|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| *voenmeh* | МИНОБРНАУКИ РОССИИ  федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  высшего образования  **«Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова»**  **(БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова»)** | | | | |
| БГТУ.СМК-Ф-4.2-К5-02 | | | | |
| Факультет | |  | О |  | Естественнонаучный |
|  | |  | шифр |  | наименование |
| Кафедра | |  | О1 |  | Экология и безопасность жизнедеятельности |
|  | |  | шифр |  | наименование |
| Дисциплина | |  | Разработка шумовиброзащитных мероприятий | | |

Курсовой проект на тему:

|  |
| --- |
| Снижение шума от трамвайного кольца |
|  |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Выполнила: студентка группы | | | |  | | О1М31 |
| Шабарова А. В. | | | | | | |
| Фамилия И.О. | | | | | | |
| **РУКОВОДИТЕЛЬ** | | | | | | |
| Шашурин А. Е. | |  |  | | | |
| Фамилия И.О. Подпись | | | | | | |
| Оценка |  | | | |  | |
| « » |  | | | | 2018 г. | |

САНКТ-ПЕТЕРБУРГ

2018г.

**Реферат**

Курсовой проект представлен на 24 страницах, содержит 5 рисунков, 3 таблицы, и ссылки на 7 источников литературы.

Ключевые слова: РЕЛЬСОВЫЙ ТРАНСПОРТ, ОЦЕНКА ВОЗДЕЙСТВИЯ, ШУМ, ШУМОЗАЩИТА, АКУСТИЧЕСКИЙ ЭКРАН

В рамках работы была проведена оценка влияния шума городского рельсового транспорта на территорию жилой застройки на примере проектируемого трамвайно-разворотного кольца на ул. Хасанская Красногвардейского р-на Санкт-Петербурга. Для определения уровня шумового воздействия на селитебной территории была рассчитана шумовая характеристика потока трамвая, уровень звука в расчетной точке. Результат расчета выявил превышения нормативных значений уровней звука, что выявило необходимость разработки шумозащитных мероприятий. В результате был выполнен расчет геометрических параметров ветровой нагрузки шумозащитного экрана, отвечающего требованиям снижения шума.

Содержание

[Введение 4](#_Toc516838102)

[Глава 1. Оценка воздействия шума трамвайного кольца на прилегающую территорию 6](#_Toc516838103)

[Глава 2. Разработка шумозащитных мероприятий 16](#_Toc516838104)

[Заключение 22](#_Toc516838105)

[Список обозначений и сокращений 23](#_Toc516838106)

[Список литературы 24](#_Toc516838107)

# Введение

Значение пассажирских перевозок в жизни общества трудно переоценить. Они играют важную роль в экономической, социальной и культурной сфере жизни людей. Сегодня, в связи с быстрым ростом городов и их населения, среди пассажирских перевозок особое место занимает городской пассажирский транспорт. Грамотная организация работы городского пассажирского транспорта является очень важным вопросом, так как широко разрастающаяся городская застройка, увеличение числа населения и быстрый темп жизни города обуславливают использование все большего числа транспортных средств.

Среди прочих видов городского пассажирского транспорта важную роль играет городской рельсовый транспорт. Трамвай занимает одно из первых мест по пассажирообороту и разнообразию маршрутов, к тому же, на сегодняшний день он является одним из самых экологически чистых видов транспорта, так как он не оказывает вредного химического воздействия на окружающую среду. Тем не менее, даже самый экологически чистый вид транспорта способен негативно влиять на человека. Трамвай является источником шума, вибрации и электромагнитных полей.

В данной работе будет проведена оценка влияния шума городского рельсового транспорта на прилегающую территорию, а также разработаны меры по снижению воздействия шума. В качестве объекта исследования в работе рассматривается проектируемое трамвайно-разворотное кольцо на ул. Хасанская Красногвардейского р-на Санкт-Петербурга. Проект предусматривает строительство трамвайных путей на участке по ул. Хасанской в границах от пр. Наставников до разворотного кольца с кривыми радиусом от 25 до 30 м. Интенсивность движения составит 12 трамваев в час в дневное время и 6 трамваев в ночное время (заезд которых, как и выезд, осуществляется в течение 1,5 часов).

