**Министерство образования и науки Российской Федерации**

**федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение**

**высшего образования**

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

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

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | | | | | | |
| Фамилия И.О. магистранта |  | Васильев В.А. | | | | |
| Тема магистерской диссертации |  | Расчёт и экспериментальная оценка шумозащитных мероприятий для автомобильных дорог | | | | |
| Факультет  Кафедра |  | О «Естественнонаучный»  О1 «Экология и безопасность жизнедеятельности» | | | | |
| Шифр и наименование направления |  | 20.04.01 «Техносферная безопасность» | | | | |
| Наименование магистерской программы |  | «Инженерная защита окружающей среды» | | | | |
| Руководитель магистерской программы |  | д.т.н., проф. Иванов Н.И. | | | | |
| Научный руководитель магистранта |  | д.т.н., проф. Иванов Н.И. | | | | |
| Дата зачисления |  | 18.08.2017г. |  | Группа |  | О1М31 |

**Введение**

Существование современного города невозможно представить без развитой транспортной инфраструктуры. Создавая человеку повышенный комфорт транспорт, в то же время, негативно воздействует на среду обитания. Особенное беспокойство жителям городов причиняет повышенный шум. Проблема защиты от шума в городах становится все более острой; по данным ученых повышенный шум входит в тройку наиболее острых экологических проблем современных городов.

Масштабы сверхнормативного акустического воздействия поражают. По данным ЕС в Объединённой Европе под действием повышенного шума уровнями свыше 65дБА и до 75дБА находится более 20% населения городов (около 80 млн. человек), проживающих в так называемых «чёрных зонах». Этот шум является причиной заболеваний и страдания населения. Ещё около 40% населения (170млн. человек) проживает в «серых зонах», где шум превышает нормы, составляя от 56 до 65дБА. Этот шум является причиной дискомфорта и беспокойства. Повышенный шум приводит к заболеваниям, сокращает жизнь. На заседании Правительства г. Москвы, которое приняло Постановление по борьбе с шумом [1], главный санитарный врач г. Москвы Николай Филатов заявил: за последние 10 лет из-за увеличения шума в столице в 2-3 раза увеличился рост сердечнососудистых заболеваний, а продолжительность жизни сократилась на 8-12 лет; 70% населения города находится в зоне акустического дискомфорта. По данным ученых Санкт-Петербурга до 90% площади основных районов города находятся в зоне сверхнормативного акустического загрязнения.

Главным источником акустического загрязнения в городах по-прежнему остаётся автомобильный транспорт, негативное влияние которого на людей постоянно возрастает из-за непрерывного роста числа транспортных средств

4,5]. Всемирная Организация Здравоохранения (ВОЗ) проанализировала масштабы влияния автодорожного шума на здоровье людей. По данным

ВОЗ в ЕС более 60% населения подвержены воздействию дорожного шума с ю уровнями в дневное время свыше 55 дБ А, а 30% подвергаются действию шума более 55 дБ А в ночное время. Строительство, не являясь таким массовым источником акустического загрязнения в городах, как автомобильный транспорт (акустическому загрязнению от строительства подвержены 1-3 % населения городов), является источником высокоинтенсивного шума (УЗ от строительства достигает 75-90 дБА), наносит населению ощутимый социально-экономический ущерб. Автотранспорт и строительство -основные источники, вызывающие жалобы жителей на шум. Общим для этих групп источников, позволившим объединить их в настоящем исследовании, является важная закономерность, - в основном это линейные источники различной длины, излучающие цилиндрическую звуковую волну.

**Основная часть**

На период обучения в срок до 20.05.18 были поставлены цели:

1. Выбор методов решения;
2. Участие в конференциях;
3. Подготовка публикации.

