

**ОРГАНИЗАЦИЯ СОТРУДНИЧЕСТВА ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ  
(ОСЖД)**

I издание

Разработано экспертами Комиссии ОСЖД по инфраструктуре  
и подвижному составу 25-27 июня 2019 г.,  
Чешская Республика, г. Колин

Утверждено совещанием Комиссии ОСЖД по инфраструктуре  
и подвижному составу 5-7 ноября 2019 г.,  
Комитет ОСЖД, г. Варшава

Дата вступления в силу: 7 ноября 2019 г.

**P 798**

**ТЕХНИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ И КОНСТРУКТИВНЫЕ  
РЕШЕНИЯ ПРИМЕНЕНИЯ ШУМОЗАЩИТНЫХ  
КОНСТРУКЦИЙ**

## **Основные положения**

Дорожное движение является одним из основных источников шума, который может нанести вред здоровью при длительном воздействии. Строительство и реконструкция железнодорожных линий обуславливают необходимость защиты пострадавших районов от негативного воздействия железнодорожного шума.

Меры по снижению уровня шума в железнодорожном транспорте можно разбить на активные (меры, принятые непосредственно у источника) и пассивные. Мы можем разделить пассивные меры на шумовые барьеры и земляные валы.

Шумовыми барьерами и валами считаются все линейные структуры земляного полотна железной дороги, предотвращающие распространение шума в зоны, которые должны быть защищены. Они должны соответствовать требованиям к материалам и иметь соответствующие акустические свойства. Они должны быть экологически чистыми и соответствовать эстетическим требованиям.

Шумовые барьеры разрабатываются на основе результатов исследования шума и того, где их использование оправдано.

Их использование не должно вызывать увеличение шума в вагонах железнодорожного пассажирского транспорта или вокруг них при отражении от задней стены.

Экранирующим барьером считается шумовой барьер, если он удовлетворяет следующим основным требованиям:

- соответствует действующим нормам и стандартам эксплуатационника железнодорожного транспорта;
- базовый вес не менее  $10 \text{ кг/м}^2$ ;
- это закрытая поверхность без больших отверстий и зазоров.

## **Акустические свойства**

Основная классификация шумозащитных барьеров по акустическим свойствам:

### **По поглощательной способности:**

- отражающие, когда поглощательная способность  $< 4 \text{ дБ}$  (категория А1);
- поглощающие (абсорбционные), когда поглощательная способность достигает значения от 4 до 7 дБ (категория А2);
- высоко поглощающие, когда поглощательная способность достигает значений от 8 до 11 дБ (категория А3);
- очень высоко поглощающие, когда поглощательная способность достигает значений  $> 12 \text{ дБ}$  (категория А4).

### По звукопроницаемости:

- категория В1, когда звукопроницаемость достигает значений  $< 15$  дБ;
- категория В2, когда звукопроницаемость достигает значений от 15 до 24 дБ;
- категория В3, когда звукопроницаемость достигает значений от 25 до 34 дБ;
- категория В4, когда звукопроницаемость достигает значений  $> 34$  дБ.

Звуковой барьер считается экранирующим барьером высокого качества, если звукопроницаемость достигает значений  $> 24$  дБ.

Снижение уровня шума за шумозащитным барьером также зависит от эффективной высоты „ $h$ “ этого барьера (рис. 1), от расстоянии источника шума от барьера и от расстояния рассматриваемого места от барьера.