Основными источниками шума трамвая являются система «колесо-рельс» и оборудование, установленное на транспортном средстве. Шум качения образуется вследствие соударения колеса с рельсом, основной причиной такого шума являются вибрации колеса и рельса, возникающие из-за неровности их соприкасающихся поверхностей. Неровности рельса могут быть вызваны его износом, дефектами сварки или стыками. Неровности колес возникают в основном как следствие торможения. Шум качения зависит от степени неровности колеса и рельса, скорости движения трамвая и его веса. Другими причинами возникновения шума являются дребезжание корпуса трамвая, торможение и «визг» колеса в кривых, который возникает при прохождении трамваем кривых малого радиуса [1, 2]. Шум от трамвая распространяется в пространстве и уменьшается с расстоянием за счет расширения фронта звуковой волны, атмосферного затухания, поглощения поверхностью грунта, экранирования зданиями на территории застройки, а также снижения в зеленых насаждениях.

# Глава 1. Оценка воздействия шума трамвайного кольца на прилегающую территорию

На рисунке 1 показана схема расположения объекта исследования и расчетных точек для которых определялись уровни звука.



Рисунок 1- Схема расположения расчетных точек и источника шума

Шумовой характеристикой потока трамваев является эквивалентный и максимальный уровни звука. Для данного конкретного объекта максимальный уровень звука на 8 дБА выше эквивалентного, в то время как предельно допустимые максимальные уровни шума на 15 дБА выше эквивалентных, в связи с чем, далее в расчете учитываются только эквивалентные уровни. Эквивалентные уровни звука представлены в таблице 1.

**Таблица 1 – Эквивалентный уровень звука потока трамваев**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Время | LEAтрам, дБА | Т, ч | N, шт | LAeqпотока, дБА |
| День | 61 | 1 | 12 | 71,8 |
| Ночь | 61 | 1,5 | 6 | 67 |

На схеме на рисунке 1 показано расположение 5-и расчетных точек, находящихся вблизи зданий наиболее подверженных шумовому воздействию. Методика расчета уровня звука в расчетной точке будет описана далее на примере точки №2, как наиболее близко расположенной к объекту.

Далее представлен расчет эквивалентного уровня звука в расчетной точке согласно ГОСТ 31295.2-2005 «Шум. Затухание звука при распространении на местности. Ч.2. Общий метод расчета» [3].

Эквивалентный октавный уровень звукового давления (УЗД) с подветренной стороны LT(DW) на приемнике рассчитывают для каждого точечного и мнимого источника по формуле 1:

LАT(DW) = Lw + Dc – A, дБА, (1)

где LW – уровень звуковой мощности (УЗМ) точечного источника шума относительно опорного значения звуковой мощности, равного 1 пВт, дБА;

DC – поправка, учитывающая направленность точечного источника шума и показывающая, насколько отличается эквивалентный уровень звукового давления точечного источника шума в заданном направлении от уровня звукового давления ненаправленного точечного источника шума с тем же уровнем звуковой мощности LW, дБА (Для ненаправленного точечного источника, излучающего в свободное пространство DC=0).

А – затухание в октавной полосе частот при распространении звука от точечного источника шума к приемнику, дБА.

Переход от уровня звука (УЗ) к уровню звуковой мощности осуществляется по формуле 2:

LW = Lp + 10lg(S/S0), дБА, (2)

где Lp – уровень звука, дБА;

S – площадь измерительной поверхности, находящейся на расстоянии R от центра (оси) источника до рассматриваемой точки;

S0 – опорная площадь, равная 1м2.

Для точечного источника формула будет иметь вид:

LW = Lp + 10lg(2⋅π⋅R2), дБА (3)

где R – расстояние от центра источника до рассматриваемой точки, R=7,5 м.

УЗМ составит 97,3 дБА в дневное время и 92,5 дБА в ночное время.

Затухание А рассчитывается по формуле 4:

А = Adiv + Aatm + Agr + Abar + Amisc , дБА, (4)

где Adiv – затухание из-за геометрической дивергенции (из-за расхождения энергии при излучении в свободное пространство);

Aatm – затухание из-за звукопоглощения атмосферой;

Agr – затухание из-за влияния земли;

Аbar – затухание из-за экранирования;

Amisc – затухание из-за влияния прочих эффектов.

Затухание из-за геометрической дивергенции Adiv определяется по формуле 5:

Adiv=20lg(d/d0) + 11, дБА, (5)

где d – расстояние от источника шума до расчетной точки, м;

d0 – опорное расстояние, равное 1 м.

Константа 11 связывает УЗМ ненаправленного точечного источника шума с УЗД на опорном расстоянии 1 м от него.

Для расчетной точки, находящейся на первом этаже d=43 м, для расчетной точки на 13 этаже d=58 м.

