|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| *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:

|  |
| --- |
| Разработка мероприятий по снижению уровня шума |
| в ЖСК «Модуль», г. Сертолово |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Выполнила студентка группы | | | | О1М31 | |
| Безверхая Е.А. | | | | | |
| Фамилия И.О. | | | | | |
| Руководитель: | | | | | |
| Шашурин А.Е. | |  |  | | |
| Фамилия И.О. Подпись | | | | | |
| Оценка | \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ | | | |  |
| «\_\_\_\_\_\_» | \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ | | | | 2018 г. |

Санкт - Петербург

2018 г

Реферат

В курсовом проекте на тему: «Разработка мероприятий по снижению уровня шума в ЖСК «Модуль», г. Сертолово» была произведена оценка шумового состояния на селитебной территории, а также разработаны мероприятия по нормализации шумовой обстановке в ЖСК «Модуль» на территории жилой застройки, прилегающей к Санаторный переулку и ул. Березовая аллея.

Проведен подбор необходимой высоты, длины и места размещения шумозащитного экрана.

Ключевые слова: ШУМ, ШУМОЗАЩИТНЫЙ ЭКРАН, ТРЕБОВАНИЯ, УРОВЕНЬ ЗВУКОВОГО ДАВЛЕНИЯ

Данный курсовой проект содержит:

Страниц - 34;

Таблиц - 23;

Рисунков - 6;

Источников использованной литературы - 12.

Содержание

[**Введение** 4](#_Toc516840282)

[**1.** **Определение уровней шума на селитебной территории и шума транспортного потока** 5](#_Toc516840283)

[**1.1** **Нормативная база** 5](#_Toc516840284)

[**1.2** **Измеряемые параметры** 5](#_Toc516840285)

[**1.3**  **Обработка результатов измерений** 6](#_Toc516840286)

[**2.** **Результаты проведения акустических измерений.** 9](#_Toc516840287)

[**2.1 Результаты измерений шумовых характеристик транспортных потоков, движущихся по ул. Санаторный переулок и ул. Санаторная** 9](#_Toc516840288)

[**2.2** **Результаты измерений шума в расчетных точках** 11](#_Toc516840293)

[**3.** **Расчет ожидаемого шума от транспортного потока по ул. Санаторный переулок и ул. Березовая в расчетных точках у жилых домов поселка ЖСК «Модуль»** 14](#_Toc516840298)

[**4.** **Разработка шумозащитных мероприятий** 16](#_Toc516840299)

[**4.1. Общие положения и принцип действия АЭ** 16](#_Toc516840300)

[**4.2 Расчет эффективности существующего акустического экрана (забора)** 21](#_Toc516840301)

[**4.3 Расчет эффективности предлагаемого акустического экрана (высотой 5 м)** 23](#_Toc516840302)

[**4.4 Расчет эффективности предлагаемого акустического экрана (высотой 5,5 м)** 25](#_Toc516840303)

[**4.5 Определение нового мета установки АЭ, расчет его эффективности с учетом минимизации высоты и оптимизации длины для обеспечения норм по шуму** 27](#_Toc516840304)

[**4.6 Определение нового места установки АЭ, расчет его эффективности с учетом минимизации высоты и оптимизации длины для обеспечения норм по шуму в РТ1, РТ2 и РТ7** 29](#_Toc516840305)

[**5.** **Определение ветровой нагрузки** 30](#_Toc516840306)

[**Заключение** 32](#_Toc516840307)

[**Список обозначений и сокращений** 33](#_Toc516840308)

[**Список источников и литературы** 34](#_Toc516840309)

**Введение**

На настоящий момент воздействие автомобильных дорог на окружающую среду разнообразно. Наиболее сильное воздействие дороги оказывают на атмосферу. В числе интенсивных факторов загрязнения ОС являются: вредные химические вещества (ВВ); пыль и сажа (продукты выхлопа, преимущественно от дизельных двигателей); физические поля (инфразвуковое, акустическое, световое, электромагнитное).

Интенсивность воздействия того или иного фактора не одинакова и зависит прежде всего от интенсивности, скорости движения и состава транспортного потока и др. условий.

Следует отметить, что распространение и концентрация загрязняющих веществ и пыли без физической преграды практически равномерно уменьшаются с расстоянием (без учета ветра и др. факторов, которые могут повлиять на равномерность распространения). Акустические экраны являются эффективными преградами для задержания распространения вредных химических веществ, пыли и сажи, снижая концентрации до 5-10 раз, что в ряде случаев обеспечивает снижение загрязняющих факторов за АЭ до ПДК.

Кроме того, акустические экраны ослабляют акустическое воздействие от автодорог. Но для того, чтобы АЭ были эффективны и обеспечивали необходимое снижение шума необходимо произвести предварительную оценку акустического воздействия от транспортного потока и осуществить расчет необходимых параметров АЭ.

Основными задачами данной курсовой работы являются:

* Определение состава и параметров ИШ, находящихся ЖСК «Модуль»;
* Вынесение рекомендация по снижению влияния исследуемых источников шума на расчетные точки.
* Определение параметров АЭ, рекомендуемых к установке в данном ЖСК.

1. **Определение уровней шума на селитебной территории и шума транспортного потока**
   1. **Нормативная база**

При экспериментальном определении уровней шума на селитебной территории все измерения проводились согласно требованиям [1, 2], а также в соответствии с установленной методикой измерений уровня звука и уровней звукового давления в зоне ЖЗ, составленной с опорой на следующие нормативные документы:

1. ГОСТ 12.1.003-2014 ССБТ. Шум. Общие требования безопасности [3];
2. ГОСТ 23337-2014 Шум. Методы измерения шума на селитебной территории и помещениях жилых и общественных зданий [4];
3. СП 51.13330.2011 Защита от шума. Актуализированная редакция СНиП 23-03-2003 (с Изменением N 1) [5].

Измерения ШХ транспортного потока проводились в соответствии с ГОСТ 20444-2014 «Шум. Транспортные потоки. Методы измерения шумовой характеристики» [6].

* 1. **Измеряемые параметры**

Как известно, характеристикой постоянного шума являются уровни звукового давления (далее УЗД) L, измеряемые в дБ, в октавных полосах частот со среднегеометрическими частотами: 63,125,250,500, 1000, 2000, 4000 и 8000 Гц, определяемые по формуле

|  |  |
| --- | --- |
|  | (1) |

Где: – среднее квадратическое значение звукового давления, Па;

– исходное значение звукового давления, в воздухе = 2\*10-5 Па.

Эквивалентный уровень звука, измеряемый в дБА, на временной характеристике «медленно» шумомера, в соответствии с ГОСТ 17187-2010, определяется по формуле

|  |  |
| --- | --- |
|  | (2) |

Где: – среднее квадратическое значение звукового давления с учетом коррекции «А» шумомера, Па;

Нормируемыми параметрами шума в соответствии с СН 2.2.4/2.1.8.562-96 являются [7]:

* эквивалентные уровни звука (по энергии) , дБА;
* максимальные УЗ , дБА.

Оценивание непостоянного шума на соответствие допустимым уровням проводится одновременно по эквивалентному и максимальному уровням звука.

Согласно СН 2.2.4/2.1.8.562-96 (таблица 3, позиция 9) допустимые значения эквивалентных и максимальных УЗД, проникающих в помещения жилых и общественных зданий, а также на территории жилой застройки, в октавных полосах частот.

Таблица 3, позиция 9. СН 2.2.4/2.1.8.562-96 [7]

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **№ пп** | **Назначение помещения или территории** | **Время суток** | **Уровни звука и эквивален­тные уровни звука LАэкв, дБА** | **Макси­маль­ные уровни звука LАмакс, дБА** |
| 9 | Территории, непосредственно прилегающие к жилым домам, зданиям поликлиник, зданиям амбулаторий, диспансеров, домов отдыха, пансионатов, домов-интернатов для престарелых и инвалидов, детских дошкольных учреждений, школ и других учебных заведений, библиотек | с 7 до 23 ч | 55 | 70 |
| с 23 до 7 ч | 45 | 60 |

**1.3 Обработка результатов измерений**

В соответствии с [8] (пункт 8.6), при измерении постоянного шума в каждой точке должно быть произведено не менее трех измерений уровня звука или уровня звукового давления. Если результаты измерений не отличаются более чем на 3 дБ (дБА), то за результат измерения принимают среднее значение. Если результаты измерений отличаются более чем на 3 дБ(дБА), то проводят еще не менее 2 измерений в этих же точках. По значениям первых 5 измерений рассчитывают коэффициент *K*, дБ, в соответствии с формулой

|  |  |
| --- | --- |
|  | (3) |

Где: , – максимальное и минимальное значение из результатов измерений, дБ (дБА).

