

УТВЕРЖДАЮ:
Заведующий кафедрой 01
Шабаров Н.И. индекс кафедры
Фамилия ИО подпись
« 10 » 09 20 19 г.

ЗАДАНИЕ

на производственную практику: преддипломную практику
наименование практики
Обучающемуся группы О1М31 Шабаровой Анастасии Владимировне
группа Фамилия Имя Отчество
Направление/специальность 02.04.01 Техносферная безопасность
нужное подчеркнуть код полное наименование направления/специальности

Руководитель практики Куклин Д.А. д.т.н. проф. каф. О1
Фамилия ИО, ученая степень, ученое звание, должность

Тема задания на практику: Построение карт шума Филевской линии метро

Срок прохождения практики: с 10.04.19 г. по 07.06.19 г.

Место прохождения практики: ООО «Институт Виброакустических Систем»

Должность обучающегося на практике: Специалист-стажер

1. Виды работ и требования к их выполнению: Построение карт шума, разработка Шумозащитных мероприятий, оценка их эффективности

Требования - оформление отчетных документов в соответствии с установленной формой, Сдача в срок

2. Виды отчетных материалов и требования к их выполнению: Отчет, дневник практики, отзыв

3. ПЛАН-ГРАФИК практики

№ этапа	Наименование этапа	Срок завершения этапа	Виды работ	Форма отчетности
1	Создание цифровой модели	24.04.19	Создание цифровой модели объекта в программе SoundPLAN	Отчет, дневник, отзыв
2	Расчет шумовой характеристики	15.05.19	Расчет шумовой характеристики источника шума, занесение его в цифровую модель	Отчет, дневник, отзыв
3	Разработка шумозащитных мероприятий	07.06.19	Построение карт шума с учетом шумозащитных мероприятий в программе SoundPLAN	Отчет, дневник, отзыв

Дата выдачи задания:

« 10 » апреля 20 19 г.

Руководитель практики: Куклин Д.А.

« 10 » апреля 20 19 г.

Срок сдачи отчетных документов:

« 07 » июня 20 19 г.

Обучающийся: Шабарова А.В.

« 07 » июня 20 19 г.

ДНЕВНИК

прохождения производственной практики: преддипломной практики

наименование практики
Обучающегося группы О1М31 Шабаровой Анастасии Владимировны
группа 20.04.01 Техносферная безопасность
По направлению/специальности 20.04.01 Техносферная безопасность
нужное подчеркнуть код полное наименование направления/специальности

Срок прохождения практики: с 10.04.19 г. по 07.06.19 г.

Место прохождения практики: ООО «Институт Виброакустических Систем»
полное наименование организации

В должности: Специалист-стажер

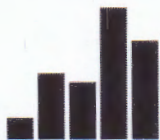
указать должность

Дата	Вид работ	Примечание
10.04.19- 24.04.19	Разработка цифровой модели местности	Работа в программе SoundPLAN
25.04.19- 10.05.19	Расчет шумовой характеристики потока метрпоездов	
11.05.19- 14.05.19	Расчет и оформление карт шума	Работа в программе SoundPLAN
15.05.19- 06.06.19	Разработка шумозащитных мероприятий	
07.06.19	Написание отчета по практике	

Обучающийся

«07» 06 2019 г.

подпись



Институт Виброакустических Систем

ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ

ИНН 7804217623 КПП 780401001 ОГРН 1157847163583 Юр. Адрес: 194292, Санкт-Петербург, пр. Просвещения, д. 102 лит. А, пом. 4-Н
Почтовый адрес: 195299, А/я 7 E-mail: info@ivas.su Тел.: (812) 241-19-20

от 06.06.19 № 41/19
на № _____ от _____

Ректору БГТУ «ВОЕНМЕХ» им.
Д.Ф. Устинова
К.М. Иванову

Отзыв о прохождении

ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ПРАКТИКИ: ПРЕДИПЛОМНОЙ ПРАКТИКИ

Обучающегося ШАБАРОВОЙ АНАСТАСИИ ВЛАДИМИРОВНЫ
Фамилия, имя, отчество обучающегося

Факультета О Естественнонаучный
индекс наименование факультета

По направлению/специальности 20.04.01 Техносферная безопасность
нужное подчеркнуть код наименование направления/специальности

в (на) ООО «Институт Виброакустических Систем»
полное наименование организации

в должности Специалист-стажер
название должности

в период с 10.04.19 по 07.06.19
указать срок прохождения практики

За время практики магистранткой Шабаровой А.В. были построены карты шума территории, прилегающей к Филевской ветке метро и разработаны шумозащитные мероприятия для уменьшения акустического воздействия на жилую территорию. Данные работы были выполнены в рамках разработки проекта шумозащитных мероприятий для Филевской ветки Московского метрополитена и их результаты в дальнейшем будут использованы магистранткой при написании магистерской диссертации.

Шабарова А.В. зарекомендовала себя как вдумчивый инициативный и творческий работник, продемонстрировала способности принимать самостоятельные решения, быстро и точно выполнять поставленные задачи.

По итогам прохождения практики Шабарова А.В. заслуживает оценки «отлично».

Начальник испытательной лаборатории Васильев А.П.
Должность, Фамилия ИО

«06» 06 2019г.



Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова»
(БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова)

ДОПУСКАЕТСЯ К ЗАЩИТЕ:

Факультет О
индекс факультета
Выпускающая кафедра О1
индекс кафедры
Группа О1М31
индекс группы

Заведующий кафедрой О1
индекс кафедры
Иванов Н. И.
Фамилия ИО
«07» июня
подпись
20 19 г.

ОТЧЕТ

о прохождении производственной практики: преддипломной практики
наименование практики

Шабаровой Анастасии Владимировны

Фамилия, имя, отчество обучающегося

Обучающегося по
направлению/специальности 20.04.01 Техносферная безопасность
нужное подчеркнуть код полное наименование направления/специальности

Руководитель практики от БГТУ
«ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова:

Куклин Д. А. д.т.н. профессор каф. О1

Фамилия ИО, ученая степень, ученое звание, должность

Руководитель практики от
профильной организации:

Васильев Александр Петрович

Фамилия ИО, ученая степень, ученое звание, должность

Начальник Испытательной лаборатории ООО «ИВАС»

Срок прохождения
практики:

с 10.04.2019 г. по 07.06.2019 г.

Должность обучающегося на
практике:

Специалист-стажер

Руководитель практики
от БГТУ «ВОЕНМЕХ»
им. Д.Ф. Устинова:

Куклин Д.А.
Подпись

«07»

июня

20 19 г.

Куклин Д.А.
Фамилия ИО

Руководитель
практики от
профильной
организации:

Васильев А.П.
Подпись

«07»

июня

Васильев А.П.
Фамилия ИО

20 19 г.

САНКТ-ПЕТЕРБУРГ
2019 г.

СОДЕРЖАНИЕ

Содержание	2
Введение.....	3
Описание места прохождения практики	4
Индивидуальные задания	5
Создание цифровой модели и разработка карт шума	6
Разработка шумозащитных мероприятий	25
Выводы	32
Список использованных источников.....	33

ВЕДЕНИЕ

Практика – одна из важнейших составляющих профессиональной подготовки студента. Практика является составной частью основной образовательной программы высшего профессионального образования.

Целями преддипломной практики являются подбор материалов в соответствии с индивидуальным заданием для подготовки магистерской диссертации.

Задачами преддипломной практики являются:

- приобретение навыков инженерной и организационно-управленческой деятельности;
- разработка рекомендаций по рациональной организации природопользования и управления воздействием на среду обитания;
- изучение средств и методов защиты окружающей среды;
- приобретение опыта анализа источников опасности, проведения экологической экспертизы, расчета экологического ущерба и платежей за загрязнение окружающей среды;
- сбор материалов для подготовки и написания магистерской диссертации.

ОПИСАНИЕ МЕСТА ПРОХОЖДЕНИЯ ПРАКТИКИ

ООО «Институт Виброакустических Систем» основано на базе кафедры «Экология и безопасность жизнедеятельности» Балтийского государственного технического университета «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова.

ООО «Институт Виброакустических Систем» –компания, выполняющая различные проектные и изыскательские работы в области защиты окружающей среды от воздействия физических факторов.