Затухание из-за звукопоглощения атмосферой Aatm определяется по формуле 6:

Aatm = α⋅d/1000, дБА, (6)

где α – коэффициент затухания звука в октавной полосе частот в атмосфере, определяется по таблице 2 ГОСТ 31295.2-2005. Для температуры 10°С и влажности 70% α=3,7 дБ/км (длинна звуковой волны принимается равной 0,34 м, коэффициент выбирается для частоты 1000 Гц);

d – расстояние от источника шума до расчетной точки, м.

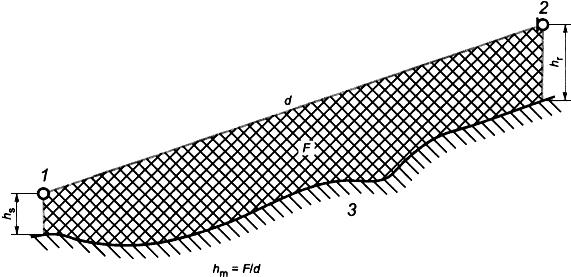
Затухание из-за влияния земли может быть рассчитано по формуле 7:

Agr = 4,8 – (2hm/d)(17+300/d) ≥ 0, дБА (7)

hm – высота траектории распространения звука над землей, м;

d – расстояние от точечного источника шума до приемника, м.

Высота траектории распространения звука над землей определяется в соответствии с рисунком 2.2:



1 – источник шума; 2 – РТ; 3 – поверхность земли;   
F – площадь заштрихованной фигуры, м; hm – средняя высота траектории распространения звука

Рисунок 2 – Метод определения средней высоты траектории распространения звука

Для расчетной точки, находящейся на первом этаже hm =0,85 м, для расчетной точки на 13 этаже hm =20,4 м.

Если расчет Agr производится данным способом, то в формулу 2 необходимо вводить поправку DΩ, для учета имеющего место возрастания уровня звуковой мощности источника шума из-за отражения звука от земли вблизи источника. DΩ определяется по формуле 8:

DΩ = 10lg(1+(+(hs – hr )2)/(+(hs + hr )2)), дБА, (8)

где hs **–** высота точечного источника шума над землей, равная 0,2 м;

hp **–** высота РТ над землей, равная 1,5 м и 39 м для первого и последнего этажа соответственно;

dp **–** проекция расстояния от точечного источника шума до приемника на плоскость земли, равная 43м.

Поправка DΩ равна 3 дБА.

Между источником шума и расчетной точкой нет каких-либо экранирующих сооружений, следовательно, затухание из-за экранирования равно нулю. Amisc, затухание из-за прочих эффектов, включающее в себя затухание в зеленых насаждениях, в промышленных зонах и в жилых массивах, в данной ситуации также будет равно нулю.

В таблице 9 приведены полученные в результате расчета поправки на затухание звука для первого и последнего этажа.

**Таблица 2 – Результат расчета затухания звука**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Этаж | Расстояние до источника | Adiv | Aatm | Agr | Аbar | Amisc | А |
| 1 | 43 | 43,7 | 0,2 | 3,9 | 0 | 0 | 47,7 |
| 13 | 58 | 46,3 | 0,2 | 0 | 0 | 0 | 46,5 |

Уровень звука в расчетной точке на 1 этаже:

Для дневного времени: LАT(DW) = 97,3+ 3 – 47,7 = 53,8 дБА;

Для ночного времени: LАT(DW) = 92,5+ 3 – 47,7 = 47,8 дБА.

Уровень звука в расчетной точке на 13 этаже:

Для дневного времени: LАT(DW) = 97,3 + 3– 46,5 = 52 дБА;

Для ночного времени: LАT(DW) = 92,5 + 3– 46,5 = 46 дБА.

При расчете уровня звука необходимо также учитывать отражение звука от фасада здания. Для расчета звукоотражения вводится зеркальное изображение источника шума, которое рассматривается как мнимый источник. Схема построения зеркального источника показана на рисунке 2.4.