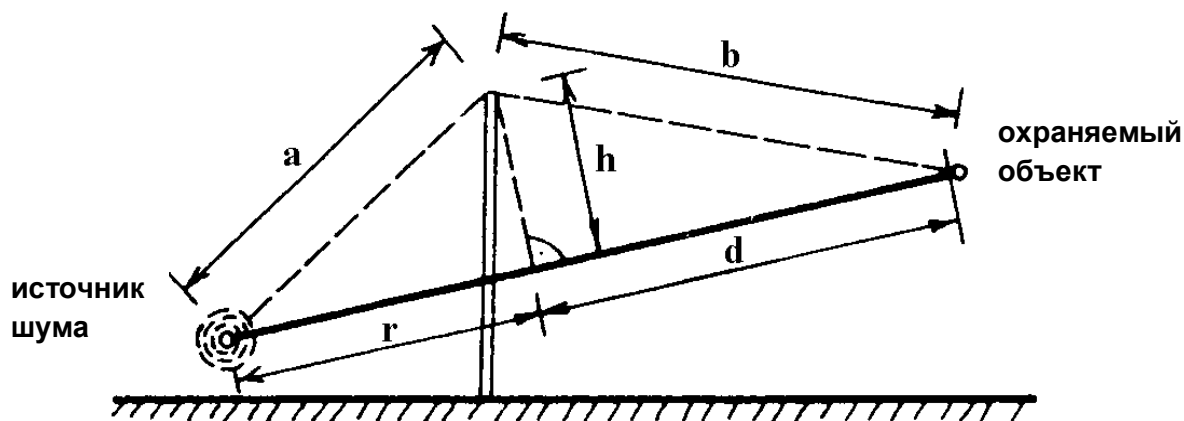


Рис. 1. Эффективная высота барьера „ $h$ “.

### Вычет из поглощения:

- одностороннее поглощение;
- двустороннее поглощение;
- отражающие.

### Неакустические свойства

Европейские и национальные стандарты устанавливают критерии для шумозащитных барьеров в зависимости от их основных механических свойств при стандартных условиях климатических воздействий, независимо от используемых материалов. Шумозащитные барьеры не должны представлять

опасности для пассажиров или других лиц, находящихся поблизости, или для окружающей среды в целом. Стандарты устанавливают ряд условий и требований к этим устройствам:

- ветровые и статические нагрузки;
- динамическая нагрузка от попутного транспортного средства;
- вибрации и воздействие усталости;
- собственный вес;
- повреждение ударами камней;
- огнестойкость скраб;
- реакция на огонь;
- защита окружающей среды;
- прозрачность;
- пути эвакуации в опасности.

### **Обеспечение долгосрочной эффективности мер**

Устройства для снижения шума вдоль железной дороги должны выполнять не только свою акустическую функцию и соответствовать требованиям по конструкционному решению, но они должны также сохранять свои характеристики в течение требуемого срока службы. Требуемый срок службы стандартных шумозащитных барьеров составляет 30 лет.

Конструкционные компоненты должны соответствовать требованиям безопасности и в конце их назначенного срока службы, а акустические элементы должны оставаться функциональными не только с конструктивной точки зрения, то также должна быть обеспечена их назначенная акустическая эффективность.

Барьеры должны быть устойчивы к коррозии, атмосферным воздействиям, ультрафиолетовому излучению. Они должны быть вандалостойкими и огнестойкими. Также должны быть защищены от поранения за попадания молнии.

### **Конструкционное решение шумозащитных барьеров**

С конструкционной точки зрения можно шумозащитные барьеры разделить на группы:

- шумозащитные барьеры зонированные, образованные несущими колоннами и акустическими панелями;

- самонесущие шумозащитные барьеры, без опорных столбов – монолитные;
- из звукоизоляционных блоков;
- габионы.

Наиболее используемой является первая группа. Эти устройства обычно состоят из акустических и конструктивных элементов, где:

а) акустическая панель представляет собой элемент, основной функцией которого является обеспечение акустических свойств шумопоглощающего оборудования, таких как воздушная звукопроницаемость и звуковая поглощаемость;

б) конструктивный элемент – это элемент, основной функцией которого является нести или держать на месте акустические элементы, чаще всего это колонна.

### **Материал акустических элементов**

В качестве наполнителей для панелей вертикальных (угловых) шумозащитных барьеров используются:

- железобетон, бетонный зазор, цементные адсорберы;
- дерево;
- сталь;
- алюминий;
- кирпич и другие кладочные материалы;
- пластик и переработанный пластик;
- переработанная резина;
- минеральная вата;
- безопасное стекло;
- оргстекло, поликарбонат;
- габион со звукоизоляционным вкладышем;
- сочетание разных материалов (сэндвич-панели).

### **Материал конструктивных элементов**

Для вертикальных (угловых) шумозащитных барьеров применяются корпуса и несущие конструкции из следующих материалов:

- железобетон;
- сталь.

