФЕКТИВНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АКУСТИЧЕСКИХ ЭКРАНОВ В СИЛУ
РЯДА КОНСТРУКТИВНЫХ НЕДОРАБОТОК И ОШИБОК МОНТАЖА;

ОТСУТСТВИЕ НОРМАТИВНЫХ ДОКУМЕНТОВ, ОТРАЖАЮЩИХ
ТРЕБОВАНИЯ К МОНТАЖУ И ЭКСПЛУАТАЦИИ АКУСТИЧЕСКИХ ЭКРАНОВ
ВДОЛЬ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ;



Эффективность экрана:

$$\Delta L_{\text{экр}} = L_{\text{рТ}}^{\text{б/э}} - L_{\text{рТ}}^{\text{с/э}}, \text{ дБ (дБА)}$$



ОТРАЖЕНИЕ ЗВУКА

ДИФРАКЦИЯ ЗВУКА

ПРОХОЖДЕНИЕ ЗВУКА

ПОГЛОЩЕНИЕ ЗВУКА

1—источник шума (ИШ);
 2—акустический экран (АЭ);
 3 - расчетная точка (РТ); 4- опорная поверхность; 5- зона акустической тени,
 θ — угол дифракции АЭ;
 $I_{\text{дифр}}$ — интенсивность звука, дифрагировавшего через свободное ребро АЭ; $I_{\text{отр}}$ - интенсивность звука, отраженного от АЭ; $I_{\text{пад}}$ — интенсивность падающего на АЭ звука; $I_{\text{пр}}$ — интенсивность звука, прошедшего через АЭ

Определение акустической эффективности экранов в условиях эксплуатации выполняется в соответствии с ГОСТ Р 51943-2002 “Экраны акустические для защиты от шума транспорта. Методы экспериментальной оценки эффективности”.

Результаты измерений эффективности шумозащитных экранов

Таблица 1

Точка	Примечание	УЗД, дБ в октавных полосах частот								УЗ, L дБА
		63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Опорная точка с АЭ L_{PO}^{c12}	Контрольная точка располагалась на расстоянии 25 м за АЭ	76,6	71,1	67,1	65,5	67,2	65,8	62,1	60,0	72,0
Контрольная точка с АЭ L_{PK}^{c12}		73,1	59,6	54,8	52,4	50,0	46,9	41,7	38,3	54,7
ΔL_p^{c12}		3,5	11,5	12,3	13,0	17,2	18,9	20,5	21,7	17,3
Опорная точка без АЭ $L_{PO}^{\delta12}$		73,9	66,4	69,6	71,9	65,7	62,3	57,3	51,2	71,5
Контрольная точка без АЭ $L_{PK}^{\delta12}$		71,1	66,3	67,7	61,6	60,1	55,3	49,7	40,5	65,4
$\Delta L_p^{\delta12}$	2,8	0,1	1,9	10,3	5,6	6,9	7,5	10,7	6,1	
Эффективность $\Delta L_p = \overline{\Delta L_p^{c12}} - \overline{\Delta L_p^{\delta12}}$		0,7	11,4	10,4	2,7	11,6	12,0	12,9	11,0	11,2
Опорная точка с АЭ L_{PO}^{c12}	Контрольная точка располагалась на расстоянии 25 м за АЭ	78,5	72,0	65,5	72,8	65,8	63,9	61,3	56,5	72,3
Контрольная точка с АЭ L_{PK}^{c12}		74,9	60,4	51,2	53,8	49,8	46,5	43,6	31,1	54,8
ΔL_p^{c12}		3,6	11,6	14,3	19,0	16,0	17,4	17,7	25,4	17,5
Опорная точка без АЭ $L_{PO}^{\delta12}$		78,7	71,9	66,3	69,1	66,5	64,8	60,7	56,7	72,2
Контрольная точка без АЭ $L_{PK}^{\delta12}$		77,5	71,5	64,6	60,9	61,3	58,9	52,5	41,2	65,5
$\Delta L_p^{\delta12}$	1,2	0,4	1,7	8,2	5,2	5,9	8,2	15,5	6,7	
Эффективность $\Delta L_p = \overline{\Delta L_p^{c12}} - \overline{\Delta L_p^{\delta12}}$		2,4	11,2	12,6	10,8	10,8	11,5	9,5	9,9	10,8
Опорная точка с АЭ L_{PO}^{c12}	Контрольная точка располагалась на расстоянии 25 м за АЭ	77,1	73,8	70,1	70,6	65,2	63,1	62,1	55,7	71,8
Контрольная точка с АЭ L_{PK}^{c12}		75,0	59,7	53,7	54,0	49,4	46,7	41,7	34,4	54,9
ΔL_p^{c12}		2,1	14,1	16,4	16,6	15,8	16,4	20,4	21,3	16,9
Опорная точка без АЭ $L_{PO}^{\delta12}$		77,7	70,1	69,9	71,3	65,5	62,7	59,7	53,4	71,6
Контрольная точка без АЭ $L_{PK}^{\delta12}$		76,4	69,1	65,5	64,6	60,6	58,5	54,0	43,7	67,1
$\Delta L_p^{\delta12}$	1,3	1,1	4,3	6,7	4,9	4,2	5,7	9,7	4,5	
Эффективность $\Delta L_p = \overline{\Delta L_p^{c12}} - \overline{\Delta L_p^{\delta12}}$		0,8	13,1	12,0	9,9	10,9	12,2	14,8	11,5	12,4
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 (СН 2.2.4/2.1.8.562-96, Таблица 3, п. 9)		75	66	59	54	50	47	45	44	55