В соответствии с таблицей 1 по большему ближайшему к вычислению значению К определяется необходимое число измерений n. Далее определяется необходимое число измерений и для них определяют коэффициент К.

Уточнение необходимого числа измерений n проводится до тех пор, пока наибольшее из рассчитанных значений коэффициента К не станет меньше табличного значения К для проведенного числа наблюдений.

Результат измерения – есть среднее значение.

Таблица 1. Выбор числа измерений n (обеспечивающего доверительный интервал с доверительной вероятностью 0,95)

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **N** | **К, дБ** | **n** | **К, дБ** | **n** | **К, дБ** | **n** | **К, дБ** |
| 5 | 4,6 | 10 | 11,6 | 15 | 16,7 | 20 | 23.8 |
| 6 | 6,4 | 11 | 12,5 | 16 | 17,7 | 21 | 26.4 |
| 7 | 8 | 12 | 13,4 | 17 | 18,7 | 22 | 28.4 |
| 8 | 9,2 | 13 | 14,5 | 18 | 20.5 | 23 | 34 |
| 9 | 10,4 | 14 | 15,6 | 19 | 22.1 |  |  |

Среднее значение уровней звука (октавных уровней звукового давления), вычисляется по формуле

|  |  |
| --- | --- |
|  | (4) |

Где: – i-й из усредненных УЗ, дБА (октавных УЗД); i = 1,2...n;

– суммарный УЗ, дБА (октавный УЗД, дБ).

УЗД в октавных полосах частот и УЗ фонового шума должны быть не менее, чем на 10 дБ (дБА) ниже измеренных уровней. Если данное условие не выполняется, то УЗ (октавный УЗД) , дБА (дБ) вычисляется по формуле:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (5) |

Где: – измеренный УЗ, LA (октавный УЗД, L) или максимальный УЗ Lmax, или эквивалентный УЗ LЭКВ, дБА (дБ);

– поправка, учитывающая влияние шума помех, дБА (дБ). Поправка определяется в соответствии с таблицей 2.

Таблица 2. Определение поправки на влияние шума помех

|  |  |
| --- | --- |
| Разность УЗ (октавных УЗД) измеряемых шумов и помех, дБА (дБ) | Поправка , дБА (дБ) |
| 3 | -3 |
| 4– 5 | -2 |
| 6 – 9 | -1 |
| >10 | 0 |
| Если <3 дБА (дБ), то измерение шума производить нельзя | |

1. **Результаты проведения акустических измерений.**

Звуковое поле в расчетных точках, расположенных на территории ЖСК «Модуль», г. Сертолово формируется вкладом транспортных потоков, движущихся по ул. Санаторный переулок и ул. Березовая аллея.

Для дальнейших расчетов вкладов источников шума в образование звукового поля в расчетных точках были проведены натурные измерения их акустических характеристик.

**2.1 Результаты измерений шумовых характеристик транспортных потоков, движущихся по ул. Санаторный переулок и ул. Санаторная**

При определении ШХ транспортных потоков, движущихся по ул. Санаторный переулок и ул. Березовая аллея были проведены натурные измерения в точках 9 – 13 (рисунок 1).

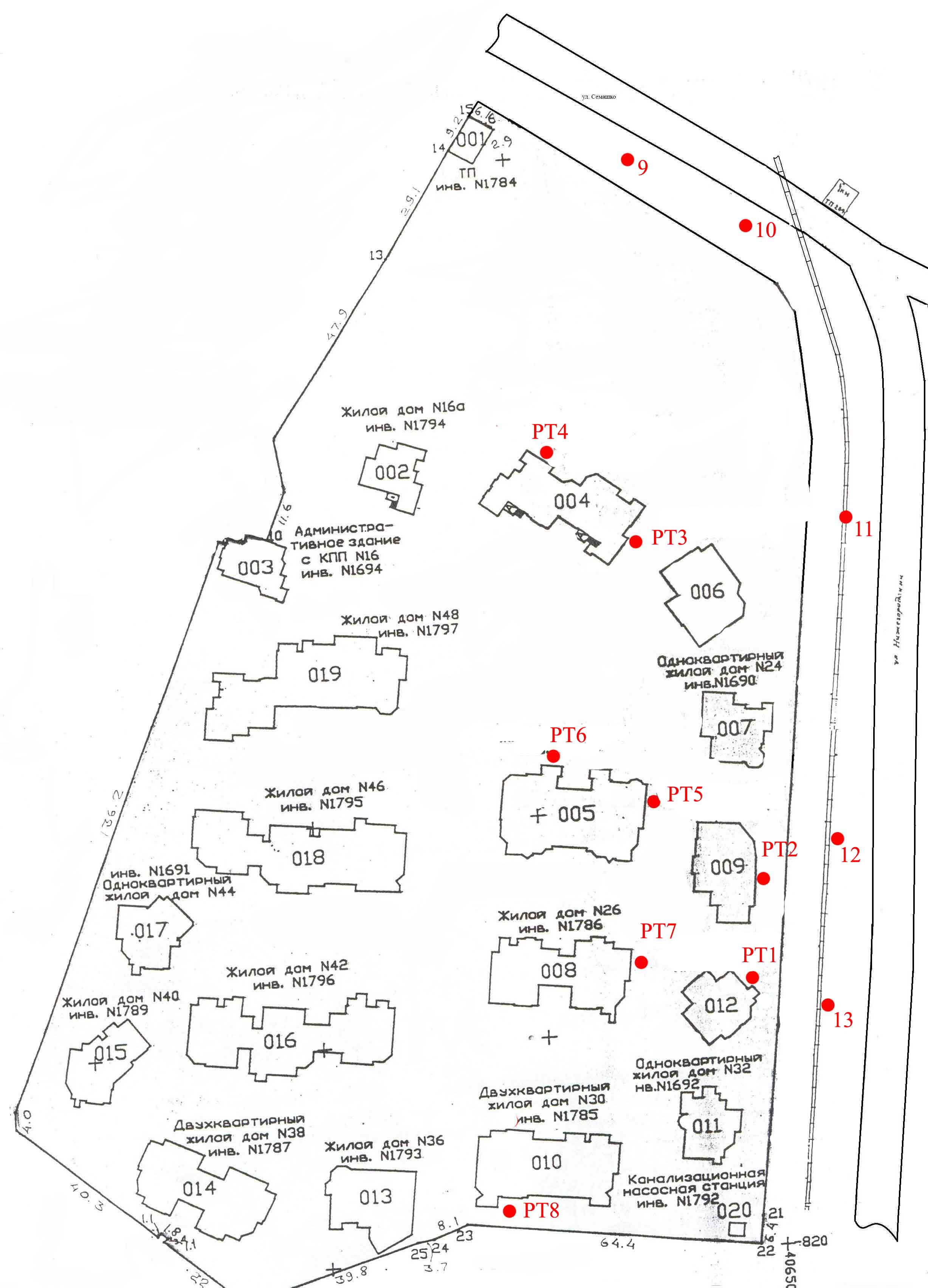


Рисунок 1 – Схема расположения расчетных точек и точек измерения

Результаты измерений шумовых характеристик транспортного потока в дневное время приведены в таблице 3. Результаты измерений ШХ транспортного потока в ночное время представлены в таблице 4.

Таблица 3. Результаты измерений шумовых характеристик транспортного потока в дневное время

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **№**  **точки** | **Примечание** | Уровни звукового давления, дБ в октавных полосахсо среднегеометрическими частотами, Гц | | | | | | | | | **УЗэкв,**  **дБА** | **УЗмакс,**  **дБА** |
| **31,5** | **63** | **125** | **250** | **500** | **1000** | **2000** | **4000** | **8000** |
| 9 | ул. Санаторный переулок  7,5 м от оси ближайшей  полосы движения | 75,9 | 75,7 | 71,9 | 67,5 | 66,2 | 67,3 | 62,8 | 57,4 | 60,1 | 71,0 | 85,5 |
| 10 | ул. Санаторный переулок  7,5 м от оси ближайшей  полосы движения | 71,0 | 79,3 | 71,3 | 68,8 | 65,9 | 65,1 | 60,0 | 55,1 | 53,8 | 69,3 | 80,8 |
| 11 | ул. Березовая аллея  7,5 м от оси ближайшей  полосы движения | 69,9 | 75,3 | 73,5 | 69,9 | 69,6 | 71,3 | 73,8 | 76,4 | 76,9 | 72,96 | 86,5 |
| 12 | ул. Березовая аллея  7,5 м от оси ближайшей  полосы движения | 71,6 | 73,6 | 75,1 | 67,3 | 71,4 | 73,6 | 71,7 | 75,8 | 78,4 | 73,17 | 86,4 |
| 13 | ул. Березовая аллея  7,5 м от оси ближайшей  полосы движения | 68,9 | 74,5 | 72,8 | 70,1 | 72,6 | 69,7 | 74,3 | 74,8 | 76,1 | 72,64 | 85,4 |