**Выбор методов решения**

Была проанализирована действующая нормативная документация и литература:

1. СП 276.1325800.2016. «Здания и территории. Правила проектирования защиты от шума транспортных потоков»;
2. ОДМ 218.2.013-2011. «Методические рекомендации по защите от транспортного шума территорий, прилегающих к автомобильным дорогам», Росавтодор, Москва, 2011;
3. Осипов Г.Л, Коробков В.Е., Климухин А.А., Прохода А.С., Карагодина И.Л., Зотов Б.С. «Защита от шума в градостроительстве. Справочник проектировщика», Стройиздат, Москва, 1993;
4. П.И. Поспелов «Борьба с шумом на автомобильных дорогах», Транспорт, Москва, 1981;
5. ГОСТ 20444-2014. «Шум. Транспортные потоки. Методы определения шумовой характеристики»;
6. А.В. Васильев, Д.П. Шевченко «Моделирование, расчет и мониторинг шума транспортных потоков» Механика и машиностроение, 2004.
7. ГОСТ 31295.2-2005 Шум. Затухание звука при распространении на местности. Часть 2. Общий метод расчёта.
8. «Методика проведения измерений шума на селитебной территории и измерения шумовых характеристик от автодороги, утвержденная Министерством транспорта Российской Федерации Федеральным дорожным агентством (РОСАВТОДОР) 19.09.2017 г.»

**Подготовка публикации и публичного выступления**

На основании представленной выше литературы, было принято решение, о проведение натурных измерений шума автомобильного транспорта для получения шумовой характеристики и, на расстояние более 7,5 м, с целью оценки затухания шума. Измерения проводились с целью сравнения расчётных методик и результатов натурных замеров.

Полученные результаты были проанализированы в двух статьях:

1. «Сравнение уровней шума полученных расчётным путём и в результате натурных измерений на примере автомобильных дорог»
2. «Сравнение шумовой характеристики полученных расчётным путём и в результате натурных измерений на примере автомобильных дорог»

Содержание статей представлено в приложении 1.

Статья «Сравнение уровней шума полученных расчётным путём и в результате натурных измерений на примере автомобильных дорог», была опубликована в трудах конференции «Молодёжь. Техника. Космос – 2018».

Выступление на конференции было отмечено дипломом 3 степени.

Статья «Сравнение шумовой характеристики полученных расчётным путём и в результате натурных измерений на примере автомобильных дорог», была опубликована в трудах конференции «Третья Всероссийская конференция молодых ученых и специалистов «Акустика среды обитания».

Было проведено публичное выступление.

**Приложение 1**

«Сравнение уровней шума полученных расчётным путём и в результате натурных измерений на примере автомобильных дорог»

Содержание:

**Введение**

В соответствие с современной тенденцией в России: увеличение числа городского населения (по данным Росстата,

75 % от общего числа населения страны) и вслед за этим числа автомобилей. Привело к тому, что наиболее интенсивным по воздействию на окружающую среду и человека является шум автотранспортного потока (60-80%), поэтому актуальным является его расчёт, моделирование и прогноз.

Транспортный поток (независимо от его интенсивности) можно рассматривать и как линейный источник шума (что значительно упрощает расчёты). Однако следует иметь в виду, что это допущение справедливо только для тех случаев, когда шумовой характеристикой потока, лежащей в основе расчета, является эквивалентный уровень звука за период времени, превышающий продолжительность прохождения транспортного средства. Квадрат звукового давления на расстоянии r от линейного источника записывается в виде:

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

Линейный источник излучает цилиндрические звуковые волны. Условием аппроксимации излучателя до линейного является условие:

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

Формирование звуковой волны от автотранспортного шума происходит на расстояние 7,5 м.

**Анализ действующей нормативной документации и литературы**

Для оценки негативного воздействия шума на территории жилой застройки необходимо производить расчёты ожидаемых уровней воздействия. Для этого был произведен анализ действующей нормативной документации и литературы. Были выбраны формулы для расчета ожидаемых уровней шума на территории жилой застройки. Формулы представлены ниже в таблице 1.

