

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Тольяттинский государственный университет»

**МАШИНОСТРОЕНИЯ**

(институт)

Кафедра «Управление промышленной и экологической безопасностью»

**20.04.01 Техносферная безопасность**

(код и наименование направления подготовки, специальности)

**Экологическая безопасность процессов и производств**

(направленность (профиль))

**МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ**

на тему Разработка эффективных конструкций шумозащитных экранов  
для селитебных территорий населенных пунктов

Студент(ка)	<u>М.Э. Мальцева</u> (И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)
Научный руководитель	<u>М.И. Фесина</u> (И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)
Консультант	<u>И.А. Живоглядова</u> (И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)

Руководитель программы к.т.н., профессор М.И. Фесина  
\_\_\_\_\_ (ученая степень, звание, И.О. Фамилия ) (личная подпись)

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2017г.

Допустить к защите  
Заведующий кафедрой д.п.н., профессор Л.Н.Горина  
\_\_\_\_\_ (ученая степень, звание, И.О. Фамилия ) (личная подпись)

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2017г.

Тольятти 2017

## СОДЕРЖАНИЕ

ОПРЕДЕЛЕНИЯ .....	5
ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ .....	6
ВВЕДЕНИЕ .....	7
1 Информационно-аналитический обзор решения проблемы обеспечения акустической безопасности объемно-пространственной застройки селитебной территории на ранних стадиях проектирования	
1.1 Характер шума в жилой зоне .....	11
1.1.1 Шум автотранспорта .....	11
1.1.2 Влияние городского шума на организм человека .....	13
1.2 Гигиеническая регламентация уровней шума в жилой зоне .....	15
1.2.1 Меры предупреждения воздействия шума на организм человека в условиях населенных мест .....	17
1.2.3 Мероприятия для обеспечения требуемого снижения уровней звукового давления воздушного шума .....	18
1.3 Селитебные территории городов и населенных пунктов .....	19
1.3.1 Архитектурные решения при застройке жилого массива .....	24
1.3.2 Процесс измерения .....	27
2 Информационно-аналитический обзор используемых типичных конструкций шумозащитных экранов на селитебных территориях и в рекреационных зонах	
2.1 Шумозащитный экран .....	29
2.1.1 Физические принципы снижения шума акустическими экранами .....	30
2.1.2 Комплекс требований предъявляемых к шумозащитным сооружениям .....	31
2.2 Классификация шумозащитных сооружений .....	34
2.2.1 Определение размеров шумозащитных сооружений .....	43

2.2.2	Расчет высоты шумозащитного экрана.....	45
2.2.3	Расчет длины шумозащитного экрана .....	47
2.2.4	Начальный (конечный) участок экрана, разрывы в шумозащитных сооружениях .....	48
2.2.5	Монтаж шумозащитного экрана .....	50
2.2.6	Металлокаркас шумозащитного экрана .....	51
2.2.7	Очистка акустического экрана в процессе эксплуатации .....	53
2.2.8	Требования к видам работ и используемой технике .....	53
2.2.9	Освещение экранов .....	54
3	Разработка методологических основ архитектурно-конструктивного проектирования ШЗЭ, учитывающие градостроительные, ландшафтные, эффективные и конструктивные аспекты ШЗЭ в окружающую среду	
3.1	Конструктивные характеристики шумозащитных экранов .....	56
3.1.1	Эстетический аспект шумозащитных экранов .....	57
4	Обоснование предложений по использованию эффективных низкочастотных экранов для уменьшения шумовых излучений от шумогенерирующих потоков автомобильного транспорта характеризующихся улучшенными экологическими и стоимостными характеристиками	
4.1	Шумозащитный экран с изогнутой верхней частью, звукопоглощающие панели которого выполнены в виде сблокированных обособленных корпусных модулей контейнерного типа, представленных полостными емкостями корпусов с демонтированными крышками ААБ .....	64
4.2	Конструкция ШЗЭ звукопоглощающие панели которого выполнены из перфорированных пористых звукопоглощающих брикетов .....	74
	<b>ЗАКЛЮЧЕНИЕ</b> .....	86
	<b>СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ</b> .....	87

## ОПРЕДЕЛЕНИЯ

Шум - любые нежелательные для человека звуки, мешающие труду или отдыху и создающие акустический дискомфорт.

Шумозащитный экран - преграда той или иной формы между источником шума и защищаемым объектом (люди, жилой массив), который попадает в так называемую звуковую тень или зону ослабления звука.

«Допустимый уровень шума - это уровень, который не вызывает у человека значительного беспокойства и существенных изменений показателей функционального состояния систем и анализаторов, чувствительных к шуму» [3]. Звукоизоляцией помещений - называется ослабление звуковой энергии при передаче ее через ограждение.

Звукопоглощающие конструкции — это механические колебания, распространяющиеся в твердых, жидких и газообразных средах под воздействием возмущения.

«Селитебная территория предназначена: для размещения жилищного фонда, общественных зданий и сооружений, в том числе научно-исследовательских институтов и их комплексов, а также отдельных коммунальных и промышленных объектов, не требующих устройства санитарно-защитных зон; для устройства путей внутригородского сообщения, улиц, площадей, парков, садов, бульваров и других мест общего пользования» [4].

## ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ

(ШЗЭ) – шумозащитный экран

(ПДУ) – предельно допустимый уровень

(РТ) – расчетная точка

(ААБ) – автомобильные аккумуляторные батареи

## ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы исследования.

Одной из основных задач нашего времени считается обеспечение экологической безопасности населения тем более в промышленно развитых городах. 10-ки миллионов человек в России каждый день подвергаются сверхнормативным влияниям повышенного шума. Превышения допустимых значений шума территориях жилых домов должны составлять 15-25 дБА. Наибольшее шумовое загрязнение на селитебные зоны оказывает автотранспортный шум. Практика борьбы с транспортным шумом показывает, что наиболее действенным и в то же время, доступным средством защиты селитебных зон от его влияния считается использование шумозащитных экранов, устанавливаемых вдоль автотрасс. Шумозащитные экраны (ШЗЭ) помогают непосредственно решить или же заметно упростить решение проблемы транспортного шума. При этом они дают возможность увеличить эффективность применения дефицитной жилой территории, разрешая производить строительство жилых и общественных зданий в тех местах, которые без установки ШЗЭ по причине превышения санитарных общепризнанных норм по шуму непригодны под строительство. Одной из особенностей ШЗЭ считается их универсальность. Они в одно и то же время обеспечивают защиту от шума как прилегающей к автотрассам территории, так и объектов оказавшихся в пределах шумовых воздействий.

Цель и задачи.

Рассмотреть и проанализировать научно-методологических основы акустического проектирования ШЗЭ с учетом их планировочных и конструктивных решений и объемно-пространственных характеристик застройки, защищаемой от негативного воздействия.

1 Выполнить анализ и систематизировать классификацию ШЗЭ по конструктивному исполнению, принципам действия и расположению в пространственной структуре застройки;

2 Рассмотреть методологические особенности архитектурно-конструктивного проектирования ШЗЭ, учитывающие градостроительные, ландшафтные, зрительные, формообразующие и конструктивные аспекты воздействия ШЗЭ на окружающую среду;

3 Выполнить анализ основных факторов, влияющих на акустическую эффективность ШЗЭ, размещаемых в селитебной территории;

4 Разработать рекомендации по проектированию и размещению ШЗЭ в застройке селитебных территорий.

Объект исследования.

Объектом исследования являются шумовые излучения наземных транспортных средств и шумозащитные экраны, размещаемые в селитебных территориях населенных пунктов.

Теоретическая и методологическая база исследования.

Публикации в научно-технических изданиях, учебные и учебно-методические пособия, научная электронная библиотека eLABRARY.RU, по адресу <http://elibrary.ru>, патентная информация, содержащаяся в электронной библиотеке по адресу <http://www.findpatent.ru>, федеральной службы по интеллектуальной собственности (ФСИС), изложенная на сервере федерального института промышленной собственности (ФИПС) по адресу <http://www.fips.ru> и на сервере Европейского патентного ведомства espacenet по адресу <http://ru.espacenet.com>.

Научная новизна исследования.

1. Предложены рекомендации по обеспечению акустической безопасности окружающей среды для стадии разработки технического обоснования и генерального плана населенного пункта с учетом эффектов снижения воздействия транспортного шума на селитебную зону.
2. Предложены детализированные технические решения для на стадии разработки проекта планировки небольшого населенного пункта, жилого района, рекреационной зоны для защиты от транспортных шумовых излучений.

3. Выполнен анализ акустической эффективности ШЗЭ размещаемых на селитебных территориях и в рекреационных зонах.
4. Разработаны рекомендации по проектированию и размещения ШЗЭ в застройке селитебных территорий.

Теоретическая и практическая значимость результатов работы.

Значимость выполненных диссертационных исследований заключается в разработке рекомендаций по проектированию и размещению ШЗЭ на селитебной территории учитывающие градостроительные, ландшафтные, зрительные, формообразующие и конструктивные аспекты ШЗЭ направленные на уменьшение акустического загрязнения окружающей среды.

Положения, выносимые на защиту.

– Систематизированная классификации ШЭ по их конструктивному исполнению, принципам действия и расположению в пространственной структуре городской застройки, селитебных территорий, рекреационных зон.

– Результаты анализа основных факторы, влияющих на акустическую эффективность ШЭ, размещаемых в селитебной территории.

– Результаты анализа на эффективности составных конструктивных элементов ШЗЭ на их звукоизолирующие свойства.

– Предлагаемые решения по эффективным принципам архитектурно-конструктивного проектирования ШЭ, учитывающие градостроительные, ландшафтные, зрительные, формообразующие и конструктивные аспекты ШЭ в окружающую среду.

Степень достоверности и апробация результатов.

Основные положения, выводы, сформулированные в диссертации, базируются на результатах аналитического информационного обзора по теме диссертационной работы, подкреплены фактическими данными, которые наглядно представлены на приведенных таблицах и рисунках. Апробация результатов магистерской диссертации осуществлялась при их обсуждении

на заседаниях кафедры «Управление промышленной и экологической безопасностью» Тольяттинского государственного университета.

Структура работы.

Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, списка использованной литературы. Основная часть исследования изложена на 90 страницах, текст иллюстрирован 18 рисунками, использовано 30 источников.

# 1 Информационно-аналитический обзор решения проблемы обеспечения акустической безопасности объемно-пространственной застройки селитебной территории на ранних стадиях проектирования

## 1.1 Характер шума в жилой зоне

«Транспортная отрасль является второй по величине (и второй по темпу роста) источником глобальных выбросов парниковых газов (ПГ). Если развивающиеся страны будут следовать по тому же пути личной зависимости от автомобиля в будущем, как страны ОЭСР (Организация экономического сотрудничества и развития) в прошлом, технический прогресс вряд ли будет в состоянии компенсировать выбросы, связанные с большим ростом автомобильного парка. Морская транспортировка является еще одним более важным источником экологических проблем. Государствам следует определить приоритеты стратегических действий по снижению энергоемкости транспорта. Варианты политики включают в себя применение углерода и топливных налогов, реформирование налогообложения транспортных средств и регулирования стандартов транспортных средств. Дополнительные меры, такие как осуществление ценообразования в дорожном хозяйстве и инвестирования в инфраструктуры общественного транспорта и пространственного планирования политики, могут также способствовать улучшению экологических показателей транспортного сектора. Следовательно, в транспортной системе есть вероятность увидеть масштабные сдвиги в занятости, а также основной переквалификации работников, внутри и между фирмами этой отрасли» [13].

### 1.1.1 Шум автотранспорта

Шум – это любые неприятные для человека звуки, которые мешают труду или отдыху и порождают акустический дискомфорт.

Транспорт является не только столпом(составляющей) современного общества, это также быстро растущий потребительский ресурс и источник выбросов парниковых газов (ПГ) и других загрязняющих веществ. В этой сфере задействовано приблизительно 88 миллионов работников по всему миру (50 миллионов рабочих мест связаны с изготовлением и использованием транспортных средств, 26 миллионов в железнодорожном и городском общественном транспорте и 12 млн. в области воздушного транспорта).

«Экологизация транспорта предполагает переход к железнодорожному и общественному транспорту, а также разработке повышения эффективности механических транспортных средств и воздушного транспорта. Это влечет за собой отказ государственной политики и инвестиций от легковых и грузовых автомобилей в сторону более сбалансированной поддержки для общественных видов транспорта. Государственные нормативы – выраженные либо в плане расхода топлива или выбросов CO<sub>2</sub> (углекислого газа) за километр пробега – доказали, что являются важными инструментами политики, где озабочены эффективностью использования топлива» [13].

«Некоторые государства также пропагандируют альтернативные виды топлива, такие как газ, электричество или этанол. Дальнейшие далеко идущие мероприятия по изменению текущей политики землепользования и градостроительства тоже сыграли свою роль в направлении развития транспортной системы в более устойчивом направлении» [13].

«Транспортные факторы (интенсивность, состав, скорость движения, эксплуатационное состояние автомобилей, вид перевозимых грузов) оказывают очень колоссальное влияние на уровень шума. Важное значение имеют и дорожные факторы. Для грузовых машин максимальный шум создает двигатель, особенно когда ему приходится работать на пониженных

передачах. Для легковых машин превыше шум качения. Но, вряд ли можно ожидать, что в целях сокращения шума будут уменьшать мощность грузовиков или сокращать сцепление шин с покрытием, уменьшая этим безопасность движения на высокой скорости» [1]. «Пожары в транспортных средствах могут повлиять на безопасность жизнедеятельности водителя и пассажиров и людей в районе пожара. Пожары в транспортных средствах также могут привести к материальным потерям как в отношении самого транспортного средства, но также близлежащий собственности. Поэтому разумно понимать риски возгорания транспортных средств и необходимость потенциально снизить вероятность их возникновения и/или минимизировать ущерб, если пожар все же возникнет» [13].

#### 1.1.2 Влияние городского шума на организм человека

«Основным моментом, выражающим степень влияния шума на условия жизни населения и на его здоровье, является уровень звукового давления. Специфическое действие шума – это медленно прогрессирующее снижение слуха по типу кохлеарного неврита (нейросенсорная тугоухость за счет нарушения звуковоспринимающего аппарата). Неспецифическое действие шума –это развитие заболеваний нервной системы: сосудистые неврозы, неврастении» [13].

«Шумы малой интенсивности (до 60 дБ) оцениваются человеком психологически на основе условий восприятия. Для этого уровня шумов характерно субъективное отношение к ним – сенсбилизация к шуму постоянного источника, терпимое отношение. В связи с большим количеством звуковых сигналов постоянный шум малой интенсивности, воздействуя на кору больших полушарий головного мозга, вызывает напряжение корковых процессов, состояние утомления и беспокойства» [13]. В Таблице 1 представлены допустимые уровни звука в жилых помещениях и общественных зданий

Таблица 1 - Допустимые уровни звука, в помещениях жилых и общественных зданий и шума на территории жилой застройки, регламентируемые СН 2.2.4/2.1.8.562-96

Вид трудовой деятельности, рабочее место	Время суток	Уровни звукового давления, Д <sub>р</sub> в октавных полосах						Уровень звука	Мах уровень звука в ДБ
		31,5	63	125	250	500	1000		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Территории, непосредственно прилегающие к жилым домам	с 7 до 23ч	90	75	66	59	54	50	55	70
	с 23 до 7ч	83	67	57	49	44	40	45	60
Площадки отдыха на территории микрорайонов и групп жилых домов, площадки детских учреждений, школ и других учебных заведений		83	67	57	49	44	40	45	60

«Скорость тепловыделения является важной характеристикой интенсивности пожара, касающихся пожарной безопасности (Бабраускас и Павлин 1992). Скорость тепловыделения время-история определяет распространение огня и другие сопутствующие признаки, такие как пиковая скорость тепловыделения, время пика и общая выделение энергии, которая в свою очередь определяет некоторые меры серьезности пожара, особенно при рассмотрении воздействия на людей и имущество, удаленных от самого

транспортного средства. Кроме того, пожарная обстановка может быть оценена с помощью скорости тепловыделения в качестве входных данных для расчета. Например, высота дымового слоя в качестве показателя прочности могут быть предсказаны на основе расчетной модели, когда скорость тепловыделения определена. Кроме того, прочность компонентов дыма, таких как затемнение, токсичные виды и тепло, должны быть установлены и эти компоненты часто могут быть получены как функция скорости тепловыделения» [2]. Таким образом, этот обзор компилирует возможные тепловыделения кривых для одного пассажира автотранспортных средств из данной литературы, чтобы сформировать источник для вычислений, таких как распространение огня между транспортными средствами, пожара и задымленности в вольерах (например, парковках и туннелях) и др.

В нескольких случаях только единственные концентрации были проверены и пороговые концентрации, ниже которых никакие значительные эффекты не наблюдаются в соответствующих испытательных организмах, не были определены воздействие на наземные организмы до сих пор не изучены вообще. Кроме того, микропластмассы - очень разнородная группа частиц отличающаяся, например, по размеру, форме, химическому составу и удельной плотности.

## 1.2 Гигиеническая регламентация уровней шума в жилой зоне

«Отмечено что, для предотвращения неблагоприятного влияния шума на здоровье человека решающее значение имеет строгое соблюдение санитарно-гигиенических нормативов допустимых уровней звука, поскольку они определяют разработку тех или иных мер по шумозащите в городах. В следствии множественных и разнохарактерных исследований были определены недействующие и пороговые уровни шума, они и легли в основу нормирования. За допустимый был принят такой уровень (ПДУ) шума, при длительном действии которого не происходит отрицательных изменений в

физиологических реакциях, более восприимчивых к адекватному шуму, и в субъективном состоянии здоровья» [1].

