**Министерство образования и науки Российской Федерации**

**федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение**

**высшего образования**

Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова

**Отчет о научно-исследовательской работе магистранта в семестре**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | | | | | | |
|  |  | *Шабарова А.В.* | | | | |
| Тема магистерской диссертации |  | *Применение карт шума для оценки шумового воздействия открытых линий метрополитена и оптимизации шумозащитных мероприятий* | | | | |
| Факультет  Кафедра |  | О – Естесственнонаучный  О1 «Экология и безопасность жизнедеятельности» | | | | |
| Шифр и наименование направления |  | 20.04.01 Техносферная безопасность | | | | |
| Наименование магистерской программы |  | Инженерная защита окружающей среды | | | | |
| Руководитель магистерской программы |  | Д.т.н., проф. Иванов Н.И. | | | | |
| Научный руководитель магистранта |  | Д.т.н., проф. Куклин Д.А. | | | | |
| Дата зачисления |  | 18.08.2017 |  | Группа |  | О1М31 |

Санкт-Петербург

2018

«Применение карт шума для оценки шумового воздействия открытых линий метрополитена и оптимизации шумозащитных мероприятий»

1. **Обзор предметной области**

В условиях урбанизации, быстрого роста городов, развития городской инфраструктуры, увеличения темпа жизни городских жителей транспорт становится одним из главных элементов инфраструктуры. Обилие видов городского пассажирского транспорта на сегодняшний день позволяет отвечать всем возможным требованиям жителей крупных городов, скорость, разнообразие маршрутов, большой пассажирооборот. Однако в связи с ростом числа единиц личного автотранспорта, наземного пассажирского транспорта, ограниченной пропускной способностью автодорог, в условиях тесной городской застройки, увеличению числа населения городов наземный транспорт становится менее удобным и отнимает у пассажиров все больше времени в часы пик. С учетом сложившейся ситуации подземный транспорт является наиболее простым и удобным решением проблемы. На сегодняшний день метро находится на одном из первых мест по пассажирообороту, что объясняется отсутствием пробок, стабильностью расписания движения метропоездов и удобством маршрутов, позволяющих добраться практически в любую часть города.

Однако мототранспорт имеет ряд значительных недостатков и главный из них – сложность строительства и обслуживания и, как следствие, увеличение стоимости. Решить данную проблему помогают открытые линии метрополитена, которые не требуют таких больших затрат при строительстве и могут строится относительно быстро по сравнению с подземными ветками. Несмотря на все плюсы существенным недостатком наземных линий метро является шум, создаваемый потомком метропоездов. Наземное метро проходит в условиях городской застройки, и зачастую близко расположено к жилым домам, поэтому повышенные уровни шума на территориях, прилагающих к наземным линиям метрополитена, являются большой проблемой.

На сегодняшний день в Санкт-Петербурге нет открытых линий метрополитена и их строительство в плане работ на ближайшие годы не предусмотрено. Однако Московский метрополитен на сегодняшний день уже включает в себя две наземные ветки, так называемое легкое метро: Бутовская линия и Филевская линия.

1. **Выявление проблемы**

В магистерской диссертации рассматривается участок Филевкой линии Московского метрополитена, перегоны между станциями Кунцевская – Пионерская, Пионерская – Филевский парк, Филевский парк – Багратионовская, Багратионовская – Фили, Кутузовская – Студенческая. Данный участок линии метрополитена проходит вблизи жилых домов и является источником воздействия повышенных уровней шума.

Для оценки воздействия линии метрополитена на близлежащие жилые дома были построены карты шума, по результатам которых были сделаны выводы о размере зоны воздействия повышенных уровней шума и количестве домов, попадающих в эту зону. На рисунке 1 представлена карта шума для перегона между станциями Кунцевская – Пионерская.

Карты шума были построены при помощи программного комплекса SoundPLAN, включающего в себя российские и зарубежные методики расчета шума, реализующего учет распространения шума в условиях застройки, затухания звука над поверхностью земли, распространения с учетом рельефа местности.