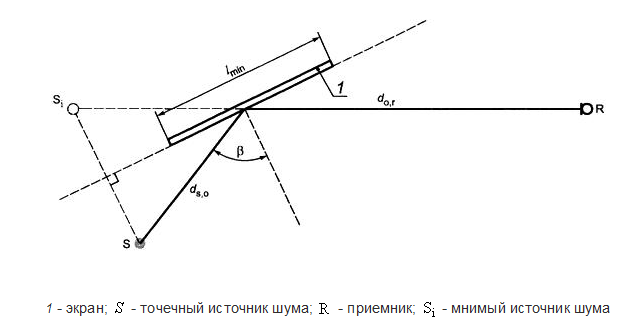


Рисунок 3 – Зеркальное звукоотражение от экрана

Звукоотражение рассчитывается при условии, что изображение зеркального источника построено согласно рисунку 2.4, коэффициент звукоотражения экрана (стены здания) более 0,2 и отражающая поверхность достаточно велика, чтобы для данной длины волны выполнялось соотношение 9:

1/λ > (2/(lmin⋅cosβ)2)(ds,o⋅do,r/( ds,o+do,r)), (9)

где λ **–** длина звуковой волны, λ=0,34 м;

lmin – длина экранирующего сооружения, длина дома равна 86 м;

β – угол падения звуковой волны, для рассматриваемой ситуации β=π/2 рад;

ds,o – расстояние между источником шума и точкой отражения на экране, ds,o=45 м;

do,r – расстояние между точкой отражения на экране и расчетной точкой, do,r = 2 м.

Для рассматриваемой расчетной точки соотношение выполняется.

Расчет уровня звуковой мощности мнимого источника производится по формуле 10:

Lw,im = Lw + 10Lg(p) + DIr, дБА, (10)

где Lw,im – уровень звуковой мощности мнимого источника;

Lw – уровень звуковой мощности источника шума, согласно предыдущим расчетам равен 97,3 дБА днем и 92,5 дБА ночью;

p – коэффициент звукоотражения от поверхности, для стены здания с выступами равен 0,8;

DIr – показатель направленности мнимого точечного источника шума в направлении на расчетную точку (источник ненаправленный DIr = 0).

Уровень звуковой мощности мнимого источника Lw,im равен 96,3 дБА в дневное время и 91,5 дБА в ночное время.

Для мнимого источника снижение звука А рассчитывается аналогично с точечным источником по формуле 4. Уровень звука, отраженного от фасада здания в расчетной точке рассчитанный по формуле 2 равен 50,8 дБА и 46 дБА в дневное и ночное время соответственно.

Для того чтобы учесть отражение звука от фасада здания необходимо сложить уровни звука мнимого источника шума и точечного источника шума по формуле 11:

, дБА, (11)

где L1 и L2 – уровни звука от мнимого и точечного источника.

Уровень звука в расчетной точке, расположенной на 1 этаже здания равен:

* 54,8 дБА в дневное время;
* 50 дБА в ночное время.

Уровень звука в расчетной точке, расположенной на 13 этаже здания равен:

* 55,5 дБА в дневное время;
* 50,8 дБА в ночное время.

Расчет показал превышения уровней звука в ночное время на 5,8 дБА[3]. Аналогично выполняется расчет УЗ в оставшихся точках. Полученные значения представлены в таблице 3.

**Таблица 3 – Уровни звука в расчетных точках**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Адрес | Этаж | ПДУ в дневное время, дБА | ПДУ в ночное время, дБА | УЗ в РТ в дневное время, дБА | УЗ в РТ в ночное время, дБА | Превышение ПДУ в дневное время, дБА\* | Превышение ПДУ в ночное время, дБА\* |
| пр. Наставников д. 3, к. 1 | 1 | 55 | 45 | 45,2 | 39,9 | — | — |
|  | 12 | 55 | 45 | 46,3 | 42 | — | — |
| пр. Наставников д. 6 | 1 | 55 | 45 | 45,3 | 38 | — | — |
|  | 9 | 55 | 45 | 46,1 | 39,4 | — | — |
| ул. Хасанская д. 6 к.1 | 1 | 55 | 45 | 52,1 | 48,7 | — | 3,7 |
|  | 9 | 55 | 45 | 53,6 | 49,9 | — | 4,9 |
|  |  |  |  | Продолжение таблицы 3. | | | |
| ул. Хасанская д. 10 | 1 | 55 | 45 | 54,8 | 50 | — | 5 |
|  | 13 | 55 | 45 | 55,5 | 50,8 | 1 | 5,8 |
| ул. Хасанская д. 14 к.1 | 1 | 55 | 45 | 55,1 | 49,8 | 0,1 | 4,8 |
|  | 12 | 55 | 45 | 56 | 50,9 | 1 | 5,9 |

\* «–» – отсутствие превышений ПДУ.