Компания имеет собственную аккредитованную лабораторию по измерению физических факторов.

ООО «Институт Виброакустических Систем» имеет большой опыт в проведении следующих видов работ:

- исследование процессов образования шума строительно-дорожных машин;
- исследование процессов образования и снижение шума железнодорожного транспорта;
- расчеты воздействия шума на селитебную территорию и разработка шумозащитных мероприятий;
- построение карт шума различных объектов (автомобильных и железных дорог, районов города, территории области, территорий промышленных предприятий);
- разработка проектов санитарных разрывов для линейных транспортных сооружений и проектов санитарно-защитных зон предприятий
- разработка ПДВ, ПДС и ПНООЛР;
- разработка методик, рекомендаций, ГОСТов, СНИПов и т.д.

ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ

Индивидуальным заданием на преддипломную практику является создание цифровой модели местности для объекта Филевская ветка метро для дальнейшего расчета распространения звука на местности, расчет шумовой характеристики потока метropоездов на основании данных измерений уровней звукового воздействия, построение карт шума Филевской ветки Московского метрополитена в программном комплексе SoundPLAN и разработка мероприятий по минимизации акустического воздействия на прилегающую к ветке метро территорию, внесение изменений в модель в связи с добавлением шумозащитных мероприятий, расчет уровней шума в расчетных точках, проверка эффективности шумозащитных мероприятий.

Данные, полученные в ходе выполнения задний будут использованы при написании магистерской диссертации.

СОЗДАНИЕ ЦИФРОВОЙ МОДЕЛИ И РАЗРАБОТКА КАРТ ШУМА

Разработка 3-х мерной цифровой модели местности производится на основании собранных исходных данных с использованием программного комплекса SoundPLAN.

Входные данные о геометрических параметрах местности вводились в программу на основе предоставленных схем и планов. Была построена цифровая модель местности, которая учитывалась в дальнейших расчетах.

Основная цель при разработке карты шума – определение шума по всей территории, прилегающей к наземной ветке метро у каждого строения. Для построения карты была использована известная во всем мире немецко-американская программа «SoundPLAN», специально адаптированная под отечественную нормативно-техническую базу.

Программный продукт решает следующие задачи:

- составление базы объектов для создания трехмерных ландшафтов территории или интерьеров помещений; стандартные базы данных негеометрических данных;
- расчет шумовых карт от дорог, промышленных объектов, центров развлечений и проч.;
- расчет шумовой нагрузки в прилегающих к аэропорту зонах, режимы день/ночь, учет траекторий взлета /посадки и типов воздушных судов;
- оценка требуемой звукоизоляции окон зданий после расчета шумовой карты местности, для различных этажей и с учетом прочих факторов;
- расчет эффективности шумозащитных экранов вдоль дорог; оптимизация экранов поэлементно: высоты, материала, конфигурации шумозащитной стенки в плане в зависимости от рельефа местности и высоты защищаемых зданий для каждого участка стенки;

- расчет шума в помещении заданной формы с заданными источниками шума в нем, проникновение шума из помещения на прилегающую территорию;
- ведение базы данных для цен средств защиты от шума; оптимизация расходов с помощью комбинированных защитных мероприятий;
- построение горизонтальных и вертикальных сечений, двух- и трехмерных картин в изометрии с учетом рельефа и разноэтажности застройки и т.п.

Входные данные о геометрических параметрах местности вводятся в программу из файлов *.dxf, *.shp, *.txt, а также при помощи сканирования подоснов, представленных в виде картографического материала на бумажном носителе.

Математические модели, лежащие в основе расчетов, основываются на государственных стандартах Российской Федерации. Для расчета уровней шума рельсового транспорта в программе SoundPLAN реализуются положения следующих нормативных документов:

- железнодорожный шум (Russian Rail) оценивается согласно «Справочника проектировщика. Защита от шума в градостроительстве» (М.: Стройиздат, 1993. – 96 с.) п. 2.2 [1] и ГОСТ 33325-2015 «Шум. Методы расчета уровней внешнего шума, излучаемого железнодорожным транспортом» [2];
- распространение шума оценивается согласно ГОСТ 31295.2-2005 (ИСО 9613-2:1996) «Шум. Затухание звука при распространении на местности. Часть 2. Общий метод расчета».

Для разработки цифровой модели на рельеф местности, полученный при помощи оцифровки линий высот и отметок высот, наносились источники шума и прилегающая застройка.

Для наиболее точного задания рельефа местности, в особенности рельефа вблизи источника шума, помимо информации, полученной из информационных систем Google Maps, Yandex карты, Google Earth, были

использованы данные рекогносцировочных обследований местности. Обследования были организованы с целью получить наиболее достоверную информацию о расположении источника шума относительно прилегающей к нему застройки, наличии вблизи источника шума экранирующих сооружений и прочих особенностей, которые необходимо учитывать при построении карт шума и разработке шумозащитных мероприятий [3]. На рисунке 1 представлена схема расположения рассматриваемого объекта.

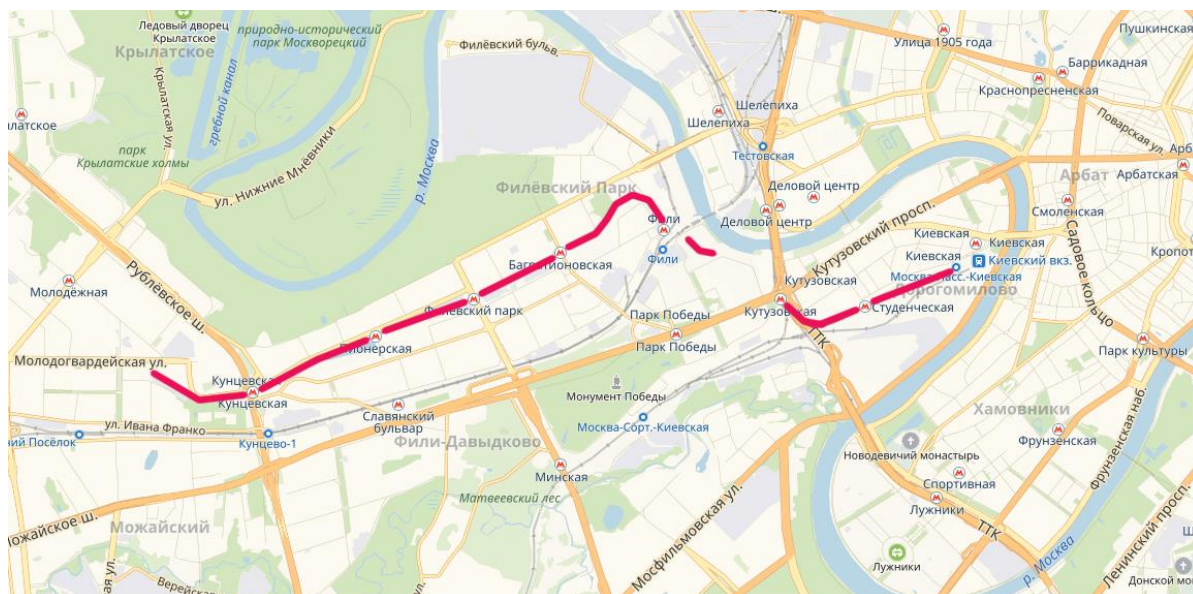


Рисунок 1 – Схема расположения объекта

На рисунке 2 представлен фрагмент построенной объемной модели объекта, построенная в SoundPLAN.