## Технические требования к шумозащитным барьерам

### Расположение шумозащитных барьеров

Шумозащитные барьеры чаще всего устанавливаются между дорожкой и зданиями для защиты от шума. Наибольшая эффективность будет достигнута, если шумозащитный барьер максимально приближен к источнику шума. При этом он не должен попадать в профиль проезжей части и мешать железнодорожному движению. Лицевая сторона шумозащитного барьера может находиться не ближе как в 3125 мм от оси прилегающей колеи. В дуге это расстояние еще больше ( $3125 \text{ мм} + \Delta$ ).

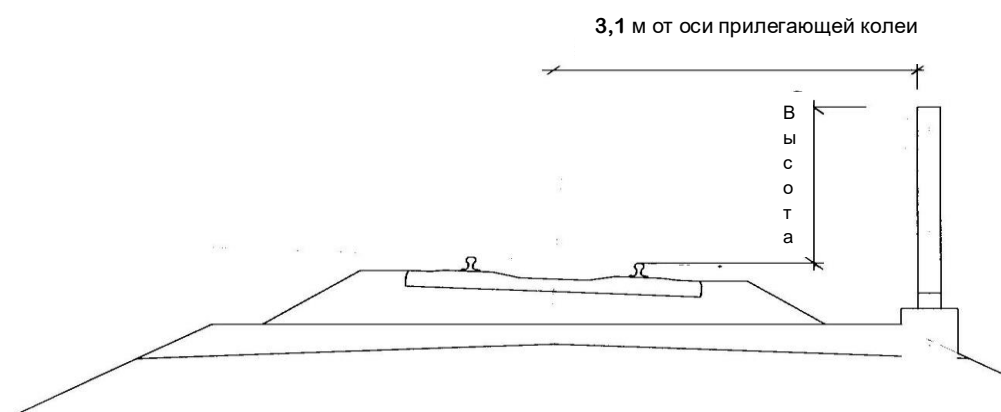


Рис. 2 – Расположение шумозащитного барьера вдоль пути – самый распространенный пример

Оптимальная высота шумозащитных барьеров составляет 2-3 метра над уровнем головки рельса. Устройство барьеров высотой более 6 метров не рекомендуется из-за сложности конструкции и условий эксплуатации. Окончательная конструкция барьера определяется проектом.

### Создание шумозащитных барьеров

Подробное геотехническое исследование используется в качестве основы для проекта шумозащитного барьера и должно быть проведено в местах предполагаемого размещения.

Наиболее распространенный способ создания шумовых барьеров – это **строительство на сваях**. Горизонтальная нагрузка от конструкции переносится на грунт фундамента вдоль корпуса сваи. Свая в основном подвержена изгибу. Этот способ создания требует подхода техники для бурения или забивки свай. В голову свая потом опускается несущая колонна шумозащитного барьера.

**Плоскостная закладка на лапах (опорах)** или поясах применяется в тех случаях, когда доступ тяжелой технике невозможен, или основание состоит из скального грунта. Целесообразно использовать лапы или пояса при малых высотах шумозащитного барьера до 2 м.

**Закладка на конструкциях** опорных стен, или на мостовых карнизах является наиболее подходящей, когда это позволяет состояние конструкции и расстояние шумозащитного барьера от оси колеи. Как правило, колонны крепятся на химические анкеры, забетонированные стальные профили и т.д. (рис. 3). Построение несмело дополнительно напрягать.

Шумозащитные **барьеры из габионов** не требуют никакой специальной закладки. В качестве основания габионов достаточно нанести только слой выровненного, уплотненного гравия или тощего бетона на достаточно прочное основание.