# Глава 2. Разработка шумозащитных мероприятий

Помимо описанных выше мероприятий предусмотрено также снижение шума на пути его распространения акустическим экраном. На сегодняшний день акустический экран является самым распространенным средством снижения транспортного шума. Физические принципы работы акустического экрана (АЭ) основаны в основном на отражении и поглощении звука. Благодаря тому, что часть звуковой энергии отражается от экрана, часть поглощается звукопоглощающей облицовкой, через экран проходит лишь малая ее часть, в результате чего, за экраном образуется зона акустический тени, область пространства, уровень звука в которой меньше чем за ее пределами. На рисунке 4 обозначена зона звуковой тени, а также интенсивности звука: падающего на АЭ (), прошедшего через АЭ (Iпр), отраженного экраном (), и дифрагирующего на свободном ребре АЭ (Iдифр) [4, 5].



Рисунок 4 – Схема принципа работы акустического экрана. 1 – источник шума; 2 – акустический экран; 3 – область звуковой тени; 4 – расчетная точка; 5 – отражающая (или поглощающая) поверхность; θ - угол дифракции.

Методика расчета затухания звука за счет экранирования представлена в ГОСТ 31295.2-2005 «Шум затухание звука при распространении на местности. Часть 2. Общий метод расчета» [3]. Расчет затухания производится с учетом дифракции на верхнем и вертикальных свободных ребрах экрана.

При расчете затухания звука на верхнем ребре АЭ учитывается также затухание звука над поверхностью земли, расчет производится по формуле 12:

Abar = Dz – Agr >0, дБА, (12)

Расчет затухания на боковых ребрах производится по формуле 13:

Abar = Dz >0, дБА, (13)

где Abar – затухание из-за экранирования;

Dz – затухание на экране;

Agr – затухание из-за влияния земли при отсутствии экрана.

При расчете Dz считается, что есть только один путь распространения звука от источника к приемнику. Если это не так, то Dz рассчитывается для каждого пути, а конечным результатом будет являться среднеквадратичное значение. В рассматриваемом случае путь распространения звука от источника шума к приемнику один. Затухание на экране рассчитывается по формуле 14:

Dz = 10lg(3+(C2/λ)⋅C3⋅z⋅Kmet), дБА (14)

где С2 – константа, учитывающая эффект отражения от земли, обычно С2=20;

λ – длина звуковой волны (длина волны принимается 0,34 м);

С3 – константа, учитывающая дифракцию на верхних ребрах экрана, С3=1 для одного ребра;

z – разность длин путей распространения звука через свободное ребро и прямого звука, м;

Кmet – коэффициент, учитывающий влияние метеорологических условий.

Разность длин путей распространения звука для одного ребра экрана (см. рисунок 5) определяется по формуле 15:

z = [(dss + dsr)2 + a2]1/2 – d, м, (15)

где dss – расстояние от источника шума до ребра экрана, экран расположен на расстоянии 3 метра от источника шума dss = 4 м;

dsr – расстояние от ребра экрана до приемника, равно 40 м и 54 м для расчетной точки, расположенной на 1 и 13 этаже соответственно;

a – проекция на ребро экрана траектории распространения звука от источника к приемнику через верхнее ребро экрана, а = 0.

Если линия, соединяющая источник шума S и приемник R, проходит над верхней кромкой экрана, то значению z приписывают знак минус.

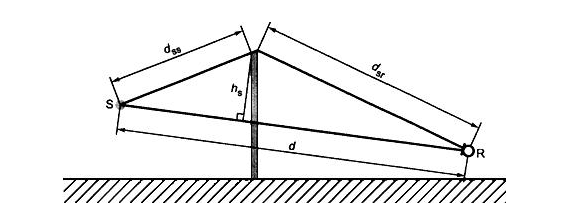


Рисунок 5 – Геометрические величины для определения разности длин путей распространения звука при дифракции на одном ребре экрана

Для расчетной точки на 1 этаже z = 1 м, для расчетной точки на 13 этаже z = 0,002 м.

Коэффициент, учитывающий влияние метеорологических условий рассчитывается по формуле 16:

Кmet = exp(**–**(1/2000))), для z > 0 (16)

Kmet= 1 для z ≤ 0.

При расчете дифракции на боковых ребрах экрана принимают Kmet = 1.

Кmet = 0,97 для первого этажа и 0,4 для последнего этажа.

Так как поправка на затухание звука над поверхностью земли была учтена в расчете уровня звука в расчетной точке (см. главу 1), то Abar = Dz. Затухание на ребре экрана Dz для расчетной точки на 1 этаже равно 17,8 дБА, а для расчетной точки на 13 этаже равно 4,8 дБА.