Таблица 1 – формулы расчёта ожидаемых уровней шума на территории.

| **Наименование нормативного документа** | **Формула** |
| --- | --- |
| СП 276.1325800.2016 | (3) |
| ОДМ 218.2.013.2011 | (4) |
| ГОСТ 31295.2.2005 | ;  (5) |
| «Затухание звука при распространении на местности» Часть 2, «Защита от шума в градостроительстве. Справочник проектировщика» Осипов Г.Л | (6) |

где  - шумовая характеристика - эквивалентный уровень шума транспортного потока на соответствующем подучастке магистрали, дБА;  - коррекция, учитывающая снижение уровня транспортного потока в зависимости от расстояния между ним и расчетной точкой, рассчитывают по 7.4, дБА;  - коррекция, учитывающая снижение уровня звука вследствие его затухания в воздухе, рассчитывают по 7.5, дБА; - коррекция, учитывающая влияние турбулентности атмосферы и ветра на процесс распространения звука, дБА; - коррекция, учитывающая снижение уровня звука вследствие его поглощения поверхностью территорий, дБА; - коррекция, учитывающая снижение уровня звука полосами зеленых насаждений, дБА; - коррекция, учитывающая снижение уровня звука существующими экранирующими сооружениями и препятствиями (зданиями, насыпями, холмами, выемками и т.п.) на пути звуковых лучей от транспортной магистрали к расчетной точке, дБА;  - коррекция, учитывающая снижение уровня звука вследствие ограничения угла α видимости улицы (дороги) из расчетной точки, дБА;- коррекция, учитывающая характер придорожной застройки, дБА;  - коррекция, учитывающая отражение звука от ограждающих конструкций зданий, вблизи которых расположена расчетная точка, дБА (обычно принимают без расчета равной +3 дБА);  - октавный уровень звуковой мощности точечного источника шума относительно опорного значения звуковой мощности, равного 1 пВт, дБ; - 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 , дБ. Поправка  равна сумме показателя направленности точечного источника шума  и поправки   вводимой при распространении звука в пределах телесного угла Ω менее 4π ср (стерадиан). Для ненаправленного точечного источника шума, излучающего в свободное пространство,   = 0; А - затухание в октавной полосе частот при распространении звука от точечного источника шума к приемнику, дБ;  - затухание из-за геометрической дивергенции (из-за расхождения энергии при излучении в свободное пространство);   - затухание из-за звукопоглощения атмосферой;   - затухание из-за влияния земли;   - затухание из-за экранирования;  - затухание из-за влияния прочих эффектов.

Как видно, формулы представленные в СП 276.1325800.2016, ОДМ 218.2.013.2011, «Затухание звука при распространении на местности» Часть 2, «Защита от шума в градостроительстве. Справочник проектировщика» Осипов Г.Л аналогичны и расчёт по ним будет представлен, как расчёт по СП 276.1325800.2016.

**Расчёт ожидаемых уровней шума**

Расчёт был произведен для условия свободного поля, отсутствия экранов, зеленых насаждений, иных барьеров и отражений. Для расчётных точек на высоте 1,5 м., на расстояние 15,25,40,60 и 100 метров. Результаты расчётов по СП 276.1325800.2016 и ГОСТ 31295.2005 представлены ниже в таблице 2.

Таблица 2 – расчёт ожидаемых уровней шума

| **Наименование РТ** | **Расстояние до РТ, м** | **СП 276.1325800.2016** | **ГОСТ 31295.2005** |
| --- | --- | --- | --- |
| **Снижение УЗ в РТ, дБА** | **Снижение УЗ в РТ, дБА** |
| РТ-1 | 100 | 18 | 14 |
| РТ-2 | 60 | 13 | 11 |
| РТ-3 | 40 | 9 | 9 |
| РТ-4 | 25 | 5 | 6 |
| РТ-5 | 15 | 3 | 4 |

В результате расчёта можно сделать вывод, что для малых расстояний до 40 м. расхождения максимальное расхождение составляет 1 дБА. Для расстояний более 40 м. расхождение уже больше и достигает до 4 дБА.

Расчёт показал необходимость определения сходимости полученных результатов, для этого были проведены измерения уровней шума от нескольких автомобильных дорог.

**Измерения уровней шума от автомобильной дороги**

Были проведены измерения в соответствии с «Методика проведения измерений шума на селитебной территории и измерения шумовых характеристик от автодороги, утвержденная Министерством транспорта Российской Федерации Федеральным дорожным агентством (РОСАВТОДОР) 19.09.2017 г.». На различных участках дорог. Схема проведения измерений представлена на рисунке 1.