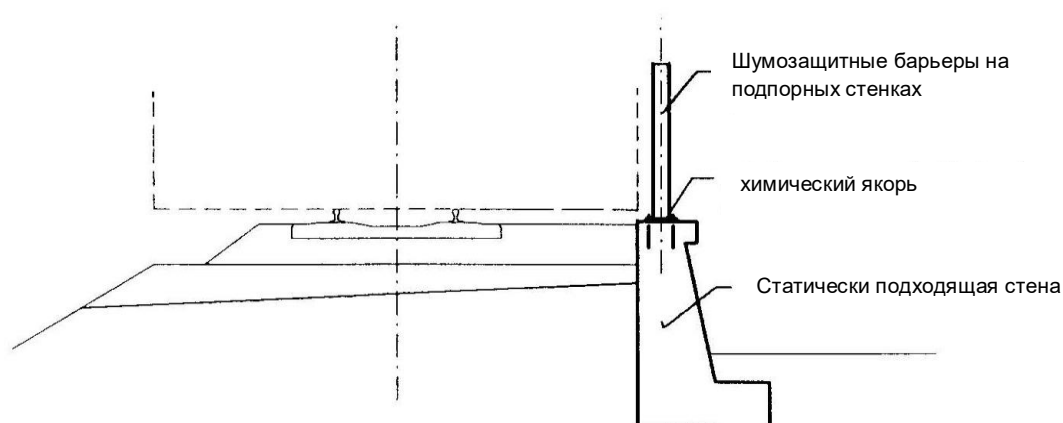


Рис. 3 – Пример анкерования в опорную стену

### Требования к реализации

Проект должен включать статический расчет барьера, проект фундамента и детали анкерования колонн.

С точки зрения статистики, максимальное расстояние между стойками барьера может составлять 6 м. Если требуется большее расстояние, как например, у некоторых мостов, необходимо создать самонесущую конструкцию.

Шумозащитные барьеры размещаются перед или за дренажным оборудованием. Во всех случаях барьеры не должны своим конструкционным решением мешать функциональному обезвоживанию структурных слоев.

Стальные стойки не должны соприкасаться с почвой. Фундамент или голова свая должна всегда находиться не менее 50 мм над прилегающей местностью. Аналогично, акустические панели не должны контактировать с почвой. Нижнюю часть барьера образует так называемая цокольная железобетонная панель.

Плентусная панель должна быть подсыпана, а обсыпана незамерзающим проницаемым материалом для обеспечения дренажа.

Стальные стойки должны быть защищены от коррозионной агрессивности атмосферы на открытом воздухе. Система защиты от коррозии должна иметь срок службы не менее 50 лет.

Установка панелей должна быть устойчивой и не должна при прохождении поезда или при ветровой нагрузке вибрировать и излучать вторичный шум.

Ниши для тяговых мачт имеют прямоугольную или как перекрытие двух шумозащитных барьеров. Шумозащитная стена должна иметь собственное основание, его нельзя анкеровать в фундамент тяговой мачты.

Для шумозащитных барьеров на мостах предпочтительно применяются легкие материалы, как например закаленное стекло, поликарбонат или алюминий. Эти панели должны быть защищены от падения и не должны представлять опасности для пешеходов и для движения под мостом.

На электрофицированных линиях, если шумозащитную стену невозможно разместить за пределами зоны, находящейся под угрозой воздушной контактной подвески, шумозащитный барьер должен иметь выполненную защиту от опасного контакта.

### **Отдельные виды шумозащитных барьеров**

#### **Шумозащитные барьеры в открытой линии**

С конструкционной точки зрения речь идет чаще всего о панелях, установленных в несущих колоннах. Установка должна быть в стабильном положении и не должна при прохождении поезда или при ветровой нагрузке вибрировать или излучать вторичный шум.

Поглощающие панели проектируются в местах, где необходимо предотвратить нежелательное отражение звука в окрестность или к объектам, которые должны быть защищены от чрезвычайного шума от железнодорожного движения. Отражающие панели проектируются во всех случаях, когда не требуется звуковое поглощение.

Установка этих шумозащитных барьеров выполняется чаще всего на сваях, так что колонна утоплена или закреплена с помощью анкеров к головке свая. Менее распространенные виды фундамента включают железобетонные опоры или плоские фундаменты.

В нижней части конструкции расположена цокольная панель, обычно высотой до 500 мм. Акустические панели укладываются над ней на необходимую высоту.

#### **Шумозащитные барьеры на мостах и опорных стенах**

Основным требованием при выборе материалов для шумозащитных барьеров на мостах является их небольшой вес. Материал представляет собой преимущественно светоотражающие прозрачные материалы, такие как стеклянные, плексигласовые или поликарбонатные панели и т.д. Непрозрачные материалы с низким собственным весом используются в качестве цоколей, чтобы избежать увеличения нагрузки на конструкцию мостов или стен.



### **Шумозащитные барьеры в сочетании с зеленью**

Речь идет о сочетании шумозащитных барьеров с посадкой сопутствующих посадочных полос зелени у обратной стороны барьера (не прилегающей к пути).

Состав растений (вид, размер культур) должен быть предложен таким образом, чтобы обеспечил, что шумозащитный барьер будет в сроке, требуемом в документации, выполнять свое назначение.