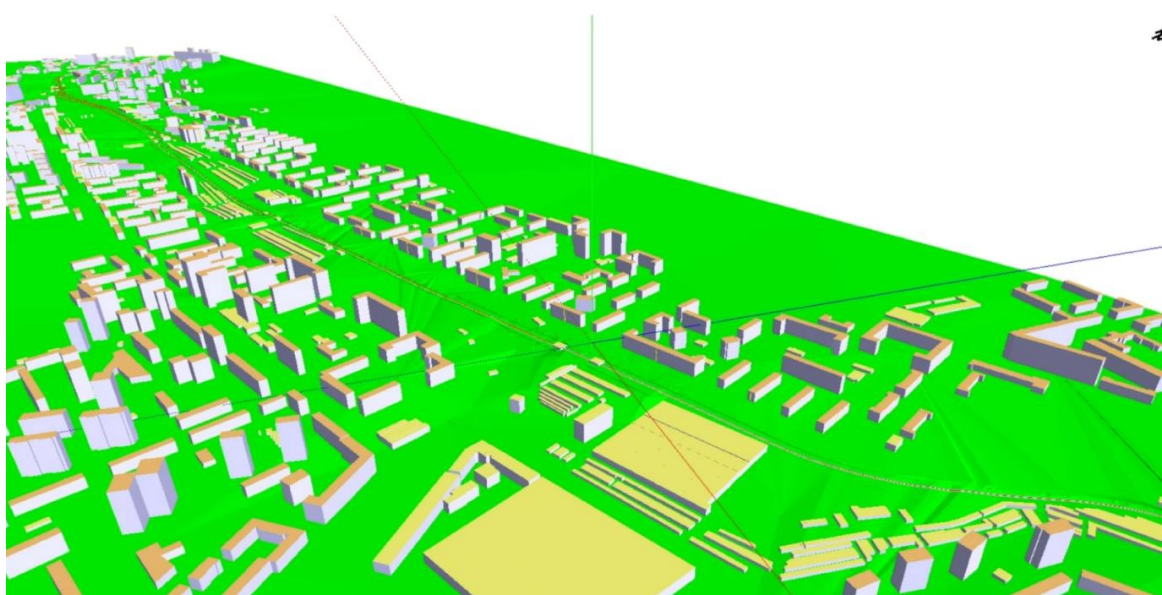


Рисунок 2 – Трехмерная модель в SoundPLAN

После создания цифровой модели С учетом интенсивности и скорости движения метропоездов, а также на основании результатов измерений рассчитывалась шумовая характеристика потока метропоездов.

Шумовая характеристика потока метропоездов была определена в соответствии с ГОСТ 20444-2014 на основании измерений проведенных на первых этапах работы над магистерской диссертацией в октябре 2017.

Уровни звукового воздействия пересчитывались по формуле 1 для потока поездов заданной интенсивности в интервале времени Т.

$$L_{Aeq \text{ потока}}^{\text{метро}} = 10 \lg \left(\frac{1}{T} \left(10^{(\bar{L}_{E\text{Аметро}} + 10 \lg n_{\text{метро}})/10} \right) \right), \text{ дБА} \quad (1)$$

где $\bar{L}_{E\text{Аметро}}$ – средний уровень звукового воздействия при проезде метропоезда на открытой линии метрополитена мимо точки измерения, дБА;

$n_{\text{метро}}$ – число проехавших метропоездов за временной интервал наблюдения.

Средний уровень звукового воздействия при проезде метропоезда на открытой линии метрополитена мимо точки измерения $\bar{L}_{E\text{Аметро}}$ определяется по формуле 2:

$$\bar{L}_{E\text{Аметро}} = 10 \lg \left(\frac{1}{n_i} \sum_{i=1}^{n_i} 10^{0.1 L_{E\text{Аметро}}} \right), \text{ дБА} \quad (2)$$

где $L_{E\text{Аметро}}$ – уровень звукового воздействия, измеренный при проходе n-го транспортного средства, дБА;

n – число проходов транспортного средства определенного типа, для которых выполнялись измерения.

Так как измерения проводились на расстоянии от 8 до 9 м от оси ближнего пути для различных точек, полученные значения были пересчитаны на 25 м в соответствии с методикой ГОСТ 31295.2-2005 (ИСО 9613-2:1996) «Шум.

Затухание звука при распространении на местности. Часть 2. Общий метод расчета».

Согласно данной методике эквивалентный уровень звукового давления с подветренной стороны на приемнике определяется по формуле:

$$L_{fr}(DW) = L_w + D_c - A, \text{ дБ} \quad (3)$$

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

D_c – 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 L_w , дБ. В случае, если источник ненаправленный $D_c = 0$.

A – затухание в октавной полосе частот при распространении звука от точечного источника шума к приемнику, дБ. A определяется по формуле:

$$A = A_{div} + A_{atm} + A_{gr} + A_{bar} + A_{misc} \quad (4)$$

где, A_{div} - затухание из-за геометрической дивергенции вследствие расхождения энергии при излучении в свободное пространство;

A_{atm} - затухание из-за звукопоглощения атмосферой;

A_{gr} - затухание из-за влияния земли;

A_{bar} - затухание из-за экранирования;

A_{misc} - затухание из-за влияния прочих эффектов [4].

A_{div} , A_{atm} , A_{gr} , A_{bar} , A_{misc} определяются согласно ГОСТ 31295.2-2005 (ИСО 9613-2:1996).

Затухание за счет геометрической дивергенции рассчитывается по формуле:

$$A_{div} = 20 \lg(d / d_0) + 11 \quad (5)$$

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

d_0 – опорное расстояние, $d_0 = 1$ м.

Константа 11 необходима для того, чтобы связать уровень звуковой мощности источника с уровнем звукового давления на опорном расстоянии d_0 .

Затухание из-за атмосферы определяется по формуле:

$$A_{atm} = ad / 1000 \quad (6)$$

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

a – коэффициент затухания звука в атмосфере в октавных полосах частот, определяется по таблице 2 ГОСТ 31295.2-2005 (ИСО 9613-2:1996) в зависимости от температуры и относительной влажности воздуха.

Затухание за счет влияния земли определяется согласно п. 7.3 ГОСТ 31295.2-2005 (ИСО 9613-2:1996). В рассматриваемой ситуации допустимо производить расчет согласно альтернативному методу расчета так как интерес представляет только результат в расчетной точке, распространение звука происходит над пористой поверхностью (земля и травяной покров) и шум не является тональным. Расчет осуществляется согласно формуле:

$$A_{gr} = 4,8 - (2h_m / d)(17 + 300 / d) \geq 0 \quad (16)$$

где, h_m – средняя высота траектории распространения звука над землей, оцениваемая согласно методу, описанному в п. 7.3.2 на рисунке 3 ГОСТ 31295.2-2005 (ИСО 9613-2:1996);

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

Для пересчета полученных путем измерений уровней звукового давления при проезде метропоезда мимо точки измерения на расстоянии 8 – 9 м от оси ближайшего пути на расстояние 25 м необходимо перевести уровни звукового давления в уровни звуковой мощности. Так как ГОСТ 31295.2-2005 (ИСО 9613-2:1996) применяется только для точечных источников шума, метропоезд аппроксимируется как совокупность точечных источников.

В таблице 1 в качестве примера представлен пересчет уровней звукового давления, полученных на расстоянии 8 м в уровни звукового давления на расстоянии 25 м от оси ближнего пути.

Таблица 1 – Расчет уровней звукового давления (УЗД) и уровней звука на расстоянии 25 м.

Частота, Гц	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	УЗ, дБА
УЗД на 8 м, дБ	78	77	74	80	82	79	74	69	61	83
УЗМ, дБ	104	103	100	106	109	105	100	95	87	109
Adiv	29	29	29	29	29	29	29	29	29	-
Aatm	0	0	0	0	0	0	0	1	3	-
Agr	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-
A	30	30	30	30	30	31	31	31	33	-
УЗД на 25 м, дБ	73	71	68	74	77	73	68	65	59	78

В таблице 1 представлен пример расчета уровней звукового давления на 25 м для одного измерения о точке измерения 1, так как остальные 79 расчетов были выполнены аналогичным образом приставлять их в данной работе нецелесообразно.