«Допустимый уровень шума - это уровень, который не вызывает у человека значительного беспокойства и существенных изменений показателей функционального состояния систем и анализаторов, чувствительных к шуму» [3].

«Нормируемыми параметрами непостоянного шума являются эквивалентные (по энергии) уровни звука  $L_{Aэкв.}$ , дБА, и максимальные уровни звука  $L_{Aмакс.}$ , дБА» [13].

«Уровни звукового давления в октавных полосах частот в дБ, уровни звука и идентичные уровни звука в дБ для шума, который создается в помещениях и на территориях, прилегающих к зданиям, системами кондиционирования воздуха, воздушного отопления и вентиляции и другим инженерно-технологическим оборудованием, следует принимать на 5 дБ ниже (поправка равна  $-5$  дБ)» [3].

1.2.1 Меры предупреждения воздействия шума на организм человека в условиях населенных мест.

«Санитарные нормы допустимого шума дают возможность разработать технические, архитектурно-планировочные и административные мероприятия, которые направлены на создание шумового режима. Этот режим отвечает гигиеническим требованиям, в городской застройке, зданиях различного назначения, а мероприятия позволяют сохранить здоровье и работоспособность населения. Для защиты от шума могут быть применены следующие основные методы – устранение причин шумообразования или ослабление его в источнике возникновения, снижение шума по пути его распространения и непосредственно в объекте защиты» [1].

«Кроме того, прочность компонентов дыма, таких как затемнение, токсичные виды и тепло, должны быть установлены и эти компоненты часто могут быть получены как функция скорости тепловыделения. Таким образом, этот обзор компилирует возможные тепловыделения кривых для одного

пассажира автотранспортных средств из данной литературы, чтобы сформировать источник для вычислений, таких как распространение огня между транспортными средствами, пожара и задымленности в вольерах (например, парковках и туннелях) и др» [13].

1.2.2 Мероприятия по обеспечению требуемого снижения уровней звукового давления

«Скорость тепловыделения время-история определяет распространение огня и другие сопутствующие признаки, такие как пиковая скорость тепловыделения, время пика и общая выделение энергии, которая в свою очередь определяет некоторые меры серьезности пожара, особенно при рассмотрении воздействия на людей и имущество, удаленных от самого транспортного средства. Кроме того, пожарная обстановка может быть оценена с помощью скорости тепловыделения в качестве входных данных для расчета. Например, высота дымового слоя в качестве показателя прочности могут быть предсказаны на основе расчетной модели, когда скорость тепловыделения определена» [13].

«Звукоизоляцией помещений от шума называется ослабление звуковой энергии при передаче ее через ограждение. Как правило звукоизолирующими ограждениями являются стены, перегородки, окна, двери, перекрытия. Звукоизоляцией от ударного шума называется способность перекрытий снижать шум в помещении под перекрытием при его возбуждении ударами (при хождении, передвижении мебели и пр.). В последнее время за рубежом обширно используют звукоизолирующие вентиляционные окна. Подобные окна обеспечивают высокую звукоизоляцию и в то же время дают возможность проветривать помещение. Звукопоглощающие конструкции – это конструкции, предназначенные для поглощения звука. К подобным системам относятся штучные звукопоглотители и звукопоглощающие облицовки ограждающих поверхностей помещений» [1].

«Рационально использовать строительно-акустические методы борьбы - шумозащитные строительно-акустические методы борьбы (шумозащитные устройства и сооружения, экраны, шумозащитные полосы озеленения, а для жилых помещений зданий – конструкции оконных проемов с повышенной звукоизоляцией)» [13].

### 1.3 Селитебные территории городов и населенных пунктов

«Селитебная территория - часть планировочной структуры города, которая включает: жилые районы и микрорайоны; общественно торговые центры, улицы, проезды, магистрали; объекты озеленения. Селитебные территории, которые используются для размещения общественной, жилой и рекреационной зоны, а также некоторые отдельные элементы транспортной и инженерной инфраструктуры подвергаются интенсивному негативному акустическому излучению. Сюда могут входить и иные объекты, хозяйственная деятельность и размещение которых не требуют защитных и санитарных зон из-за своего воздействия. Необходимо также учитывать, что селитебные зоны - это термин, который касается только территорий, находящихся в пределах поселков городского типа и непосредственно городов» [4].

«Селитебная территория населенного пункта в среднем занимает около 60% всей площади. Исходя из определения, на ней могут быть размещены различные промышленные, коммунальные и развлекательные объекты. Организация таких территорий обладает четко выраженным направлением: создание эффективных и максимально удобных условий для исполнения социальных и бытовых потребностей населения. Это способствует минимизации временных затрат и увеличению доступности различных пунктов обслуживания, культурно-развлекательных учреждений, мест отдыха» [4].

«Поскольку селитебная территория предназначена для строительства жилых кварталов, ее расположение определяется по таким признакам, как:

- расстояние от вредного производства и тяжелой промышленной зоны;
- количество зданий и дистанция между ними;
- планируемая природная или искусственная зона отдыха;
- количество автодорог, соединяющих микрорайоны между собой и с центром города;
- климатические условия, особенно направления ветров;
- направление ливневых стоков» [13].

«Стало быть, размещение селитебной территории должно учитывать и розу ветров. В случае если направленность воздушных потоков идет от предприятия, которое выбрасывает в атмосферу вредные вещества, в сторону жилых кварталов, то эта зона непригодна для их строительства» [4].

Глобализация потребительских товаров также означает глобальное применение химических веществ, используемых в этих продуктах, а также глобальное распространение этих химических веществ с отходами, когда продукты достигают «конца жизни. В то время как остается разница между выпуском химических веществ на рынок и правилами регулирования их использования, данные химические вещества широко используются в многочисленных прикладных сферах становясь частью отходов, после сделанных учеными научных открытий о их потенциально опасных свойствах. Кроме того, существует ряд пробелов в знаниях относительно судьбы и возникновения микропластмасс в окружающей среде.

«Селитебная территория предназначена: для размещения жилищного фонда, общественных зданий и сооружений, в том числе научно-исследовательских институтов и их комплексов, а также отдельных коммунальных и промышленных объектов, не требующих устройства санитарно-защитных зон; для устройства путей внутригородского сообщения, улиц, площадей, парков, садов, бульваров и других мест общего пользования» [4].

«Селитебная территория специализирована с целью взаимной взаимосвязи районов города между собой, а также с промышленными кварталами, общегородскими центрами, пунктами размещения и остановок внешнего транспорта, зелеными зонами и так далее. За вычетом всего вышеперечисленного, важным элементом является система пешеходных путей. Ведь именно благодаря им горожане могут быстро добраться до интересующих их мест массового посещения, расположенных в пределах рассматриваемого района. Следовательно, в целях безопасности необходимо располагать подобные аллеи так, чтобы они имели минимальное число пересечений с магистральными улицами» [14].

«Планировку и застройку селитебных территорий городов, поселков и сельских населенных пунктов следует осуществлять с учетом обеспечения допустимых уровней шума» [14].

«Существует множество способов классификации легковых автомобилей и различных правил и юрисдикций, имеющих различные определения для целей классификации. Некоторые из наиболее распространенных классификаций транспортного средства, объема двигателя, габариты транспортного средства (например, длина, размер внутренних помещений), транспортного средства, пассажироместимость, снаряженная масса автомобиля, возраст, или колесная база» [13].

«Необходимо использовать последующие мероприятия в период разработки технико-экономического обоснования и генерального плана населенного пункта с целью снижения воздействия шума на селитебную территорию:

- функциональное зонирование территории с отделением селитебных и рекреационных зон от промышленных, коммунально-складских зон и основных транспортных коммуникаций;
- трассировку магистральных дорог скоростного и грузового движения в обход жилых районов и зон отдыха;

- дифференциацию улично-дорожной сети по составу транспортных потоков с выделением основного объема грузового движения на специализированных магистралях;
- концентрацию транспортных потоков на небольшом числе магистральных улиц с высокой пропускной способностью, проходящих по возможности вне жилой застройки (по границам промышленных и коммунально-складских зон, в полосах отвода железных дорог);
- укрупнение межмагистральных территорий для отдаления основных массивов застройки от транспортных магистралей;
- создание системы парковки автомобилей на границе жилых районов и групп жилых домов;
- формирование общегородской системы зеленых насаждений» [13].

«Для защиты от шума следует принимать следующие меры в период разработки проекта детальной планировки небольшого населенного пункта, жилого района, микрорайона:

- при расположении небольшого населенного пункта вблизи магистральной дороги или железной дороги на расстоянии, не обеспечивающем необходимое снижение шума, использование шумозащитных экранов в виде естественных или искусственных элементов рельефа местности: откосов выемок, насыпей, стенок, галерей, а также их сочетание (например, насыпь + стенка). Следует учитывать, что подобные экраны дают достаточный эффект только при малоэтажной застройке;

- для жилых районов, микрорайонов в городской застройке наиболее эффективным является расположение в первом эшелоне застройки магистральных улиц шумозащитных зданий в качестве экранов, защищающих от транспортного шума внутриквартальное пространство» [13].

«Могут использоваться в качестве зданий-экранов здания нежилого назначения: магазины, гаражи, предприятия коммунально-бытового обслуживания; однако эти здания, как правило, имеют не более двух этажей,

в силу чего их экранирующий эффект невелик. Многоэтажные шумозащитные жилые и административные здания наиболее эффективны» [13].

«Могут быть в качестве шумозащитных жилых зданий:

- здания со специальным архитектурно-планировочным решением, предусматривающим ориентацию в сторону источника шума (магистрالی) подсобных помещений квартир (кухни, ванне комнаты, санузлы), вне квартирных коммуникаций (лестнично-лифтовые узлы, коридоры), а также не более одной комнаты в квартирах с тремя жилыми комнатами и более;

- здания с шумозащитными окнами на фасаде, обращенном в сторону магистрالی, обеспечивающими требуемую защиту от шума;

- здания комбинированного типа - со специальным архитектурно-планировочным решением и шумозащитными окнами в комнатах, ориентированных на магистраль» [13].

«Шумозащитные здания должны проектироваться и привязываться с обязательным учетом требований инсоляции и нормативного воздухообмена, т. е. здания со специальным планировочным решением непригодны для застройки северной стороны улиц с широтной ориентацией. Шумозащитные окна должны иметь вентиляционные устройства, совмещенные с глушителями шума. К зданиям с принудительными системами вентиляции или кондиционирования воздуха последнее требование не относится» [13].

«Шумозащитные здания должны быть достаточно высокими и протяженными и располагаться возможно ближе к источнику шума для обеспечения максимального эффекта экранирования. Они должны располагаться на минимальном расстоянии от магистральных улиц и железных дорог с учетом градостроительных норм и звукоизоляционных характеристик наружных ограждающих конструкций» [13].

«Следует располагать здания детских дошкольных учреждений, школ, поликлиник, площадки отдыха во внутриквартальном пространстве, в зонах, близких к поперечным осям зданий первого эшелона застройки. Следует

располагать предприятия торговли, общественного питания, учреждения коммунально-бытового обслуживания, связи и т. п. в зонах, расположенных напротив разрывов в зданиях первого эшелона застройки» [13].

«Шумозащитные экраны для повышения их эффективности должны устанавливаться на минимально допустимом расстоянии от автомагистрали или железной дороги с учетом требований по безопасности движения, эксплуатации дороги и транспортных средств. 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» [15].

### 1.3.1 Архитектурные решения при застройке жилого массива

«Формируется композиционная идея, проявляющаяся в архитектуре его культурного и административного центра, когда в городе планируется строительство очередного микрорайона. Это своеобразный «скелет» селитебной территории города, в основе которого объекты культуры, детские сады и школы, здания органов управления, торговые и спортивные сооружения. Жилые кварталы располагаются так, чтобы каждый житель микрорайона мог с легкостью достичь нужного места по внутренним проездам или пешеходным аллеям. Важным является не только, какие именно магазины, рынки и другие объекты входят в зоны селитебной территории, но и в каком архитектурном стиле они построены. Когда учитывается исторически сложившийся колорит города и природные особенности окружающей местности, такой подход является профессиональным» [13]. «Чтобы учесть все нюансы и сделать так, чтобы новый район вписался в общегородской ансамбль, следует отталкиваться от его генерального плана. Наличие и близость автомобильных магистралей так же влияет на застройку жилого массива. Следует заранее рассчитать, какое

максимальное количество домов и какой этажности могут быть здесь расположены, так как любой микрорайон – это замкнутая система, находящаяся на определенном участке земли. Появляются здания, которые в народе называют неблагополучными – они либо возле дорог построены, либо возле промышленных предприятий, когда нарушаются установленные нормы» [13].

«Планировка строительства очередного микрорайона, городской застройки селитебной территории формируется в виде композиционной идеи, проявляющееся, в том числе, в архитектуре его культурного и административного центра. Общая площадь города делится в этих случаях на несколько зон, каждой из которых соответствует свое место и размер земельного участка» [13].

«Кроме учета направления ветров, немаловажную роль при проектировании и строительстве микрорайона жилого массива играет прогнозируемый уровень его акустического загрязнения. Прогнозные оценки шумового излучения, производимого транспортными потоками автотранспорта, железнодорожными составами и поездами метрополитена, движущихся на открытых участках, базируются на установленной информационной базе акустических характеристик указанных транспортных средств в их типичном конструктивном исполнении, интенсивности транспортных потоков и типичных градостроительных и ландшафтных исполнениях, архитектурно- конструктивного исполнения городской застройки» [13].

Транспорт является не только столпом(составляющей) современного общества, это также быстро растущий потребительский ресурс и источник выбросов парниковых газов (ПГ) и других загрязняющих веществ. В этой сфере задействовано приблизительно 88 миллионов работников по всему миру (50 миллионов рабочих мест связаны с изготовлением и использованием транспортных средств, 26 миллионов в железнодорожном и городском общественном транспорте и 12 млн. в области воздушного

транспорта). Экологизация транспорта предполагает переход к железнодорожному и общественному транспорту, а также разработке повышения эффективности механических транспортных средств и воздушного транспорта. Это влечет за собой отказ государственной политики и инвестиций от легковых и грузовых автомобилей в сторону более сбалансированной поддержки для общественных видов транспорта. Государственные нормативы – выраженные либо в плане расхода топлива или выбросов CO<sub>2</sub> (углекислого газа) за километр пробега – доказали, что являются важными инструментами политики, где озабочены эффективностью использования топлива. В то время как есть много исследований микропластмассового изобилия в морской среде, данные по возникновению микропластмасс в пресноводных системах ограничены.

### 1.3.2 Процесс измерения шума на селитебной территории

«Измерение шума на селитебной территории, кроме помещений, необходимо проводить:

- в местах общественного отдыха;
- в парках и скверах;
- на детских площадках во дворах, детском саду и школе;
- на территории больниц и санаториев.

Важно, чтобы измерения проводились в одних и тех же точках территории в дневное и ночное время, при этом рядом не должно быть электромагнитных излучателей, которые могут повлиять на показатели аппаратуры. Во время осадков и, если скорость ветра выше 2 м/с также нельзя проводить исчисления. Точными считаются расчеты, при которых:

- микрофон был направлен в направлении главного источника шума и находился не менее чем в полуметре от проводившего измерения оператора;
- переключатель шумомера должен быть выставлен в соответствии с тем, какой вид звука исследуется – прерывистый и постоянный – в

положении «медленно», при колеблющихся шумах – на отметке «быстро» и «импульс», если источник импульсивный;

- учитываются средние показатели прибора, если звучание постоянное или прерывистое;

- при импульсном и колеблющемся – с момента отсчета» [13].

«Все без исключения показатели прибора объединяются в одно целое за период постоянного измерения и сверяются с таблицей норм допустимого шума. В случае если они никак не отвечают необходимым показателем, должны быть проведены работы по его устранению или уменьшению. В жилых кварталах, к примеру, это может быть посадка дополнительных зеленых насаждений» [5].

## 2 Информационно- аналитический обзор используемых типичных конструкций шумозащитных экранов, устанавливаемых на селитебных территориях и в рекреационных зонах

### 2.1 Шумозащитный экран

«Шумозащитные (акустические) экраны ШЗЭ представлены плоской или изогнутой твердотелой преградой монтируемой между источником шума и защищаемым от шумового воздействия объектом (люди, жилой массив), который формирует пространственную область звуковой тени или зону ослабления звука, образованную затыльной стороной ШЗЭ» [21].

«ШЗЭ могут быть подразделены на 3 группы в зависимости от реализуемых или физических эффектов подавления акустического излучения:

- шумопоглощающие ШЗЭ;
- шумоотражающие ШЗЭ;
- комбинированные ШЗЭ» [21].

«Шумопоглощающие экраны в основном используются там, где необходима защита от шума без ущерба для противоположной от экрана стороны. Например, при возведении экрана вдоль автомобильной дороги, чтобы отражённая звуковая волна не возвращалась к автомобилям» [21].

«Экраны из светопрозрачных панелей в основном используются, когда необходимо добиться снижения не только шумовой нагрузки, но и построить визуально лёгкую конструкцию, которая не будет закрывать различного вида пейзажи прилегающей местности или нарушать окружающий архитектурный облик. Кроме выполнения своей основной задачи – защиты от шумовой нагрузки населённой территории, шумопоглощающие экраны являются частью пейзажа, поэтому должны иметь привлекательный внешний вид и органично вписываться в архитектурную композицию окружающей среды» [6].