Это должны быть неинвазивные растения, которые не разрушают окружающую природную зелень.

**Полувегетационные барьеры** представляют собой шумозащитные барьеры, образованные обычно из бетонных или других сборных систем, составной частью которых является озеленение. Этот способ защиты объектов от влияния шума от движения до значений, предписанных соответствующими гигиеническими нормативами, выбирается главным образом из-за соответствующей интеграции стройки в ландшафт, в основном в природных заповедниках.

### **Земляные валы и валы в комплекте с шумозащитным барьером**

Земляные валы представляют собой насыпные конструкции, построенные на поверхности земли, перегноенные, покрытые семенами травы и дополненные вегетационной защитой из кустарников или древесных растений. Для их построения выгодно использовать избыток материала, полученного при земляных работах.

В случае возможной эрозионной активности воды наклон вала должен быть защищен соответствующими эрозионными мерами, например, комбинацией материалов вала, геоматов, джутовых и кокосовых матов, растительности и т.д.

Используемые материалы не должны угрожать окружающей среде, особенно грунтовым водам.

Земляные валы с шумозащитным назначением сооружаются там, где предполагается излишек материала, полученного во время земляных работ и там, где это позволяют пространственные и имущественные условия.

Высота шумозащитных валов находится в диапазоне от 2,0 до 5,0 м над вершиной рельса с уклоном откоса обычно 1 : 1,5. Минимальная ширина в гребне вала – 2,0 м.

В местах, где самостоятельный шумозащитный вал недостаточен для снижения уровня шума, на его гребне может быть установлен шумозащитный барьер. Этот барьер должен быть основан на сваях с точки зрения устойчивости всей конструкции вала.

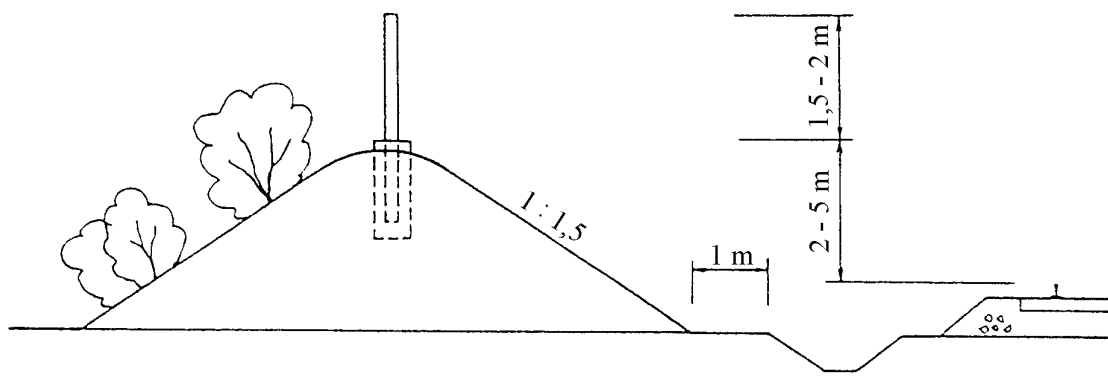


рис. 4 – Привет земляного вала с шумозащитным барьером

### **Габрионные (камне-проволочные) шумозащитные барьеры**

Габрион представляет собой камне-проволочный элемент в виде куба или прямоугольного параллелепипеда, изготовленного из шестигранной стальной сетки или сварной стальной сетки, и заполненный природным или бутовым камнем, или же подходящим переработанным материалом. По размеру габрионы делятся на корзины и матрацы.

Габрионные конструкции состоят из трех конструктивных элементов: сварной сетки, соединительной спирали и дистанционного хомута.

При большей ширине барьера можно заполнить сердцевину заполненными песком геотекстильными мешками для лучшего затухания шума. Ширина или расстояние между стальными сетками зависит от высоты барьера, скорости ветра или от эстетических соображений. Правильно спроектированный габрионный шумозащитный барьер не требует фундамента или внутреннюю опорную конструкцию. Конструкция шумозащитного барьера может быть построена до высоты 6 метров с использованием частичной засыпки с обратной стороны барьера.

Для использования габрионных конструкций для строительства шумозащитных барьеров часто используется комбинация камня и почвы для наполнения корзин и матрацев, чтобы можно было дополнить барьер зелеными насаждениями. Также нет проблем с его утилизацией, так как это натуральный материал.