Результаты расчетов шумовой характеристики потока метропоездов на расстоянии 25 м от оси ближнего пути приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Эквивалентные и максимальные уровни звука на расстоянии 25 м от оси ближнего пути

№ точки измерения	№ измерения	Время прохода поезда мимо расчетной точки	Скорость движения электрички, км/ч	Эквивалентные уровни звука при проезде метропоезда мимо точки измерения, дБА	Максимальные уровни звука, дБА
1	1.1	10	60	78	82
	1.2	10,4	60	76	81
	1.3	10,4	60	75	80
	1.4	10,6	60	76	80
	1.5	9,6	60	78	82
	1.6	9,8	60	78	82
	1.7	9,7	60	79	82
	1.8	9,9	60	78	82
	1.9	11,2	60	76	81
	1.10	11,1	60	76	80
	1.11	10,5	60	75	80

№ точки измерения	№ измерения	Время прохода поезда мимо расчетной точки	Скорость движения электрички, км/ч	Эквивалентные уровни звука при проезде метropоезда мимо точки измерения, дБА	Максимальные уровни звука, дБА
	1.12	9,6	60	75	79
	1.13	10,3	60	76	81
	1.14	10,2	60	76	81
	1.15	11	60	78	82
	1.16	10,8	60	78	82
	1.17	9,9	60	77	82
	1.18	9,8	60	77	80
	1.19	9,6	60	77	81
	1.20	10,7	60	76	80
2	2.1	9,9	60	75	80
	2.2	10,4	60	75	78
	2.3	8,5	60	78	82
	2.4	9,7	60	78	82
	2.5	9,9	60	76	80
	2.6	9,4	60	76	78
	2.7	9,3	60	76	81
	2.8	10,0	60	75	80
	2.9	9,5	60	78	82
	2.10	9,8	60	76	79
	2.11	9,9	60	77	80
	2.12	9,3	60	77	82
	2.13	8,8	60	77	80
	2.14	9,2	60	75	79
	2.15	9,3	60	78	82
	2.16	8,5	60	77	80
	2.17	9,6	60	77	80
	2.18	10,2	60	77	81
	2.19	10,2	60	78	82
	2.20	10,0	60	78	82
3	3.1	9,7	60	78	81
	3.2	10,1	60	78	82
	3.3	9,2	60	77	81
	3.4	10,2	60	77	80
	3.5	8,5	60	78	82
	3.6	9,6	60	78	82
	3.7	8,6	60	75	80
	3.8	10,5	60	77	81
	3.9	9,7	60	79	84
	3.10	9,8	60	79	84
	3.11	10,0	60	75	78
	3.12	9,0	60	78	82
	3.13	9,7	60	76	80

№ точки измерения	№ измерения	Время прохода поезда мимо расчетной точки	Скорость движения электрички, км/ч	Эквивалентные уровни звука при проезде метropоезда мимо точки измерения, дБА	Максимальные уровни звука, дБА
	3.14	10,4	60	77	81
	3.15	9,0	60	75	79
	3.16	9,6	60	78	82
	3.17	10,2	60	77	81
	3.18	9,3	60	76	81
	3.19	10,2	60	79	82
	3.20	10,3	60	77	80
4	4.1	10,0	60	77	80
	4.2	10,2	60	78	81
	4.3	8,5	60	78	82
	4.4	9,4	60	77	82
	4.5	9,7	60	78	82
	4.6	10,1	60	75	80
	4.7	9,1	60	78	82
	4.8	9,3	60	78	82
	4.9	9,9	60	76	81
	4.10	10,3	60	77	80
	4.11	10,3	60	77	82
	4.12	9,4	60	78	82
	4.13	9,8	60	75	78
	4.14	8,8	60	77	80
	4.15	10,4	60	78	82
	4.16	9,2	60	78	82
	4.17	9,3	60	77	81
	4.18	10,0	60	77	80
	4.19	9,0	60	76	80
	4.20	8,7	60	75	79

Для расчета эквивалентных уровней звука потока метropоездов измеренные значения эквивалентных уровней звука при проезде метropоезда мимо точки измерения пересчитывались в уровни звукового воздействия для дальнейшей подстановки их в формулы 1 – 2.

В таблице 3 приведены результаты расчета среднего уровня звукового воздействия при проезде метropоезда на открытой линии метрополитена мимо точки измерения

Таблица 3 – Результаты расчета уровня звукового воздействия при проезде метropоезда на открытой линии метрополитена мимо точки измерения (ТИ)

№ ТИ	№ измерения	Измеренный эквивалентный уровень звука при проезде метropоезда мимо точки измерения, дБА	Уровень звукового воздействия при проезде метropоезда на открытой линии метрополитена мимо точки измерения, дБА	Средний уровень звукового воздействия при проезде метropоезда на открытой линии метрополитена мимо точки измерения, дБА
1	1.1	78	88	87
	1.2	76	86	
	1.3	75	85	
	1.4	76	86	
	1.5	78	88	
	1.6	78	88	
	1.7	79	89	
	1.8	78	88	
	1.9	76	86	
	1.10	76	86	
	1.11	75	85	
	1.12	75	85	
	1.13	76	86	
	1.14	76	86	
	1.15	78	88	
	1.16	78	88	
	1.17	77	87	
	1.18	77	87	
	1.19	77	87	
	1.20	76	86	
2	2.1	75	85	87
	2.2	75	85	
	2.3	78	87	
	2.4	78	88	
	2.5	76	86	

№ ТИ	№ измерения	Измеренный эквивалентный уровень звука при проезде метропоезда мимо точки измерения, дБА	Уровень звукового воздействия при проезде метропоезда на открытой линии метрополитена мимо точки измерения, дБА	Средний уровень звукового воздействия при проезде метропоезда на открытой линии метрополитена мимо точки измерения, дБА
	2.6	76	86	
	2.7	76	86	
	2.8	75	85	
	2.9	78	88	
	2.10	76	86	
	2.11	77	87	
	2.12	77	87	
	2.13	77	86	
	2.14	75	85	
	2.15	78	88	
	2.16	77	86	
	2.17	77	87	
	2.18	77	87	
	2.19	78	88	
	2.20	78	88	
3	3.1	78	88	87
	3.2	78	88	
	3.3	77	87	
	3.4	77	87	
	3.5	78	87	
	3.6	78	88	
	3.7	75	84	
	3.8	77	87	
	3.9	79	89	
	3.10	79	89	
	3.11	75	85	
	3.12	78	88	
	3.13	76	86	

№ ТИ	№ измерения	Измеренный эквивалентный уровень звука при проезде метропоезда мимо точки измерения, дБА	Уровень звукового воздействия при проезде метропоезда на открытой линии метрополитена мимо точки измерения, дБА	Средний уровень звукового воздействия при проезде метропоезда на открытой линии метрополитена мимо точки измерения, дБА
	3.14	77	87	
	3.15	75	85	
	3.16	78	88	
	3.17	77	87	
	3.18	76	86	
	3.19	79	89	
	3.20	77	87	
4	4.1	77	87	87
	4.2	78	88	
	4.3	78	87	
	4.4	77	87	
	4.5	78	88	
	4.6	75	85	
	4.7	78	88	
	4.8	78	88	
	4.9	76	86	
	4.10	77	87	
	4.11	77	87	
	4.12	78	88	
	4.13	75	85	
	4.14	77	86	
	4.15	78	88	
	4.16	78	88	
	4.17	77	87	
	4.18	77	87	
	4.19	76	86	
	4.20	75	84	

После расчета среднего уровня звукового воздействия при проезде метropоезда на открытой линии метрополитена мимо точки измерения по формуле 1 рассчитывается эквивалентный уровень звука потока метropоездов. В соответствии с предоставленными данными интенсивность движения метropоездов 864 поезда в дневное время и 272 поезда в ночное время, что соответствует в среднем 54 поездам в час в дневное время и 34 поездам в час в ночное время. В таблице 2.13 приведены результаты расчета эквивалентного уровня звука потока метropоездов.

Таблица 4 – Результаты расчета эквивалентного уровня звука потока метropоездов

Временной промежуток	№ ТИ	Интенсивность движения поездов, поезд	Средний уровень звукового воздействия при проезде метropоезда на открытой линии метрополитена мимо точки измерения, дБА	Эквивалентный уровень звука потока поездов, дБА
День	1	864	87,0	68,8
	2		86,6	68,4
	3		87,2	69,0
	4		86,9	68,8
Ночь	1	272	87,0	67,2
	2		86,6	66,8
	3		87,2	67,4
	4		86,9	67,2

По результатам измерений и расчета шумовой характеристика потока метropоездов эквивалентные уровни звука равны 69 дБА в дневное время и 67,2 в ночное время в среднем по четырем участкам, наибольший измеренный максимальный уровень звука составил 82 дБА.

Максимальный уровень звука на 14,8 дБА выше эквивалентного, в то время как предельно допустимые максимальные уровни шума на 15 дБА выше эквивалентных, в связи с чем, далее в расчете распространения звука от источника шума, при построении карты шума и разработке шумозащитных мероприятий учитываются только эквивалентные уровни.