### 2.1.1 Физические принципы снижения шума шумозащитными экранами

«Физический эффект, обеспечивающий снижение шума при установке ШЗЭ основан на отражении звука от физической преграды (шумозащитного экрана), поэтому в классификации средств защиты от шума шумозащитный экран рассматривается как конструкция звукоизоляции. Но, в отличие от звукоизолирующих конструкций бесконечных размеров (например, звукоизолирующая перегородка и др.), экран имеет конечные размеры, и звуковая энергия, падающая на экран, частично отражается от него, а частично, учитывая, что размеры экрана могут быть сравнимы с длиной волны (например, в области низких и средних частот), огибает свободное ребро экрана, дифрагируя за него» [30]. «Наиболее существенными конструктивными факторами, определяющими акустическую эффективность ШЗЭ являются его высота ( $h$ ), его месторасположение относительно источника излучения и защищаемого объекта, его геометрической конфигурации, используемые конструктивные материалы его составных элементов, формирующих его акустические характеристики (звукопоглощение, звукоизоляцию, виброшумодемпфирование, коэффициент звукопоглощения, эквивалентная площадь звукового давления, способность к звукоизоляции, коэффициент внутренних потерь, коэффициент внутренней прозрачности), а также спектральные акустические характеристики источников шумового излучения, их акустическая интенсивность (уровни звуковой мощности, уровни звукового давления). Также следует учитывать метеорологические условия и характеристики местности (отражение звука от поверхности земли, наличия или отсутствия вблизи расположенных сооружений)» [30].

«Шумозащитный (акустический) экран функционирует на нескольких физических принципах акустической защиты, основными из которых являются отражение и поглощение звука. Эффект снижения шума экраном

образуется за счет образования звуковой тени за ШЗЭ, где звук снижен» [30]. Ухудшение эффективности работы ШЗЭ получается за счет явления дифракции. Рассмотрим эти принципы на примере, показанном на рисунке 1.

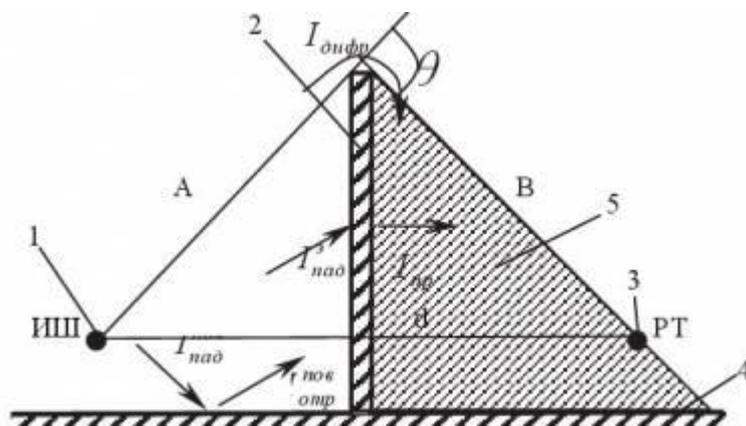


Рисунок 1- Схема расчета эффективности шумозащитный экрана: 1– источник шума (ИШ), 2– акустический экран (АЭ), 3– расчетная точка (РТ), 4– близрасположенная поверхность (отражающая или поглощающая), 5 – область звуковой тени

2.1.2 Комплекс требований, предъявляемых к шумозащитным сооружениям

«Шумозащитные экраны являются одним из наиболее эффективных средств защиты от внешнего шума» [11]. Создание акустической тени, т.е. зоны, в которую не попадают прямые звуковые волны от источника - основное назначение экрана.

«Придорожные, подпорные, ограждающие и специальные защитные стенки, искусственные и естественные элементы рельефа местности (земляные валы, насыпи, холмы, откосы выемок террас, оврагов и т.п.), а также их комбинации или специальные шумозащитные сооружения (галереи, тоннели и др.) могут служить экранами. К экранам предъявляется ряд общих требований, выполнение которых должно обеспечить его необходимую акустическую эффективность и безопасность эксплуатации. От высоты, длины и звукоизоляционных качеств зависит акустическая эффективность

экрана. Однако снижение уровня шума, обеспечиваемое экраном на придомовой территории и в помещениях застройки, зависит также от расстояния между экраном и транспортной магистралью, между экраном и защищаемой от шума территорией (или зданием), высоты расчетных точек на территории или в помещениях здания, а также акустических свойств поверхности территории» [6].

«Специальные шумозащитные экраны-стенки получили наибольшее распространение в мировой практике борьбы с шумом. Более перспективными, с учетом особенностей шумозащитных свойств экранов, следует считать конструкции из унифицированных элементов, позволяющие варьировать высоту, длину, а также форму и конструкцию экранов для обеспечения необходимого снижения шума в разных условиях застройки.

Защищаемые от шума объекты должны находиться ниже границы звуковой тени, т.е. продолжении прямой линии, соединяющей акустический центр источника шума с вершиной экрана для создания эффекта экранирования» [13].

Комплекс технических требований на проектирование ШЗЭ должен включать:

«Реализацию требуемого или возможного снижения шума до значений, регламентируемых санитарными нормами;

- реализацию требуемого (прогнозного) снижения уровня шума до нормативных значений, регламентируемых санитарными нормами;
- низкую строительную стоимость;
- обеспечение безопасности дорожного движения в зонах размещения ШЗЭ;
- обеспечение требований эффективной обзорности в зонах транспортных потоков;
- в случае возникновения дорожно-транспортных происшествий не затруднять проведению оказанию оперативной помощи и эвакуации

пострадавших, обеспечивать свободный доступ работников дорожной полиции;

- обеспечение эффективного отвода метеорологических осадков;
- реализацию свободного беспрепятственного доступа населения к остановкам общественного транспорта и наземным пешеходным переходам;
- приемлемую прочность, жесткость и долговечность – неподверженность саморазрушению и коррозии материалов, устойчивость к атмосферным воздействиям, негативному влиянию на конструктивные элементы ШЗЭ воздействующих придорожных выхлопных газов и антигололедных реагентов автотранспортных средств.
- удобство и безопасность эксплуатации (при производстве работ по ремонту и содержанию сооружений; не препятствовать эффективной очистке дороги от снега; обеспечивать пожарную безопасность, особенно в населенных пунктах и защиту от вандализма)» [13].

«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.

Для создания акустически непрозрачного сооружения конструкция отдельных элементов шумозащитных экранов должна обеспечивать плотное их примыкание друг к другу. Сопряжение низа экранов с конструкцией земляного полотна особо тщательно должно быть обеспечено.

Должны быть долговечными, устойчивыми к воздействию атмосферных факторов и выхлопных газов материалы для строительства экранов-стенок.

Звукопоглощающие материалы, используемые для облицовки экранов, должны обладать неизменными физико-механическими и акустическими характеристиками, быть био- и влагостойкими, не выделять вредные вещества» [13].

## 2.2 Классификация шумозащитных сооружений

«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» [7].

В таблице 2 приведена классификация шумозащитных сооружений, соответствующих указанным выше критериям. На рисунке 2 представлены схемы наиболее часто встречающихся конструкций сооружений.

Таблица 2 – Классификация шумозащитных сооружений

Критерий	Тип сооружения
1	2
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 дороге,</li> <li>- сооружения на существующем участке дороги, в пределах существующей полосы отвода.</li> </ul>
Тип сооружения	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <u>шумозащитные валы</u>;</li> <li>- <u>шумозащитные экраны</u>;</li> <li>- полосы зеленых насаждений,</li> <li>- <u>шумозащитные выемки</u>,</li> <li>- подпорные стенки (со стороны <u>внешнею откоса выемки</u>);</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 <u>2 м</u>,</li> <li>- экраны средней высоты <u>2 - 6 м</u>;</li> <li>- высокие экраны - высотой более <u>6 м</u>.</li> </ul>
Материал	<ul style="list-style-type: none"> <li>- сборный и монолитный бетон;</li> <li>- блоки искусственные и естественные из камня, <u>табионы</u>;</li> <li>- кирпич;</li> <li>- пластмасса (поликарбонат акрил и т.н.);</li> <li>- древесина; фанера,</li> </ul>

Продолжение таблицы 2

1	2
<p>Положение сооружений в поперечном профиле</p>	<p>- на земляном полотне дороги в непосредственной близости от проезжей части;</p>
	<p>- вне земляного полотна дороги, но расположенные в непосредственной близости от земляного полотна дороги, например, у внешнего откоса выемки,</p> <p>- вне земляного полотна дороги, расположенные около защищаемого объекта или территории,</p> <p>- 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.</p>
<p>Характер частоты застройки защищаемой</p>	<p>- экраны, защищающие территории свободные от близко расположенной застройки (отношение расстояния до застройки / к высоте сооружения <math>h</math> более 20),</p> <p>- экраны на участках односторонней жилой застройки;</p>
<p>План сооружения</p>	<p>- прямолинейные;</p> <p>- криволинейные;</p>
<p>Продольный профиль верха</p>	<p>- параллельные проектной линии проезжей части;</p> <p>- криволинейные, плавно изменяющиеся,</p>
<p>Конструкция верхней части экрана</p>	<p>- вертикальный экран (традиционное решение);</p> <p>- коленообразная верхняя часть экрана,</p> <p>- «Т» - образная верхняя часть экрана;</p> <p>- «У» - образная верхняя часть экрана,</p> <p>- стрелообразная верхняя часть экрана;</p> <p>- <u>цилиндрообразная</u> верхняя часть экрана,</p>

Шумозащитный экран на полосе отвода автомобильной дороги



Наклонный ШЗЭ на полосе отвода автомобильной дороги со стороны защищаемой территории



Сочетание шумозащитного экрана на полосе отвода и экрана, расположенного на разделительной полосе, при малой ширине разделительной полосы.



Подпорная стенка со стороны застройки



Зеленые насаждения в пределах буферной зоны



Защитные грунтовые валы



Сочетание на полосе отвода автомобильной дороги шумозащитного экрана и земляного вала



Устройство выемки в пределах населенных пунктов



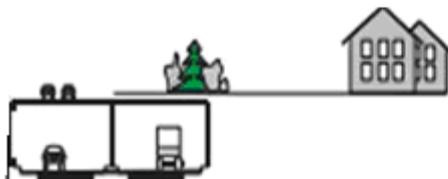
Устройство эстакады на разделительной полосе с ШЗЭ из прозрачного пластика



Галереи с естественным освещением



Открытая в противоположную от застройки сторону галереи



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



Рисунок 2 – Конструкции сооружений

Оценка сложности достижения требуемого снижения уровня шумового излучения при проектировании ШЗЭ приведены в таблице 3

Таблица 3 – Снижение уровня шума

Требуемое снижение уровня шума, дБ	5	15	10	20
1	2	3	4	5
Сложность достижения результатов	легко	сложно	достижимо (возможно)	очень сложно

«Выбор конструкционных 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 абсорбирующих материалов» [13].

«Очень часто при строительстве шумозащитных сооружений на автомобильных дорогах применяются дорогостоящие материалы. Преимущественно на дорогах вне населенных пунктов, за рубежом, предпочтение отдают грунтовым шумозащитным валам, а при устройстве шумозащитных экранов, как правило, используют менее дорогие материалы.

Ассортативность (предпочтение) отдается местным строительным материалам, чем обеспечивается лучшее сочетание сооружений с окружающим ландшафтом» [13].

«От требуемой звукоизоляции (проникновение шума через поверхность сооружения), определяемую величиной требуемого снижения уровня звука зависит необходимая поверхностная плотность материала сооружений.

Поверхностная плотность экрана (масса 1 м<sup>2</sup> конструкции экрана толщиной 5) должна быть не ниже величин, приведенных в таблице 4, для предотвращения влияния прямого звука» [9].

Таблица 4 – Зависимость требуемых значений снижения уровня звука от минимальной поверхностной плотности конструкции

Требуемое снижение уровня звука, дБА	5	10	14	16	18	20	22	24
1	2	3	3	4	5	6	7	8
Минимальная поверхностная плотность конструкции экрана, кг/м <sup>2</sup>	14,5	17,0	18,0	19,5	22,0	24,5	32,0	39,0

Шумозащитные характеристики современных материалов шумозащитных экранов представлены в таблице 5.

Таблица 5- Характеристики материалов шумозащитных экранов

Материал	Толщина (5), мм	Плотность, кг/м <sup>2</sup>	Шумопоглощение, ε, дБА
1	2	3	4
Поликарбонат	8-12	10-14	30-33
Акрил	15	18	32

Продолжение таблицы 5

1	2	3	4
Плотный <u>цементобетон</u>	100	224	40
Пористый <u>цементобетон</u>	150	244	39
Пористый <u>цементобетон</u>	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		25
Алюминиевый лист	6,35	17,1	27
Древесина	25	18	21
Фанера	13	8,3	20
Фанера	25	16,1	23
Абсорбирующие комбинированные панели (пленка полиэстера на металлическом листе)	50-125	20-30	30-47

«Безопасное закаленное стекло, многослойные небьющиеся стекла и пластические материалы используются при строительстве прозрачных экранов. Обеспечивать требуемую звукоизоляцию, не повреждаемость при воздействии ветровых нагрузок, при монтажных и ремонтных работах должна толщина стекла (пластмассы). Фундамент экранов из стекла и пластмассы должен быть прочным во избежание появления трещин при неравномерной осадке грунта, упругая прокладка должна обеспечивать температурное удлинение. Стекланные экраны устраивают на железобетонном цоколе, в котором закрепляются стойки для защиты от

камней, вылетающих из-под колес автомобилей или рабочих органов дорожных машин» [8].

«Рекомендуется сделать в нижней части экрана устройство монолитного основания из бетона, толщиной 40 см, заглубленного в грунт с обеспечением стока воды, для защиты стоек шумозащитных экранов от коррозии, неравномерной осадки основания» [8].

«Требуется очистка стеклянных экранов не реже 2-3 раз в год в зависимости от интенсивности движения, климатических и погодных условий для обеспечения их прозрачности. Необходимо учитывать вероятность получения ран, загрязнения придорожной полосы, пешеходных дорожек и т.д. острыми осколками при строительстве экранов с элементами из стекла. Придание экрану наклона в сторону проезжей части является одним из возможных решений для предотвращения разлета осколков» [18].

«Высокой способностью отражать свет фар автомобиля обладает стекло. Для защиты водителей от света фар встречных автомобилей необходимо проектировать достаточно высокий цоколь, сохраняя при этом возможность хорошего обзора, либо предусматривать наклон экрана» [18].

«Обладая высокими акустическими свойствами, пластмасса лучше стекла поддается обработке, более технологична, для крепления можно применять болтовые соединения. Она является практически небьющимся материалом, но теряет свою прозрачность из-за царапин в результате наезда автомобилей, попадания камней, мытья сильно загрязненных поверхностей. Более подходящим материалом для строительства прозрачных экранов является поликарбонат» [8].

Карлинг (конструкции) шумозащитных экранов по акустическим характеристикам делят на две группы: шумоотражающие и шумопоглощающие. «Звуковая энергия отражается в противоположную от защищаемого объекта сторону от шумоотражающих экранов. В результате поглощения звуковой энергии, шумопоглощающие материалы не вызывают

увеличения уровней звука на противоположной стороне дороги и увеличения уровней звука в салонах проезжающих автомобилей (таблица 7)» [8].

Таблица 7 - Характеристики шумзащитных экранов

Материал	Преимущества	Недостатки	Внешний вид экрана
1	2	3	4
Бетон	<ul style="list-style-type: none"> <li>- высокие шумозащитные 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 шумозащитные качества по абсорбции</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- сложность содержания;</li> <li>- недолговечны</li> </ul>	
Металл	<ul style="list-style-type: none"> <li>- высокие шумозащитные 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;</li> <li>- интеграция в существующий пейзаж</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- необходима постоянная очистка;</li> <li>- высокая стоимость</li> </ul>	

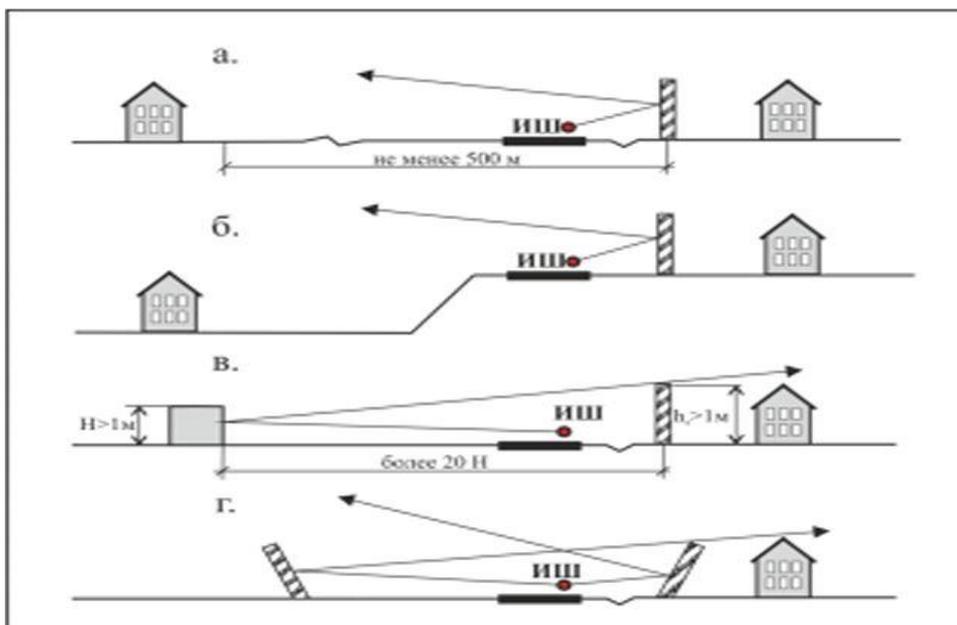


Рисунок 4- Схемы применения ШЗЭ на автомобильных дорогах

### 2.2.1 Определение размеров шумозащитных сооружений

«При расчетах акустической эффективности шумозащитных сооружений рассматриваются расчетные сечения, соединяющие источник шума и расчетную точку. Снижение шумозащитными сооружениями уровня шума 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 5)» [19].