Выводы: В результате проведенных натурных измерений установлено, что эффективность акустического экрана составляет 10,8-12,4 дБА на расстоянии 25 м за акустическим экраном.

Измерения проводились:

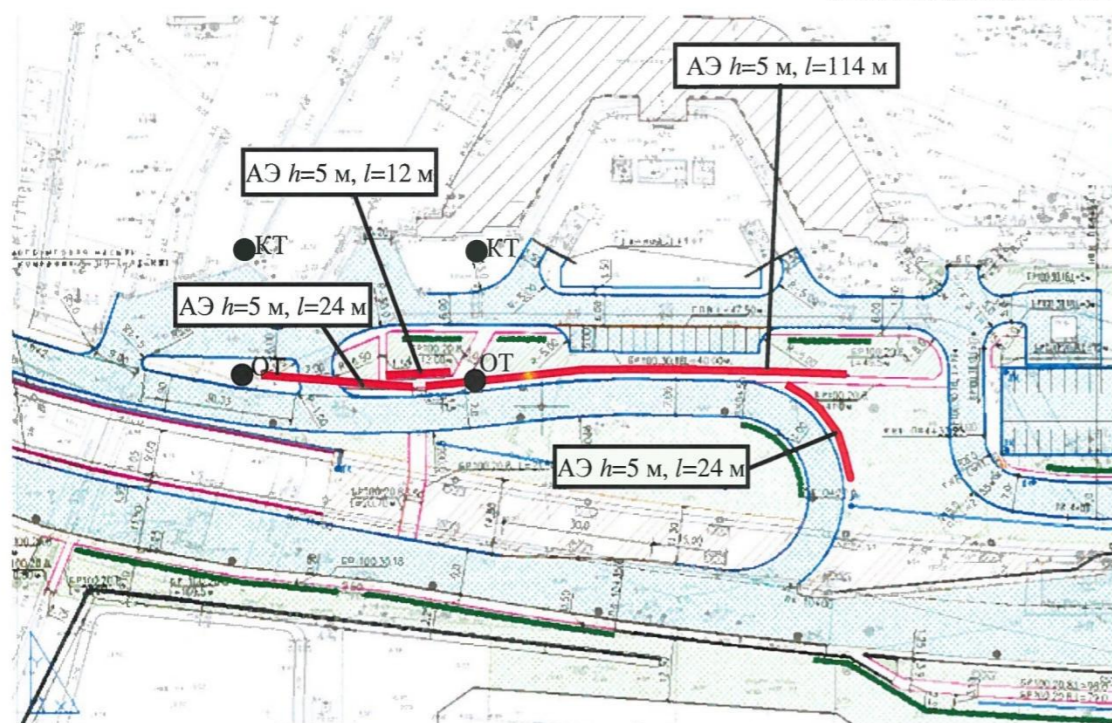
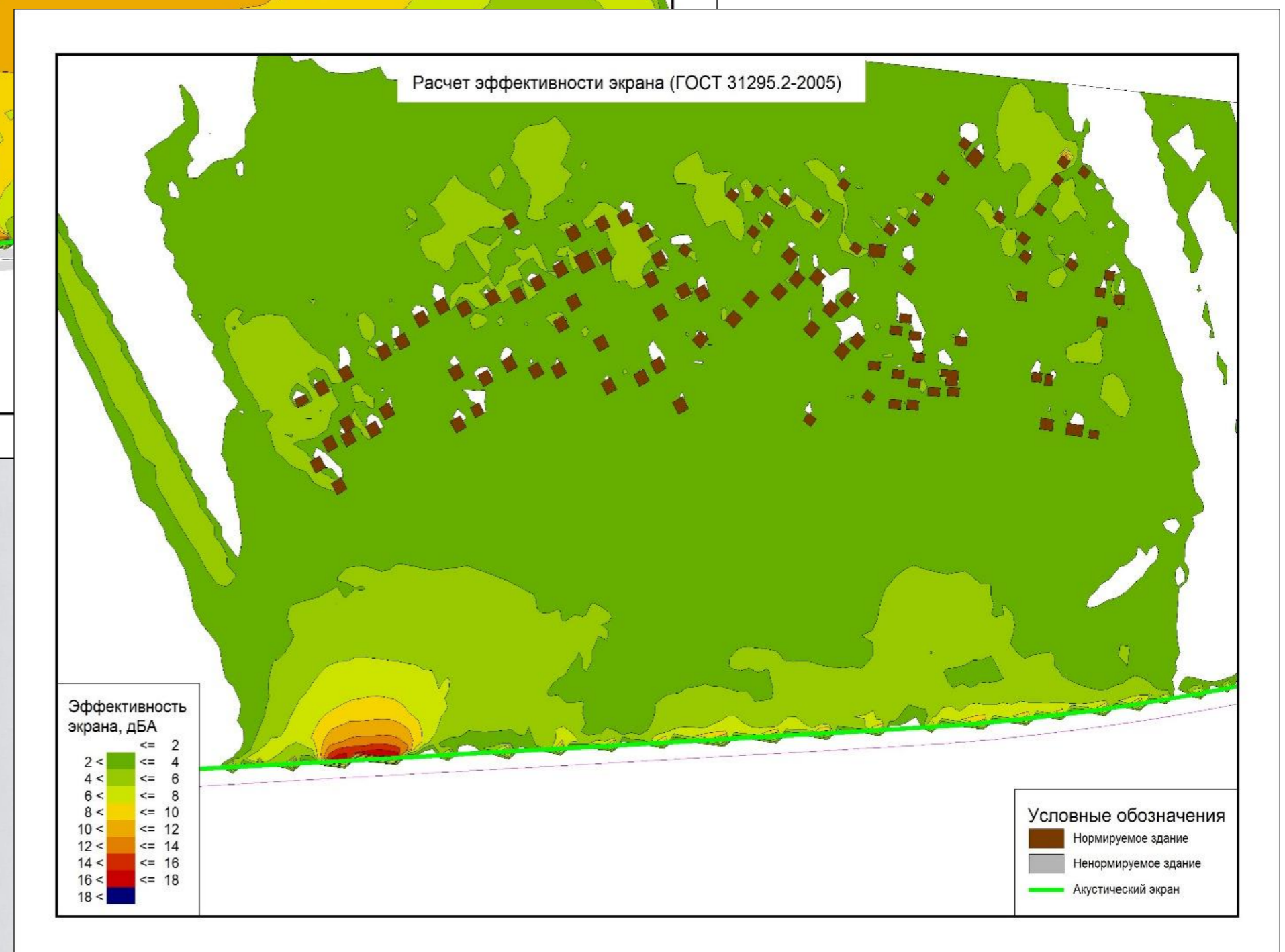
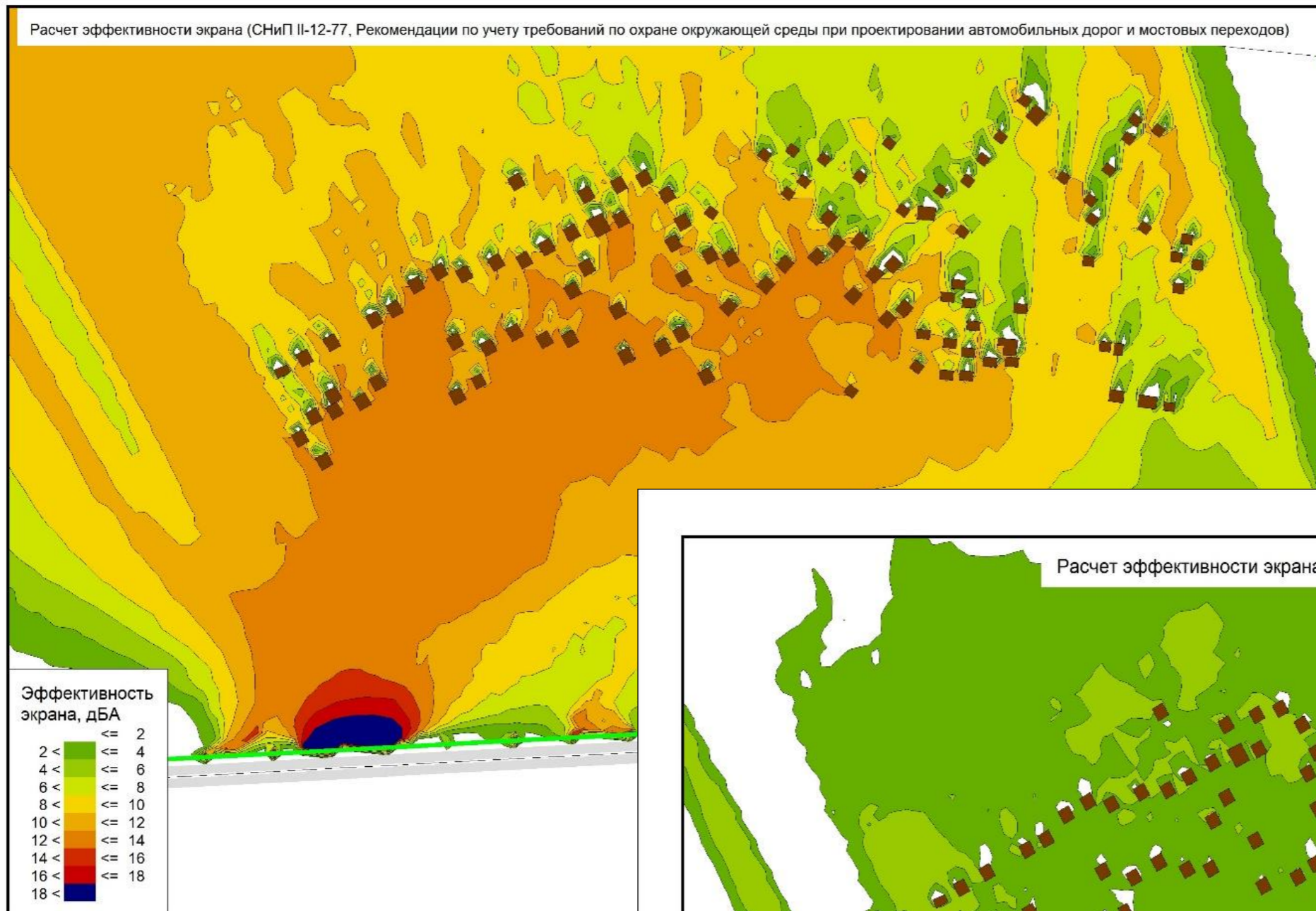