Суммарные эквивалентные уровни шума потока метropolездов на расстоянии 25 м от оси ближнего пути на рассматриваемом участке составят 69,0 дБА в дневное время и 67,2 дБА в ночное время. На участках вблизи станций метро введено ограничение скорости движения метropolездов — не более 20 км/ч, уровни звука на данных участках пути при этом составят 58 - 50 дБА в дневное время и 56 - 48 дБА в ночное время в зависимости от скорости. При внесении данных о шумовой характеристике в модель, было учтено постепенное снижение скорости метropolездов на подъезде к станции.

Предельно допустимые уровни для эквивалентного уровня звука составляют 55 дБА в дневное время и 45 дБА в ночное время, для максимального – 70 дБА в дневное время и 60 дБА в ночное время. Поскольку разность расчетных максимального и эквивалентного уровней звука не более 15 дБА, расчет требуемого снижения уровня шума производится для эквивалентных уровней, как наиболее неблагоприятного фактора.

Высота источника шума для потока метropolездов принимается равной 0,2 м (высота головки рельса) как высота, на которой максимален вклад шума источников, т.е. наблюдается наибольший вклад шума качения.

Прилегающая застройка оцифровывалась с карт Google Maps а также Open Streets, которые содержат информацию о расположении, виде и этажности зданий. С учетом этажности определялась высота зданий. Высота каждого этажа здания (кроме первого) принималась равной 3 м, высота первого этажа здания соответствует 4 м над уровнем поверхности, а высота верхнего этажа принималась на 1 м ниже конька крыши. Если высота жилого здания неизвестна, она принималась равной 8 м, что позволяет произвести расчет с необходимой точностью согласно ГОСТ Р 56394-2015 «Шум. Карты шума оперативные для железнодорожного транспорта. Общие требования и методы составления».

Карта шума участка наземной линии метро строится с использованием программного комплекса SoundPLAN.

При разработке карты шума линии метрополитена было проведено два расчета:

- расчет плоской карты шума, т.е. уровней шума по сетке с определенным шагом с учетом экранирования и отражений;
- расчет фасадной карты шума, т.е. уровней шума в точках, расположенных в 2 м от фасадов зданий.

Таким образом, результатом моделирования является плоская 2-х мерная карта шума и фасадная карта шума. Для удобства оценки результаты расчетов в выборочных расчетных точках были также представлены в табличном виде.

Для расчета распространения шума территория разбивается по сетке с определенным шагом, наиболее соответствующим целям картирования. После определения уровней шума в расчетных точках сетки точки с равными уровнями звука соединяются изолиниями, в результате чего получаются линии равного уровня звука на территории города с определенным шагом. Наиболее удобен шаг в 5 дБА, который соответствует условиям нормирования шума. Для каждой защищаемой территории в соответствии с ее назначением устанавливаются предельно допустимые уровни шума, и определяется превышение ПДУ.

При построении карты шума участков наземной ветки метро вся территория разбивалась на расчетные точки по сетке с шагом 20 м. После определения уровней шума в расчетных точках, точки с равными уровнями звука соединялись изолиниями, в результате чего были получены линии равного уровня звука на территории с шагом в 5 дБА, что соответствует условиям нормирования шума. Карты шума строились на такое расстояние вглубь застройки, чтобы обеспечивался ПДУ в ночное время (45 дБА).

Карты шума на селитебной территории вблизи рассматриваемого участка линии метро для ночного времени представлены на рисунках 3-6.