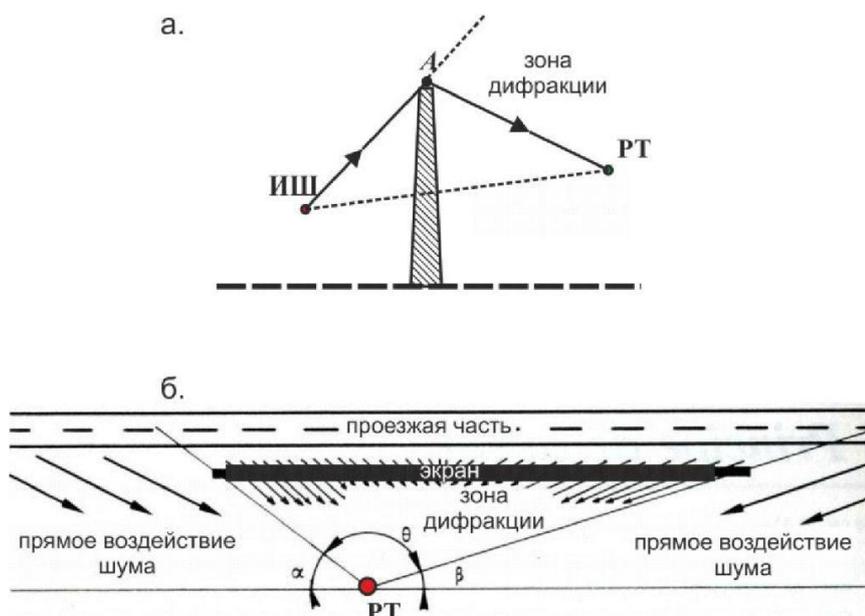


Рисунок 5 – схема расположения зоны дифракции распространяемых звуковых волн в профиле (а) и в плане (б) в зависимости положения расчетной точки (РТ) и размеров шумозащитного экрана, его высоты и длины.

На рисунке 5 – угол перекрытия экраном участка дороги (угловой размер экрана, видимый из расчетной точки).

### 2.2.2 Расчет высоты ШЗЭ

«Акустическая эффективность экрана зависит от разности длин путей звукового луча  $\delta$ , определяемой в соответствии со схемой, представленной на рисунке 6 по формуле» [19].

$$\delta = a + b + c, \quad (1)$$

«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» [19].

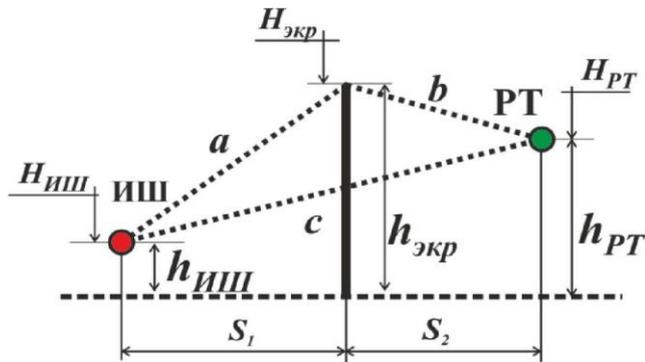


Рисунок 6 – Расчетная схема определения разницы пути  $\delta$  для экран-стенки

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

$a = \sqrt{S_1^2 + (H_{экр} - h_{ИШ})^2}$	(2)
$b = \sqrt{S_2^2 + (H_{экр} - h_{РТ})^2}$	(3)
$c = \sqrt{(S_1 + S_2)^2 + (H_{РТ} - h_{ИШ})^2}$	(4)

«где  $h_{ИШ}$  – высота источника шума над уровнем проезжей части, м;

$h_{экр}$  – высота экрана, м;

$h_{РТ}$  – высота расчетной точки над уровнем земли, м;

$S_1$  – расстояние от источника шума до экрана, м;

$S_2$  – расстояние от экрана до расчетной точки, м» [19].

«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» [13].

Шумопонижение экрана в зависимости от разницы путей прохождения звука  $\delta$  определяется по формуле:

$$\Delta L_{\text{экр}} = 18,2 + 7,8 \lg(\delta + 0,2), \quad (5)$$

где  $\Delta L_{\text{экр}}$  – шумопонижение экрана, дБА;

$\delta$  – разница между геометрическим расстоянием источник шума - расчетная точка и кратчайшим расстоянием между источником шума, и расчетной точкой, м [8].

### 2.2.3 Расчет длина шумозащитного экрана

«Длина шумозащитного экрана должна обеспечивать снижение эквивалентных уровней звука до расчетных значений. Она зависит от расстояния от оси ближайшей полосы движения до застройки, а также от прогнозируемого снижения эквивалентного звука» [19].

Требуемая длина экрана рассчитывается по формуле:

$$l_{\text{экр.треб.}} = 2l_1 + l_{\text{зд.прив.}}, \quad (6)$$

«где  $l_1$  – величина, определенная по таблице 4.2 в зависимости от ближайшего бордюра магистрали до экрана и до самой дальней расчетной точки, м;

$l_{\text{зд.прив.}}$  – приведенная длина здания с учетом расположения крайней левой и крайней правой расчетных точек, м» [19].

«Если в силу конкретных градостроительных условий возможна только установка экрана длиной  $l_{\text{экр}} < l_{\text{экр.треб.}}$ , то принимают максимально возможную длину экрана. Однако экран при этом переходит в категорию

экранов ограниченной длины, его акустическая эффективность уменьшается» [29].

Длина ШЗЭ может быть уменьшена, если его концы отогнуты в плане в сторону от источника шума (рисунок 7).

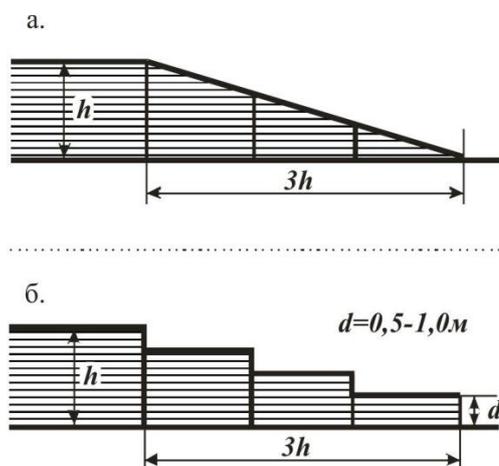


Рисунок 7 – схемы сокращения длины шумозащитного экрана

«Выбирается произвольно угол, под которым располагается боковой отгон по отношению к основной части экрана, а необходимая длина бокового отгона выбирается следующим образом. Из расчетной точки, наиболее удаленной от магистрали, на ситуационном плане рассматриваемого участка селитебной территории, опускается перпендикуляр на продольную ось магистрали и под углом в  $84^\circ$  к нему проводится луч в направлении к магистрали и вне пределов защищаемого от шума объекта. От края экрана ограниченной длины до соответствующего луча проводится боковой отгон. Измеряется по ситуационному плану требуемая длина бокового отгона. Следует стремиться к выбору минимально возможной длины бокового отгона по экономическим соображениям. В боковом отгоне высота экрана должна быть не ниже высоты экрана ограниченной длины» [19].

## 2.2.4 Начальный (конечный) участок экрана, разрывы в шумозащитных

сооружениях



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

Рисунок 8 – Схема назначения параметров начального (конечного) участка

«В местах расположения остановок общественного транспорта и в местах пешеходных переходов для обеспечения прохода людей предусматриваются разрывы в экранах с устройством контр-экранов или их перекрытие. Требуемая длина контр-экрана должна составлять» [19].

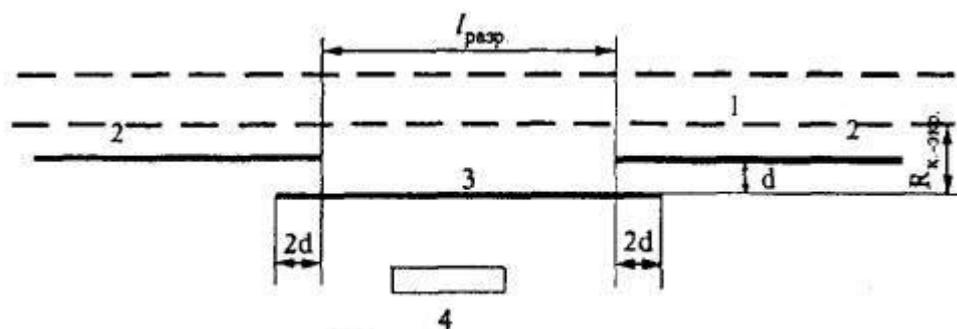
$$l_{\text{к.-экр.}} = l_{\text{разр.}} + 4d, \quad (7)$$

«Где  $l_{\text{разр.}}$  – ширина разрыва в основном экране, м;

$d$  – ширина прохода между основным экраном и контр-экраном, м.

Ширина прохода не должна быть менее 2 м.

Устройство контр-экрана при организации прохода на территорию за основным экраном показано на рисунке 9» [19].



1 – транспортная магистраль; 2 – основной экран; 3 – контр-экран; 4 – застройка.

Рисунок 9 – устройство контр-экрана

Перечисленные особенности приводят к доступности в глобальном масштабе опасных химических веществ для производства, а также они становятся более доступными в качестве компонентов товаров и элементов отходов. Необходимо упомянуть два основных вывода:

Огромное увеличение массовых потоков химических веществ в глобальном масштабе.

### 2.2.5 Монтаж ШЗЭ

«Монтаж шумозащитного экрана начинается с выбора типа фундамента, который определяется в зависимости от рельефа местности, экономической эффективности, необходимой несущей и ветровой нагрузки, надежности и степени дополнения функциональных свойств экрана» [13].

«Общим для всех типов фундамента является то, что в их тело монтируются закладные детали, что позволяет установить стойки экрана с заданным проектным интервалом с минимальными допусками и отклонениями по размерам. В отдельных случаях, когда монтаж закладных деталей невозможен, используются специальные химические анкерные болты, которые монтируются в уже готовый фундамент» [13].

Типовые решения для фундамента шумозащитного экрана представлены в таблице 8.

Таблица 8 – Типы фундаментов

Тип	Описание, функции
1	2
Свайный	Имеет сравнительно низкую стоимость, высокую скорость строительства. Из недостатков можно отметить большой воздушный зазор между нижней панелью и грунтом.
Свайный с ростверком	<u>Один из наиболее распространенных типов фундаментов, имеет высокую несущую способность, наиболее надежен и долговечен.</u> Недостатки – высокая стоимость, трудоемкость работ.
Ленточный	Классический тип фундамента, зарекомендовавший себя во многих областях строительства благодаря хорошему соотношению «цена-качество», высокой несущей способности и высокой долговечности.
Блочный	Достаточно редко применяется для <u>шумозащитных экранов</u> в связи с невысокой долговечностью, несущей способностью и наличием воздушного зазора между нижней панелью и грунтом в пролете между стойками.

### 2.2.6 Металлокаркас ШЗЭ

«Металлокаркас шумозащитного экрана состоит из нескольких основных элементов, представленных в таблице 9. Комплектующие шумозащитного экрана снижают степень износа экрана от вибраций (уплотнители и т.п.), а также обеспечивают несущую способность экрана и позволяют удерживать ветровые нагрузки» [13].

Таблица 9 – Основные элементы металлокаркаса шумозащитного экрана

Комплекующие	Описание, функции
1	2
Закладные детали	В фундамент <u>шумозащитного</u> экрана закладываются предварительно спланированные закладные детали, которые объединяют в себе от 4 до 6 анкерных болтов, в зависимости от высоты будущего экрана.
Стойки <u>шумозащитного</u> экрана	В качестве стойки <u>шумозащитного</u> экрана используется двутавровая балка. На номер используемой балки влияет высота возводимого <u>шумозащитного</u> экрана, среднегодовая ветровая нагрузка в районе строительства, а также масса конструкции.
Фланец	Соединение стойки с фундаментом – болтовое, вне зависимости от вида используемого фундамента. Фланец, приваренный к подошве стойки, крепится к фундаменту напрямую через фундаментные болты или при помощи закладной детали.
Прижимной элемент	Прижимные элементы служат для дополнительной фиксации панели внутри профиля стоки экрана, для удерживания панели в проектном положении и дополнительного гашения вибраций. Комплекуются необходимыми метизами для прикрепления к стойке.
Нижний прогон	Металлический «П-образный» профиль, к которому крепится резиновый фартук. Служит для уменьшения щелей, зазоров между нижней <u>шумозащитной</u> панелью и фундаментом экрана, препятствует проникновению изолируемого пространства звука.

### 2.2.7 Очистка акустического экрана в процессе эксплуатации

Кроме того, ряд возможных последствий микропластмасс на окружающую среду не охвачены текущими процедурами оценки экологического риска, которые были разработаны для химических веществ. Они включают в себя потенциальное влияние на свойства осадка и функцию микропластмасс в качестве вектора для переноса загрязнителей, инвазивных видов или болезнетворных микроорганизмов. По этим причинам, оценивая возможные экологические риски, вызванные микропластмассами, данные не будут являться однозначными. Нужно отметить, что на основе имеющейся информации микропластмассы являются источниками чрезвычайно стойкими. В этой связи высокие концентрации в прибрежных отложениях, которые были зафиксированы на некоторых участках, представляют особый интерес. Однако, управление твердыми отходами с научной точки зрения стало одной из самых сложных задач перед государственными органами и местными властями. Незаконные свалки за пределами города и неправильная обработка часто приводят к образованию запаха. Сточные воды, загрязняющие водные потоки и распространяющиеся микробы, вредны для здоровья населения и общества.

### 2.2.8 Требования к видам работ и используемой технике

«Следует удалять моющим средством, представляющим собой содержащее аммиак эмульгирующее моющее средство для мытья металлических поверхностей, оцинкованных и ранее окрашенных, въевшуюся грязь с металлических поверхностей. После нанесения на очищаемую поверхность следует тщательно смыть водой моющее средство, соблюдая инструкцию по применению моющего средства» [13].

Расходы на правильную утилизацию продуктов, загрязненные опасным веществом; это является фактором смешивания данного опасного вещества с обычными отходами. Даже если вещества запрещены для дальнейшего

использования, они все равно еще будут отображаться в цепочке отходов, поскольку долгое время продукты находились на рынке.

«Последующий уход за гладкой и блестящей поверхностью светопрозрачных полимеров выполняется с помощью полировочной жидкости или пасты (чистящие и полировочные средства). Обработка производится в соответствии с техническими указаниями для конкретного вида светопрозрачного полимера» [13].

Помывку экрана автоматизированным способом осуществлять с помощью оборудования для мойки придорожных ограждений. Примером могут служить машины дорожные комбинированные для мойки АЭ (рекламных щитов, стен домов) на базе шасси МТЗ Ш-406, цена такой машины от 1700000 рублей.

#### 2.2.9 Освещение экранов

«Используются разнообразные методы для устройства освещения и установки дорожных знаков, если на участках дороги требуется создание шумозащитных экранов. В одних случаях в монолитных шумозащитных экранах оставляют выемки для различных систем, в других случаях стены смещают или создают вставки для размещения сервисных элементов типа трансформаторов и релейных блоков. Закрепляются непосредственно на фасаде стен шумозащитного экрана опоры для крупногабаритных и мелких знаков, а также других элементов типа телефонов-автоматов. На экранах необходимо учитывать возникающие дополнительные вертикальные и горизонтальные нагрузки при установке таких элементов. Опоры освещения на мостах или эстакадах могут быть размещены за шумозащитным экраном (к примеру, на консолях). Для обслуживания опор освещения в таком случае предусматриваются разрывы в полотне ШЗЭ, сводя его эффективность на нет. Если опоры освещения устанавливать за шумозащитным экраном, то для доступа к ним в экране предусматриваются специальные проходы и двери. Экраны сохраняют свою акустическую эффективность» [20].

«Размещение экранов должно осуществляться на достаточном расстоянии от проезжей части для облегчения работ по снегоочистке и борьбе с гололедом, а также для того, чтобы на экран не действовали нагрузки от складываемого в валы снега - в дорожно-климатических зонах, где возможно образование льда и снега. Кроме того, в зависимости от расположения и высоты экрана тень от него может попадать на проезжую часть, что снижает эффективность плавления снега и льда солнечным светом. В процессе проектирования шумозащитных экранов эти факторы должны учитываться» [19].

### 3 Разработка методологических основ архитектурно-конструктивного проектирования ШЭ, учитывающие градостроительные, ландшафтные, эффективные и конструктивные аспекты ШЭ в окружающую среду

#### 3.1 Конструктивные характеристики шумозащитных экранов

«Отмечено что, шумозащитные экраны (ШЗЭ), являясь средством защиты окружающей среды от негативного воздействия транспортного шума, сами являются ее составными элементами, формирующими в том числе, вид автомобильной дороги (железнодорожного пути) и определяющими ее функционирование, как с технической, так и эстетической точек зрения. Представлены на рисунках 10 и 11 возможные схемы и внешний вид конструктивного решения экрана» [19].