Экран устанавливается вдоль всего источника шума (в пределах границ работ), длина экрана составит 345 м, высота экрана 3 метра.

Ветровая нагрузка на конструкцию определяется согласно СП 20.13330.2016 Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85\* [7].

Нормативное значение ветровой нагрузки следует определять как сумму средней и пульсационной составляющих по формуле 17:

, кПа (17)

Нормативное значение средней составляющей основной ветровой нагрузки *wm* в зависимости от эквивалентной высоты *ze* над поверхностью земли следует определять по формуле 18:

, кПа (18)

где *w0* - нормативное значение ветрового давления;

*k*(*ze*) - коэффициент, учитывающий изменение ветрового давления для высоты *ze*;  
    *с* - аэродинамический коэффициент.

Нормативное значение ветрового давления *w0* принимается в зависимости от ветрового района по таблице 11.1 СП 20.13330.2016.

Объект находится в Санкт-Петербурге, что соответствует ветровому району II, согласно карте 2 прил. Е СП 20.13330.2016.

*w0* = 0,3 кПа.

ze равно высоте экрана, 3 метра. Коэффициент *k*(*ze*), определяется по таблице 11.2 для определенного типа местности. В данном случае для типа местности С (городские районы с плотной застройкой зданиями высотой более 25 м) *k*(*ze*)=0,4.

Длина секции экрана составляет 4 метра, в соответствии с этим по таблице В1 прил. В СП 20.13330.2016 определяется аэродинамический коэффициент с=1,8.

Подставив найденные значения в формулу 18 получим wm=0,216 кПа.

wp определяется по формуле 19:

,  (19)

где *wm* – основная ветровая нагрузка, кПа;

      - коэффициент пульсации давления ветра;

        - коэффициент пространственной корреляции пульсаций давления ветра.

Коэффициент пульсации давления ветра   определяется по таблице 11.4 СП 20.13330.2016 в зависимости от типа местности и высоты конструкции. .

Коэффициент пространственной корреляции пульсаций давления ветра определяется в соответствии с таблицей 11.6 СП 20.13330.2016 0,89.

Подставив найденные значения в формулу 19 получим = 0,342 кПа.

По формуле 17 определяем нормативное значение основной ветровой нагрузки:

# Заключение

В ходе работы было изучено влияние шума городского рельсового транспорта на прилегающую к нему селитебную территорию.

Был произведен расчет уровня звука в расчетной точке, в результате чего были выявлены превышения нормативных значений на 5,9 дБА.

В качестве средства шамозиты был выбран акустический экран. В результате расчета параметров экрана были подобраны его оптимальные геометрические характеристики – высота 3 метра и длина 345 метров. Помимо геометрических характеристик была также рассчитана ветровая нагрузка на конструкцию. Эффективность акустического экрана для рассматриваемой расчетной точки составила 4,8 дБА, что на 1 дБА меньше требуемого снижения. Для достижения нормы ы данной расчетной точке можно использовать дополнительные средства шумозащиты, такие как системы лубрикации, которые позволяют снижать уровень шума на 2 – дБА, или шумозащитное остекление. Совокупность данных шумозащитных мероприятий позволит снизить шум от трамвайно-разворотного кольца до нормативного значения.

# Список обозначений и сокращений

АЭ – акустический экран

РТ – расчетная точка

УЗ – уровень звука

УЗД – уровень звукового давления

УЗМ – уровень звуковой мощности

# Список использованных источников

1. Куклин Д. А. Снижение внешнего шума поездов в источнике и на пути распространения – СПб., 2016 – С.11 – 14.
2. Vasques C. Dias Rodrigues J. Viscoelastic damping technologies for vibroacoustic control of railway wheels: influence of the rotation speed / C. Vasques, J. Dias Rodrigues // Inter-noise 2010 (Lisbon, Portugal 13-16 June 2010). Lisbon, 2010.
3. ГОСТ 31295.2-2005 Шум. Затухание звука при распространении на местности. Ч.2. Общий метод расчета.
4. СН 2.2.4/2.1.8.562-96 Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки.
5. Иванов Н. И. Инженерная акустика. Теория и практика борьбы с шумом: учебник / под ред. Н. И. Иванова, И. М. Фадина, Л. Ф. Дроздовой – М.: Логос, 2010. 608 с.
6. Malcolm J. Crocker Handbook of noise and vibration control/ Edited by Malcolm J. Crocker, John Wiley and Sons Inc., Hoboken, New Jersey, USA, 2007.
7. СП 20.13330.2016 Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85\*.