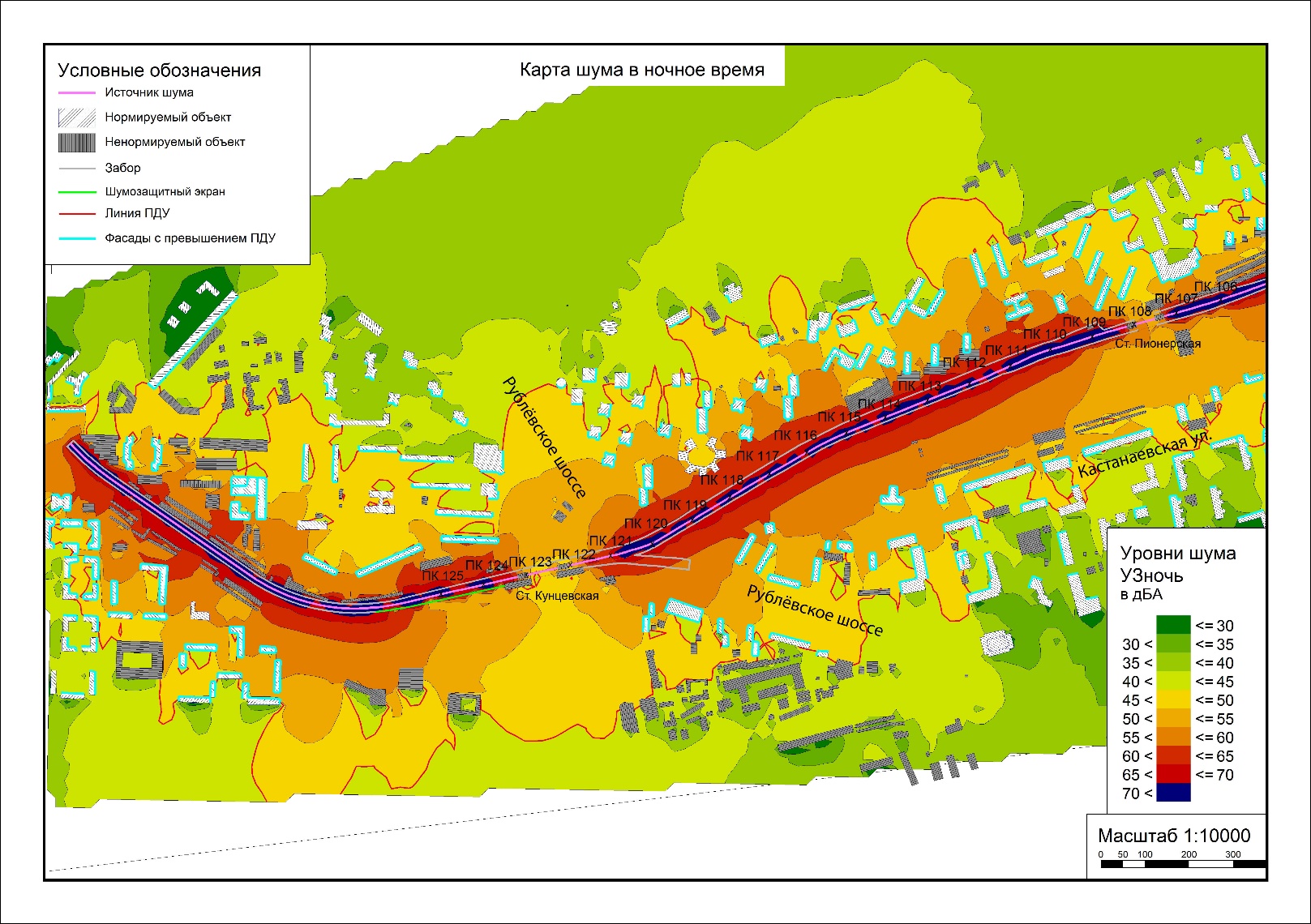


Рисунок 1- Карта шума территории, прилегающей к участку Филевской линии метрополитена для ночного времени

Для расчета была использована методика ГОСТ 31295.2-2005. «Шум. Затухание звука при распространении на местности» расчет производится по следующей методике, которая справедлива для линейного источника, если он представлен совокупностью единичных источников шума (частей, секций и т.д.), каждый из которых имеет известные звуковую мощность и показатель направленности.