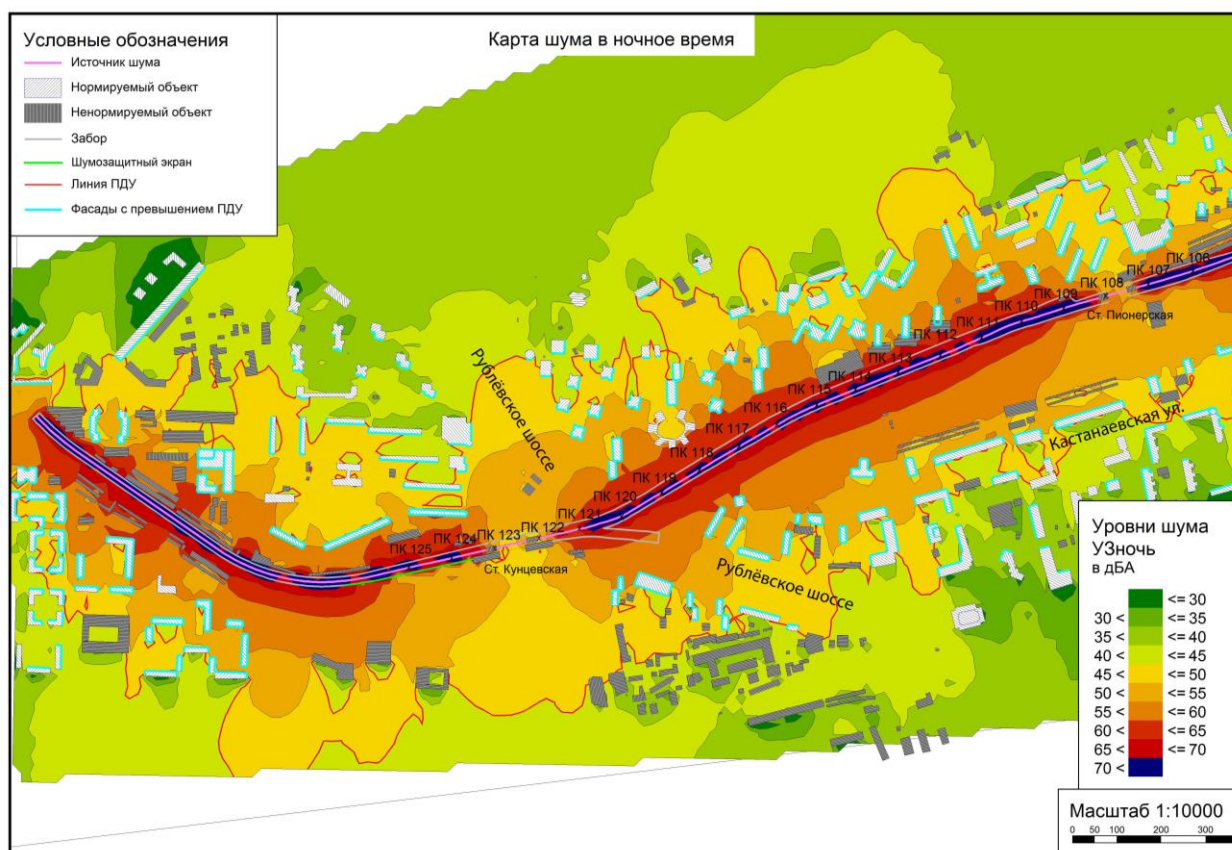


Рисунок 3 – Карта шума участка ст. Кунцевская – ст. Пионерская

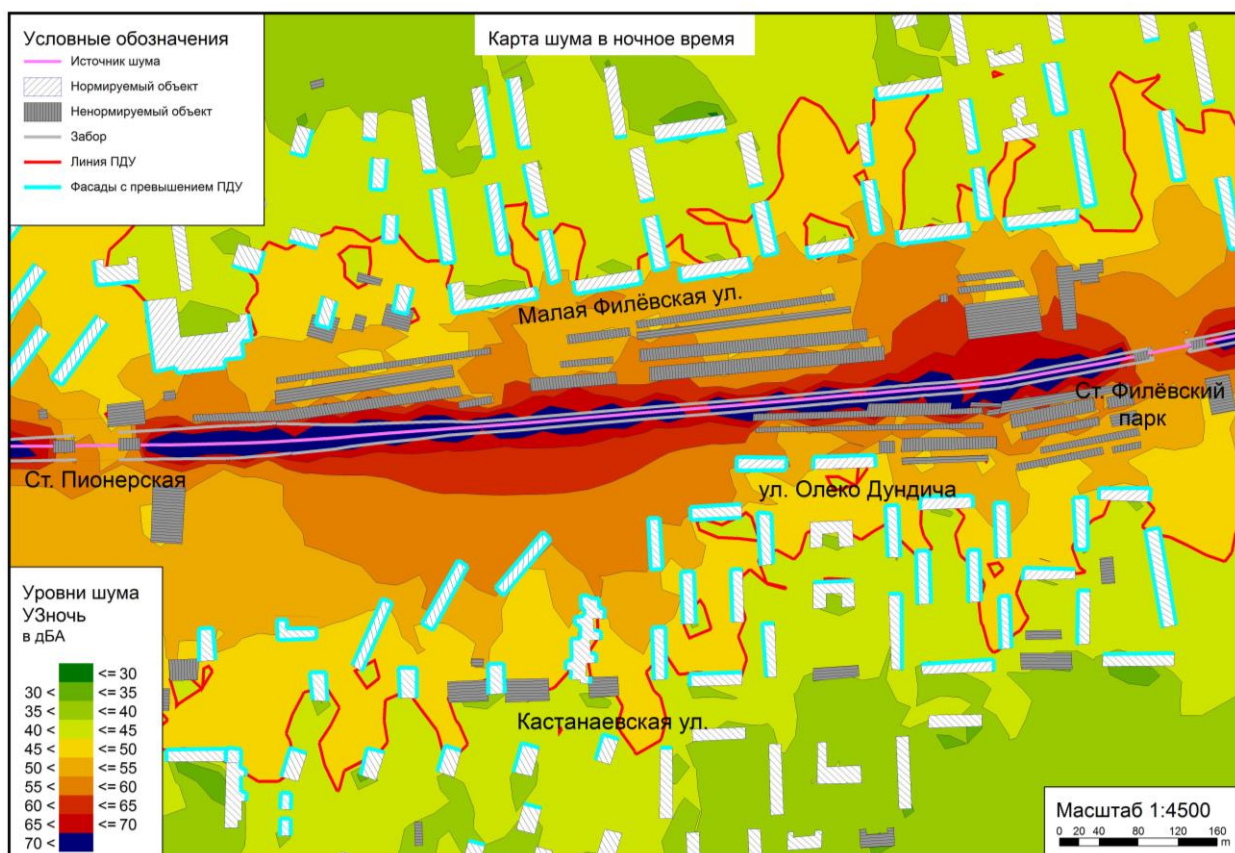


Рисунок 4 – Карта шума участка ст. Пионерская – ст. Филевский парк

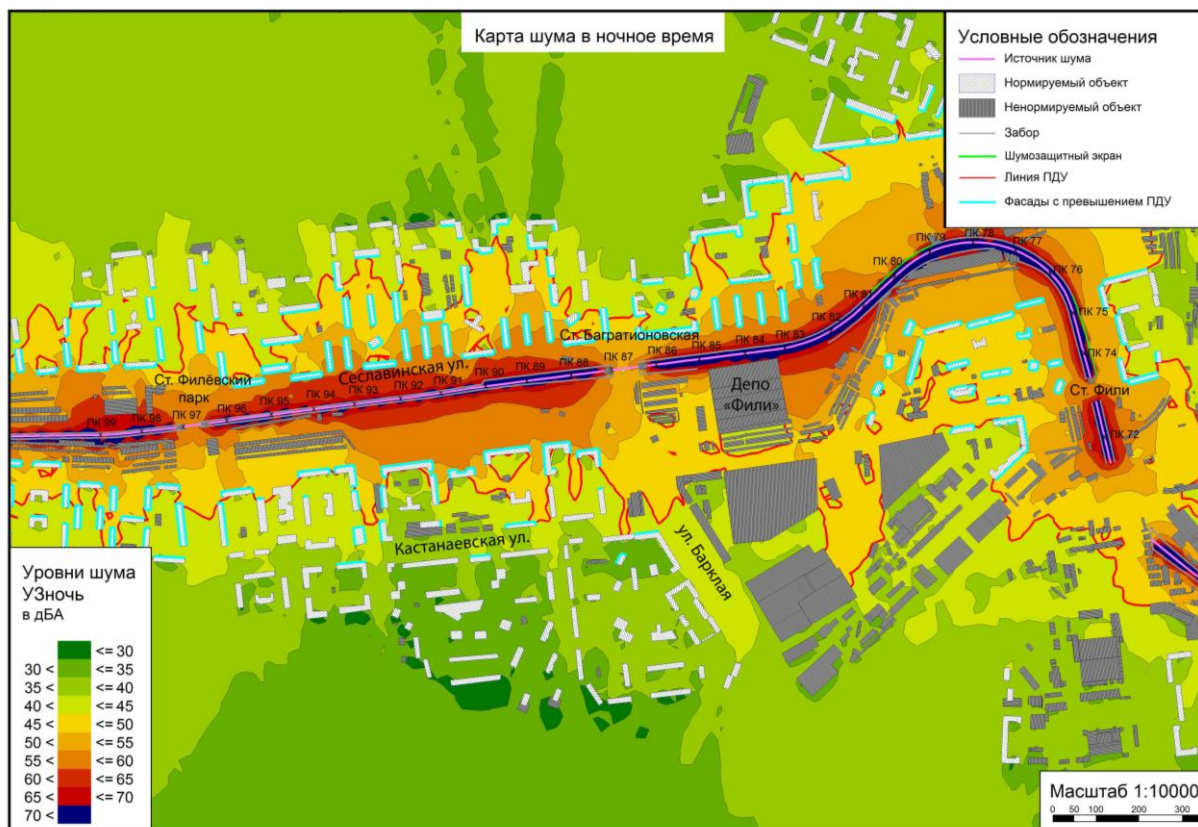


Рисунок 5 – Карта шума участка ст. Филевский парк – ст. Фили



Рисунок 5 – Карта шума участка ст. Кутузовская – ст. Студенческая

После построения карты шума Филевской линии Московского метрополитена была проведена оценка соответствия уровней шума в жилой застройке санитарным нормам, устанавливаемым СН 2.2.4/2.1.8.562-96 «Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки. Санитарные нормы» [5].

Как показывает расчет, выполненный без учета шумозащитных мероприятий, превышение ПДУ в жилой застройке составляет до 13 дБА в дневное время и до 21 дБА в ночное время.

Санитарный разрыв определялся в соответствии с требованиями СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03 «Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов» [6].

Для оценки зоны санитарного разрыва при построении карты шума вся территория разбивается на расчетные точки по сетке с установленным шагом, наиболее соответствующим целям работы. После определения уровней шума в расчетных точках, точки с равными уровнями звука соединяются изолиниями, в результате чего получаются линии равного уровня звука на территории. По карте определяются размеры санитарного разрыва для дневного и ночного времени, которые соответствуют изодецибелам 55 дБА и 45 дБА.

Для определения ориентировочной зоны санитарного разрыва (ЗСР) по фактору шумового загрязнения от ветки метро на основании данных о шумовой характеристике произведен расчет уровней звука на прилегающей территории по сетке с шагом в 20 метров, создаваемых объектом на период обеспечения максимальной транспортной нагрузки, при помощи лицензированного программного комплекса SoundPLAN. Точки с равными уровнями звука соединялись. Таким образом, получена изолиния 45 дБА, построенная без учета шумозащитных мероприятий, представляющая собой границу ориентировочной зоны санитарного разрыва по фактору шум. 45 дБА – это предельно допустимый уровень звука, установленный для жилой застройки в ночное время согласно СН 2.2.4/2.1.8.562-96 [5]. Таким образом,

за границей данной линии будет обеспечен акустический комфорт на территории жилой застройки, прилегающей к ветке метро. Границы зон санитарного разрыва ветки метро приводятся на картах шума.

Зона повышенных уровней воздействия по фактору шума составят до 560 м в ночное время.

РАЗРАБОТКА ШУМОЗАЩИТНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ

Для уменьшения влияния повышенных уровней шума и обеспечения предельно допустимых уровней на территории и в помещениях жилых зданий планируется установка акустических экранов и применение для жилой застройки специального шумозащитного остекления.

Шумозащитные мероприятия разрабатываются в соответствии с требованиями СП 51.13330.2011. Рекомендация по установке экранов дается для всех селитебных зон, попадающих в зону воздействия шума с уровнями свыше 45 дБА по ночному времени.

Для снижения уровней шума на рассматриваемой территории рекомендован комплекс шумозащитных мероприятий в составе:

- установка акустических экранов;
- применение шумозащитного остекления.

Информация по расположению, высоте и протяженности акустических экранов представлена в таблице 1.