Таблица 4. Результаты измерений шумовых характеристик транспортного потока в ночное время

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **№**  **точки** | **Примечание** | Уровни звукового давления, дБ в октавных полосахсо среднегеометрическими частотами, Гц | | | | | | | | | **УЗэкв,**  **дБА** | **УЗмакс,**  **дБА** |
| **31,5** | **63** | **125** | **250** | **500** | **1000** | **2000** | **4000** | **8000** |
| 9 | ул. Санаторный переулок  7,5 м от оси ближайшей  полосы движения | 61,2 | 67,9 | 61,8 | 60,3 | 59,3 | 61,6 | 57,6 | 49,5 | 45,3 | 62,7 | 75,2 |
| 10 | ул. Санаторный переулок  7,5 м от оси ближайшей  полосы движения | 69,8 | 68,6 | 63,4 | 61,4 | 60,2 | 62,0 | 57,4 | 50,1 | 45,5 | 63,9 | 80,8 |
| 11 | ул. Березовая аллея  7,5 м от оси ближайшей  полосы движения | 61,8 | 68,6 | 59,7 | 56,2 | 58,3 | 57,2 | 53,5 | 48,7 | 42,4 | 61,2 | 77,7 |
| 12 | ул. Березовая аллея  7,5 м от оси ближайшей  полосы движения | 54,1 | 59,0 | 57,8 | 54,7 | 53,9 | 57,5 | 54,6 | 47,7 | 40,9 | 60,8 | 76,0 |
| 13 | ул. Березовая аллея  7,5 м от оси ближайшей  полосы движения | 59,2 | 65,7 | 63,4 | 59,9 | 57,5 | 58,5 | 56,0 | 51,1 | 44,3 | 62,7 | 79,5 |

**2.2 Результаты измерений шума в расчетных точках**

В расчетных точках (рисунок 1), расположенных на территории жилой застройки, также были проведены натурные измерения уровней шума для сравнения с санитарными нормами и разработки шумозащитных мероприятий.

Результаты измерений шума в дневное и в ночное время представлены соответственно в таблицах 5 и 6.

Таблица 5. Результаты измерений шума в расчетных точках в дневное время

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **№**  **точки** | **Примечание** | Уровни звукового давления, дБ в октавных полосахсо среднегеометрическими частотами, Гц | | | | | | | | | **УЗэкв,**  **дБА** | **УЗмакс,**  **дБА** |
| **31,5** | **63** | **125** | **250** | **500** | **1000** | **2000** | **4000** | **8000** |
| РТ1 | на высоте 4,5 м | 68,8 | 70,1 | 69,4 | 70,4 | 71 | 73,7 | 70,2 | 73,5 | 69,8 | 70,77 | 80,8 |
| на высоте 4,5 м | 69,9 | 73,7 | 70,2 | 71,2 | 72,5 | 75,3 | 76,3 | 71,4 | 67,9 | 72,04 | 83,6 |
| на высоте 1,5 м | 68,2 | 69,8 | 68,7 | 70,1 | 72,8 | 75,2 | 75,3 | 73,2 | 69 | 71,37 | 81,7 |
| РТ2 | на высоте 4,5 м | 71,2 | 68,8 | 74,3 | 69,7 | 73,7 | 66,7 | 69,7 | 72,4 | 71 | 70,83 | 80,9 |
| на высоте 4,5 м | 68,5 | 69,1 | 73,8 | 67,8 | 72,9 | 68,2 | 68,9 | 66,2 | 63,8 | 68,80 | 76,5 |
| на высоте 1,5 м | 69,5 | 71,3 | 72,9 | 71 | 72,5 | 67,9 | 66,1 | 68,6 | 67,9 | 69,74 | 78,7 |
| РТ3 | на высоте 4,5 м | 62,4 | 60,7 | 57 | 54,4 | 56,7 | 58,9 | 56,8 | 59,8 | 62,5 | 58,8 | 69,7 |
| на высоте 4,5 м | 62,3 | 64,6 | 57,1 | 56,3 | 60,2 | 59,9 | 57,4 | 58,5 | 60 | 59,5 | 69,2 |
| на высоте 1,5 м | 63,6 | 66,5 | 59,1 | 54,5 | 55 | 56,7 | 54,7 | 56,3 | 55,3 | 57,9 | 65,6 |
| РТ4 | на высоте 4,5 м | 62,2 | 61,1 | 58,9 | 56,7 | 60,2 | 58,9 | 47,5 | 46,5 | 46,3 | 54,5 | 64,5 |
| РТ5 | на высоте 4,5 м | 55,6 | 63,7 | 59,9 | 54,3 | 48,7 | 49,6 | 44,5 | 40 | 38 | 50,5 | 57,2 |
| на высоте 4,5 м | 59,4 | 58 | 62,2 | 61 | 51,4 | 44,6 | 41,6 | 35,6 | 30,8 | 54,9 | 64,3 |
| на высоте 1,5 м | 59 | 60,9 | 53,9 | 53,6 | 47,8 | 46,9 | 43,1 | 38,1 | 32,3 | 50,8 | 59,8 |
| РТ6 | на высоте 4,5 м | 51,4 | 54,9 | 47 | 45,6 | 44,8 | 44,2 | 40,4 | 35,4 | 26,5 | 51,2 | 60,8 |
| на высоте 4,5 м | 60,4 | 58,5 | 59,9 | 59,3 | 52 | 45,5 | 43 | 36,9 | 30,6 | 54,5 | 64,3 |
| на высоте 1,5 м | 58,1 | 61,3 | 52,8 | 47,9 | 46,4 | 48,6 | 43,5 | 35,7 | 29 | 51,6 | 60,4 |
| РТ7 | на высоте 4,5 м | 54,7 | 57,3 | 50,7 | 46,8 | 45,1 | 46,5 | 43,9 | 41,1 | 33 | 50,8 | 60,2 |
| РТ8 | на высоте 4,5 м | 54,2 | 54,5 | 49,9 | 48,9 | 47,9 | 48,6 | 44,7 | 37 | 27,5 | 52,0 | 62,0 |
| на высоте 4,5 м | 56,6 | 51,9 | 50,6 | 50 | 49,2 | 46,1 | 41,4 | 38,5 | 32 | 50,8 | 61,6 |
| на высоте 1,5 м | 58,9 | 57,4 | 55,3 | 48,8 | 46,3 | 46,9 | 41 | 37,8 | 33,6 | 50,5 | 61,4 |

Таблица 6. Результаты измерений шума в расчетных точках в ночное время

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **№**  **точки** | **Примечание** | Уровни звукового давления, дБ в октавных полосахсо среднегеометрическими частотами, Гц | | | | | | | | | **УЗэкв,**  **дБА** | **УЗмакс,**  **дБА** |
| **31,5** | **63** | **125** | **250** | **500** | **1000** | **2000** | **4000** | **8000** |
| РТ1 | на высоте 4,5 м | 65,2 | 60,7 | 57,2 | 52,2 | 49,5 | 51,7 | 49,2 | 43,8 | 37,6 | 55,6 | 68,9 |
| РТ2 | на высоте 4,5 м | 70,9 | 68,0 | 62,1 | 56,8 | 52,9 | 52,4 | 49,2 | 42,0 | 34,1 | 57,1 | 75,3 |
| РТ3 | на высоте 4,5 м | 58,3 | 57,1 | 55,4 | 49,0 | 46,0 | 45,5 | 42,6 | 38,3 | 31,6 | 50,2 | 55,9 |
| РТ4 | на высоте 4,5 м | 67,1 | 62,9 | 57,8 | 51,8 | 49,9 | 50,6 | 48,8 | 42,8 | 36,2 | 55,1 | 68,3 |
| РТ5 | на высоте 4,5 м | 63,7 | 57,2 | 50,8 | 45,2 | 46,7 | 41,8 | 39,4 | 35,8 | 30,3 | 48,0 | 62,1 |
| РТ6 | на высоте 4,5 м | 63,3 | 57,7 | 52,2 | 44,7 | 44,3 | 40,7 | 38,6 | 34,8 | 29,7 | 46,2 | 60,4 |
| РТ7 | на высоте 4,5 м | 64,8 | 61,0 | 57,2 | 51,5 | 45,9 | 38,5 | 38,5 | 34,0 | 29,8 | 48,5 | 65,3 |
| РТ8 | на высоте 4,5 м | 63,3 | 57,0 | 50,2 | 45,5 | 47,1 | 41,2 | 38,7 | 35,5 | 30,3 | 47,9 | 61,3 |

Проанализировав результаты измерений, было выявлено, что в дневное время шум в расчетных точках РТ1, РТ2 и РТ3 превышает нормативные значения соответственно на 17 дБА,15,8 дБА и 4,5 дБА.

В ночное время превышения над нормативными значениями в расчетных точках: РТ1 – 10,6 дБА, РТ2 – 12,1 дБА, РТ3 – 5,2 дБА, РТ4 – 10,1 дБА, РТ5 – 3,0 дБА, РТ6 – 1,2 дБА, РТ7 – 3,5 дБА, РТ8 – 2,9 дБА..

1. **Расчет ожидаемого шума от транспортного потока по ул. Санаторный переулок и ул. Березовая в расчетных точках у жилых домов поселка ЖСК «Модуль»**

Произведем расчет ожидаемого шума для точек, расположенных на уровне окон второго этажа жилых зданий (5,5м).

Основной источник шума: транспортный поток, движущийся по ул. Семашко и ул. Нижегородской:

Уровни звука, излучаемые транспортным потоком, необходимые для выполнения расчета, взяты из таблицы 4 для дневного времени и из таблицы 4 для ночного времени и приведены в таблице 7.

Таблица 7. Усредненный уровень звука транспортного потока

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Название улицы** | **Усредненный уровень звука, дБА** | |
| **с 7 до 23 ч** | **с 23 до 7 ч** |
| Санаторный переулок | 71,0 | 63,5 |
| Березовая аллея | 73,0 | 61,7 |

Усредненные расстояния от источников излучения шума до расчетных точек приведены в таблице 8.

Таблица 8. Усредненное расстояние до расчетных точек.

|  |  |
| --- | --- |
| **Расчетные точки** | **Усредненное расстояние, м**  **до расчетной точки** |
| РТ 1, жилой дом № 34 (от ул. Березовая аллея) | 18,0 |
| РТ 2, жилой дом № 28 (от ул. Березовая аллея) | 19,0 |
| РТ 3, жилой дом № 18 (от ул. Березовая аллея) | 49,0 |
| РТ 4, жилой дом № 18 (от ул. Санаторный переулок) | 65,0 |
| РТ 5, жилой дом № 20 (от ул. Березовая аллея) | 43,0 |
| РТ 6, жилой дом № 20 (от ул. Березовая аллея) | 63,0 |
| РТ 7, жилой дом № 26 (от ул. Березовая аллея) | 43,0 |
| РТ 8, жилой дом № 30 (от ул. Березовая аллея) | 64,0 |

Расчет ожидаемого шума от транспортного потока определяется по формуле

|  |  |
| --- | --- |
| , дБА | (6) |

Где:  – уровни звука, излучаемые транспортным потоком, дБА;

 – расстояние от расчетной точки до транспортного потока, м;

 – расстояние, на котором производилось измерение шума от транспортного потока, м.

Расчетные уровни звука в расчетных точках приведены в таблице 9.

Таблица 9. Расчетные уровни звука

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Расчетные точки** | **Расчетные уровни звука, дБА**  **в расчетных точках** | |
| **с 7 до 23 ч** | **с 23 до 7 ч** |
| РТ 1, жилой дом № 34 (от ул. Березовая аллея) | 69,2 | 57,8 |
| РТ 2, жилой дом № 28 (от ул. Березовая аллея) | 68,9 | 57,6 |
| РТ 3, жилой дом № 18 (от ул. Березовая аллея) | 64,8 | 53,5 |
| РТ 4, жилой дом № 18 (от ул. Санаторный переулок) | 61,6 | 54,1 |
| РТ 5, жилой дом № 20 (от ул. Березовая аллея) | 65,4 | 55,1 |
| РТ 6, жилой дом № 20 (от ул. Березовая аллея) | 63,7 | 52,5 |
| РТ 7, жилой дом № 26 (от ул. Березовая аллея) | 65,4 | 55,1 |
| РТ 8, жилой дом № 30 (от ул. Березовая аллея) | 63,6 | 52,4 |

Анализ результатов расчета, приведенных в таблице 9, показывает, что превышение нормативных значений уровня звука в расчетных точках в дневное время суток составляет от 6,6 до 14 дБА, а в ночное от 7,4 до 12,8 дБА.

1. **Разработка шумозащитных мероприятий**

**4.1. Общие положения и принцип действия АЭ**

Для достижения акустического комфорта (т.е. снижения до нормативных значений) в жилых помещениях с нормируемым уровнем звука рекомендуются следующие меры:

* Установка акустического экрана (шумозащитного экрана);
* Шумозащитное остекление.

На сегодняшний день наиболее распространенным мероприятием, обеспечивающим снижение УЗ до нормативных значений на селитебной территории и в зданиях, является установка шумозащитного экрана. В случае недостаточности эффективности акустического экрана рекомендуется применение шумозащитного остекления.

Формирование и распространение звукового поля на селитебной территории зависит от целого ряда факторов, наиболее значимыми из которых являются:

* Характеристики ИШ;
* Расположение ИШ;
* Наличие акустических средств защиты на пути распространения звука.

***\**** Первые два фактора определяют распространение прямого звука.

Акустические экраны – являющиеся физической преградой на пути распространения звука от ИШ – устанавливаются вдоль автодорог, располагаются между источником шума (потоком транспортных средств) и защищаемым объектом (селитебной территорией).

К настоящему времени накоплен достаточно обширный практический опыт применения акустических экранов (АЭ) для снижения шума транспорта в Японии, США, Германии, Италии, и многих др. странах, где вдоль автомобильных трасс установлены десятки тысяч километров экранов. В России акустические экраны применяются, в основном, для снижения шума строящихся или реконструируемых объектов, промышленных установок.

Принцип действия АЭ основан на отражении звука от пространственной преграды, одна или несколько граней которой имеют конечные размеры, а также на образовании за экраном зоны, частично защищенной от шума, так называемой зоны акустической тени.

***Акустическая тень*** – не является зоной «абсолютной тишины», в силу дифракции звуковой волны. По своей сути зона «акустической тени» - есть условная относительная граница.

Звуковая энергия, излучаемая транспортным потоком, падает на шумозащитный экран, частично отражается от экрана (Iотр); может частично проникать за экран (Iпр). В случае, если неправильно выбран материал экрана, обладающий низкой звукоизоляцией, или если в поверхности экрана имеются отверстия и проемы; дифрагирует за экран (Iдиф), то есть огибает «открытое» ребро экрана, а также поглощается экраном (Iпогл), если материал экрана обладает высокими звукопоглощающими свойствами (рисунок 2).



Рисунок 2 – Расчетная схема шумозащитного экрана

ИШ – источник шума (транспортный поток),

РТ – расчетная точка (защищаемая территория или здание),

hэкр – высота экрана, Iотр – звук, отраженный от акустического экрана (АЭ),

Iпр – звук, проходящий через АЭ (присутствует только в случае, если неправильно выбран материал экрана, обладающий низкой звукоизоляцией, или если в поверхности экрана имеются отверстия и проемы), Iдиф – дифрагирующий звук, попадающий к защищаемому объекту при огибании звуковой волной препятствия (свободного ребра экрана),

Iпогл – звук, поглощенный экраном

***Эффективность экрана*** – уровень снижения шума экраном. Эффективность снижения шума акустическим экраном находится в зависимости от различных факторов, характеризующих не только источник шума (спектральный состав, направленность, вертикальные и горизонтальные координаты, и т.д.), но и описывающих непосредственно экран (длину и высоту, конструктивные особенности – форму, звукопоглощение и звукоизоляцию экрана и пр.). Помимо вышеупомянутого, эффективность экрана зависит от характеристик окружающей среды (этажности защищаемой жилой застройки, наличия зданий и сооружений между источником шума и жилой застройкой и др.).

Таким образом, наблюдается необходимость рассчитывать эффективность экрана для каждой конкретной точки защищаемой жилой застройки отдельно.

При этом, при разработке конструкции экрана рекомендуется учитывать наличие или отсутствие тех или иных факторов, которые могут оказывать влияние на:

* Эффективность экрана;
* Эстетическое восприятие экрана;
* Эксплуатационные характеристики;
* Стоимостные характеристики.

Существующая стандартизированная методика для расчета эффективности экранов, учитывающая влияние высоты и длины экрана на уровень снижения шума в конкретной точке, представлена в [9].

Экспериментальным путем эффективность АЭ на данном этапе развития определяется согласно [10], гармонизированному с ISO 10847–1997 «Акустика – определение эффективности экранов всех типов в условиях эксплуатации на открытой местности» [11].

Согласно СП 276.1325800.2016 [12] снижение уровней звука экраном, определяемое высотой экрана, следует определять в зависимости от разности длин путей прохождения звукового луча (м) при принятой высоте экрана, опираясь на данные таблицы 10.

Таблица 10. Снижение уровня звука за экраном

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Разность длин**  **путей прохождения**  **звукового луча , м** | **Снижение уровня**  **звука экраном**  **, дБА** | **Разность длин путей**  **Прохождения**  **звукового луча , м** | **Снижение**  **уровня звука**  **экраном**  **, дБА** |
| 0,005 | 6 | 0,48 | 16 |
| 0,02 | 8 | 0,83 | 18 |
| 0,06 | 10 | 1,4 | 20 |
| 0,14 | 12 | 2,4 | 22 |
| 0,28 | 14 | 6 | 24 |

Разность длин путей прохождения звукового луча  в м следует определять по формуле (рисунок 3)

|  |  |
| --- | --- |
|  | (6) |

Где: а – кратчайшее расстояние между геометрическим центром источника шума и верхней кромкой экрана, м;

b – кратчайшее расстояние между расчетной точкой и верхней кромкой экрана, м;

с – кратчайшее расстояние между геометрическим центром источника шума и расчетной точкой, м.

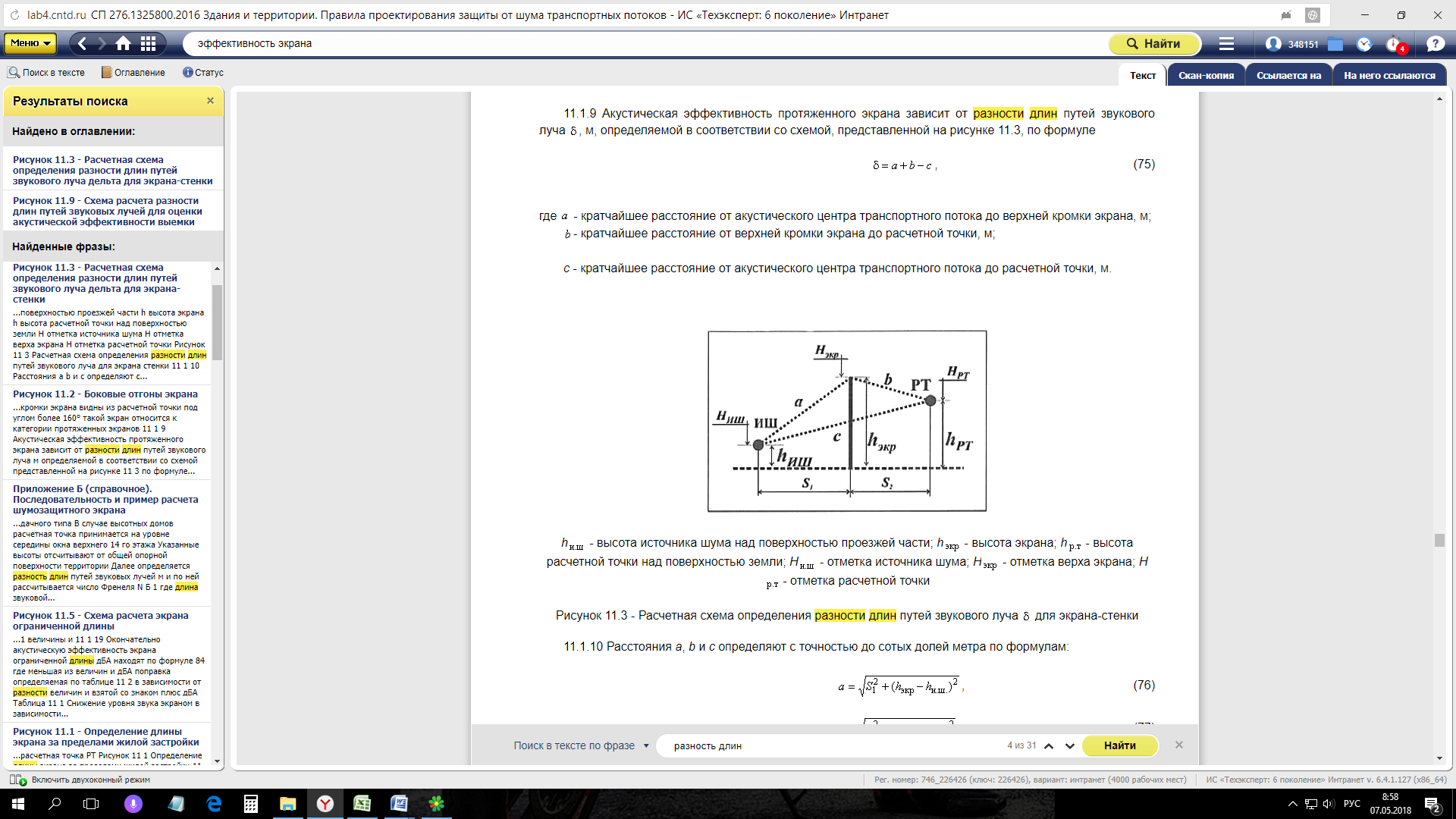


Рисунок 3 – Расчетные схемы для определения снижения уровня звука за экранами

**Условные обозначения:** hИШ - высота источника шума над поверхностью проезжей части;   
hЭКР - высота экрана; hРТ - высота расчетной точки над поверхностью земли; НИШ - отметка источника шума; HЭКР - отметка верха экрана; НРТ - отметка расчетной точки

Снижение уровня звука экраном и , в дБА, показывающее зависимость эффективности экрана от его длины, следует определять в соответствии с таблицей 11, в зависимости от величины , в дБА, и углов , (рисунок 4) при известной длине экрана.



Рисунок 4 – Расчетные схемы для определения снижения уровня звука за экранами

**Условные обозначения:** R – расстояние от расчетной точки до экрана по перпендикуляру,

L1 – длина экрана от перпендикуляра R до окончания забора по ул. Семашко,

L2 – длина экрана от перпендикуляра R до окончания забора по ул.Нижегородской.

Величину реального снижения уровня звука экраном, в дБА, можно вычислить по формуле

|  |  |
| --- | --- |
|  | (7) |

Где: – меньшая из величин и , дБА, определенных по таблице 11.

– поправка в дБА, определяемая по таблице 12, в зависимости от разности величин и .

Таблица 11. Снижение УЗ в зависимости от угла

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Угол ,** | **45** | **50** | **55** | **60** | **65** | **70** | **75** | **80** | **85** |
| **Снижение** , дБА | **Снижение УЗ при данном угле и ,  и  в дБА** | | | | | | | | |
| 6 | 1,2 | 1,7 | 2,3 | 3 | 3,8 | 4,5 | 5,1 | 5,7 | 6 |
| 8 | 1,7 | 2,3 | 3 | 4 | 4,8 | 5,6 | 6,5 | 7,4 | 8 |
| 10 | 2,2 | 2,9 | 3,8 | 4,8 | 5,8 | 6,8 | 7,8 | 9 | 10 |
| 12 | 2,4 | 3,1 | 4 | 5,1 | 6,2 | 7,5 | 8,8 | 10,2 | 11,7 |
| 14 | 2,6 | 3,4 | 4,3 | 5,4 | 6,7 | 8,1 | 9,7 | 11,5 | 13,3 |
| 16 | 2,8 | 3,6 | 4,5 | 5,7 | 7 | 8,6 | 10,4 | 12,4 | 15 |
| 18 | 2,9 | 3,7 | 4,7 | 5,9 | 7,3 | 9 | 10,8 | 13 | 16,8 |
| 20 | 3,2 | 3,9 | 4,9 | 6,1 | 7,6 | 9,4 | 11,3 | 13,7 | 18,7 |
| 22 | 3,3 | 4,1 | 5,1 | 6,3 | 7,9 | 9,8 | 11,9 | 14,5 | 20,7 |
| 24 | 3,5 | 4,3 | 5,8 | 6,5 | 8,2 | 10,2 | 12,6 | 15,4 | 22,6 |

Таблица 12. Поправка на разность углов

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Разность между, дБА** | 0 | 2 | 4 | 6 | 8 | 10 | 12 | 14 | 16 | 18 | 20 | 22 |
| **Поправка , в дБА** | 0 | 0,8 | 1,5 | 2 | 2,4 | 2,6 | 2,8 | 2,9 | 2,9 | 3 | 3 | 3 |

**4.2 Расчет эффективности существующего акустического экрана (забора)**

Длина существующего забора, который расположен на расстоянии 14 м от транспортного потока, составляет 294 м, а высота 3 м. Произведем расчет существующего забора, который поможет определить, обеспечит ли АЭ такой же высоты необходимое снижение уровня звука в РТ, расположенной на высоте (окна второго этажа) и равное 4,5м. Расчет эффективности шумозащитного экрана выполнен по методике, изложенный в СНиП II-12-77 [12]. Расчетная схема экрана приведена на рисунке 5.



Рисунок 5 – Расчетная схема экрана

Результаты расчета в м, полученные по формуле 6, а также снижение уровня звука экраном по высоте , дБА, определенного по таблице 12 представлены в таблице 13.

Таблица 13. Снижение уровня звука АЭ в дБА для расчетных точек.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Расчетная**  **точка** | **а** | **в** | **с** |  |  | **r** | **R** |  |
| РТ1 | 14,378 | 4,2720 | 18,2483 | 0,3415 | 4,5 | 14,0 | 4,0 | 14,5 |
| РТ2 | 14,378 | 5,2202 | 19,2354 | 0,3026 | 4,5 | 14,0 | 5,0 | 14,2 |
| РТ3 | 14,378 | 35,0321 | 49,0918 | 0,2582 | 4,5 | 14,0 | 35,0 | 13,2 |
| РТ4 | 14,378 | 51,0221 | 65,0692 | 0,2707 | 4,5 | 14,0 | 51,0 | 13,5 |
| РТ5 | 14,378 | 29,0388 | 43,1045 | 0,2521 | 4,5 | 14,0 | 29,0 | 13,2 |
| РТ6 | 14,378 | 49,0230 | 63,0714 | 0,2694 | 4,5 | 14,0 | 49,0 | 13,3 |
| РТ7 | 14,378 | 29,0388 | 43,1045 | 0,2521 | 4,5 | 14,0 | 29,0 | 13,2 |
| РТ8 | 14,378 | 50,0225 | 64,0703 | 0,2700 | 4,5 | 14,0 | 50,0 | 13,5 |

 – высота расчетной точки, м;

r – расстояние от транспортного потока до шумозащитного экрана, м;

R – расстояние от расчетной точки до шумозащитного экрана, м.

Расчетная схема для определения снижения уровня звука за экраном в зависимости от величины  в дБА и углов  и  при принятой длине показана на рисунке 4.

Результаты расчета эффективности экрана для каждой расчетной точки, выполненные по формуле 7, с учетом  и  в дБА и , определяемых по таблицам 11 и 12, соответственно, приведены в таблице 14.

Таблица 14. Эффективность АЭ  в дБА для расчетных точек

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Расчетная**  **точка** |  |  | **R** |  |  |  |  |  |  |  |
| РТ1 | 234 | 60 | 4,0 | 88,5 | 84,3 | 14,5 | 13,5 | 13,2 | 0,3 | 13,2 |
| РТ2 | 206 | 88 | 5,0 | 88,6 | 86,7 | 14,2 | 13,5 | 13,5 | 0,0 | 13,5 |
| РТ3 | 130 | 164 | 31,0 | 75,0 | 78,0 | 13,2 | 9,5 | 10,5 | 1,0 | 9,9 |
| РТ4 | 136 | 240 | 51,0 | 68,0 | 77,1 | 13,5 | 7,2 | 10,6 | 3,4 | 8,6 |
| РТ5 | 198 | 96 | 29,0 | 81,7 | 73,2 | 13,2 | 10,9 | 8,9 | 2,0 | 9,7 |
| РТ6 | 192 | 102 | 45,0 | 75,7 | 64,3 | 13,3 | 9,4 | 6,5 | 2,9 | 7,8 |
| РТ7 | 228 | 66 | 29,0 | 82,7 | 66,3 | 13,2 | 12,2 | 6,6 | 5,6 | 8,2 |
| РТ8 | 288 | 116 | 50,0 | 80,1 | 66,7 | 13,5 | 11,3 | 6,6 | 4,7 | 8,2 |

Результаты расчета, представленные в таблице 14, показывают, что существующий забор обеспечивает снижение шума до нормативных значений от транспортного потока в дневное время суток в РТ3 и РТ4, а в ночное время суток такой забор не обеспечивает ни в одной расчетной точке. Для обеспечения нормативных значений уровня звука во всех РТ как в дневное, так и ночное время суток необходимо увеличить высоту АЭ и его звукоизолирующую способность.

Увеличим высоту АЭ до 5 м – чтобы высота экрана была выше высоты окон второго этажа домов - с сохранением прежней длины. И проведем расчет эффективности еще раз.

**4.3 Расчет эффективности предлагаемого акустического экрана (высотой 5 м)**

Длина предлагаемого проектируемого АЭ, который будет расположен на расстоянии также в 14 м от транспортного потока, останется 294 м, а высоту увеличим до 5 м. Произведем расчет, который поможет определить, обеспечит ли шумозащитный экран (ШЭ) данной высоты необходимое снижение уровня звука в РТ, расположенной на высоте (окна второго этажа) и равное 4,5м. Расчет эффективности шумозащитного экрана выполнен по методике, изложенный в [12]. Расчетная схема экрана приведена на рисунке 6.



Рисунок 6 – Расчетная схема экрана

Результаты расчета в м, полученные по формуле 6, а также снижение уровня звука экраном по высоте , дБА, определенного по таблице 12 представлены в таблице 15.

Таблица 15. Снижение уровня звука АЭ в дБА для расчетных точек.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Расчетная**  **точка** | **а** | **в** | **с** |  |  | **r** | **R** |  |
| РТ1 | 14,8661 | 4,0311 | 18,6815 | 0,2157 | 4,5 | 14,0 | 4,0 | 12,7 |
| РТ2 | 14,8661 | 5,0249 | 19,6469 | 0,2441 | 4,5 | 14,0 | 5,0 | 12,8 |
| РТ3 | 14,8661 | 35,0036 | 45,2544 | 0,6152 | 4,5 | 14,0 | 35,0 | 16,5 |
| РТ4 | 14,8661 | 51,0025 | 65,1920 | 0,6765 | 4,5 | 14,0 | 51,0 | 17,3 |
| РТ5 | 14,8661 | 29,0043 | 43,2897 | 0,5807 | 4,5 | 14,0 | 29,0 | 16,4 |
| РТ6 | 14,8661 | 45,0026 | 63,198 | 0,6705 | 4,5 | 14,0 | 49,0 | 17,3 |
| РТ7 | 14,8661 | 29,0043 | 43,2897 | 0,5807 | 4,5 | 14,0 | 29,0 | 16,4 |
| РТ8 | 14,8661 | 50,0025 | 64,1950 | 0,6736 | 4,5 | 14,0 | 50,0 | 17,3 |

 – высота расчетной точки, м;

r – расстояние от транспортного потока до шумозащитного экрана, м;

R – расстояние от расчетной точки до шумозащитного экрана, м.

Расчетная схема для определения снижения уровня звука за экраном в зависимости от величины  в дБА и углов  и  при принятой длине показана на рисунке 4.

Результаты расчета эффективности экрана для каждой расчетной точки, выполненные по формуле 7, с учетом  и  в дБА и , определяемых по таблицам 11 и 12, соответственно, приведены в таблице 16.

Таблица 16. Эффективность АЭ  в дБА для расчетных точек

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Расчетная**  **точка** |  |  | **R** |  |  |  |  |  |  |  |
| РТ1 | 234 | 60 | 4,0 | 88,5 | 84,3 | 12,7 | 12,6 | 12,5 | 0,1 | 12,5 |
| РТ2 | 206 | 88 | 5,0 | 88,6 | 86,7 | 12,8 | 12,7 | 12,7 | 0,0 | 12,7 |
| РТ3 | 130 | 164 | 31,0 | 74,9 | 77,9 | 16,5 | 10,4 | 11,4 | 1,1 | 11 |
| РТ4 | 136 | 240 | 51,0 | 68,0 | 77,1 | 17,3 | 7,5 | 10,5 | 3 | 8,7 |
| РТ5 | 198 | 96 | 29,0 | 81,7 | 73,2 | 16,4 | 12,5 | 10,4 | 2,1 | 11,2 |
| РТ6 | 192 | 102 | 45,0 | 75,7 | 64,3 | 17,3 | 10,6 | 7,1 | 3,5 | 8,9 |
| РТ7 | 228 | 66 | 29,0 | 82,7 | 66,3 | 16,4 | 12,6 | 7,4 | 5,2 | 9,2 |
| РТ8 | 288 | 116 | 50,0 | 80,1 | 66,7 | 17,3 | 12,7 | 7,3 | 5,4 | 9,1 |

Результаты расчета, представленные в таблице 16, показывают, что существующий забор обеспечивает снижение шума до нормативных значений от транспортного потока в дневное время суток во всех расчетных точках, кроме РТ1, РТ2 и РТ7, а в ночное время суток такой забор не обеспечивает снижение шума до нормативных значений ни в одной расчетной точке. Для обеспечения нормативных значений уровня звука во всех РТ как в дневное, так и ночное время суток необходимо увеличить высоту АЭ и его звукоизолирующую способность.