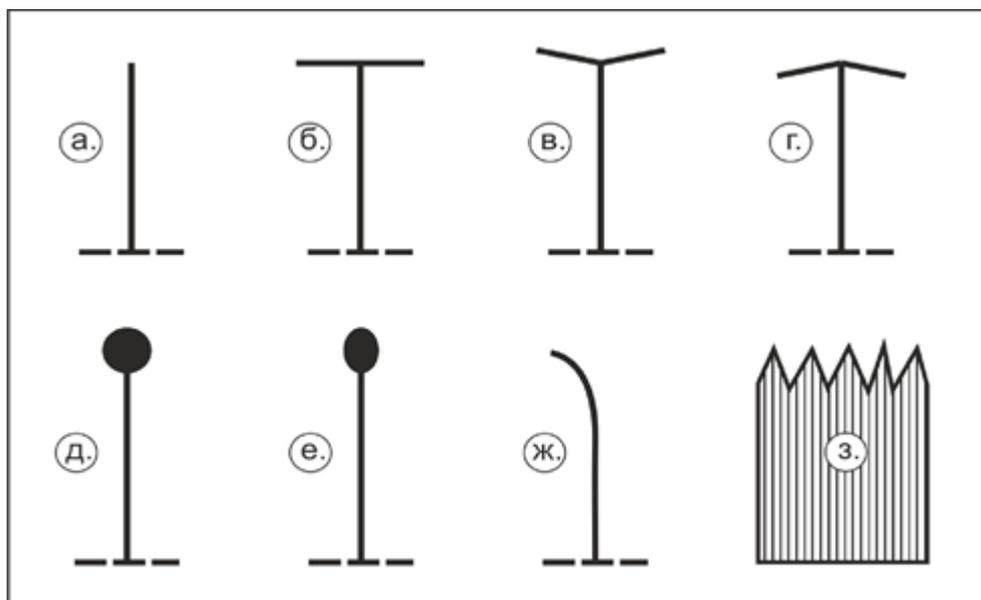


Рисунок 10 - Типичные концептуальные схемы и внешний вид (геометрические формы) конструктивных исполнений ШЗЭ

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

экран «Т» - образная верхняя часть экрана; э - Цилиндробразная верхняя часть;  
з - пилообразная верхняя часть экрана.



Эллипсообразная верхняя часть экрана

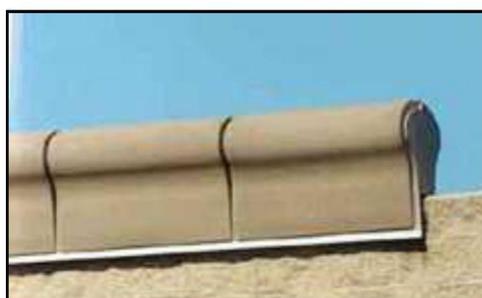


Рисунок 11 – Внешний вид верхней части шумозащитных экранов

### 3.1.1 Эстетический аспект шумозащитных экранов

«Помимо выполнения своей основной задачи – защиты от шумовой нагрузки населённой территории, шумопоглощающие экраны являются частью пейзажа, поэтому должны иметь привлекательный внешний вид и органично вписываться в архитектурную композицию окружающей среды.

Следует руководствоваться общим требованиям внешней гармоничности дороги при проектировании элементов защиты от шума. Зрительное ориентирование водителей – один из базовых принципов архитектурно-ландшафтного проектирования. Исходя из этого - 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» [22].

«Реализуемые-ландшафтные и эстетические качества шумозащитных сооружений включают следующие процедуры и достигаемые эффекты:

- а) формирование единого стиля дороги;
- б) улучшение существующего ландшафта;
- в) выделение доминирующих ландшафтных композиций;
- г) создание единого зрительного (эстетического, декоративного) фона;
- д) дополнительное декорирование неэстетичных пространственных зон;
- е) локализация территориальных зон для обеспечения их гармоничного восприятия и увязки дороги с ландшафтом местности» [13].

«Гармоничным элементом окружающего ландшафта должны быть шумозащитные сооружения с соблюдением рациональных пропорций и находиться в «равновесии» с внешней окружающей средой, при этом они должны быть достаточно функциональны и лишены архитектурных излишеств» [19].

«К росту аварийности может привести строительство шумозащитных сооружений, не обеспечивающих зрительную плавность трассы дороги, возможное ухудшение освещенности проезжей части в дневное время суток, появление резких теней на покрытии. Это способствует повышению утомляемости из-за однообразия окружающей обстановки» [13].

«ШЗЭ (косвенно) должны быть законченными инженерными сооружениями. При проектировании ШЗЭ следует предусмотреть в том числе и их цветовую окраску, подчеркивая направление движения, текстуру применяемого материала, расчленение длинных экранов на короткие элементы. Необходимо также принимать во внимание их геометрическую форму. Нельзя рассматривать ШЗЭ в виде плоского элемента, расположенного рядом с дорогой без учета существующего ландшафта и прилегающей застройки. Эти указанные требования и пожелания направлены на то, чтобы все шумозащитные сооружения, по своей форме, протяженности

и цвету сливались с окружающим ландшафтом. Шумозащитные сооружения не должны выглядеть искусственными, чуждыми для данной местности, обеспечивая необходимое снижение уровня шума. Это связано с тем, что в плоских элементах автомобильных дорог дополнительно появляются сооружения, соизмеримые с ними по размерам, но расположенные в вертикальной плоскости. В зонах с красивыми пейзажами неестественно применение такого типа конструкций» [19].

«Рациональное управление сочетанием этих технологических линий может привести как к положительному эффекту восприятия, так и ухудшению внешнего вида, так как экраны как правило, проектируют длинными и высокими. Обычно, так и воспринимаются плохие швы. На длинном шумозащитном экране делают его визуально более длинным и низким горизонтальные линии. Нанесение вертикальных линий на плоской поверхности экрана приводит к увеличению кажущейся его высоты. Результатом наличия швов в продольном направлении, либо промежуточных опор, а также искусственного членения с помощью краски могут являться вертикальные линии, прерывающие монотонность внешнего вида экрана. (Рисунок 12)» [19].

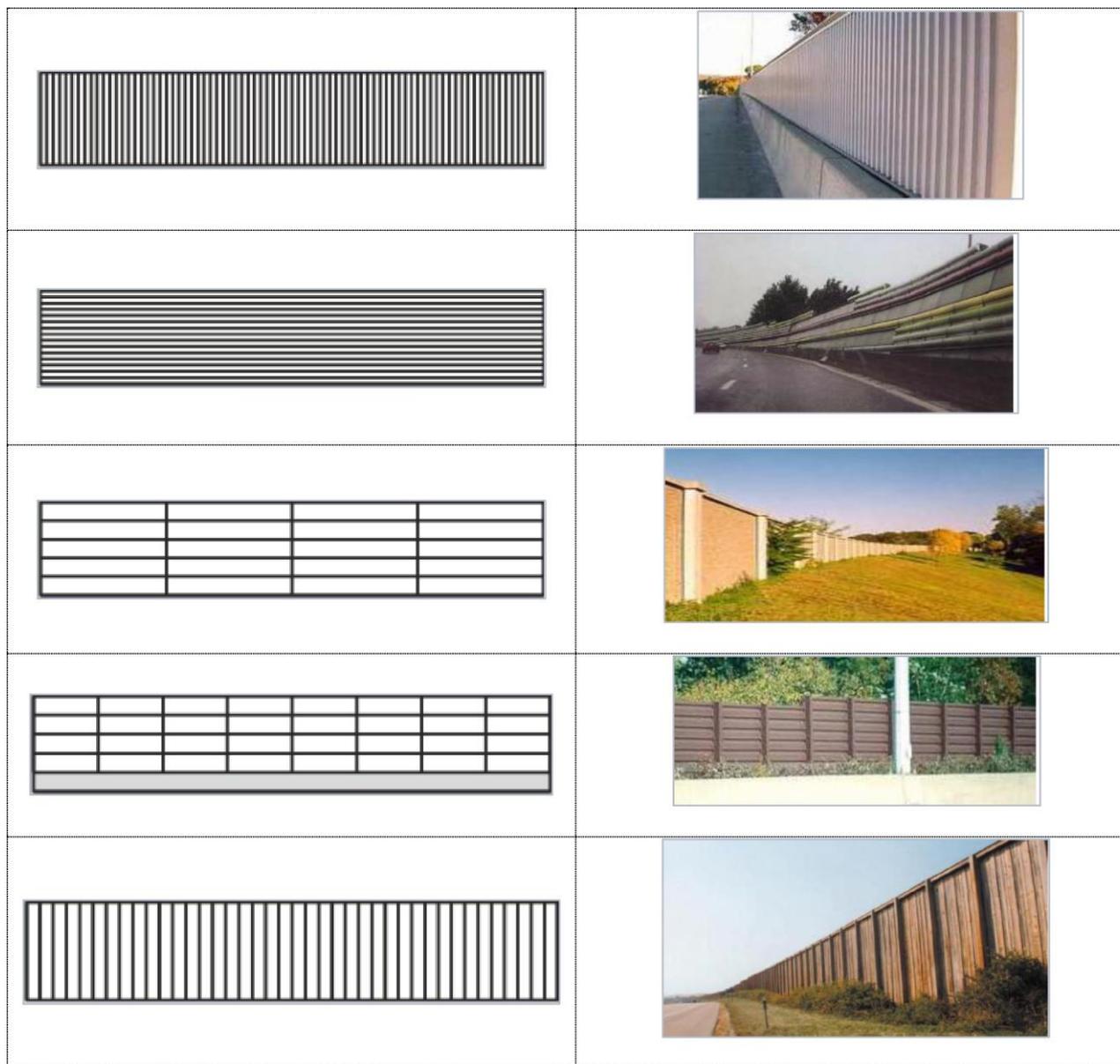


Рисунок 12 - Варианты внешнего вида ШЗЭ в зависимости от конструктивных особенностей и членения экранов на панели.

Таблица времени при отказе от этих веществ часто отличается в зависимости от национального законодательства, рисунок 13.

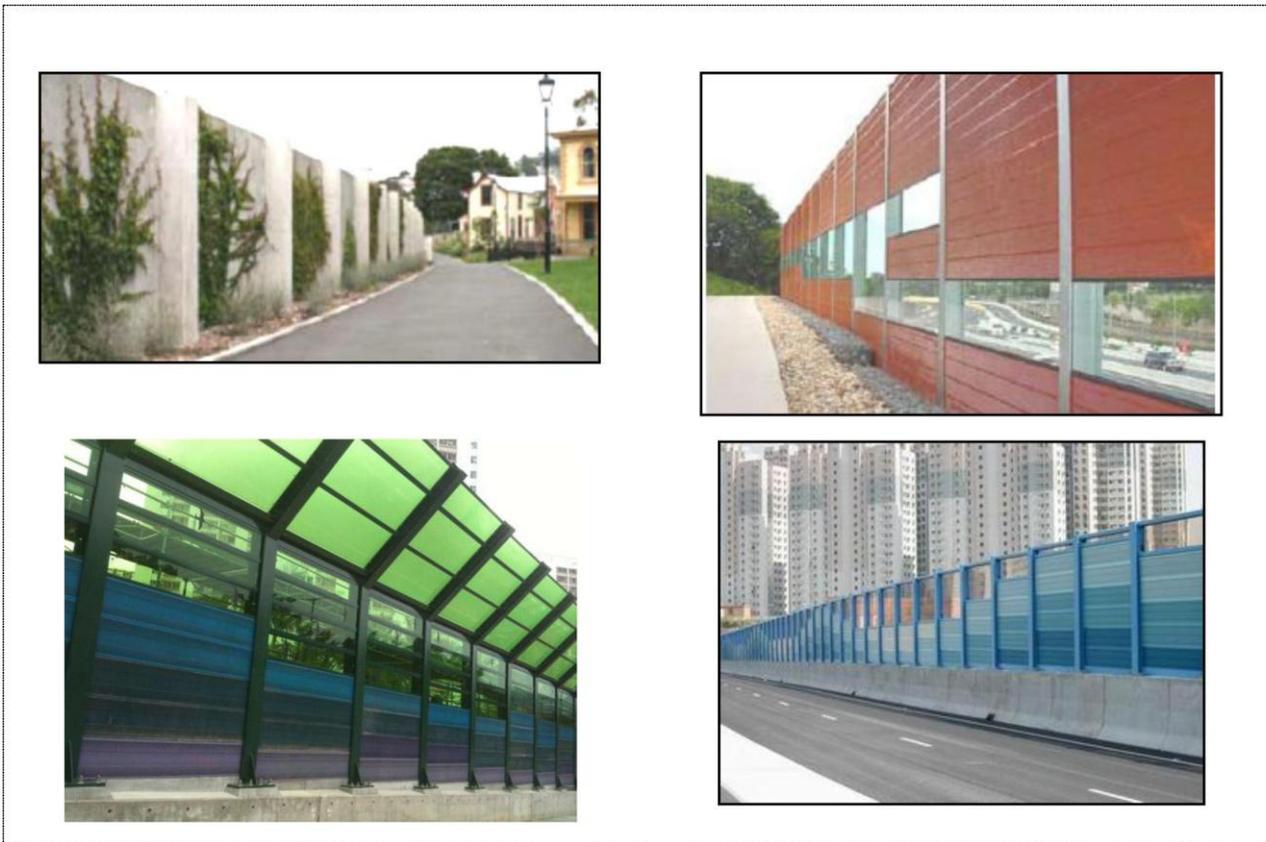


Рисунок 13 – Увеличение эстетических качеств ШЗЭ за счет применения ребристых конструкций и включений прозрачных частей

«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 14)» [19].



Рисунок 14 - Очертания линий верха экрана и защищаемой застройки

«Рекомендуется применять цвета, которые подсознательно вызывают у людей чувство уверенности и спокойствия для окраски экранов .

Это относится к цветам, преобладающим в природе в первую очередь зеленому, желтому и коричневому. Рекомендуется использовать в исключительных случаях красный и голубой цвета, предпочитая сдержанные тона, посредством которых можно получать контрастные эффекты, помогающие преодолеть монотонность. Бетонные экраны нежелательно окрашивать, придание цвета их поверхностям целесообразно при изготовлении, с добавлением красителя в цементный раствор. Можно добиться членения на вертикальные панели с использованием цвета (рисунок 15)» [19].

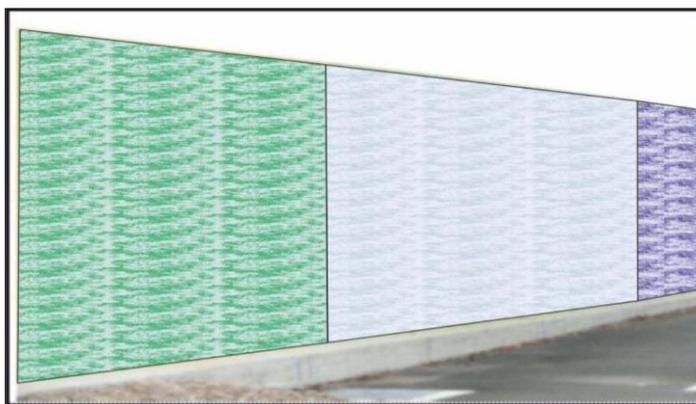


Рисунок 15 - Вертикальное членение ШЗЭ окраской

«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. Цветовое оформление может быть использовано для баланса прямой горизонтальной линии введением вертикальностей при длинном экране плоских форм. Применяя технику цветов, в тонких экранах возможно сформировать иллюзию размера, присутствия конкретной структуры. Повышением художественных свойств шумозащитных построек добивается их живописным озеленением. Зеленые насаждения - один из более результативных и экономичных граней уменьшения монотонности шумозащитных экранов, применяется с целью их взаимосвязи с находящимся вокруг рельефом» [19]. «Древца и кусты имеют все шансы соединить все без исключения запроектированные компоненты в общую экосистему, предусматривающую конфигурацию, расцветку и структуру плоскости экрана. Сосредоточение зеленых насаждений в конце экрана способно сформировать природную переходную зону, ликвидировать монотонность частой сменой размеров, формы и тона растительности в высадке, уравновесить соотношения высоких экранов, гарантировав природную замену тона в различные сезоны года, блокировать отражение света от ярких цветных поверхностей (рисунок 16)» [24].

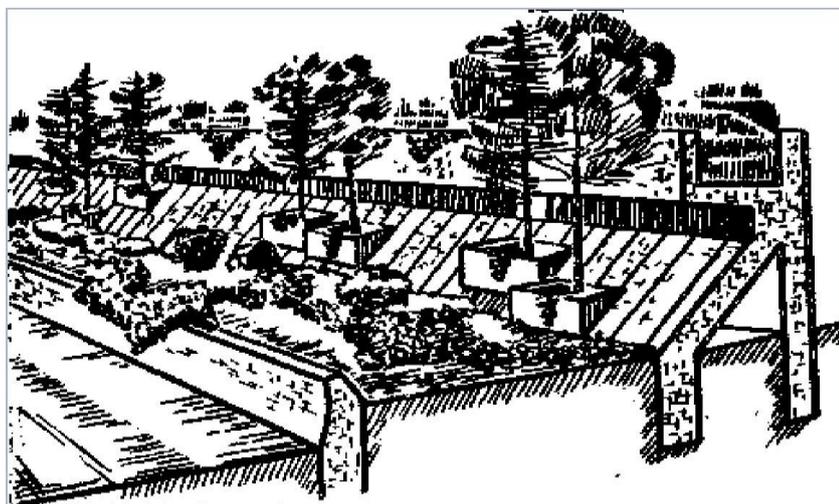


Рисунок 16 - Сложный по очертанию ШЗЭ с отсеками для зеленых посадок

4 Обоснование предложений по использованию эффективных низкочастотных экранов для уменьшения шумовых излучений от шумогенерирующих потоков автомобильного транспорта характеризующихся улучшенными экологическими и стоимостными характеристиками

4.1 Шумозащитный экран с изогнутой верхней частью, звукопоглощающие панели которого выполнены в виде заблокированных обособленных корпусных модулей контейнерного типа, представленных полостными емкостями корпусов с демонтированными крышками ААБ.