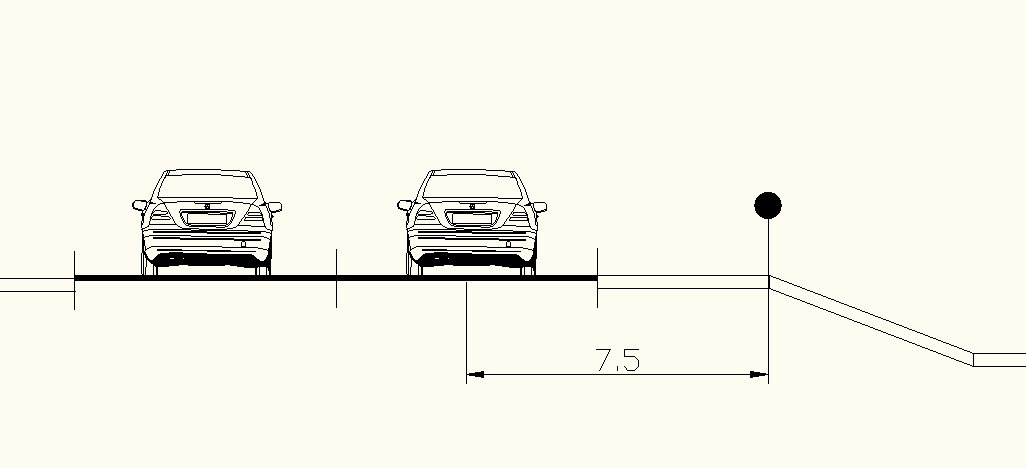


Рисунок 1 – схема измерения шумовых характеристик

Измерения были проведены на 8 различных дорогах. На каждой из дорог выбиралась одна точка на расстояние 7,5 м от оси ближайшей полосы и остальные точки по возможности на расстояние 15,25,40,60,100 м. Были проанализированы результаты измерения. Ниже представлена таблица 3 с осредненными показателями затухания звука, на различных расстояниях полученные опытным путём.

Таблица 3 – результаты измерений

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **№ точки измерения** | **Расстояние до РТ, м** | **Осредненное затухание, дБА** |
|
| ТИ-1 | 100 | 18 |
| ТИ-2 | 60 | 12 |
| ТИ-3 | 40 | 9 |
| ТИ-4 | 25 | 7 |
| ТИ-5 | 15 | 4 |

**Сравнение затухания уровней шума с расстоянием, полученных расчётным и опытным путём**

Данные полученные в п. 2 и 3 были сведены в единую таблицу 4 для проведения анализа, таблица представлена ниже.

Таблица 4 – сводная таблица

| **№ п.п.** | **Расстояние до РТ, м** | **СП 276.1325800.2016** | **ГОСТ 31295.2.2005** | **Измерения** |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Снижение УЗ в РТ** | **Снижение УЗ в РТ** | **Осредненное затухание, дБА** |
| 1 | 100 | 18 | 14 | 18 |
| 2 | 60 | 13 | 11 | 12 |
| 3 | 40 | 9 | 9 | 9 |
| 4 | 25 | 5 | 6 | 7 |
| 5 | 15 | 3 | 4 | 4 |

Основываясь на данных представленных в таблице 4. Можно сделать выводы о том, что для расстояний менее 25 м. значения получены в результате расчёта по ГОСТ 31295.2005 ближе, к измеренным значениям, нежели расчёт по СП 276.1325800.2016. На расстояние 40 м. расчёт по двум нормативным документам сошёлся с измеренным значением. Для 60 метров измеренное значение оказалось средним для расчётных. Для 100 м сошлось для расчёта по СП 276.1325800.2016.

**Выводы**

Можно сделать вывод о том, что получаемые в результате расчёта уровни шума в РТ по ГОСТ 31295.2.2005 будут выше реальных, что потребует выбора более эффективных шумозащитных мероприятий, тем самым снижая риск их недостаточной акустической эффективности (ошибка проектировщика, неверные исходные данные) и факторов экономии, халатности при строительстве и эксплуатации шумозащитных экранов.

Расчёт по СП 276.1325800.2016 показал большую сходимость с результатами натурных замеров, в пределах погрешности акустического расчёта + −1 дБА.