Таблица 1 – Расположение акустических экранов

№ п/п	Расположение экрана	Высота, м	Длина, м	Площадь, м ²
1	от ПК 127 до ст. Пионерская	6	1800	10800
2	от ПК 121+53 до ст. ст. Пионерская	6	1300	7800
3	От ст. Пионерская до ст. Филевский парк (1 путь)	6	1060	6360
4	От ст. Пионерская до ст. Филевский парк (2 путь)	6	1060	6360
5	ст. Филевский парк до ст. Багратионовская (2 путь)	5	980	4900
6	от ст. Филевский парк до ст. Багратионовская (1 путь)	6	950	5700
7	от ст. Багратионовская до ст. Фили	5	1340	6700
8	от ПК 82 до ст. Фили	5	800	4000

10	от ПК 49+50 до ст. Студенческая	4	400	1600
11	от ст. Студенческая до границы работ	4	480	1920
Итого:			10170	56140

На рисунках 6 – 9 представлены карты шума с учетом шумозащитных экранов в ночное время.

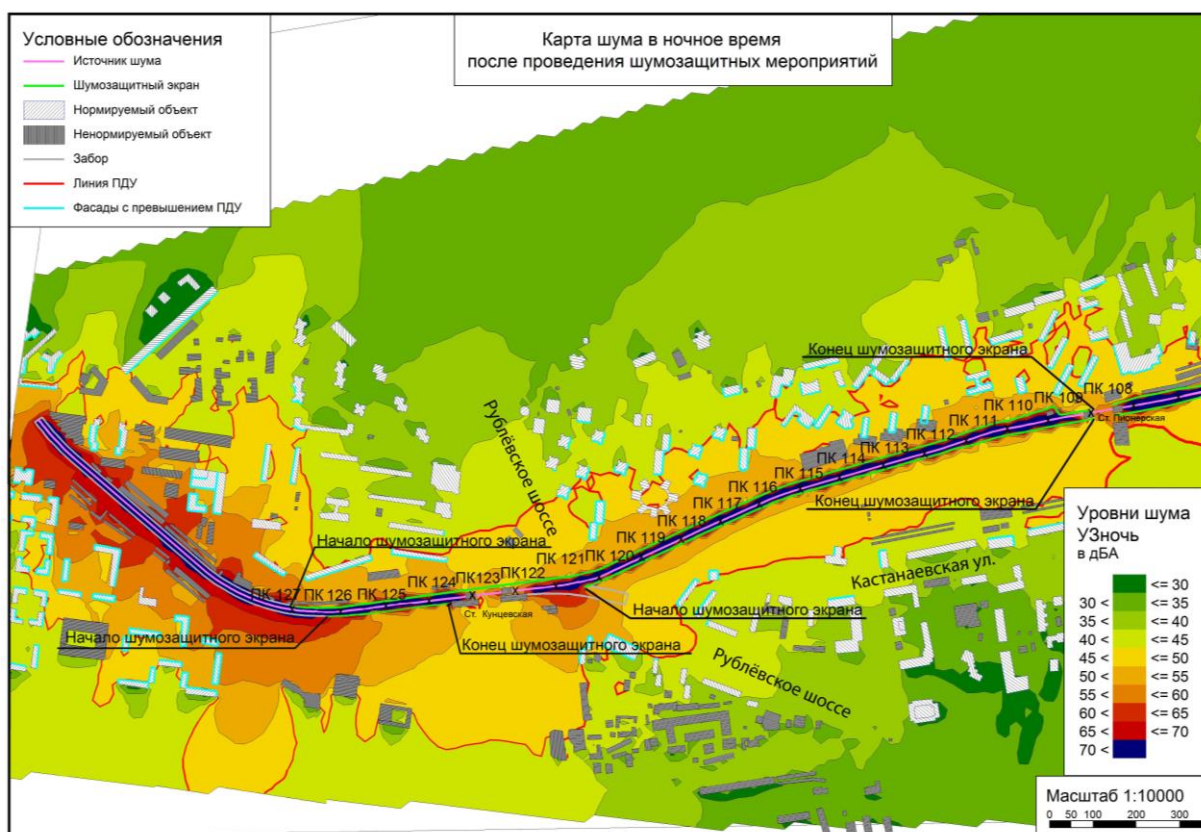


Рисунок 6 – Карта шума участка ст. Кунцевская – ст. Пионерская с учетом шумозащитных мероприятий

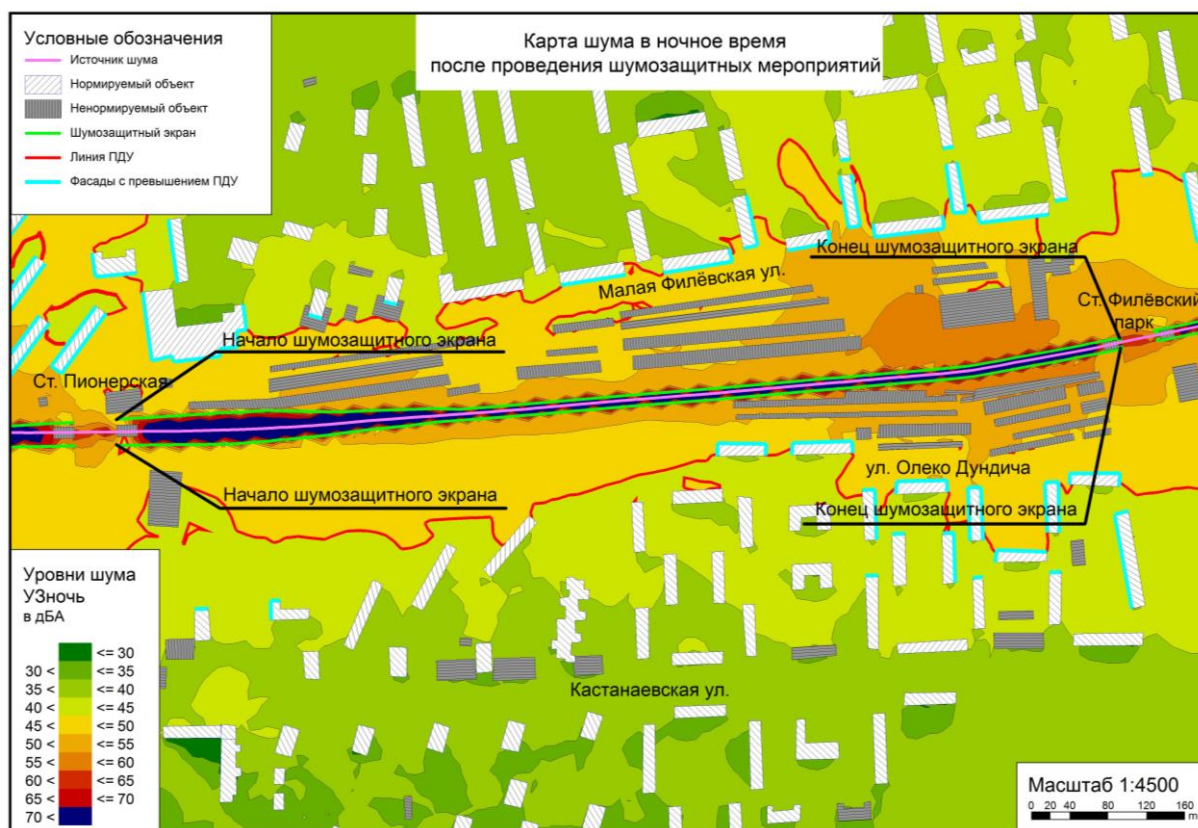


Рисунок 7 – Карта шума участка ст. Пионерская – ст. Филевский парк с учетом шумозащитных мероприятий



Рисунок 8 – Карта шума участка ст. Филевский парк – ст. Фили с учетом шумозащитных мероприятий