«Предложенное инновационное инженерное решение относится к шумопоглощающим конструкциям. Шумозащитный экран содержит фундаментное основание, несущее основание, поперечные стойки, продольные профили, тыльную звукоотражающую панель, лицевую звукопрозрачную панель, перфорированную сквозными отверстиями, звукопоглощающие панели. Звукопоглощающие панели шумозащитного экрана выполнены в виде заблокированных обособленных корпусных модулей контейнерного типа, представленных полостными емкостями с демонтированными крышками корпусов автомобильных аккумуляторных батарей, завершивших свой жизненный цикл. Обособленные корпусные модули контейнерного типа смонтированы в отдельных ячейках несущей основы, представленной листовой или стержневой несущей матричной структурой, закрепленной к поперечным стойкам, или продольным профилям, или тыльной звукоотражающей панели, или основанию шумозащитного экрана. По периметрическим отбортовочным частям проемов каждой из полостных емкостей с демонтированными крышками корпусов автомобильных аккумуляторных батарей беззастенчиво, с

использованием соответствующих адгезионных веществ или механических соединений, сопрягаются замыкающие крышки, оборудованные открытыми горловыми частями, образующие частотонастроенные устройства поглощения звуковой энергии в виде акустических резонаторов Гельмгольца, выполненные соответствующим взаимосвязанным выбором их базовых составных конструктивных элементов» [27].

«Конструкция относится к шумоизоляционным экранным элементам, предназначенным для защиты селитебных территорий населенных пунктов от негативного шумового воздействия, генерируемого транспортными средствами, энергетическим и промышленным оборудованием, устанавливаемым вдоль автомобильных и железных дорог, аэродромов, открытых участков линий метрополитена, вблизи испытательных полигонов, шумоактивных строительных и производственных площадок или каких-либо других источников повышенного шумового излучения, квалифицируемых в качестве технических объектов, производящих негативное акустическое загрязнение окружающей среды. В этих случаях, негативному воздействию шумового излучения подвергаются как люди, так и животные, обитающие на селитебных территориях (лесных массивах, полях), прилегающих к отмеченным шумоактивным объектам вызывая, в том числе, и нарушение процессивных спаривания и продуктивного размножения» [27].

«Конструкция ШЗЭ, содержащего в своем составе несущие вертикальные стойки и горизонтальные профили, на которых смонтированы изолированные друг от друга шумопоглощающие модули. Каждый из указанных шумопоглощающих модулей содержит тыльную звукоотражающую панель, лицевую звукопрозрачную панель, перфорированную сквозными отверстиями, монолитную плосколистовую звукопоглощающую панель из волокнистого нетканого материала (минеральной ваты). При этом однолистовая монолитная плосколистовая звукопоглощающая панель монтируется на внутренней поверхности нижнего горизонтального профиля, полностью заполняя воздушный зазор между

тыльной звукоотражающей и лицевой звукопрозрачной панелями. Для исключения структурного вибрационного возбуждения и вследствие этого переизлучения паразитной звуковой энергии в виде структурного звука тыльная звукоотражающая и лицевая звукопрозрачная панели сообщаются с присоединенными элементами ШЗЭ посредством соответствующих вибродемпфирующих фиксаторов корытообразного поперечного сечения» [28].

Такого типа техническое устройство, как правило, устанавливается на соответствующих фундаментных основаниях в непосредственной близости от источника (источников) шумового излучения и содержит силовые несущие элементы в виде вертикальных стоек и горизонтальных профилей, на которых монтируются плоские или изогнутые звукоизолирующие и звукопоглощающие панели, изготовленные из различных конструктивных материалов.

«Они могут быть представлены как монолитными, так и сборно-разборными конструкциями, изготовленными из металлических (алюминия, нержавеющей стали, оцинкованной стали), армированных щепоцементных (дюрисол, велокс), деревянных (импрегированной древесины), полиметакрилата (ПММА). В состав конструкций ШЗЭ, наряду со звукоотражающими панельными элементами, могут быть включены звукопоглощающие панельные элементы, а также использованы различного типа светопрозрачные панели из поликарбонатного пластика, или выполнены разрывы -для устройства свободных проходов с контрэкранами - для их перекрытия, и/или применены открывающиеся звукоизолирующие двери, включены соответствующие несущие силовые и крепежные элементы, несущее основание ШЗЭ, декоративные элементы. Геометрическая форма ШЗЭ может быть представлена как плоскими вертикальными, так и Г-образными конструкциями, а также изогнутыми и парусообразными неплоскими формами. Наряду с требуемыми (заданными согласованными требованиями на проектирование) акустическими (шумопонижающими)

характеристиками, конструкция ШЗЭ должна обладать приемлемыми (достаточными) долговечностными прочностными и жесткостными характеристиками, с тем чтобы выдерживать негативные воздействия климатических условий (атмосферных осадков, ветровой и снеговой нагрузок, сейсмических воздействий), обладать требуемой коррозионной стойкостью, огнестойкостью и эстетическим видом» [29].

«Основным и наиболее важным недостатком такого типа известных типичных технических решений является отсутствие эффективных звукопоглощающих элементов в составе структур ШЗЭ, не обеспечивающих приемлемо высокого необратимого диссипативного преобразования (рассеивания) энергии падающих низкочастотных звуковых волн в тепловую энергию. Во многих случаях существенная доля распространяемой звуковой энергии переизлучается (в отдельных случаях - усиливается) звукопрозрачными и/или динамически возбужденными составными конструктивными элементами ШЗЭ. В это же время, значительная доля звуковой энергии при этом свободно распространяется через верхнюю часть (верхнее ребро) ШЗЭ на близлежащие от ШЗЭ обитаемые (селитебные) территории. В наибольшей степени конструктивные недостатки известных технических устройств ШЗЭ проявляются именно в низкочастотном звуковом диапазоне, эффективность поглощения энергии в котором, для известных типичных конструкций ШЗЭ, является достаточно низкой, а такого типа конструкции ШЗЭ – по сути звукопрозрачными и малоэффективными» [27].

«Предложена конструкция ШЗЭ, содержащего в своем составе несущие элементы, выполненные в виде поперечных стоек и продольных профилей, шумопоглощающий элемент, расположенный с заданным воздушным зазором в полости между тыльной звукоотражающей панелью и перфорированной сквозными отверстиями лицевой звукопрозрачной панелью. Шумопоглощающий элемент содержит несущую основу листового перфорированного или сетчатого типа, закрепленную к горизонтальным

профилям и/или основанию ШЗЭ механическими крепежными элементами, футерованную, по крайней мере, с одной из ее сторон, обособленными звукопоглощающими панелями. Обособленные звукопоглощающие панели представлены совокупностью дробленых фрагментов пористых волокнистых или вспененных открытоячеистых материалов, которые определенным образом поверхностно распределены и неподвижно закреплены на поверхности несущей основы, с образованием соответствующих воздушных зазоров между ними» [27].

«Технический результат, достигаемый указанным конструктивным решением, заключается в повышении акустической (шумопонижающей) эффективности технического устройства, с возникающим эффектом ресурсосбережения, реализуемом за счет уменьшения расхода пористого вещества звукопоглощающих панелей, обеспечения снижения загрязнения окружающей среды за счет использования в качестве исходных звукопоглощающих веществ утилизируемых технологических отходов и брака производства, а также в виде продуктов рециклированной утилизационной переработки акустических материалов (деталей и узлов, изготовленных из акустических материалов), в частности, демонтированных из технических объектов, например автомобилей, завершивших свой жизненный цикл, обеспечивающих в конечном итоге снижение себестоимости изготовления конструкции такого типа ШЗЭ. Технический шумопонижающий результат в этих случаях достигается как за счет создания физических условий для интенсификации процессов динамических деформаций образованного более податливого пористого скелета используемых в составе конструкции ШЗЭ малогабаритных дробленых фрагментированных структур пористых звукопоглощающих панелей от возникающего силового воздействия падающих на них звуковых волн, с сопутствующими необратимыми диссипативными рассеиваниями звуковой энергии. Обособленные корпусные модули контейнерного типа, представленные полостными емкостями корпусов с демонтированными

крышками ААБ, завершивших свой жизненный цикл и подлежащих, в связи с этим, утилизационной переработке, могут быть закреплены в отдельных ячейках несущей основы с использованием соответствующих адгезионных веществ или механических крепежных элементов типа замковых соединений, дистанционных крепежных элементов, профилей, монтажных рамок» [27].

Штатные внутренние перегородки, содержащиеся в обособленных корпусных модулях контейнерного типа, в зоне примыкания к замыкающей крышке, могут быть частично обрезаны для обеспечения сообщения воздушных полостей, ограниченных этими перегородками (для исключения дробления воздушной полости на несколько меньших габаритных размеров).

«Открытая горловая часть замыкающей крышки может быть представлена консольно закрепленным к ней (интегрированным с ней) трубчатым элементом, открытый концевой срез которого расположен внутри и/или вне полостной емкости рассматриваемого корпусного модуля контейнерного типа, а также может быть представлена одним (единичным) или множеством нескольких идентичных габаритов и геометрических форм отверстий перфорации, выполненных непосредственно в ее стенке. На ограниченной части поверхности стенки замыкающей крышки, в зоне расположения, по крайней мере, одного отверстия перфорации, с использованием соответствующего адгезионного вещества, может быть смонтирован пористый воздухопродуваемый тканевый слой (слой нетканого полотна), или воздухопродуваемый слой микроперфорированного полимерного пленочного, или воздухопродуваемый слой микроперфорированного металлического фольгового материала» [27].

«Например, использование имеющихся неразрушенных полостных емкостей корпусов с демонтированными крышками автомобильных аккумуляторных батарей (ААБ), изготовленных из полимерных материалов (преимущественно из полипропилена), уже завершивших свой жизненный цикл и подлежащих, в связи с этим утилизации (рециклированной утилизационной переработке, энергетической утилизации, захоронению в

могильниках)» [27]. Учитывая физические свойства, многие характерные черты, такие как точки плавления, коэффициент распределения и коэффициент накопления, варьируются в зависимости от молекулярной массы и/или содержанием хлора. Опасные вещества могут быть успешно отделены от используемых продуктов или отходов:

Если они в основном используются в промышленности, а не в домашнем хозяйстве;

Если они могут быть идентифицированы как части некоторых продуктов;

Если их концентрация в этих продуктах достаточно высока;

Если возникают технические проблемы, когда они загрязняют вторичное сырье;

Поэтому накопление потенциала и право на информацию для работников, кажется, важным инструментом не только для защиты человека, но и для лучшего управления отходами в начале цикла. Поэтому введение «строительных паспортов» было бы очень полезно для документирования материалов, используемых для строительства и ремонта. Продолжительность, нерационального использования и ненадлежащего управления отходами вызвало обширное накопление пластмасс в естественных местообитаниях.

«Основным и наиболее важным недостатком такого типа известных типичных технических решений является отсутствие эффективных звукопоглощающих элементов в составе структур ШЗЭ, не обеспечивающих приемлемо высокого необратимого диссипативного преобразования (рассеивания) энергии падающих низкочастотных звуковых волн в тепловую энергию. Во многих случаях существенная доля распространяемой звуковой энергии переизлучается (в отдельных случаях - усиливается) звукопрозрачными и/или динамически возбужденными составными конструктивными элементами ШЗЭ. В это же время, значительная доля звуковой энергии при этом свободно распространяется через верхнюю часть

(верхнее ребро) ШЗЭ на близлежащие от ШЗЭ обитаемые (селитебные) территории. В наибольшей степени конструктивные недостатки известных технических устройств ШЗЭ проявляются именно в низкочастотном звуковом диапазоне, эффективность поглощения энергии в котором, для известных типичных конструкций ШЗЭ, является достаточно низкой, а такого типа конструкции ШЗЭ – по сути звукопрозрачными и малоэффективными» [27].

«Наряду с осуществлением типичных технологических процессов дробления полимерных корпусов ААБ, при их отдельной сепарации на отдельные составные компоненты - свинцовосодержащий (цинкосодержащий) лом, электролитную жидкость и полимерный материал корпуса ААБ (полипропилен), отдельная сепарация компонентов ААБ может осуществляться срезанием крышки корпуса ААБ соответствующим типом режущего инструмента с последующим демонтажом из полости корпуса ААБ металлических и жидкостных компонентов. Образованный таким образом корпус ААБ с демонтированной крышкой может рассматриваться в виде полуфабрикатного элемента утилизационной переработки ААБ, который может быть использован в качестве составного конструктивного элемента заявляемого технического устройства ШЗЭ» [27].

«Открытая горловая часть замыкающей крышки может быть представлена консольно закрепленным к ней (интегрированным с ней) трубчатым элементом, открытый концевой срез которого расположен внутри и/или вне полостной емкости рассматриваемого корпусного модуля контейнерного типа, а также может быть представлена одним (единичным) или множеством нескольких идентичных габаритов и геометрических форм отверстий перфорации, выполненных непосредственно в ее стенке. На ограниченной части поверхности стенки замыкающей крышки, в зоне расположения, по крайней мере, одного отверстия перфорации, с использованием соответствующего адгезионного вещества, может быть смонтирован пористый воздухопродуваемый тканевый слой (слой нетканого

полотна), или воздухопродуваемый слой микроперфорированного полимерного пленочного, или воздухопродуваемый слой микроперфорированного металлического фольгового материала» [27].

Эколого-токсикологам нужно определить потребление микропластика по основным видам пресноводных. Это будет иметь решающее значение, чтобы понять, какие пластические характеристики (размер, материал и форма) содействуют внедрению и какова судьба микропластика в биоте (например, выделение, накопление и инфильтрации тканей). Сжигание приводит к токсичным выбросам диоксинов, больше двуокиси углерода и твердых частиц приводит к серьезным загрязнениям воздуха, также нарушая водную среду, следовательно, полигоны стали теперь главными способами утилизации отходов, но из-за нехватки земли, а также из-за различных примесей, такой вариант выбросов как свалка, это не большой, устойчивый вариант утилизации твердых бытовых отходов. Несколько процессов были изучены для эффективного управления твердыми отходами и компостирование является одним из возможных методов в управлении органическими остатками питательных веществ, поступающих из отходов сельского хозяйства, так как он является биоразлагаемым.

В морской среде, пластики различных классов размеров и происхождения распространены повсеместно и влияют на множество видов, которые путаются или проглатывают пластмасс. Поскольку эти соединения могут передаваться организмам при приеме внутрь, действует микропластик в качестве переносчика других органических загрязнителей и, следовательно, источником заражения диких животных этими химикатами. Таким образом, опасения о влиянии микропластика на пресноводные экосистемы являются законными и должны получать больше научного внимания. Из-за его высокой мобильности, пластиковый мусор находится практически повсюду в глобальной морской среде, в том числе в полярных регионах, средиземно-океанических островах, и на глубине в морях. Однако, только около десятка исследований о поглощении и эффектах микропластика изучались в

лабораторных условиях, в том числе два исследования на пресноводных видах. Несмотря на множество данных о морском микропластике, на сегодняшний день, лишь немногие исследования направлены на его изучение. В пресноводных условиях микропластик был обнаружен в поверхностных водах Лаврентьевской великих озер.

«Анализ известных технических решений в данной области техники показал, что предложенное устройство ШЗЭ имеет признаки, которые отсутствуют в известных технических решениях, а использование их в заявленной совокупности признаков дает возможность получить новый технический результат, следовательно, предложенное техническое решение имеет изобретательский уровень по сравнению с существующим уровнем техники» [27].

На рисунке 17 представлена схема поперечного сечения ШЗЭ с изогнутой верхней частью, установленного в непосредственной близости от автомобильной дороги с проходящими техническими объектами шумогенерирующего грузопассажирского автомобильного (легковые и грузовые автомобили) и общественного автомобильного (автобусы) транспорта, звукопоглощающие панели которого выполнены в виде заблокированных обособленных корпусных модулей контейнерного типа, представленных полостными емкостями корпусов с демонтированными крышками ААБ, по периметрической отбортовочной части проема каждой полостной емкости корпуса сопрягается замыкающая крышка, открытая горловая часть которой представлена консольно закрепленным к ней трубчатым элементом, открытый концевой срез которого расположен внутри полостной емкости корпусного модуля контейнерного типа с образованием частотонастроенного звукопоглощающего устройства, представленного акустическими резонаторами Гельмгольца;

«Составные части ШЗЭ, включающие его тыльную звукоотражающую панель, перфорированные трубчатые полые несущие перепускные элементы, перфорированные пористые звукопоглощающие брикеты, лицевые

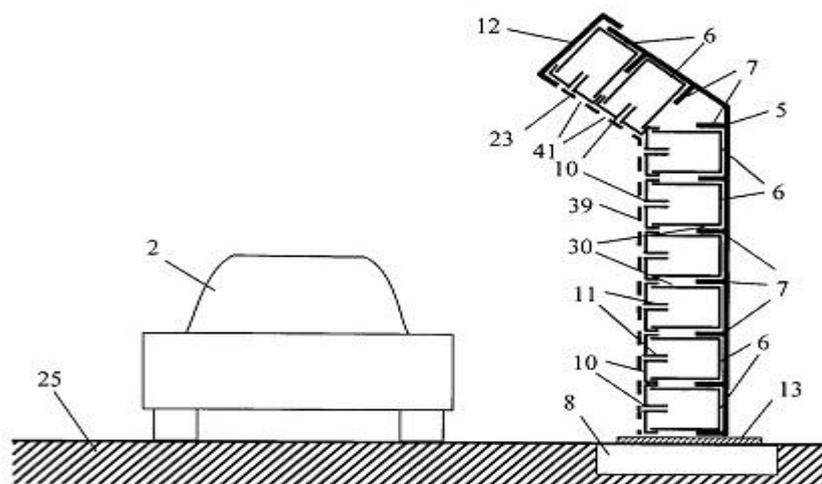
звукопрозрачные панели, пористые воздухопродуваемые звукопоглощающие пробки, звукоотражающие звукоизолирующие воздушнонепродуваемые пробки, защитные звукопрозрачные пленочные или звукопрозрачные фольговые слои, по крайней мере, в отдельных сопрягаемых контактирующих друг с другом зонах могут быть скреплены между собой в монолитные структурные модульные элементы используемыми звукопрозрачными адгезионными соединениями (липкими клеевыми, термоактивными)» [28].