«Сравнение шумовой характеристики полученных расчётным путём и в результате натурных измерений на примере автомобильных дорог»

Содержание:

1. Анализ действующей нормативной документации и литературы

Для оценки негативного воздействия шума на территории жилой застройки необходимо производить расчёты ожидаемых уровней шума от автомобильного потока. Для этого был произведен анализ действующей нормативной документации и литературы. Были выбраны соответствующие формулы. Формулы представлены ниже в таблице 1.

Таблица 1 – Формулы расчета шумовой характеристики автотранспортного шума

| **Наименование нормативного документа** | **Формулы** | |
| --- | --- | --- |
|  |  |
| СП 276.1325800.2016 ф.1 | (1) | (2) |
| СП 276.1325800.2016 ф.7 | (3) |
| ОДМ 218.2.013.2011 | (4) |
| «Защита от шума в градостроительстве. Справочник проектировщика» Осипов Г.Л | (5) | Определяется из таблицы 17 [3] |
| «Борьба с шумом на автомобильных дорогах» Поспелов П.И. | (6) | - |

где - шумовая характеристика автотранспортного потока;

- вспомогательная величина, определяемая в зависимости от интенсивности движения автомобильного транспорта N, ед./ч, передвигающегося по прямому сухому горизонтальному участку дороги с мелкозернистым асфальтобетонным покрытием со скоростью 60 км/ч и имеющего в своем составе 40% грузовых автомобилей и автобусов, дБА;

- коррекция, учитывающая влияние доли грузовых автомобилей и автобусов в рассматриваемом транспортном потоке на его шумовую характеристику, дБА (к грузовым относят автомобили, масса которых составляет более 3500 кг);

- коррекция, учитывающая влияние средней скорости движения транспортного потока, дБА;

- коррекция, учитывающая влияние продольного уклона улицы (дороги), дБА;

- коррекция, учитывающая влияние типа дорожного покрытия, дБА;

- коррекция, учитывающая влияние ширины центральной разделительной полосы на проезжей части, дБА;

- коррекция, учитывающая наличие пересечения улиц (дорог) со светофорным регулированием, дБА;

N- прогнозируемая интенсивность движения автомобильного транспортного потока, ед./ч;

V- прогнозируемая средняя скорость движения автомобильного транспортного потока, км/ч;

p- прогнозируемая доля грузовых автомобилей и общественных транспортных средств в потоке, %;

- то же, что с учётом доли грузовых автомобилей;

- коррекция, учитывающая количество полос;

- поправка, учитывающая изменение числа грузовых автомобилей с карбюраторными двигателями;

- коррекция, учитывающая изменение числа грузовых автомобилей с дизельными двигателями.

Из представленной таблицы можно сделать вывод, что формулы (1) и (4) одинаковы, поэтому расчёт будет производиться по СП 276.1325800.2016 ф.1 для обоих пунктов.

Для проверки сходимости расчётных методов необходимо произвести натурные измерения.

1. Натурные измерения шумовых характеристик автотранспортного потока

Измерения проводились в соответствии с ГОСТ 20444-2014. «Шум. Транспортные потоки. Методы определения шумовой характеристики». На различных участках дорог федерального значения. Точка измерения располагалась на высоте 1,5 м и на расстояние 7,5 м от оси ближайшей крайней полосы движения. Схема проведения измерений представлена на рисунке 1.