Рис. 1. Схема расположения акустических экранов и точек измерений



ОСНОВНЫЕ ЗАДАЧИ СТО АВТОДОР 2.9-2014 «РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ, СТРОИТЕЛЬСТВУ И ЭКСПЛУАТАЦИИ АКУСТИЧЕСКИХ ЭКРАНОВ НА АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГАХ ГОСУДАРСТВЕННОЙ КОМПАНИИ «АВТОДОР»

УСТАНОВЛЕНИЕ КОМПЛЕКСНЫХ ТРЕБОВАНИЙ К АКУСТИЧЕСКИМ ЭКРАНАМ;

РАЗРАБОТКА ТИПОВЫХ КОНСТРУКТИВНЫХ РЕШЕНИЙ АКУСТИЧЕСКИХ ЭКРАНОВ;

РАЗРАБОТКА РЕКОМЕНДАЦИЙ, ОБЕСПЕЧИВАЮЩИХ ПРОЕКТИРОВАНИЕ, СТРОИТЕЛЬСТВО И ЭКСПЛУАТАЦИЮ АКУСТИЧЕСКИХ ЭКРАНОВ НА АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГАХ, ПОЗВОЛЯЮЩИХ ДОСТИЧЬ ТРЕБУЕМОГО СНИЖЕНИЯ ШУМА.



Цель разработки СТО АВТОДОР 2.9-2014 - снижение шума автомобильных дорог, с учетом специфики при эксплуатации на платной основе, путем повышения качества проектирования, строительства и эксплуатации акустических экранов на автомобильных дорогах Государственной компании «Российские автомобильные дороги».

Благодарю за внимание!