«Технический результат, достигаемый техническим решением, заключается в повышении акустической (шумопонижающей) эффективности технического устройства и ресурсосбережении, реализуемом за счет уменьшения расхода пористого вещества звукопоглощающих панелей, обеспечения снижения загрязнения окружающей среды за счет использования в качестве исходных звукопоглощающих веществ утилизируемых технологических отходов производства и продуктов рециклированной утилизации акустических материалов (деталей и узлов, изготовленных из акустических материалов), в частности, демонтированных из технических объектов, например автомобилей, завершивших свой жизненный цикл, обеспечивающих снижение себестоимости изготовления конструкции такого типа ШЗЭ. Технический результат достигается как за счет создания условий для интенсификации процессов динамических деформаций более податливого пористого скелета дробленых фрагментированных структур пористых звукопоглощающих панелей от возникающего силового воздействия на них падающих звуковых волн и сопутствующих им необратимых диссипативных рассеиваний звуковой энергии» [27].

«Анализ известных технических решений в данной области техники показал, что предложенное устройство ШЗЭ имеет признаки, которые отсутствуют в известных технических решениях, а использование их в

заявленной совокупности признаков дает возможность получить новый технический результат, следовательно, предложенное техническое решение имеет изобретательский уровень по сравнению с существующим уровнем техники» [27].

#### ШУМОЗАЩИТНЫЙ ЭКРАН



2 - источник шумового излучения; 5 - тыльная звукоотражающая панель ШЗЭ;

6 - обособленные корпусные модули контейнерного типа, представленные корпусами ААБ с демонтированными крышками ААБ; 7 - несущая основа ШЗЭ, представленная листовой или стержневой несущей матричной структурой;

8 - несущее основание ШЗЭ; 10 - замыкающая крышка, 11 - трубчатый элемент;

12 - верхнее защитное ребро ШЗЭ; 13 - нижнее защитное ребро ШЗЭ;

23 - частотонастроенное звукопоглощающее устройство; 25 - дорожное покрытие; 30 - внешние стенки обособленных корпусных модулей контейнерного типа 6, представленных корпусами ААБ; 39 - лицевая

звукопрозрачная панель, перфорированная сквозными отверстиями 41; 41 -  
отверстия перфорации лицевой звукопрозрачной панели 39

Рисунок 17 - схема поперечного сечения ШЗЭ с изогнутой верхней  
частью

4.2 Конструкция ШЗЭ звукопоглощающие панели которого выполнены из перфорированных пористых звукопоглощающих брикетов.

«Предложенное инновационное инженерное решение относится к шумопонижающим конструкциям. Шумозащитный экран содержит фундаментное основание, несущее основание, поперечные стойки и продольные профили, тыльную звукоотражающую панель, лицевую звукопрозрачную панель, перфорированную сквозными отверстиями, звукопоглощающие панели, представленные перфорированными пористыми звукопоглощающими брикетами. Тыльная звукоотражающая панель представлена внутренней закладной несущей плосколистовой конструкцией, содержащей перфорированные трубчатые полые несущие перепускные элементы, на которых смонтированы звукопоглощающие панели, расположенные своими тыльными поверхностями по обе стороны поверхности стенки тыльной звукоотражающей панели. Звукопоглощающие панели, представленные перфорированными пористыми звукопоглощающими брикетами, содержат сквозные монтажные и перепускные отверстия перфорации, оси монтажных отверстий перфорации совпадают с осями трубчатых полых несущих перепускных элементов тыльной звукоотражающей панели» [28].

«Анализ известных технических решений в данной области техники показал, что предложенное устройство ШЗЭ имеет признаки, которые отсутствуют в известных технических решениях, а использование их в заявленной совокупности признаков дает возможность получить новый технический результат, следовательно, предложенное техническое решение имеет изобретательский уровень по сравнению с существующим уровнем техники» [27].

«Конструкция ШЗЭ, содержащего в своем составе несущие вертикальные стойки и горизонтальные профили, на которых смонтированы изолированные друг от друга шумопонижающие модули. Каждый из

указанных шумопоглощающих модулей содержит тыльную звукоотражающую панель, лицевую звукопрозрачную панель, перфорированную сквозными отверстиями, монолитную плосколистовую звукопоглощающую панель из волокнистого нетканого материала (минеральной ваты). При этом однолистовая монолитная плосколистовая звукопоглощающая панель монтируется на внутренней поверхности нижнего горизонтального профиля, полностью заполняя воздушный зазор между тыльной звукоотражающей и лицевой звукопрозрачной панелями. Для исключения структурного вибрационного возбуждения и вследствие этого переизлучения паразитной звуковой энергии в виде структурного звука тыльная звукоотражающая и лицевая звукопрозрачная панели сообщаются с присоединенными элементами ШЗЭ посредством соответствующих вибродемпфирующих фиксаторов корытообразного поперечного сечения» [28].

«Несмотря на то, что в указанном техническом решении в определенной степени решается проблема снижения структурного вибрационного возбуждения составных элементов ШЗЭ и последующего ослабления переизлучения ими паразитного структурного шума, в то же время недостаточно эффективными являются используемые акустические модули, с точки зрения поглощения средне- и высокочастотного шума, передающегося на ШЗЭ воздушным путем, от источника (источников) излучения звуковой энергии (источников шума). Это обусловлено как недостаточно высокой акустической (шумопоглощающей) эффективностью используемой пористой структуры материала, представленной в виде монолитных плосколистовых звукопоглощающих панелей, так и ослаблением реализаций возможного потенциалов более эффективного поглощения звуковой энергии ввиду их нерационального размещения. Также в рассматриваемой конструкции устройства в недостаточной степени реализуются дифракционные диссипативные механизмы поглощения звуковой энергии, возникающие на границах свободных концевых частей

(ребрах) шумопонижающих модулей (тыльной звукоотражающей и монолитной плосколистовой звукопоглощающей панелей)» [28].

«Предложена конструкция ШЗЭ, содержащего в своем составе несущие элементы в виде поперечных стоек и продольных профилей, шумопоглощающий элемент, расположенный с заданным воздушным зазором в полости между тыльной звукоотражающей панелью и перфорированной сквозными отверстиями лицевой звукопрозрачной панелью. Шумопоглощающий элемент содержит несущую основу листового перфорированного или сетчатого типа, закрепленную к горизонтальным профилям и/или основанию ШЗЭ механическими крепежными элементами, футерованную, по крайней мере, с одной из ее сторон, обособленными звукопоглощающими панелями. Обособленные звукопоглощающие панели

представлены совокупностью дробленых фрагментов пористых волокнистых или вспененных открытоячеистых материалов, которые определенным образом поверхностно распределены и неподвижно закреплены на поверхности несущей основы, с образованием соответствующих воздушных зазоров между ними» [28].

«Поставленная техническая задача решается за счет того, что в техническом устройстве ШЗЭ, содержащем в своем составе фундаментное основание, несущее основание, поперечные стойки и продольные профили, тыльную звукоотражающую панель, представленную внутренней закладной несущей плосколистовой конструкцией габаритной высотой  $a$ , смонтированными на ней трубчатыми полыми несущими перепускными элементами, верхним и нижним защитными ребрами, лицевую звукопрозрачную панель, перфорированную сквозными отверстиями, звукопоглощающие панели, представленные перфорированными пористыми звукопоглощающими брикетами, содержащими сквозные монтажные и перепускные отверстия перфорации, в которых оси монтажных отверстий перфорации перфорированных пористых звукопоглощающих брикетов совпадают с осями трубчатых полых несущих перепускных элементов

тыльной звукоотражающей панели» [28]. Такая оценка необходима, чтобы облегчить социальные и политические дискуссии на национальном и Европейском уровнях по вопросу, который, в зависимости от исхода, повлечет смягчение мер. Одним из важных аспектов понимания окружающей среде, также является определение соответствующих внутренних источников появления микропластика и определение цены на дробление крупного пластикового мусора.

«Основным и наиболее важным недостатком такого типа известных типичных технических решений является отсутствие эффективных звукопоглощающих элементов в составе структур ШЗЭ, не обеспечивающих приемлемо высокого необратимого диссипативного преобразования (рассеивания) энергии падающих низкочастотных звуковых волн в тепловую энергию. Во многих случаях существенная доля распространяемой звуковой энергии переизлучается (в отдельных случаях - усиливается) звукопрозрачными и/или динамически возбужденными составными конструктивными элементами ШЗЭ. В это же время, значительная доля звуковой энергии при этом свободно распространяется через верхнюю часть (верхнее ребро) ШЗЭ на близлежащие от ШЗЭ обитаемые (селитебные) территории. В наибольшей степени конструктивные недостатки известных технических устройств ШЗЭ проявляются именно в низкочастотном звуковом диапазоне, эффективность поглощения энергии в котором, для известных типичных конструкций ШЗЭ, является достаточно низкой, а такого типа конструкции ШЗЭ – по сути звукопрозрачными и малоэффективными» [27].

«Наряду с осуществлением типичных технологических процессов дробления полимерных корпусов ААБ, при их отдельной сепарации на отдельные составные компоненты - свинцовосодержащий (цинкосодержащий) лом, электролитную жидкость и полимерный материал корпуса ААБ (полипропилен), отдельная сепарация компонентов ААБ может осуществляться срезанием крышки корпуса ААБ соответствующим

типом режущего инструмента с последующим демонтажом из полости корпуса ААБ металлических и жидкостных компонентов. Образованный таким образом корпус ААБ с демонтированной крышкой может рассматриваться в виде полуфабрикатного элемента утилизационной переработки ААБ, который может быть использован в качестве составного конструктивного элемента заявляемого технического устройства ШЗЭ» [27].

«Технический результат, достигаемый указанным конструктивным решением, заключается в повышении акустической (шумопонижающей) эффективности технического устройства, с возникающим эффектом ресурсосбережения, реализуемом за счет уменьшения расхода пористого вещества звукопоглощающих панелей, обеспечения снижения загрязнения окружающей среды за счет использования в качестве исходных звукопоглощающих веществ утилизируемых технологических отходов и брака производства, а также в виде продуктов рециклированной утилизационной переработки акустических материалов (деталей и узлов, изготовленных из акустических материалов), в частности, демонтированных из технических объектов, например автомобилей, завершивших свой жизненный цикл, обеспечивающих в конечном итоге снижение себестоимости изготовления конструкции такого типа ШЗЭ. Технический шумопонижающий результат в этих случаях достигается как за счет создания физических условий для интенсификации процессов динамических деформаций образованного более податливого пористого скелета используемых в составе конструкции ШЗЭ малогабаритных дробленых фрагментированных структур пористых звукопоглощающих панелей от возникающего силового воздействия падающих на них звуковых волн, с сопутствующими необратимыми диссипативными рассеиваниями звуковой энергии.

«Перфорированные пористые звукопоглощающие брикеты, смонтированные по обе стороны стенки тыльной звукоотражающей панели, составлены из обособленных дробленых фрагментированных

звукопоглощающих элементов, скрепленных между собой звукопрозрачными адгезионными веществами в монолитные объемные структуры и/или помещенных в соответствующие звукопрозрачные емкости, выполненные из звукопрозрачных пленочных и/или звукопрозрачных фольговых материалов, поверх которых смонтированы лицевые звукопрозрачные панели, перфорированные сквозными отверстиями, в виде листовых перфорированных структур, футерованных изнутри или облицованных с внешней стороны звукопрозрачными пленочными и/или звукопрозрачными фольговыми материалами. Стенки трубчатых полых несущих перепускных элементов ШЗЭ выполнены приемлемо звукопрозрачными за счет их соответствующего перфорирования сквозными отверстиями» [28].

«Составные части ШЗЭ, включающие его тыльную звукоотражающую панель, перфорированные трубчатые полые несущие перепускные элементы, перфорированные пористые звукопоглощающие брикеты, лицевые звукопрозрачные панели, пористые воздухопродуваемые звукопоглощающие пробки, звукоотражающие звукоизолирующие воздухо непродуваемые пробки, защитные звукопрозрачные пленочные или звукопрозрачные фольговые слои, по крайней мере, в отдельных сопрягаемых контактирующих друг с другом зонах могут быть скреплены между собой в монолитные структурные модульные элементы используемыми звукопрозрачными адгезионными соединениями (липкими клеевыми, термоактивными)» [28].

Используемые звукопрозрачные адгезионные соединения составных частей шумозащитного экрана могут быть, в частности, представлены:

- множествами разнесенных тонких непрерывных линий или прерывистых строчек липкого клеевого вещества;
- термоплавкими перфорированными пленочными или волокнистыми тканевыми слоями термоактивных адгезивов;

- сплошным липким клеевым слоем удельным поверхностным весом  $\leq 100$  г/м<sup>2</sup>;

- сплошным слоем термоактивного термоплавкого вещества, характеризуемого удельным поверхностным весом  $\leq 50$  г/м<sup>2</sup>.

«Обособленные дробленые фрагментированные звукопоглощающие элементы могут быть изготовлены из идентичных или различных типов структур и марок звукопоглощающих материалов, характеризуемых идентичными или отличающимися физическими характеристиками, химическим составом, пористостью, количеством и сочетанием используемых типов структур пористых слоев в составе одно- и/или их многослойных комбинаций, идентичной или отличающейся геометрической формы и габаритных размеров, произведенными из утилизируемых отходов, представленных в виде технологически переработанных методом дробления пористых звукопоглощающих структур деталей, демонтированных с утилизируемых технических объектов, преимущественно деталей шумоизоляционных пакетов транспортных средств, завершивших свой жизненный цикл, и/или из технологических отходов и брака производства пористых звукопоглощающих материалов и деталей из них» [28].

«Технический результат, достигаемый техническим решением, заключается в повышении акустической (шумопонижающей) эффективности технического устройства и ресурсосбережении, реализуемом за счет уменьшения расхода пористого вещества звукопоглощающих панелей, обеспечения снижения загрязнения окружающей среды за счет использования в качестве исходных звукопоглощающих веществ утилизируемых технологических отходов производства и продуктов рециклированной утилизации акустических материалов (деталей и узлов, изготовленных из акустических материалов), в частности, демонтированных из технических объектов, например автомобилей, завершивших свой жизненный цикл, обеспечивающих снижение себестоимости изготовления конструкции такого типа ШЗЭ. Технический результат достигается как за

счет создания условий для интенсификации процессов динамических деформаций более податливого пористого скелета дробленых фрагментированных структур пористых звукопоглощающих панелей от возникающего силового воздействия на них падающих звуковых волн и сопутствующих им необратимых диссипативных рассеиваний звуковой энергии» [27]. Эколога-токсикологам нужно определить потребление микропластика по основным видам пресноводных. Это будет иметь решающее значение, чтобы понять, какие пластические характеристики (размер, материал и форма) содействуют внедрению и какова судьба микропластика в биоте (например, выделение, накопление и инфильтрации тканей). Сжигание приводит к токсичным выбросам диоксинов, больше двуокиси углерода и твердых частиц приводит к серьезным загрязнениям воздуха, также нарушая водную среду, следовательно, полигоны стали теперь главными способами утилизации отходов, но из-за нехватки земли, а также из-за различных примесей, такой вариант выбросов как свалка, это не большой, устойчивый вариант утилизации твердых бытовых отходов. Несколько процессов были изучены для эффективного управления твердыми отходами и компостирование является одним из возможных методов в управлении органическими остатками питательных веществ, поступающих из отходов сельского хозяйства, так как он является биоразлагаемым.

Технический результат использования, приведенного на рисунке 18, конструктивно-технологического исполнения ШЗЭ заключается в следующем:

- реализуются эффекты повышения поглощения акустической энергии за счет реализации условий двухстороннего механизма поглощения звуковой энергии ШЗЭ, осуществляемого как со стороны его лицевой, так и тыльной сторон, при интенсификации дифракционных диссипативных механизмов поглощения энергии падающих звуковых волн, осуществляемого введением в конструкцию ШЗЭ соответствующим образом выполненными сквозных монтажных и перепускных отверстий, выполненными в пористых

звукопоглощающих брикетах и в трубчатых полых несущих перепускных элементах, закрепленных на тыльной звукоотражающей панели, а также реализацией объемного хаотичного распределения, с образованием многочисленных сообщающихся извилистых каналов между отдельными дроблеными звукопоглощающими элементами в составе образованной объемной структуры пористых звукопоглощающих брикетов.

- обеспечение снижения загрязнения окружающей среды полезно используемыми твердыми отходами за счет применения в качестве исходных сырьевых звукопоглощающих веществ технологических твердых отходов производства, причем не только в виде продуктов утилизации пористых воздухопродуваемых, но и утилизации твердых отходов в виде непористых воздухо непродуваемых структур полимерных материалов, деталей и узлов технических объектов, завершивших свой жизненный цикл, путем их соответствующего фрагментного механического дробления, исключая применение «экологически грязных» технологий термохимических преобразований и/или энергетической утилизации путем сжигания или захоронения в мусорниках твердых полимерных отходов (употребляя исключительно только их соответствующее механическое дробление);

- упрощаются технологические процессы изготовления ШЗЭ за счет исключения технологических операций вынужденного пространственного взаимного распределения и закрепления с заданными величинами воздушных зазоров между отдельными дроблеными фрагментированными звукопоглощающими панелями в составе сборного шумопоглощающего элемента (как это имеет место в прототипе);

- реализуются потенциалы уменьшения габаритных размеров (массы, стоимости) ШЗЭ, большей надежности и долговечности за счет применения менее габаритной конструкции ШЗЭ, при условии достижения эквивалентной шумопонижающей эффективности, от снижения динамического воздействия ветровых или сейсмических нагрузок, а также упрощения технологического процесса монтажа и технического

обслуживания (очистки поверхностей) менее габаритных конструкций (например, высотой ШЗЭ, равной 3 м вместо 6 м).