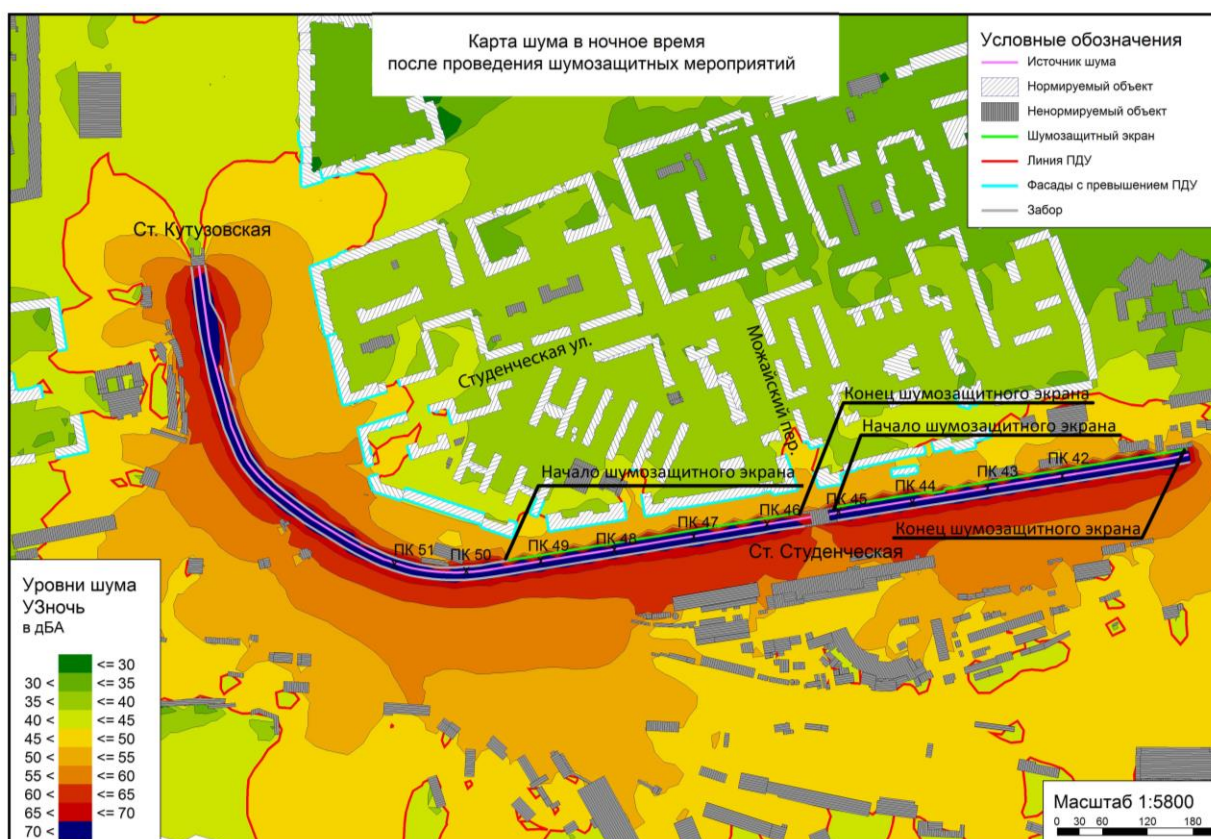


Рисунок 9 – Карта шума участка ст. Кутузовская – ст. Студенческая с учетом шумозащитных мероприятий

Как показывают карты шума, применение экранов позволяет снизить уровни шума на территории, прилегающей к Филевской ветке метро.

В таблице 2 приведены результаты расчета уровней шума на территории в расчетных точках до и после установки шумозащитных экранов для ночного времени. В таблице также приведены нормативные значения эквивалентных уровней звука на селитебной территории, которые составляют 45 дБА в ночное время. Согласно СН 2.2.4/2.1.8.562-96 «Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки. Санитарные нормы» для автотранспортного и железнодорожного шума эквивалентные и максимальные уровни звука в 2 м от ограждающих конструкций первого эшелона шумозащитных типов жилых зданий, зданий гостиниц, общежитий, обращенных в сторону магистральных улиц общегородского и районного значения, железных дорог, допускается принимать на 10 дБА выше (поправка = + 10 дБА) [5]. Так как разработанный комплекс шумозащитных мероприятий

предусматривает шумозащитное остекление, норма шума на территории, прилегающей к наземной линии метрополитена в ночное время составит 55 дБА.

Таблица 2 – Эквивалентные уровни звука в расчетных точках на селитебной территории в ночное время до и после применения шумозащитных мероприятий

Адрес	До применения шумозащитных мероприятий			После применения шумозащитных мероприятий		
	ПДУ в ночное время, дБА	Эквивалентные уровни звука в ночное время. дБА	Превышение ПДУ, дБА	ПДУ в ночное время, дБА	Эквивалентные уровни звука в ночное время. дБА	Превышение ПДУ, дБА
Молдавская ул., 2к1	45	56	11	55	53	-
Кастанаевская ул., 60	45	52	7	55	41	-
Малая Филёвская ул., 36	45	61	16	55	50	-
Малая Филёвская улица, 26к1	45	63	18	55	52	-
Малая Филёвская ул., 10к1	45	53	8	55	45	-
ул. Олеко Дундича, 32	45	54	9	55	46	-
ул. Олеко Дундича, 35к1	45	53	8	55	50	-

Продолжение таблицы 2

Малая Филёвская	45	56	11	55	51	-
-----------------	----	----	----	----	----	---

ул., 4к1						
Сеславинская ул., 24	45	61	16	55	47	-
ул. Олеко Дундича, 7	45	55	10	55	46	-
Сеславинская ул., 2	45	57	12	55	53	-
Тучковская ул., 9	45	52	7	55	50	-
Новозаводская ул., 2	45	51	6	55	47	-
Киевская ул., 24	45	50	5	55	49	-
Киевская ул., 22	45	54	9	55	50	-
Киевская ул., 16	45	53	8	55	48	-

Согласно данным рекогносцировочных обследований, на участке вблизи станции Кунцевская установлен экран высотой 3 м и длиной 330 м. Вблизи станции Фили установлен экран длиной 180 м, высотой 5 м, объем данного экрана может быть исключен из объемов, указанных в таблице 2.

Акустический экран вдоль детского парка, длиной 175 м и высотой 4 м, требует наращивания высоты до 5 м.

В связи с выявленными превышениями расчетных параметров шумового загрязнения над нормативными показателями, установленными для нормируемых по фактору шума помещений, кроме установки акустических экранов для защиты жилых помещений и нормируемых помещений рекомендовано шумозащитное заполнение оконных проемов с установкой пассивных проветривающих шумозащитных устройств (ПШУ). Шумозащитное остекление представляет собой применение стеклопакетов с пассивными и активными клапанами-проветривателями. Фасады зданий, которые необходимо остеклить, выделены на картах шума.

Остеклению подлежит весь фасад зданий, находящихся под воздействием повышенных уровней шума метро, за исключением помещений,

которые не нормируются по уровням шума (коридоры, кухни, подсобные помещения и т.п.). Звукоизоляция остекления и тип ПШУ определяются с учетом фоновых уровней шума. Определение точной площади остекления, количества проветривателей, а также выбор типа стеклопакета и ПШУ производится на стадии разработки проектной документации.

Разработанные шумозащитные мероприятия позволят обеспечить ПДУ на территории, прилегающей к Филевской ветке метро.

Выводы

В ходе прохождения преддипломной практики мною была разработана цифровая модель местности для территории, прилегающей к Филевской ветке метро, определена шумовая характеристика потока метropоездов, разработаны шумозащитные мероприятия, рассчитана их эффективность. Полученные данные в дальнейшем будут использоваться в качестве материала для магистерской диссертации. В процессе прохождения практики я научилась создавать цифровые модели местности с учетом сложного рельефа в программе SoundPLAN, рассчитывать шумовую характеристику потока метropоездов по методике ГОСТ 20444-2014, разрабатывать шумозащитные мероприятия с учетом особенностей конкретной местности.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Справочник проектировщика. Защита от шума в градостроительстве М.: Стройиздат, 1993. – 96 с.
2. ГОСТ 33325-2015 «Шум. Методы расчета уровней внешнего шума, излучаемого железнодорожным транспортом»
3. Буторина М.В. Составление карт шума территории Санкт-Петербурга, Известия Самарского научного центра РАН, (2007)
4. ГОСТ 31295.2-2005 (ИСО 9613-2:1996) «Шум. Затухание звука при распространении на местности. Часть 2. Общий метод расчета»
5. СН 2.2.4/2.1.8.562-96 «Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки. Санитарные нормы»
6. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03 «Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов»