

УДК: 534.6
OECD: 01.03.AA

Возможность применения метода измерения промышленных предприятий с множественными источниками шума в условиях плотной застройки промышленными предприятиями

Югай Л.А.

Аспирант 3 курса СПбГТИ(ТУ), г. Санкт-Петербург, РФ

Аннотация

Данная работа посвящена измерению промышленного шума и оценке вклада крупного промышленного предприятия в шумовую обстановку селитебной территории. Метод измерения шума основан на ГОСТ 31297-2005 и использует анализатор шума и вибрации «ЭКОФИЗИКА-110А» и калибратор акустический АК-1000. Измерения проводятся на двух производственных территориях, одна из которых находится в отдалении от значимых производственных источников шума, а другая – в глубине производственной территории. Результаты измерений показывают, что метод определения звуковой мощности предприятия как единого источника корректен, если предприятие находится в отдалении от зоны акустического воздействия сторонних источников шума. В случае высокого уровня фонового шума данный метод использовать не корректно, и необходимо провести дальнейшее изучение данной проблематики.

Ключевые слова: измерение УЗД, источники промышленного шума, фоновый шум, производственный шум, метод измерения производственного шума.

The possibility of using the measurement method of industrial enterprises with multiple noise sources in conditions of dense construction by industrial enterprises

Yugay L.A.

3rd year postgraduate student of SPbGTI(TU), St. Petersburg, Russia

Abstract

This work is devoted to measuring industrial noise and assessing the contribution of a large industrial enterprise to the noise environment of a residential area. The noise measurement method is based on GOST 31297-2005 and uses an 'ECOPHYSICS-110A' noise and vibration analyzer and an AK-1000 acoustic calibrator. Measurements are carried out in two production areas, one of which is located at a distance from significant production noise sources, and the other is in the depths of the production area. The measurement results show that the method of determining the sound power of an enterprise as a single source is correct if the enterprise is located at a distance from the zone of acoustic impact of third-party noise sources. In the case of a high level of background noise, this method is not used correctly, and it is necessary to conduct further study of this problem.

Keywords: measurement of UZD, sources of industrial noise, background noise, industrial noise, method of measuring industrial noise.

Введение

Технический прогресс демонстрирует устойчивую тенденцию к непрерывному росту производительности и эффективности промышленного оборудования, параллельно улучшая его характеристики. Это достигается посредством усовершенствования отдельных элементов оборудования, оптимизации скоростных и силовых параметров рабочих механизмов, что, однако, может приводить к увеличению уровня динамических нагрузок, и, как следствие, к повышению интенсивности звукоизлучения в широком спектре частот [1-3].

В результате, производственные условия становятся более неблагоприятными по шумовому фактору, что требует применения эффективных мер по борьбе с производственным шумом. Это подчеркивает актуальность проблемы борьбы с шумом, которая постоянно требует нахождения новых решений [1,4].

С развитием технологий и ростом осведомленности о вреде шума, все большее значение приобретает контроль уровня шума, создаваемого промышленным оборудованием. Одним из ключевых аспектов в этом процессе является применение адекватных и точных методов измерения шума. Наиболее широко используемым подходом для оценки непостоянного индустриального шума в настоящее время является интегральный метод измерения эквивалентного уровня шума в дБ(А). В настоящее время, оценка шума на производстве обычно включает в себя проведение измерений с использованием шумомера в соответствии со стандартным протоколом. После проведения серии измерений, оператор выполняет необходимые вычисления, анализирует полученные данные о шуме и выносит заключение о приемлемости текущего уровня шума [1,5].

1. Комплексный подход к оценке шумового загрязнения

Наиболее эффективный способ оценки уровня шума в городе - это проведение фактических измерений на местности. Прежде чем начать измерения, необходимо определить, где, когда и при каких условиях они будут проводиться. Выбор места для измерения является ключевым фактором в любом исследовании шума. Обычно выбирают перекрестки, где наблюдается наибольшее скопление транспорта и людей. Иногда город делят на квадраты, и измерения проводят в точках пересечения этих квадратов [1, 6-8]. Выбор места измерений определяется целями исследования. Условия и время измерений зависят от того, насколько интенсивно источники шума влияют на окружающую среду. Это может зависеть от времени года, времени суток, погодных условий, производственных процессов и других факторов. Если нужно измерить шум от промышленного предприятия, расположенного среди других промышленных объектов, необходимо исключить все посторонние источники шума, которые могут повлиять на результаты измерений.

В рамках этого исследования был использован ГОСТ 31297-2005, чтобы определить разницу в уровне звуковой мощности между предприятием, которое находится в условиях фонового шума, и предприятием, которое расположено отдельно от других источников шума. Главная цель проверки этого метода – выявление возможности использования его как метода определения УЗД на территориях внутри промышленных предприятий [1, 5, 9]

Цель данной работы: проведение измерений шума с последующей обработкой данных в специализированной программе с целью определения звуковой мощности предприятий как единого источника шума в различных условиях.

2. Методология расчетного анализа

Для проведения измерений использовался анализатор шума и вибрации «ЭКОФИЗИКА-110А» и калибратор акустический АК-1000.

В основу метода измерения УЗД был взят ГОСТ 31297-2005. В рамках метода были выбраны 2 производственные территории. Первая территория находится в отдалении от значимых производственных источников шума. Вторая находится в глубине производственной территории.

Согласно данному методу, существует возможность оценки всех источников предприятия как единый источник шума, для этого необходимо провести натурные замеры по периметру предприятия согласно представленной схеме в ГОСТ 31297-2005 и далее на основании полученных натуральных значений УЗД получить звуковую мощность предприятия как единого источника. Для проверки возможности использования данного метода были отобраны производственные территории с известными источниками производственного шума. Одна территория находится в окружении производственных зданий, которые создают фоновый шум. Вторая территория была выбрана вне воздействия сторонних источников звукового воздействия [10-12].

В рамках сравнения был проведен расчет звукового давления в расчетных точках заранее определенных по ГОСТу 31297-2005. Расчет проводили на основании уровня звукового давления в расчетных точках от шумящего промышленного оборудования на площадках и от натуральных протоколов замеров по контуру объектов.

2.1. Расчет УЗМ предприятия по оборудованию

На территории площадки № 1 известные следующие ИШ: вентилятор ГОУ – 2 шт., валковая дробилка 400*500 мм, смеситель – 8 шт., дозатор – 11 шт.

На территории площадки № 2 известные следующие ИШ: мельница классификатор ТРИБОКИНЕТИКА – 4 шт., фильтр рукавный, вентилятор ПТУ-4, грохот АГХ – 6 шт., грохот МТС, измельчитель прессвалковый 600*200 мм, вентилятор ПТУ-1, фильтр рукавный ПТУ-1, фильтр рукавный ПТУ-3, вентилятор ПТУ-3, дробилка ударная В 5100 SE, грохот Минокс. Характеристика источников шума представлена в таблице 1.

Таблица 1

Шумовые характеристики источников шума на площадках №1 и №2

| № источника шума | Уровни звукового давления, дБ, в октавных полосах, со среднегеометрическими частотами, Гц | | | | | | | | | Наименование источника шума |
|---------------------|---|----|-----|-----|-----|------|------|------|------|---|
| | 31,5 | 63 | 125 | 250 | 500 | 1000 | 2000 | 4000 | 8000 | |
| Площадка № 1 | | | | | | | | | | |
| ИШ-1 | 88 | 87 | 78 | 77 | 76 | 76 | 72 | 68 | 62 | Вентилятор ГОУ №14210982 |
| ИШ-2 | 90 | 90 | 86 | 84 | 81 | 77 | 77 | 76 | 88 | Вентилятор ГОУ №14212561 |
| ИШ-3 | 88 | 88 | 86 | 82 | 83 | 76 | 77 | 69 | 68 | Валковая дробилка. 400*500 мм №14208920 |
| ИШ-4 | 87 | 86 | 86 | 82 | 79 | 76 | 72 | 69 | 68 | Смеситель №14209126 |
| ИШ-5 | 87 | 86 | 86 | 83 | 83 | 76 | 73 | 69 | 67 | Смеситель №14200989 |
| ИШ-6 | 87 | 86 | 84 | 83 | 78 | 76 | 73 | 69 | 66 | Смеситель №14200137 |
| ИШ-7 | 89 | 87 | 88 | 83 | 78 | 77 | 73 | 72 | 67 | Смеситель №14200138 |
| ИШ-8 | 84 | 83 | 82 | 80 | 78 | 77 | 73 | 72 | 66 | Смеситель №14209125 |
| ИШ-9 | 84 | 83 | 82 | 80 | 78 | 75 | 73 | 71 | 65 | Смеситель № 14200990 |
| ИШ-10 | 84 | 83 | 84 | 81 | 78 | 75 | 73 | 69 | 65 | Смеситель №14200999 |
| ИШ-11 | 85 | 83 | 82 | 80 | 78 | 74 | 73 | 69 | 64 | Дозатор №14301203 |
| ИШ-12 | 87 | 86 | 84 | 81 | 79 | 78 | 73 | 69 | 66 | Дозатор №14301320 |
| ИШ-13 | 88 | 86 | 84 | 81 | 80 | 79 | 74 | 72 | 67 | Дозатор №1431323 |
| ИШ-14 | 88 | 86 | 83 | 81 | 80 | 78 | 73 | 72 | 66 | Дозатор №6/н |
| ИШ-15 | 88 | 86 | 83 | 81 | 80 | 78 | 73 | 72 | 65 | Дозатор №6/н |
| ИШ-16 | 88 | 86 | 84 | 81 | 80 | 78 | 71 | 72 | 65 | Дозатор №6/н |
| ИШ-17 | 88 | 86 | 84 | 82 | 81 | 78 | 71 | 67 | 65 | Дозатор №6/н |
| ИШ-18 | 88 | 86 | 84 | 82 | 81 | 78 | 71 | 67 | 65 | Дозатор №6/н |
| ИШ-19 | 88 | 86 | 84 | 82 | 80 | 78 | 71 | 67 | 65 | Дозатор №6/н |
| ИШ-20 | 88 | 86 | 84 | 82 | 80 | 78 | 71 | 67 | 64 | Дозатор №6/н |
| ИШ-21 | 88 | 86 | 84 | 82 | 80 | 78 | 71 | 67 | 64 | Дозатор №6/н |
| Площадка № 2 | | | | | | | | | | |
| ИШ-1 | 89 | 93 | 90 | 86 | 83 | 81 | 79 | 76 | 75 | Мельница классификатор ТРИБОКИНЕТИКА № 14213228 |
| ИШ-2 | 89 | 93 | 90 | 86 | 83 | 81 | 79 | 76 | 75 | Мельница классификатор ТРИБОКИНЕТИКА № 14213442 |

| № источника шума | Уровни звукового давления, дБ, в октавных полосах, со среднегеометрическими частотами, Гц | | | | | | | | | Наименование источника шума |
|------------------|---|----|-----|-----|-----|------|------|------|------|---|
| | 31,5 | 63 | 125 | 250 | 500 | 1000 | 2000 | 4000 | 8000 | |
| ИШ-3 | 88 | 93 | 90 | 86 | 83 | 81 | 79 | 76 | 75 | Мельница классификатор ТРИБОКИНЕТИКА № 14213443 |
| ИШ-4 | 89 | 93 | 90 | 86 | 83 | 81 | 79 | 76 | 75 | Мельница классификатор ТРИБОКИНЕТИКА №14213587 |
| ИШ-5 | 89 | 93 | 90 | 86 | 83 | 81 | 79 | 76 | 75 | Фильтр рукавный №14213410 |
| ИШ-6 | 89 | 93 | 90 | 86 | 83 | 81 | 79 | 76 | 75 | Вентилятор ПТУ-4 №6/н |
| ИШ-7 | 84 | 87 | 86 | 87 | 83 | 86 | 81 | 77 | 73 | Грохот. АГХ-113 №14212066 |
| ИШ-8 | 84 | 87 | 86 | 87 | 83 | 86 | 81 | 77 | 73 | Грохот. АГХ-113 №14212071 |
| ИШ-9 | 90 | 87 | 86 | 87 | 83 | 86 | 81 | 77 | 73 | Грохот. АГХ-113 №14212072 |
| ИШ-10 | 92 | 87 | 86 | 87 | 83 | 86 | 81 | 77 | 73 | Грохот МТС № 14211961 |
| ИШ-11 | 79 | 82 | 76 | 71 | 69 | 66 | 61 | 61 | 60 | Измельчитель прессвалковый. 600*200 мм №6/н |
| ИШ-12 | 82 | 86 | 81 | 79 | 76 | 73 | 71 | 71 | 66 | Вентилятор ПТУ-1 №6/н |
| ИШ-13 | 83 | 86 | 82 | 79 | 75 | 73 | 71 | 69 | 66 | Фильтр рукавный ПТУ-1 №14213569 |
| ИШ-14 | 84 | 87 | 86 | 87 | 83 | 86 | 81 | 77 | 73 | Фильтр рукавный ПТУ-3 №14212980 |
| ИШ-15 | 84 | 87 | 86 | 87 | 83 | 86 | 81 | 77 | 73 | Вентилятор ПТУ-3 № 14212981 |
| ИШ-16 | 93 | 94 | 94 | 90 | 86 | 82 | 80 | 76 | 71 | Дробилка ударная, В 5100 SE №14212864 |
| ИШ-17 | 84 | 87 | 86 | 87 | 83 | 86 | 81 | 77 | 73 | Грохот АГХ № 14212920 |
| ИШ-18 | 84 | 87 | 85 | 87 | 83 | 86 | 81 | 77 | 73 | Грохот АГХ №14213097 |
| ИШ-19 | 84 | 87 | 86 | 87 | 83 | 86 | 81 | 77 | 73 | Грохот АГХ № 14213098 |
| ИШ-20 | 84 | 87 | 86 | 87 | 83 | 86 | 81 | 77 | 73 | Грохот Минокс №14212766 |

Также для определения звуковой мощности необходимо знать длину и ширину исследуемой территории а также длину и ширину измерительного контура. Для первой

площадки длина территории – 108 м, ширина 20 м, длина контура площадки №1 составила – 117 м, ширина – 27 м, площадь площадки S_p – 2160 м², площадь измерительного контура S_m – 3159 м², длина измерительного контура l – 288 м.

Для второй площадки длина территории составила – 116 м, ширина 20 м; длина контура площадки №2 составила – 125 м, ширина – 29 м, площадь площадки S_p – 2320 м², площадь измерительного контура S_m – 3625 м², длина измерительного контура l – 308 м.

Далее были проведены расчеты суммарного уровня шума в контрольных точках от всех источников. Обработка данных проводилась при помощи лицензированного программного комплекса «АРМ Акустика 3.2.8». Расчеты производятся в соответствии с существующими методиками, справочниками и нормативными документами. Это подтверждено экспертным заключением НИИСФ РААСН и экспертным заключением ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии» (г. Санкт-Петербург).

Суммарный уровень звукового давления в контрольной точке определялся логарифмическим суммированием уровней звукового давления, создаваемых в этой точке каждым источником по формуле 1:

$$L_{\text{сум}} = 10 \lg \sum_{i=1}^m 10^{0,1L_i}, \quad (1)$$

где: L_i , дБ – уровень звукового давления в контрольной точке определенный от одного ИШ.

Результаты расчета уровня звукового давления представлены для площадки № 1 в таблице 2 для площадки № 2 в таблице 3.

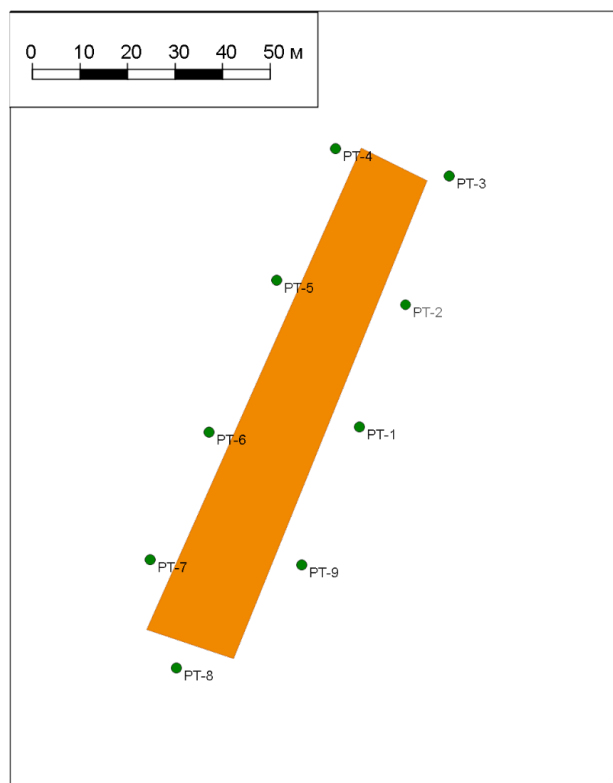


Рис. 1. Схема расположения расчетных точек для площадки №1

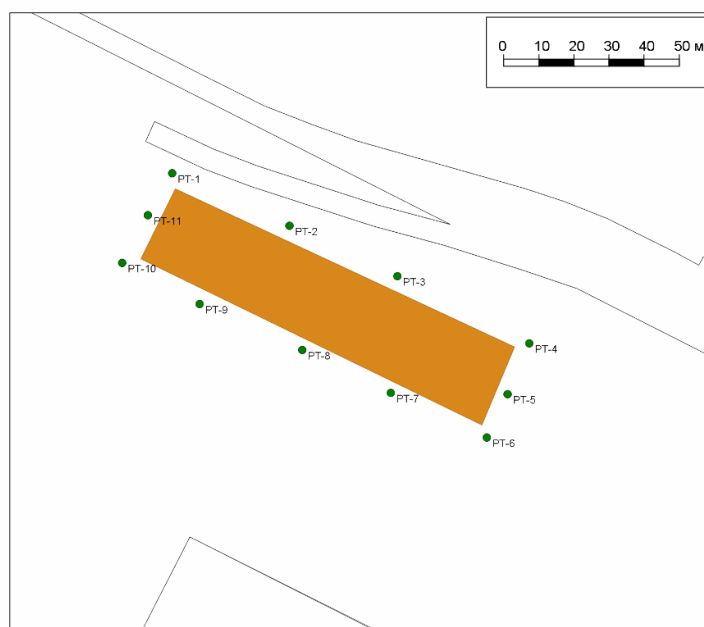


Рис. 2. Схема расположения расчетных точек для площадки №2

Таблица 2

Результаты расчета УЗД и УЗ в РТ для площадки №1

| Наименование | Уровни звукового давления (УЗД), дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц | | | | | | | | | $L_{ЭКВ}$, дБА |
|--------------|--|------|------|------|------|------|------|------|------|-----------------|
| | 31,5 | 63 | 125 | 250 | 500 | 1000 | 2000 | 4000 | 8000 | |
| РТ-1 | 68,4 | 67,6 | 59 | 51,2 | 47,6 | 49,7 | 47,6 | 39,1 | 24 | 54,1 |
| РТ-2 | 64,6 | 64,2 | 56,4 | 47,4 | 45,3 | 48,7 | 46,6 | 37,6 | 23,3 | 52,6 |
| РТ-3 | 67,8 | 67,4 | 54,6 | 45,2 | 39,5 | 36,6 | 35,2 | 30,7 | 26,2 | 46,1 |
| РТ-4 | 70,7 | 70 | 58,4 | 50,1 | 44,4 | 40,5 | 38,5 | 34,4 | 28,1 | 49,7 |
| РТ-5 | 72,6 | 71,7 | 60,6 | 52,8 | 47,1 | 42,8 | 40,6 | 36,6 | 29,2 | 52 |
| РТ-6 | 68,1 | 67,7 | 55,2 | 46 | 40,4 | 37,3 | 35,7 | 31,2 | 26 | 46,6 |
| РТ-7 | 65,8 | 66,4 | 52,9 | 43 | 37,3 | 34,9 | 33,8 | 28,9 | 24,6 | 44,5 |
| РТ-8 | 65,1 | 64,7 | 58,4 | 49,3 | 47,3 | 51,1 | 48,3 | 39,4 | 20,6 | 54,6 |
| РТ-9 | 64,2 | 63,7 | 59,3 | 50,5 | 48,8 | 52,4 | 49,5 | 40,9 | 18,2 | 55,8 |

Таблица 3

Результаты расчета УЗД и УЗ в РТ для площадки № 2

| Наименование | Уровни звукового давления (УЗД), дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц | | | | | | | | | $L_{\text{экв}}$, дБА |
|--------------|--|------|------|------|------|------|------|------|------|------------------------|
| | 31,5 | 63 | 125 | 250 | 500 | 1000 | 2000 | 4000 | 8000 | |
| РТ-1 | 71 | 69,9 | 57 | 50,5 | 45,2 | 40,8 | 38,2 | 34,9 | 25,3 | 49,7 |
| РТ-2 | 69,1 | 68 | 55 | 47,7 | 42,6 | 38,7 | 36,2 | 32,9 | 23,2 | 47,5 |
| РТ-3 | 71,8 | 70,7 | 57,9 | 51 | 45,8 | 41,6 | 39 | 36,7 | 26,3 | 50,5 |
| РТ-4 | 67 | 65,9 | 52,9 | 45,3 | 40,3 | 36,6 | 34,1 | 30,7 | 20,5 | 45,3 |
| РТ-5 | 71,5 | 70,4 | 57,6 | 50,7 | 45,4 | 41,3 | 38,7 | 35,3 | 25,3 | 50,1 |
| РТ-6 | 71,1 | 70 | 57,4 | 50,3 | 45,1 | 41,1 | 38,4 | 34,6 | 24,7 | 49,8 |
| РТ-7 | 71,4 | 70,3 | 57,5 | 50,6 | 45,4 | 41,3 | 38,6 | 34,9 | 25,1 | 50 |
| РТ-8 | 67,3 | 66,2 | 53,3 | 45,8 | 40,8 | 37 | 34,4 | 30,6 | 20,4 | 45,7 |
| РТ-9 | 70,7 | 69,6 | 56,8 | 50,2 | 44,9 | 40,6 | 37,9 | 34,3 | 24,5 | 49,4 |
| РТ-10 | 66,9 | 65,8 | 52,9 | 45,3 | 40,3 | 36,6 | 34 | 30,2 | 19,9 | 45,3 |
| РТ-11 | 72,2 | 71,1 | 59 | 51,8 | 46,5 | 42,5 | 39,8 | 35,6 | 25,7 | 51,1 |

Далее по полученным расчетам был получен уровень звуковой мощности для каждой территории согласно ГОСТ 31297-2005.

Рассчитывают средний уровень звукового давления на измерительном контуре L_p , дБ, в каждой октавной полосе по формуле 2:

$$L_p = 10 \lg \frac{1}{N} \sum 10^{0,1 * L_{pi}}. \quad (2)$$

Далее были найдены поправочные коэффициенты L_s, L_f, L_m, l_a . И найден уровень звуковой мощности от площадок целиком по формуле 3, результаты представлены в таблице 4.

$$L_w = L_p + L_s + L_f + L_m + l_a, \quad (3)$$

где L_w – октавный (третьоктавный) уровень звуковой мощности предприятия, дБ;
 L_p – средний октавный (третьоктавный) уровень звукового давления на измерительном контуре, дБ;

L_s – поправка, учитывающая влияние площади измерительной поверхности, дБ;

L_f – ошибка ближнего поля (поправка, учитывающая влияние ближнего звукового поля), дБ;

L_m – поправка, учитывающая влияние направленности микрофона, дБ;

l_a – затухание звука в атмосфере, дБ.

Далее были проведены расчеты звуковой мощности от оборудования по периметру площадок по формулам 2 и 3. Результат расчета УЗМ представлены в таблице 5.

Таблица 4

Поправочные коэффициенты

| Наименование площадки | L_s | L_f | L_m | L_a | | | | | | | | |
|-----------------------|-------|-------|-------|-------|----|-----|------|------|------|------|------|------|
| | | | | 31,5 | 63 | 125 | 250 | 500 | 1000 | 2000 | 4000 | 8000 |
| Площадка №1 | 25,4 | 0,28 | 1,5 | 0 | 0 | 0 | 0,02 | 0,05 | 0,14 | 0,28 | 1,79 | 1,29 |
| Площадка №2 | 28,3 | 0,48 | 1,5 | 0 | 0 | 0 | 0,03 | 0,06 | 0,15 | 0,3 | 0,78 | 1,38 |

Таблица 5

Результаты расчета УЗМ для площадок

| Наименование | Уровни звукового давления (УЗД), дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц | | | | | | | | | |
|---|--|------|------|------|------|------|------|------|------|--|
| | 31,5 | 63 | 125 | 250 | 500 | 1000 | 2000 | 4000 | 8000 | |
| Площадка № 1 | | | | | | | | | | |
| $\sum L_w$ | 59,7 | 58,6 | 46,0 | 39,0 | 33,7 | 29,7 | 27,0 | 23,3 | 13,4 | |
| L_s | 25,4 | 25,4 | 25,4 | 25,4 | 25,4 | 25,4 | 25,4 | 25,4 | 25,4 | |
| L_f | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | |
| L_m | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | |
| L_a | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,1 | 0,1 | 0,3 | 0,7 | 1,3 | |
| Результаты расчета по формуле 3 | 86,9 | 85,8 | 73,2 | 66,2 | 61,0 | 57,0 | 54,5 | 51,2 | 41,9 | |
| Коррекция А | 40 | 26 | 16 | 9 | 3 | 0 | -1 | -1 | 1 | |
| Корректированные УЗД | 46,9 | 59,8 | 57,2 | 57,2 | 58,0 | 57,0 | 55,5 | 52,2 | 40,9 | |
| $\sum L_w A$ с округлением согласно МУК 4.3.2194-07 п.1.18е | 66 | | | | | | | | | |
| Площадка № 2 | | | | | | | | | | |
| $\sum L_w$ | 62,5 | 65,7 | 53,9 | 48,2 | 40,9 | 39,3 | 37,1 | 30,5 | 19,2 | |
| L_s | 28,4 | 28,4 | 28,4 | 28,4 | 28,4 | 28,4 | 28,4 | 28,4 | 28,4 | |
| L_f | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | |
| L_m | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | |
| L_a | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,1 | 0,2 | 0,3 | 0,8 | 1,4 | |
| Ф-ла 3 | 92,9 | 96,1 | 84,3 | 78,6 | 71,4 | 69,9 | 67,8 | 61,7 | 51 | |
| Результаты расчета по формуле 3 | 40 | 26 | 16 | 9 | 3 | 0 | -1 | -1 | 1 | |
| Корректированные УЗД | 52,9 | 70,1 | 68,3 | 69,6 | 68,4 | 69,9 | 68,8 | 62,7 | 50 | |
| $\sum L_w A$ с округлением согласно МУК 4.3.2194-07 п.1.18е | 77 | | | | | | | | | |

В результате расчетов был получен уровень звуковой мощности каждой площадки по основному шумящему оборудованию на каждой территории:

- Площадка №1 УЗМ – 66 дБА;
- Площадка №2 УЗМ – 77 дБА.

2.2. Расчет УЗМ предприятия по протоколам

В рамках исследования были проведены натурные измерения уровня звукового давления в точках представленных на рисунках №1 и №2. Согласно ГОСТ 31297-2005.

В таблицах 6 и 7 представлены результаты измерений в расчетных точках по измерительному контуру вокруг каждой из площадок. Далее аналогичным способом по формуле 2 и 3 были получены значения звуковой мощности предприятия целиком где исходными данными послужили натурные замеры.

Таблица 6

Результаты натурных измерений УЗД и УЗ в РТ площадки №1

| Точка измерения | Уровни звукового давления (УЗД), дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц | | | | | | | | | $L_{\text{экв}}$, дБА |
|-----------------|--|----|-----|-----|-----|------|------|------|------|------------------------|
| | 31,5 | 63 | 125 | 250 | 500 | 1000 | 2000 | 4000 | 8000 | |
| РТ-1 | 78 | 77 | 74 | 71 | 66 | 64 | 61 | 55 | 52 | 70 |
| РТ-2 | 80 | 79 | 76 | 75 | 69 | 65 | 62 | 58 | 53 | 72 |
| РТ-3 | 77 | 77 | 74 | 71 | 66 | 64 | 61 | 56 | 53 | 70 |
| РТ-4 | 76 | 76 | 74 | 72 | 65 | 64 | 61 | 57 | 52 | 71 |
| РТ-5 | 79 | 78 | 75 | 74 | 68 | 65 | 63 | 60 | 57 | 72 |
| РТ-6 | 80 | 78 | 75 | 74 | 68 | 66 | 66 | 58 | 53 | 72 |
| РТ-7 | 79 | 78 | 75 | 73 | 67 | 66 | 63 | 60 | 57 | 72 |
| РТ-8 | 77 | 79 | 75 | 73 | 67 | 64 | 63 | 58 | 53 | 71 |
| РТ-9 | 78 | 78 | 74 | 71 | 66 | 65 | 61 | 59 | 53 | 70 |

Таблица 7

Результаты натурных измерений УЗД и УЗ в РТ площадки №2

| Точка измерения | Уровни звукового давления (УЗД), дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц | | | | | | | | | $L_{\text{экв}}$, дБА |
|-----------------|--|----|-----|-----|-----|------|------|------|------|------------------------|
| | 31,5 | 63 | 125 | 250 | 500 | 1000 | 2000 | 4000 | 8000 | |
| РТ-1 | 63 | 66 | 61 | 58 | 51 | 46 | 41 | 37 | 28 | 54 |
| РТ-2 | 61 | 64 | 59 | 53 | 50 | 43 | 38 | 33 | 26 | 51 |
| РТ-3 | 60 | 66 | 59 | 55 | 51 | 46 | 42 | 33 | 27 | 53 |
| РТ-4 | 62 | 65 | 60 | 58 | 50 | 46 | 43 | 30 | 26 | 54 |
| РТ-5 | 61 | 65 | 59 | 55 | 50 | 46 | 44 | 32 | 27 | 53 |
| РТ-6 | 60 | 64 | 58 | 54 | 50 | 46 | 43 | 33 | 28 | 52 |
| РТ-7 | 61 | 65 | 58 | 55 | 50 | 45 | 41 | 33 | 26 | 52 |
| РТ-8 | 62 | 64 | 59 | 54 | 51 | 44 | 39 | 34 | 25 | 52 |
| РТ-9 | 62 | 64 | 59 | 55 | 51 | 43 | 40 | 34 | 24 | 52 |
| РТ-10 | 61 | 65 | 59 | 54 | 51 | 43 | 39 | 33 | 25 | 52 |
| РТ-11 | 62 | 65 | 61 | 57 | 50 | 46 | 41 | 33 | 26 | 53 |

Далее были проведены расчета звуковой мощности исходя из протоколов натурных замеров по периметру площадок по формулам 2 и 3. Поправочные коэффициенты сохраняют свои значения так как измерительный контур и контур

площадок не изменялся. Результат расчета УЗМ от протоколов натуральных замеров представлены в таблице 8.

Таблица 8

Результаты расчета УЗМ для площадок

| Наименование | Уровни звукового давления (УЗД), дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц | | | | | | | | |
|---|--|-------|-------|------|------|------|------|------|------|
| | 31,5 | 63 | 125 | 250 | 500 | 1000 | 2000 | 4000 | 8000 |
| Площадка № 1 | | | | | | | | | |
| $\sum L_w$ | 77,5 | 77,0 | 73,8 | 72,0 | 66,2 | 64,0 | 61,8 | 57,3 | 53,2 |
| L_s | 25,4 | 25,4 | 25,4 | 25,4 | 25,4 | 25,4 | 25,4 | 25,4 | 25,4 |
| L_f | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,3 |
| L_m | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 |
| L_a | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,1 | 0,1 | 0,3 | 0,7 | 1,3 |
| Результаты расчета по формуле 3 | 104,7 | 104,2 | 101,0 | 99,2 | 93,5 | 91,3 | 89,3 | 85,2 | 81,7 |
| Коррекция А | 40,0 | 26,0 | 16,0 | 9,0 | 3,0 | 0,0 | -1,0 | -1,0 | 1,0 |
| Корректированные УЗД | 64,7 | 78,2 | 85,0 | 90,2 | 90,5 | 91,3 | 90,3 | 86,2 | 80,7 |
| $\sum L_w A$ с округлением согласно МУК 4.3.2194-07 п.1.18е | 97 | | | | | | | | |
| Площадка № 2 | | | | | | | | | |
| $\sum L_w$ | 60,8 | 64,3 | 58,8 | 54,8 | 50 | 44,6 | 41 | 32,5 | 25,7 |
| L_s | 28,4 | 28,4 | 28,4 | 28,4 | 28,4 | 28,4 | 28,4 | 28,4 | 28,4 |
| L_f | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 |
| L_m | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 |
| L_a | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,1 | 0,2 | 0,3 | 0,8 | 1,4 |
| Ф-ла 3 | 91,2 | 94,7 | 89,2 | 85,2 | 80,5 | 75,2 | 71,7 | 63,7 | 57,5 |
| Результаты расчета по формуле 3 | 40 | 26 | 16 | 9 | 3 | 0 | -1 | -1 | 1 |
| Корректированные УЗД | 51,2 | 68,7 | 73,2 | 76,2 | 77,5 | 75,2 | 72,7 | 64,7 | 56,5 |
| $\sum L_w A$ с округлением согласно МУК 4.3.2194-07 п.1.18е | 83 | | | | | | | | |

В результате расчетов был получен уровень звуковой мощности каждой площадки от протоколов натуральных замеров для каждой площадки.

- Площадка №1 УЗМ – 97 дБА;
- Площадка №2 УЗМ – 83 дБА.

Закключение

В результате исследования можно сделать следующие выводы: В результате расчетов УЗМ для площадки № 1 составил:

- 66 дБА при расчете от источников шума;
- 97 дБА от протоколов замеренных на контуре объекта.

В результате расчетов УЗМ для площадки № 2 составил:

- 77 дБА при расчете от источников шума;
- 83 дБА от протоколов замеренных на контуре объекта.

Результаты по расчетам УЗД на измерительном контуре от оборудования и УЗД на измерительном контуре согласно протоколам натурных измерений в случае отсутствия воздействия сторонних источников шума дают похожий результат, что позволяет нам сделать вывод о корректности данного метода определения УЗМ предприятия как единого источника.

В случае если предприятие находится в зоне акустического воздействия сторонних источников шума данный метод использовать не корректно. Необходимо провести дальнейшее изучение данной проблематики для возможности оценки предприятия в случае высокого уровня фонового шума.

Список литературы

1. Пономарев А.Л., Уланова Т.С., Молок О.А., Одегов А.А. Метод измерения шума и оценка вклада крупного промышленного предприятия в шумовую обстановку селитебной территории // Здоровье населения и среда обитания. –2022. –Т.30, №12. –С. 59-65.
2. Шашурин А.Е., Чукарин А.Н., Исаев А.Г., Элькин Ю.И. Теоретические исследования процессов возбуждения вибраций и шумообразования при абразивной обработке сварных швов рамных конструкций // Noise Theory and Practice. –2020. –Т.6, №4. –С. 71-80.
3. Элькин Ю.И., Шашурин А.Е., Курченко П.С., Васильева В.К. Шумообразование на рабочих местах операторов специальных металлообрабатывающих станков // Noise Theory and Practice. –2021. –Т.7, №2. –С. 199-207.
4. Рекомендации по измерению и оценке внешнего шума промышленных предприятий / НИИСФ. – М.: Стройиздат, 1989;
5. МУК 4.3.2194-07 "Контроль уровня шума на территории жилой застройки, в жилых и общественных зданиях и помещениях", Роспотребнадзор, Москва – 2007;
6. Защита от шума в градостроительстве//Справочник проектировщика, Г.Л. Осипов, В.Е. Коробков, А.А. Климухин и др.; Под ред. Г.Л. Осипова. – М. Стройиздат, 1993;
7. СП 275.1325800.2016 Конструкции ограждающие жилых и общественных зданий. Правила проектирования звукоизоляции;
8. Пособие к МГСН 2.04-97 Проектирование защиты от транспортного шума и вибрации жилых и общественных зданий;
9. СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания» (утв. главным государственным санитарным врачом РФ 28.01.2021 г.);
10. ГОСТ 31297-2005 (ИСО 8297:1994) Шум. Технический метод определения ровней звуковой мощности промышленных предприятий с множественными источниками шума для оценки уровней звукового давления в окружающей среде.3.1.2 Краткая характеристика источников шума
11. Нестеренко С.В., Ткач Н.А. Анализ существующих методов натурных измерений шума промышленных предприятий // Интернаука 2015. № 5. С.47-49
12. Зикриеев С.С., Солижонов Ж.О. Исследование шумовых характеристик строительной техники и инструмента.// Избранные доклады 68-й университетской научно-технической конференции студентов и молодых ученых 2022. С. 687-691.

References

1. Ponomarev A.L., Ulanova T.S., Molok O.A., Odegov A.A. Noise measurement method and assessment of the contribution of a large industrial enterprise to the noise environment of a residential area // *Public health and habitat*. 2022. Vol. 30. No. 12. pp. 59-65.
2. Shashurin A.E., Chukarin A.N., Isaev A.G., Elkin Yu.I. Theoretical studies of the processes of vibration excitation and noise generation during abrasive processing of welds of frame structures // *Noise Theory and Practice*. –2020. –T.6, No.4. pp. 71-80.
3. Elkin Yu.I., Shashurin A.E., Kurchenko P.S., Vasilyeva V.K. Noise generation at the workplaces of operators of special metalworking machines // *Noise Theory and Practice*. –2021. –T.7, No. 2. pp. 199-207.
4. Recommendations for measuring and evaluating the external noise of industrial enterprises / NIISF. – M.: Stroyizdat, 1989;
5. MUC 4.3.2194-07 "Noise level control in residential buildings, residential and public buildings and premises", Rospotrebnadzor, Moscow – 2007;
6. Noise protection in urban planning//*The Designer's Handbook*, G.L. Osipov, V.E. Korobkov, A.A. Klimukhin, etc.; Edited by G.L. Osipov. – M. Stroyizdat, 1993;
7. SP 275.1325800.2016 Structures enclosing residential and public buildings. Sound insulation design rules;
8. Manual for MGSN 2.04-97 Design of protection against traffic noise and vibration of residential and public buildings;
9. SanPiN 1.2.3685-21 "Hygienic standards and requirements for ensuring the safety and (or) harmlessness of environmental factors for humans" (approved by the Chief State sanitary Doctor of the Russian Federation on 01/28/2021);
10. GOST 31297-2005 (ISO 8297:1994) Noise. A technical method for determining the sound power levels of industrial enterprises with multiple noise sources to assess sound pressure levels in the environment.3.1.2 Brief description of noise sources
11. Nesterenko S.V., Tkach N.A. Analysis of existing methods of full-scale noise measurements of industrial enterprises // *Internauka* 2015. No. 5. pp.47-49
12. Zikriev S.S., Solizhonov J.O. Investigation of noise characteristics of construction machinery and tools.// *Selected reports of the 68th University Scientific and Technical Conference of Students and Young Scientists* 2022. pp. 687-691.