### **Требования безопасности**

Чтобы было возможным безопасно покинуть пространство между шумозащитными барьерами в случае чрезвычайной ситуации и для доступа служб экстренной помощи, в шумозащитном барьере должны быть предусмотрены аварийные люки. Аварийные люки должны иметь акустические свойства окружающего шумозащитного барьера, чтобы отверстия не снижали его эффективность.

Аварийные люки в шумозащитных барьерах идеально устанавливаются в точках тяговых мачт, где барьер уже отведен от пути из-за обхода мачты.

Аварийные люки проектируются в местах, где возможна легкая эвакуация за барьером, обычно каждые 150 м длины барьера.

В местах, где за барьером нет легкого выхода на местность, должны быть построены лестницы, пешеходные мосты, дорожки, чтобы безопасно покинуть территорию.

Аварийный люк должен быть шириной не менее 1 х 2,5 м, чтобы было возможным покинуть парк путей и с носилками. Люк должна экранировать параллельная стена, выходящая за аварийный люк в соответствии с рисунком 5.

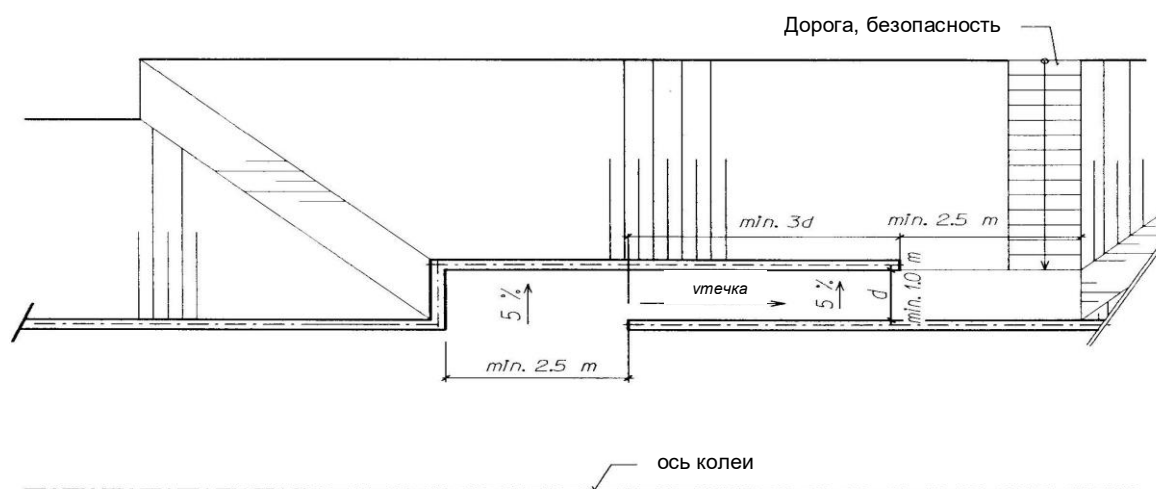


рис. 5 – Проект эвакуационного пространства в шумозащитном барьере

В местах, где недостаток пространства для аварийного люка, могут быть установлены только аварийные двери. Они должны быть оснащены самозакрывающимся механизмом и уплотнением для предотвращения чрезмерной утечки шума через отверстия. Двери с наружной стороны должны быть снабжены специальным замком, чтобы их можно было открыть только ключом или специальным инструментом.

Места аварийных люков и дверей должны быть четко обозначены отличительными стрелками отражающего цвета, расположенными на расстоянии не более 20 м друг от друга. Таблички должны быть установлены на барьере на высоте 1,5 м над землей.

## Заключение

Проблематика расположения и конструкции противозумных мер все еще находится в процессе разработки, проектируются все чаще новые конструкции и применяются новые материалы. Аналогичным образом модернизируются железнодорожные подвижные составы и верхнее строение пути и с целью свести к минимуму уровень шума от железнодорожного движения. Прилагаются усилия для использования переработанных материалов и экологически чистых

материалов. В условиях постоянно растущего трафика и плотности населения в Европе шумозащитные барьеры стали составной частью нашей повседневной жизни. Мы должны попытаться их проектировать эффективно и с добавленной стоимостью для общественного пространства и для создания ландшафта.