Увеличим высоту АЭ до 5,5 м – чтобы высота экрана была выше высоты окон второго этажа домов - с сохранением прежней длины. И проведем расчет эффективности еще раз.

**4.4 Расчет эффективности предлагаемого акустического экрана (высотой 5,5 м)**

Длина предлагаемого проектируемого АЭ, который будет расположен на расстоянии также в 14 м от транспортного потока, останется 294 м, а высоту увеличим до 5,5 м (рисунок 6). Произведем расчет, который поможет определить, обеспечит ли АЭ данной высоты необходимое снижение уровня звука в РТ, расположенной на высоте (окна второго этажа) и равное 4,5м. Расчет эффективности шумозащитного экрана выполнен по методике, изложенный в СНиП II-12-77 [12].

Результаты расчета в м, полученные по формуле 6, а также снижение уровня звука экраном по высоте , дБА, определенного по таблице 12 представлены в таблице 17.

Таблица 17. Снижение уровня звука АЭ в дБА для расчетных точек.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Расчетная**  **точка** | **а** | **в** | **с** |  |  | **r** | **R** |  |
| РТ1 | 15,0416 | 4,1231 | 18, 8215 | 0,3432 | 4,5 | 14,0 | 4,0 | 14,6 |
| РТ2 | 15,0416 | 5,0990 | 19,7800 | 0,3606 | 4,5 | 14,0 | 5,0 | 14,8 |
| РТ3 | 15,0416 | 35,0143 | 49,3077 | 0,7482 | 4,5 | 14,0 | 35,0 | 17,3 |
| РТ4 | 15,0416 | 51,0098 | 65,2323 | 0,8191 | 4,5 | 14,0 | 51,0 | 17,7 |
| РТ5 | 15,0416 | 29,0172 | 43,3503 | 0,7085 | 4,5 | 14,0 | 29,0 | 17,1 |
| РТ6 | 15,0416 | 45,0111 | 63,2329 | 0,8122 | 4,5 | 14,0 | 49,0 | 17,7 |
| РТ7 | 15,0416 | 29,0172 | 43,3503 | 0,7085 | 4,5 | 14,0 | 29,0 | 17,1 |
| РТ8 | 15,0416 | 50,0100 | 64,2359 | 0,8157 | 4,5 | 14,0 | 50,0 | 17,7 |

 – высота расчетной точки, м;

r – расстояние от транспортного потока до шумозащитного экрана, м;

R – расстояние от расчетной точки до шумозащитного экрана, м.

Расчетная схема для определения снижения уровня звука за экраном в зависимости от величины  в дБА и углов  и  при принятой длине показана на рисунке 4.

Результаты расчета эффективности экрана для каждой расчетной точки, выполненные по формуле 7, с учетом  и  в дБА и , определяемых по таблицам 11 и 12, соответственно, приведены в таблице 18.

Таблица 18. Эффективность АЭ  в дБА для расчетных точек

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Расчетная**  **точка** |  |  | **R** |  |  |  |  |  |  |  |
| РТ1 | 234 | 60 | 4,0 | 88,5 | 84,3 | 14,6 | 14,5 | 14,4 | 0,1 | 14,4 |
| РТ2 | 206 | 88 | 5,0 | 88,6 | 86,7 | 14,8 | 14,6 | 14,6 | 0,0 | 14,6 |
| РТ3 | 130 | 164 | 35,0 | 74,9 | 77,9 | 17,3 | 10,7 | 12,7 | 2,0 | 11,5 |
| РТ4 | 136 | 240 | 51,0 | 68,0 | 77,1 | 17,7 | 8,9 | 12,5 | 3,5 | 10,3 |
| РТ5 | 198 | 96 | 29,0 | 81,7 | 73,2 | 17,1 | 12,7 | 10,5 | 2,2 | 11,5 |
| РТ6 | 192 | 102 | 49,0 | 75,7 | 64,3 | 17,7 | 10,8 | 7,1 | 3,7 | 8,5 |
| РТ7 | 228 | 66 | 29,0 | 82,7 | 66,3 | 17,1 | 12,7 | 7,3 | 5,4 | 9,0 |
| РТ8 | 288 | 116 | 50,0 | 80,1 | 66,7 | 17,7 | 12,7 | 7,4 | 5,3 | 9,1 |

Результаты расчета, представленные в таблице 16, показывают, что существующий забор обеспечивает снижение шума до нормативных значений от транспортного потока в дневное время суток во всех РТ, кроме РТ6 и РТ7, а в ночное время суток такой АЭ обеспечивает снижение до нормативных значений шум во всех расчетных точках, за исключение РТ7. Как видим, увеличение высоты экрана даже до 5,5 м не очень эффективно, следовательно, необходимо выбрать другой способ увеличения эффективности экрана, при этом минимизировать высоту. Например, можно попробовать сократить дистанцию от АЭ до ИШ.

**4.5 Определение нового мета установки АЭ, расчет его эффективности с учетом минимизации высоты и оптимизации длины для обеспечения норм по шуму**

Для обеспечения снижения шума до нормативных значений в РТ, как в дневное, так и ночное время суток выполним расчет эффективности АЭ, расположенного на расстоянии 3 м от транспортного потока высотой 3 м.

Результаты расчета в м, полученные по формуле 6, а также снижение уровня звука экраном по высоте , дБА, определенного по таблице 12 представлены в таблице 19.

Таблица 19. Снижение уровня звука АЭ в дБА для расчетных точек.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Расчетная**  **точка** | **а** | **в** | **с** |  |  | **r** | **R** |  |
| РТ1 | 4,2426 | 15,0749 | 18,2483 | 1,0692 | 4,5 | 3,0 | 15,0 | 18,1 |
| РТ2 | 4,2426 | 16,0702 | 19,2354 | 1,0774 | 4,5 | 3,0 | 16,0 | 18,2 |
| РТ3 | 4,2426 | 46,0245 | 45,0918 | 1,1753 | 4,5 | 3,0 | 46,0 | 18,9 |
| РТ4 | 4,2426 | 62,0181 | 65,0692 | 1,1916 | 4,5 | 3,0 | 62,0 | 19,0 |
| РТ5 | 4,2426 | 40,0281 | 43,1045 | 1,1662 | 4,5 | 3,0 | 40,0 | 18,8 |
| РТ6 | 4,2426 | 60,0187 | 63,0714 | 1,1900 | 4,5 | 3,0 | 60,0 | 19,0 |
| РТ7 | 4,2426 | 40,0281 | 43,1045 | 1,1662 | 4,5 | 3,0 | 40,0 | 18,8 |
| РТ8 | 4,2426 | 61,0184 | 64,0703 | 1,1908 | 4,5 | 3,0 | 61,0 | 19,0 |

 – высота расчетной точки, м;

r – расстояние от транспортного потока до акустического экрана, м;

R – расстояние от расчетной точки до шумозащитного экрана, м.

Расчетная схема для определения снижения уровня звука за экраном в зависимости от величины  в дБА и углов  и  при принятой длине показана на рисунке 4.

Результаты расчета эффективности экрана для каждой расчетной точки, выполненные по формуле 7, с учетом  и  в дБА и , определяемых по таблицам 11 и 12, соответственно, приведены в таблице 20.

Таблица 20. Эффективность АЭ  в дБА для расчетных точек

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Расчетная**  **точка** |  |  | **R** |  |  |  |  |  |  |  |
| РТ1 | 234 | 60 | 15,0 | 88,5 | 84,3 | 18,1 | 16,9 | 16,8 | 0,1 | 16,8 |
| РТ2 | 206 | 88 | 16,0 | 88,6 | 86,7 | 18,2 | 16,9 | 16,9 | 0,0 | 16,9 |
| РТ3 | 130 | 164 | 46,0 | 74,9 | 77,9 | 18,9 | 11,1 | 13,5 | 2,4 | 12,0 |
| РТ4 | 136 | 240 | 62,0 | 68,0 | 77,1 | 19,0 | 7,4 | 13,4 | 6,0 | 9,4 |
| РТ5 | 198 | 96 | 40,0 | 81,7 | 73,2 | 18,8 | 13,5 | 11,0 | 2,5 | 11,9 |
| РТ6 | 192 | 102 | 60,0 | 75,7 | 64,3 | 19,0 | 11,3 | 7,3 | 4 | 8,8 |
| РТ7 | 228 | 66 | 40,0 | 82,7 | 66,3 | 18,8 | 13,6 | 7,6 | 6,0 | 9,6 |
| РТ8 | 288 | 116 | 61,0 | 80,1 | 66,7 | 19,0 | 13,2 | 9,2 | 4 | 10,7 |

Результаты расчета, представленные в таблице 18, показывают, АЭ высотой 3 м и установленный на расстоянии 3 м от ИШ обеспечивает снижение шума до нормативных значений от транспортного потока в дневное время суток во всех РТ, кроме РТ7, в ночное время суток ситуация аналогичная: Превышение в дневное время составит 0,8 дБА, а в ночное – 0,5 дБА.