Эквивалентный октавный уровень звукового давления с подветренной стороны LfT (DW) на приемнике рассчитывают для каждого точечного источника и мнимого источника для октавных полос со среднегеометрической частотой от 63 до 8000 Гц по формуле:

(1)



где LW - октавный уровень звуковой мощности точечного источника шума относительно опорного значения звуковой мощности, равного 1 пВт, дБ;

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, дБ.

Расчет затухания в октавной полосе частот производится по формуле:

(2)



где Adiy - 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.

Так как по результатам расчетов были выявлены превышения эквивалентных и максимальных уровней звука на селитебной территории вдоль всего рассматриваемого участка, существует необходимость разработки шумозащитных мероприятий. Превышения эквивалентных уровней звука составляет от 0,1 до 13 дБА в дневное время и от 0,1 до 21,4 дБА в ночное время.

1. **Постановка задачи**

Все существующие методы снижения шума делятся на две категории: снижение шума в источнике шума и снижения шума на пути его распространения. Методы снижения шума рельсового транспорта представлены в таблице 1.

В качестве шумозащитных мероприятий было выбрано установить шумозащитные экраны вдоль источника шума и заменить остекление домов, попадающих в зону повышенного воздействия шума на звукоизолирующее.

Таблица 1 – Эффективность способов снижения шума.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **№** | **Наименование**  **конструкции или средства** | **Акустическая**  **эффективность, дБА** |
| 1 | Бесстыковой путь | 2 |
| 2 | Шлифование рельсов | 2-3 |
| 3 | Накладка на шейку рельса | 2-3 |
| 4 | Малый акустический экран | 8-12 |
| 5 | Малый акустический экран | 3-5 |
| 6 | Акустические экраны  (высота 4-5 м) | 14-16 |
| 7 | Зеленые насаждения  (глубиной 50-100 м) | 4-5 |
| 8 | Выемки (глубиной 3-4 м) | 7-8 |
| 9 | Выемки (глубиной 8-10 м) | 15-17 |
| 10 | Насыпи (высотой 2-3 м) | 8-10 |
| 11 | Звукоизолирующее остекление | 25-30 |
| 12 | АЭ и звукоизолирующее остекление | 35-40 |

Однако на сегодняшний день существует проблема грамотной установки шумозащитных экранов в условиях рельефа. Неправильная установка шумозащитных экранов может снизить эффективность данного мероприятия до 0 дБА. В качестве решения данной проблемы предлагается использовать 3D моделирование с учетом рельефа местности и рекогносцировочные обследования рассматриваемой территории.

Для учета всех особенностей рельефа были использованы топографические карты Москвы, система GoogleEarth, а также натурные обследования территории.

1. **Использованная нормативная документация**

* Градостроительный кодекс Российской Федерации, № 190-ФЗ;
* ГОСТ 12.1.003-2014 «ССБТ. Шум. Общие требования безопасности»;
* ГОСТ 31295.2-2005 (ИСО 9613-2:1996) «Шум. Затухание звука при распространении на местности. Часть 2. Общий метод расчета»;
* ГОСТ 23337-2014. «Шум. Методы измерения шума на селитебной территории и в помещениях жилых и общественных зданий»;
* ГОСТ 20444-2014. «Шум. Транспортные потоки. Методы определения шумовой характеристики»;
* СП 51.13330.2011 «Защита от шума». Актуализированная редакция СНиП 23-03-2003;
* СН 2.2.4/2.1.8.562-96 «Санитарные нормы Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки»;
* «Защита от шума объектов метрополитена. Правила проектирования, строительства и эксплуатации».