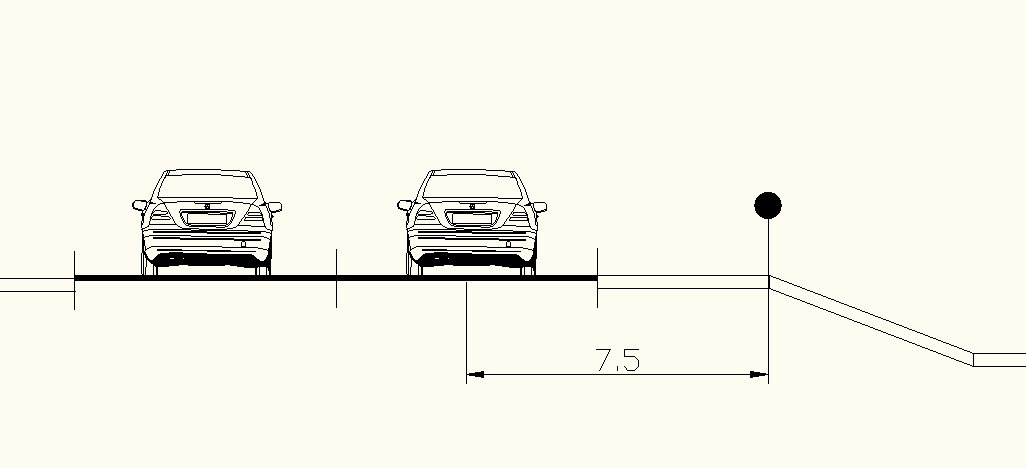


Рисунок 1 – Схема проведения измерений

Результаты проведенных измерений представлены в таблице 2 ниже.

Таблица 2 – Результаты натурных измерений

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **№п.п.** | **V, км/ч** | **N, авт/ч** | **% груз** |  |  |
| 1 | 60 | 2955 | 7,6 | 71 | 79 |
| 2 | 60 | 3173 | 10,6 | 75 | 82 |
| 3 | 70 | 2955 | 3,6 | 70 | 80 |
| 4 | 80 | 2993 | 7,0 | 74 | 86 |
| 5 | 80 | 4740 | 6,6 | 76 | 83 |
| 6 | 90 | 4992 | 25,2 | 80 | 89 |
| 7 | 90 | 2436 | 42,4 | 76 | 89 |
| 8 | 90 | 4884 | 27,0 | 76 | 84 |
| 9 | 60 | 4908 | 13,4 | 79 | 83 |
| 10 | 110 | 6156 | 20,3 | 80 | 89 |

1. Расчёт ожидаемых шумовых характеристик автомобильного потока

На основании полученных при измерениях характеристик дорог (интенсивность движения, скорость и т.д.) был произведен расчет в соответствии с формулами (1)-(6). Результаты представлены в таблице 3 ниже.

Таблица 3 – Результаты расчётов

| **№ п.п** | **V, км/ч** | **N, авт/ч** | **% груз** | **СП 276 ф.1** | | **СП 276 ф.7** | | **Г.Л. Осипов** | | **П.И Поспелов** |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  |  |  |
| 1 | 60 | 2955 | 7,6 | 82 | 83 | 75 | 83 | 75 | 83 | 83 |
| 2 | 60 | 3173 | 10,6 | 80 | 83 | 75 | 83 | 76 | 83 | 83 |
| 3 | 70 | 2955 | 3,6 | 82 | 85 | 74 | 85 | 74 | 83 | 82 |
| 4 | 80 | 2993 | 7,0 | 83 | 87 | 78 | 87 | 76 | 90 | 86 |
| 5 | 80 | 4740 | 6,6 | 85 | 87 | 80 | 87 | 79 | 90 | 89 |
| 6 | 90 | 4992 | 25,2 | 86 | 88 | 86 | 88 | 84 | 90 | 90 |
| 7 | 90 | 2436 | 42,4 | 83 | 88 | 85 | 88 | 83 | 90 | 87 |
| 8 | 90 | 4884 | 27,0 | 85 | 88 | 86 | 88 | 84 | 90 | 91 |
| 9 | 60 | 4908 | 13,4 | 82 | 83 | 78 | 83 | 76 | 83 | 87 |
| 10 | 110 | 6156 | 20,3 | 87 | 91 | 87 | 91 | 84 | 92 | 93 |

Как видно из таблицы 3 результаты расчётов по различным формулам дает расхождение до 5 дБА. Для сравнения и удобства анализа, полученные результаты были сведены в единую таблицу 4.1 и 4.2.