Таким образом, мы предлагаем здесь комплексный подход, комбинируя валку компостирования и вермикомпостирования для достижения максимального разложения. Образцы были собраны с интервалом в четыре дня для контроля за химическими и биологическими изменениями, которые образовались в процессе компостирования. Это происходит потому, что микроорганизмы, используют углерод для их роста. Уменьшение содержания углерода также указывает на более высокую скорость разложения органических соединений. После смерти микробов, они подвергаются разложению и незначительно увеличивают содержание азота на заключительном этапе. Повышение температуры было из-за теплоты, выделяющейся при активности микроорганизмов в трансформации органического вещества. Хотя существуют различные методики пригодные для обработки твердых бытовых отходов, предлагаемый способ использует отходы от очистных сооружений, который имеет преимущество обработки двух видов отходов в рамках одного метода.

К сожалению, ни один из этих методов не завоевал популярность в Индии и этот факт еще больше мотивировал в проведении данного исследования. Во-вторых, ведущие барьеры определены, и интерпретирующий структурный метод моделирования выполнен, чтобы определить контекстные взаимосвязи между ведущими барьерами, влияющими на твердые отходы к энергетическим программам в стране. Наконец, сделаны выводы, которые могут помочь директивным органам в разработке программ устойчивого управления отходами. Отчет комиссии по планированию Индии 2014 сообщает, что есть высокий потенциал преобразования твердых отходов в энергию, которая имеет способность генерировать 439 коммунальных отходов мощностью от 32,890 тонн в сутки горючих отходов. Переработка и генерация энергии позволит не только приносить доход от полезного компонента, но и улучшить систему

общественного здравоохранения. Однако, учитывая сохранение микропластика в окружающей среде, высокие концентрации, измеренные на некоторых экологических сайтах и перспективы сильного возрастания концентрации, выпуск пластмасс в окружающую среду должно быть снижено в широком и глобальных усилиях, независимо от доказательств экологического риска. Учитывая большие объемы производства и долговечность пластмасс, не удивительно, что пластик находится в окружающей среде. В таких случаях использован термин микропластмассы, если можно предположить, что выбранные пластмассовые пункты находятся в упомянутом выше диапазоне размера. Поэтому, особое внимание уделяется вкладу микропластмасс от продуктов личной гигиены в общее загрязнение окружающей среды микропластмассами. Пластмассовые продукты могут содержать много добавок включая пластификаторы, стабилизаторы, огнезащитные составы, пигменты и антибактериальные препараты. Следует отметить, что по этой причине, учет и оценка полимеров согласно радиусу действия, как правило, не требуется, если это вызвано некоторыми добавками. В качестве первой оценки возможного беспокойства об окружающей среде, самые высокие измерения уровня микропластмасс в окружающей среде, были определены на основе Идальго-Рус и соавтор. и некоторых недавних публикаций.

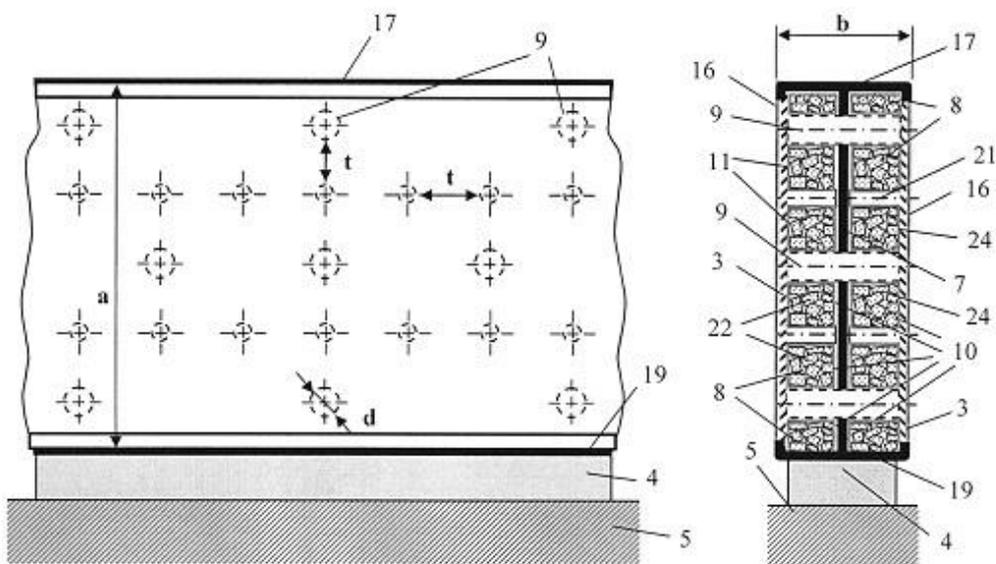
«Они могут быть представлены как монолитными, так и сборно-разборными конструкциями, изготовленными из металлических (алюминия, нержавеющей стали, оцинкованной стали), армированных щепоцементных (дюрисол, велокс), деревянных (импрегированной древесины), полиметиметакрилата (ПММА). В состав конструкций ШЗЭ, наряду со звукоотражающими панельными элементами, могут быть включены звукопоглощающие панельные элементы, а также использованы различного типа светопрозрачные панели из поликарбонатного пластика, или выполнены разрывы -для устройства свободных проходов с контрэкранами - для их перекрытия, и/или применены открывающиеся звукоизолирующие двери,

включены соответствующие несущие силовые и крепежные элементы, несущее основание ШЗЭ, декоративные элементы. Геометрическая форма ШЗЭ может быть представлена как плоскими вертикальными, так и Г-образными конструкциями, а также изогнутыми и парусообразными неплоскими формами. Наряду с требуемыми (заданными согласованными требованиями на проектирование) акустическими (шумопонижающими) характеристиками, конструкция ШЗЭ должна обладать приемлемыми (достаточными) долговечностными прочностными и жесткостными характеристиками, с тем чтобы выдерживать негативные воздействия климатических условий (атмосферных осадков, ветровой и снеговой нагрузок, сейсмических воздействий), обладать требуемой коррозионной стойкостью, огнестойкостью и эстетическим видом» [29].

Из-за широкого использования и долговечности синтетических полимеров, пластиковый мусор находится в окружающей среде по всему миру. В настоящей работе рассматриваются, сведения об источниках и судьбе микропластических частиц в водной и наземной среде, и на их усвоение и влияние в основном, на водные организмы. Количественная информация об актуальности этих источников, как правило, отсутствует, однако первые оценки указывают на то, что истирание и дробление крупных пластиковых предметов и материалов, содержащих синтетические полимеры, будут наиболее актуальны. В ходе лабораторных исследований, прием большого количества микропластика, главным образом, привело к снижению поглощения пищи и, как следствие, снижению энергетических запасов и влиянию на другие физиологические функции.

Лицевая звукопрозрачная панель и/или тыльная звукоотражающая панель могут быть изготовлены из плотных конструкционных материалов, например, из металлических (алюминия, нержавеющей стали, оцинкованной стали), армированных щепоцементных (дюрисол, велокс), деревянных (импрегированной древесины), полиметиметакрилата.

На рисунке 18 представлен концептуальная схема конструктивно-технологического исполнения ШЗЭ в виде сблокированных звукопоглощающих панелей в виде перфорированных пористых звукопоглощающих брикетов со сквозными перепускными дифракционными каналами.



3 - лицевая звукопрозрачная панель; 4 - несущее основание; 5 - фундаментное основание; 7 - тыльная звукоотражающая панель;

8 - перфорированные пористые звукопоглощающие брикеты;

9 - перфорированные трубчатые полые несущие перепускные элементы тыльной звукоотражающей панели 7; 10 - воздушные зазоры в сечении ШЗЭ 15 между его составными элементами; 11 - защитный звукопрозрачный пленочный или звукопрозрачный фольговый слой перфорированных пористых звукопоглощающих брикетов 8; 16 - защитный звукопрозрачный пленочный или фольговый слой лицевой звукопрозрачной панели 3; 17 - верхнее защитное ребро ШЗЭ ; 19 - нижнее защитное ребро ШЗЭ; 21 - перепускные отверстия перфорации перфорированных пористых звукопоглощающих брикетов 8;

22 - обособленные дробленые фрагментированные звукопоглощающие элементы перфорированных пористых звукопоглощающих брикетов 8;

24 - звукопоглощающие панели ШЗЭ 15;

Рисунок 18 – схема поперечного сечение ШЗЭ, перфорированного пористыми звукопоглощающими брикетами.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Предложенные меры могут быть использованы уже на ранних стадиях разработок технического обоснования и генерального плана населенного пункта с целью снижения воздействия шума на селитебную территорию.

2. Выполнен анализ особенностей и реализации мероприятий на стадии разработки проекта детальной планировки небольшого населенного пункта, жилого района, микрорайона для защиты от шума.

3. Выполнен анализ и систематизирована классификация ШЗЭ по конструктивному исполнению, принципам действия и расположению в пространственной структуре застройки

4. Рассмотрены методологические особенности архитектурно-конструктивного проектирования ШЗЭ, учитывающие градостроительные, ландшафтные, зрительные, формообразующие и конструктивные аспекты воздействия ШЗЭ на окружающую среду.

5. Выполнен анализ основных факторов, влияющих на акустическую эффективность ШЗЭ, размещаемых в селитебной территории.

6. Для снижения уровней негативных шумовых излучений от наземных транспортных средств, распространяющегося на селитебных территориях в условиях существующей и реконструируемой городской застройки, предложено применение эффективных ШЗЭ, наделенных высокими шумопоглощающими свойствами, низкой себестоимостью и экологически чистым использованием, в качестве звукопоглощающих материалов и шумопоглощающих конструкций продуктов рециклированной утилизационной переработки твердых полимерных отходов.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 Мурадова, Е.О. Полный справочник санитарного врача. Научная книга. – Москва 2013 г. [Электронный ресурс.] – Режим доступа : [http://www.businesspravo.ru/Docum/DocumShow\\_DocumID\\_129423.html](http://www.businesspravo.ru/Docum/DocumShow_DocumID_129423.html)
- 2 СН 2.2.4/2.1.8.562-96 "Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки" [Текст.] - <http://www.cih.ru/s2/368.html>
- 3 СНиП 23-03-3003 Защита от шума. [Текст.] - [https://ohranatruda.ru/ot\\_biblio/normativ/data\\_normativ/5/5212/](https://ohranatruda.ru/ot_biblio/normativ/data_normativ/5/5212/)
- 4 СНиП 2.07.01-89 Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений. [Текст.] –Взамен СНиП-60-75, введ. Госкомархитектуры 1 января 1990 г.
- 5 ГОСТ 23337-2014 Шум. Методы измерения шума на селитебной территории и в помещениях жилых и общественных зданий. [Текст.] – Введ. 2015-07-01. - Межгос. советом по стандартизации, метрологии и сертификации М.: Изд-во стандартов, 2014 г.
- 6 Крутиков, В.Н. Справочное издание. «Контроль физических факторов окружающей среды, опасных для человека» - М.: Изд-во стандартов, 2003 г. [Электронный ресурс.] - Режим доступа <http://meganorm.ru/Data1/44/44566/index.htm>
- 7 СР D.02.01-96 Учет требований по охране окружающей среды при проектировании, строительстве, реконструкции, ремонте и содержании автомобильных дорог и мостовых переходов. – утв. Министерство транспорта и дорожного хозяйства Республики Молдова 01.10.1997г. [Электронный ресурс.] - Режим доступа [http://snipov.net/c\\_4676\\_snip\\_107983.html](http://snipov.net/c_4676_snip_107983.html)
- 8 ОДМ 218.2.013-2011 "Методические рекомендации по защите от транспортного шума территорий, прилегающих к автомобильным дорогам". – Введ. Московским автомобильно-дорожным государственным техническим

университетом, от 13.12.2012г. [Электронный ресурс.] - Режим доступа <http://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/70186554/#2>

9 ОДМ ОС-362-р «Методические рекомендации по оценке необходимого снижения звука у населенных пунктов и определению требуемой акустической эффективности экранов с учетом звукопоглощения». – Введ. распоряжением Минтранса России 21.04.2003г [Электронный ресурс.] - Режим доступа <http://nordoc.ru/doc/11-11830>

10 ГОСТ Р 54931-2012 Экраны акустические для железнодорожного транспорта. Технические требования. Введ. 2013-03-01. - Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 5 июля 2012 г. [Электронный ресурс.] - Режим доступа <http://docs.cntd.ru/document/1200094189>

11 Monazzam M. R., Nezafat A.K. Journal of Environmental Health Science & Engineering. – 2007. – P.113-120;

12 Butkus D., Grubliauskas R. Mokslas: Lietuvos Ateitis. – 2011;1(4). – P.30-34;

13 Swaroop D., International Journal of Engineering Research and Applications. – 2014. –P. 175-184;

14 Monazzam M.R., Bellah S.M. Journal Noise and Health. – 2012. –P. 106-112

15 Gardziejczyk Wladyslaw., Journal Engineering Ecology. – 2014. –P. 65-73

16 СП 51.13330.2011 Защита от шума. – утв. Приказом Минрегиона РФ от 28 декабря 2010г №825. [Электронный ресурс.] - Режим доступа [http://www.docstroika.ru/textstroika/stroika\\_13694.htm](http://www.docstroika.ru/textstroika/stroika_13694.htm)

17 Федеральное дорожное агенство министерства транспорта Российской Федерации. «Применение шумозащитных экранов на автомобильных дорогах». – Москва 2005г. [Электронный ресурс.] - Режим доступа <http://www.norm-load.ru/SNiP/Data1/56/56231/index.htm>

- 18 СП ХХ.1325800.2016 Здания и территории правила проектирования защиты от шума транспортных потоков. – утв. приказом Министерства строительства и жилищно- коммунального хозяйства Российской Федерации. – Москва 2016г. [Электронный ресурс.] - Режим доступа [http://www.faufcc.ru/upload/doc\\_library/sp5065.pdf](http://www.faufcc.ru/upload/doc_library/sp5065.pdf)
- 19 СТО АВТОДОР 2.9-2014 Рекомендации по проектированию, строительству и эксплуатации акустических экранов на автомобильных дорогах. – утв. приказом Государственной компании «Российские автомобильные дороги от 16 сентября 2014г. – Москва 2014г. [Электронный ресурс.] - Режим доступа <http://docs.cntd.ru/document/1200032168>
- 20 Денисов С.Н., журнал «Мир дорог». – Москва 2011г. [Электронный ресурс.] - Режим доступа [http://www.masstar.ru/upload/img/stati/mir\\_dorog\\_55.pdf](http://www.masstar.ru/upload/img/stati/mir_dorog_55.pdf)
- 21 Сердюков А. А. Виды шумозащитных экранов [Текст] / А.А. Сердюков. — 2016. — С. 304-306.
- 22 Евгенийев Г.И., Обзорная информация ФДА «Росавтодор» Министерства транспорта РФ. —2005 год. [Электронный ресурс.] - Режим доступа <http://www.masstar.ru/shumozashchitnye-ekrany/stati-i-dokumenty/sbarriersusa/>
- 23 Дейнег И.А., журнал "Дороги России XXI века». – Москва 2010 г.. [Электронный ресурс.] - Режим доступа <http://www.ozmk.info/?action=view&id=16&module=pages>
- 24 Тетиор А.Н., «Материал международной научно- практической конференции. – Москва 2007г. [Электронный ресурс.] - Режим доступа: [http://ieek.timacad.ru/science/1/sb-07/sb-07\\_2\\_28.html](http://ieek.timacad.ru/science/1/sb-07/sb-07_2_28.html)
- 25 ОСТ 2.111-68 Нормоконтроль [Текст.] – Введ. 1971-01-01. – Межгосударственный стандарт. М.: Изд-во стандартов,1998. - 9с.
- 26 Буров, А.Н. Методические указания по выполнению и оформлению выпускной квалификационной работы для студентов всех

специальностей Волгоградского филиала РГТЭУ [Текст] / А.Н. Буров, Волгогр. гос. торг. -эконом. ун-т. – Волгоград.: РГТЭУ, 2008. -76 с.

27 Патент № 2604894 С1 Шумозащитный экран. [Текст] / Фесина М.И., Краснов А.В., Горина Л.Н., Шутова Е.Н. - № 2015121020/03; заяв.02.06.2015; опуб. 20.12.2016, Бюл. № 35.

28 Патент № 2604615 С2 Шумозащитный экран. [Текст] / Фесина М.И., Краснов А.В., Горина Л.Н., Шутова Е.Н. - № 2015117870/03; заяв.12.05.2015; опуб. 10.12.2016, Бюл. № 34.

29 Патент № 2609042 С2 Шумозащитный экран. [Текст] / Фесина М.И., Краснов А.В., Горина Л.Н., Шутова Е.Н. - № 2015129832/03; заяв.20.07.2015; опуб. 30.01.2017, Бюл. № 4.

30 Экоакустик., Научная статья. [Электронный ресурс.] - Режим доступа [http://www.ecoakustik.ru/publ/primenenie\\_akusticheskikh\\_ehkranov\\_dlja\\_s\\_nizhenija\\_shuma\\_v\\_zhiloj\\_zastrojke/1-1-0-3](http://www.ecoakustik.ru/publ/primenenie_akusticheskikh_ehkranov_dlja_s_nizhenija_shuma_v_zhiloj_zastrojke/1-1-0-3)