**4.6 Определение нового места установки АЭ, расчет его эффективности с учетом минимизации высоты и оптимизации длины для обеспечения норм по шуму в РТ1, РТ2 и РТ7**

Выполним расчет АЭ высотой 3,5 м, уменьшив длину АЭ до 200 м для РТ1, РТ2 и РТ7, предположительное место установки от ИШ 3 м.

Результаты расчета в м, полученные по формуле 6, а также снижение уровня звука экраном по высоте , дБА, определенного по таблице 12 представлены в таблице 21.

Таблица 21. Снижение уровня звука за АЭ в дБА для расчетных точек

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Расчетная**  **точка** | **а** | **в** | **с** |  |  | **r** | **R** |  |
| РТ1 | 4,6098 | 15,0333 | 18,3371 | 1,3059 | 4,5 | 3,0 | 15,0 | 19,8 |
| РТ2 | 4,6098 | 16,0312 | 19,3197 | 1,3213 | 4,5 | 3,0 | 16,0 | 19,9 |
| РТ7 | 4,6098 | 40,0125 | 43,1422 | 1,4801 | 4,5 | 3,0 | 40,0 | 20,2 |

Результаты расчета эффективности экрана для каждой расчетной точки, выполненные по формуле 7, с учетом  и  в дБА и , определяемых по таблицам 11 и 12, соответственно, приведены в таблице 22.

Таблица 22. Эффективность АЭ  в дБА для расчетных точек РТ1, РТ2 и РТ7

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Расчетная**  **точка** |  |  | **R** |  |  |  |  |  |  |  |
| РТ1 | 120 | 80 | 15,0 | 82,0 | 75,3 | 19,8 | 13,7 | 11,2 | 2,5 | 12,2 |
| РТ2 | 90 | 110 | 16,0 | 80,4 | 81,6 | 19,9 | 13,2 | 15,2 | 2,0 | 14,0 |
| РТ7 | 105 | 95 | 40,0 | 81,8 | 80,2 | 20,2 | 15,1 | 14,1 | 1,0 | 14,5 |

Как видим, конструктивно выполненный АЭ данной конфигурации обеспечит необходимой снижений УЗ в РТ1, РТ2 и РТ7.

1. **Определение ветровой нагрузки**

Согласно СП 20.13330.2011 [13], ветровая нагрузка на конструкцию акустического (шумозащитного) экрана определяется в следующем порядке:

1. Определение ветрового района [13];
2. Определение эквивалентной высоты экрана;
3. Установление коэффициента, учитывающего изменение ветрового давления для эквивалентной высоты;
4. Определение аэродинамического коэффициента;
5. Вычисление средней составляющей ветровой нагрузки по п.11.1.3 [13];
6. Определение пульсационной составляющей ветровой нагрузки 𝑤𝑝 по п.11.1.8 [13];
7. Определение нормативной ветровой нагрузки по п.11.1.2 [13];
8. Определение расчётной ветровой нагрузки.

***Исходные данные:***

Местность: г. Санкт – Петербург и Лен. обл.;

Высота секции экрана – 3,5 м, длина секции экрана – 4 м.

***Расчет ветровой нагрузки:***

1. Нормативное значение средней составляющей ветровой нагрузки, согласно ОДМ 218.2.013-2001 следует рассчитывать по формуле

|  |  |
| --- | --- |
|  | (8) |

Где: - нормативное значение средней составляющей ветровой

нагрузки, кПа;

- нормативное значение ветрового давления для района проектирования (ветровой район) по табл. 11.1 [13];

- коэффициент, учитывающий изменение ветрового давления для высоты (см. п. Д.3) [13];

- аэродинамический коэффициент для шумозащитных экранов – плоских, сплошных конструкций, определяется в соответствии с Приложением В[13].

|  |  |
| --- | --- |
|  | [кПа] |

1. Пульсационная составляющая нормативного давления определяется по формуле

|  |  |
| --- | --- |
|  | [9] |

Где: где - определяется в соответствии с формулой, кПа8;

**-** коэффициент пульсации давления ветра, принимаемый по таблице 11.4 или формуле (11.6) для эквивалентной высоты [13], тип местности B;

- коэффициент пространственной корреляции пульсаций давления ветра (см. 11.1.11) [13].

|  |  |
| --- | --- |
|  | [кПа] |

1. Определение нормативной ветровой нагрузки , по формуле 10

|  |  |
| --- | --- |
|  | [10] |

|  |  |
| --- | --- |
|  | [кПа] |

1. Расчетная ветровая нагрузка определяется по формуле 11

|  |  |
| --- | --- |
|  | [11] |

Где: - коэффициент надёжности по ветровой нагрузке, согласно разделу 11 [13].

|  |  |
| --- | --- |
|  | [кПа] |

Таблица 23 – Сводная таблица по ветровой нагрузке

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **, кПА** | **, кПа** | **, кПа** | **, кПа** |
| 0,138 | 0,150 | 0,288 | 0,403 |

**Заключение**

1. Курсовой проект посвящен оценке существующего акустического воздействия от транспортных потоков, движущихся по ул. Санаторный переулок и ул. Березовая аллея на территорию ЖСК «Модуль», г. Сертолово.

2. Результаты расчета показали, что превышение нормативных значений уровня звука в расчетных точках в дневное время суток составляет от 4,5 до 17 дБА, а в ночное от 1,2 до 12,1 дБА.

3. Для обеспечения нормативного значения уровня шума во всех расчетных точ-ках эффективность акустического экрана должна составлять не менее 18 дБА.

4. Результаты расчета показали, что установка АЭ высотой 3 м, длиной 248 м, на расстоянии 3 м от транспортного потока обеспечит снижение шума во всех расчетных точках, кроме РТ1, РТ2 и РТ7, до нормативных значений, как в ночное, так и дневное время суток.

5. Результаты расчета показали, что установка АЭ высотой 3,5 м, длиной 200 м, на расстоянии 3 м от транспортного потока, обеспечит снижение шума во всех расчетных точках, до нормативных значений, как в ночное, так и дневное время суток.

6. Был произведен расчет ветровой нагрузки на АЭ.

**Список обозначений и сокращений**

|  |  |
| --- | --- |
| АЭ | акустический экран |
| ШЭ | шумозащитный экран |
| ИШ | источник шума |
| РТ | расчетная точка |
| ШХ | Шумовая характеристика |
| УЗ | уровень звука, дБА |
| УЗД | уровень звукового давления, дБ |
|  | нормативное значение средней составляющей ветровой нагрузки, кПа; |
|  | нормативное значение ветрового давления для района проектирования |
|  | коэффициент пульсации давления ветра |
|  | коэффициент надёжности по ветровой нагрузке |
| ЖСК | Жилищно-строительный кооператив |
| ЖЗ | Жилая застройка |
| ПДК | Предельно-допустимая концентрация |
| ШХ | Шумовая характеристика |
| УЗД | Уровень звукового давления |

**Список источников и литературы**

|  |  |
| --- | --- |
| 1 | ГОСТ 17187-2010. (IEC 61672-1:2002) Шумомеры. Часть 1. Технические требования // Принят: Росстандартом. – действует с 01.11.2012 |
| 2 | ГОСТ 17168-82. (СТ СЭВ 1807-79) Фильтры электронные октавные и третьоктавные. Общие технические требования и методы испытаний. |
| 3 | ГОСТ 12.1.003-2014. ССБТ. Шум. Общие требования безопасности |
| 4 | ГОСТ 23337-2014. Шум. Методы измерения шума на селитебной территории и помещениях жилых и общественных зданий. |
| 5 | СП 51.13330.2011. Защита от шума. Актуализированная редакция СНиП 23-03-2003. (с Изменением N 1). Минрегион России. - М.: ОАО "ЦПП", 2010 год. |
| 6 | ГОСТ 20444-2014 «Шум. Транспортные потоки. Методы измерения шумовой характеристики». |
| 7 | 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. |
| 8 | ГОСТ Р 51943-2002. Экраны акустические для защиты от шума транспорта. Методы экспериментальной оценки эффективности. |
| 9 | ОДМ 218.2.013-2011. Методические рекомендации по защите от транспортного шума территорий, прилегающих к автомобильным дорогам. |
| 10 | ISO 10847–1997 «Акустика – определение эффективности экранов всех типов в условиях эксплуатации на открытой местности». |
| 11 | СП 276.1325800.2016. Здания и территории. Правила проектирования защиты от шума транспортных потоков. |
| 12 | СП 20.13330.2011 Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85\*. М.: Минрегион России, 2011 год. |