Таблица 4.1 – Сводная таблица

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **№**  **п.п.** | **V, км/ч** | **N, авт/ч** | **% груз** | **Измерения** | | **СП 276 ф.1** | | **Расхождение** | | **СП 276 ф.7** | | **Расхождение** | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 | 60 | 2955 | 7,6 | 71 | 79 | 82 | 83 | 11 | 4 | 75 | 83 | 4 | 4 |
| 2 | 60 | 3173 | 10,6 | 75 | 82 | 80 | 83 | 5 | 1 | 75 | 83 | 0 | 1 |
| 3 | 70 | 2955 | 3,6 | 70 | 80 | 82 | 85 | 12 | 5 | 74 | 85 | 4 | 5 |
| 4 | 80 | 2993 | 7,0 | 74 | 86 | 83 | 87 | 9 | 1 | 78 | 87 | 4 | 1 |
| 5 | 80 | 4740 | 6,6 | 76 | 83 | 85 | 87 | 9 | 4 | 80 | 87 | 4 | 4 |
| 6 | 90 | 4992 | 25,2 | 80 | 89 | 86 | 88 | 6 | 1 | 86 | 88 | 6 | 1 |
| 7 | 90 | 2436 | 42,4 | 76 | 89 | 83 | 88 | 7 | 1 | 85 | 88 | 9 | 1 |
| 8 | 90 | 4884 | 27,0 | 76 | 84 | 85 | 88 | 9 | 4 | 86 | 88 | 10 | 4 |
| 9 | 60 | 4908 | 13,4 | 79 | 83 | 82 | 83 | 3 | 0 | 78 | 83 | 1 | 0 |
| 10 | 110 | 6156 | 20,3 | 80 | 89 | 87 | 91 | 7 | 2 | 87 | 91 | 7 | 2 |

Таблица 4.2 – Сводная таблица

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **№**  **п.п.** | **V, км/ч** | **N, авт/ч** | **% груз** | **Измерения** | | **Г.Л. Осипов** | | **Расхождение** | | **П.И. Поспелов** | **Расхождение** |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 | 60 | 2955 | 7,6 | 71 | 79 | 75 | 83 | 4 | 4 | 83 | 12 |
| 2 | 60 | 3173 | 10,6 | 75 | 82 | 76 | 83 | 1 | 1 | 83 | 8 |
| 3 | 70 | 2955 | 3,6 | 70 | 80 | 74 | 83 | 4 | 3 | 82 | 12 |
| 4 | 80 | 2993 | 7,0 | 74 | 86 | 76 | 90 | 2 | 4 | 86 | 12 |
| 5 | 80 | 4740 | 6,6 | 76 | 83 | 79 | 90 | 3 | 7 | 89 | 13 |
| 6 | 90 | 4992 | 25,2 | 80 | 89 | 84 | 90 | 4 | 1 | 90 | 10 |
| 7 | 90 | 2436 | 42,4 | 76 | 89 | 83 | 90 | 7 | 1 | 87 | 11 |
| 8 | 90 | 4884 | 27,0 | 76 | 84 | 84 | 90 | 8 | 6 | 91 | 15 |
| 9 | 60 | 4908 | 13,4 | 79 | 83 | 76 | 83 | 3 | 0 | 87 | 8 |
| 10 | 110 | 6156 | 20,3 | 80 | 89 | 84 | 92 | 4 | 3 | 93 | 13 |

Для удобства восприятия полученных результатов были составлены графики для и рисунок 2 и 3 соответственно.

Рисунок 2 – Графики с результатми натурных измерений и расчётов эвивалентого уровня шума

Рисунок 3 – Графики с результатми натурных измерений и расчётов максимального уровня шума

# Заключение

Основываясь на результатах, полученных в таблице 4.1, 4.2 можно сделать вывод, что наибольшая сходимость достигается при расчёте по формуле 7 СП 276.1325800.2016 и по формуле, представленной в книге «Защита от шума в градостроительстве. Справочник проектировщика» Осипов Г.Л., но даже они дают завышенные уровни и расхождение с натурными измерениями до 8-10 дБА.

С чем же связано такое расхождение? По всей видимости, с изменением шумности транспортных средств, с каждым годом выпускаемые автомобили становятся всё более тихими, что в свою очередь снижает шумность транспортного потока. А формулы, представленные в действующей нормативной документации и литературе, были выведены более 25 лет назад, являются уже не актуальными и требуют пересмотра, с учётом современного состава транспортного потока.