

Международная выставка **ЭлектроТранс**, 26-28 июня 2024 г.  
Круглый стол «Вопросы строительства, реконструкции, эксплуатации и диагностики железнодорожного пути промышленного и городского рельсового транспорта. Технические решения по снижению шума и вибрации рельсового транспорта»

# Успехи в деле борьбы с вибрацией городского рельсового электротранспорта

*Н.Г. Канев*

*ООО «Вибросейсмозащита»*

[nk@vibroprotect.ru](mailto:nk@vibroprotect.ru)

# Развитие Московского метрополитена

2019



2021



2024



# Нормирование вибрации – «успех»

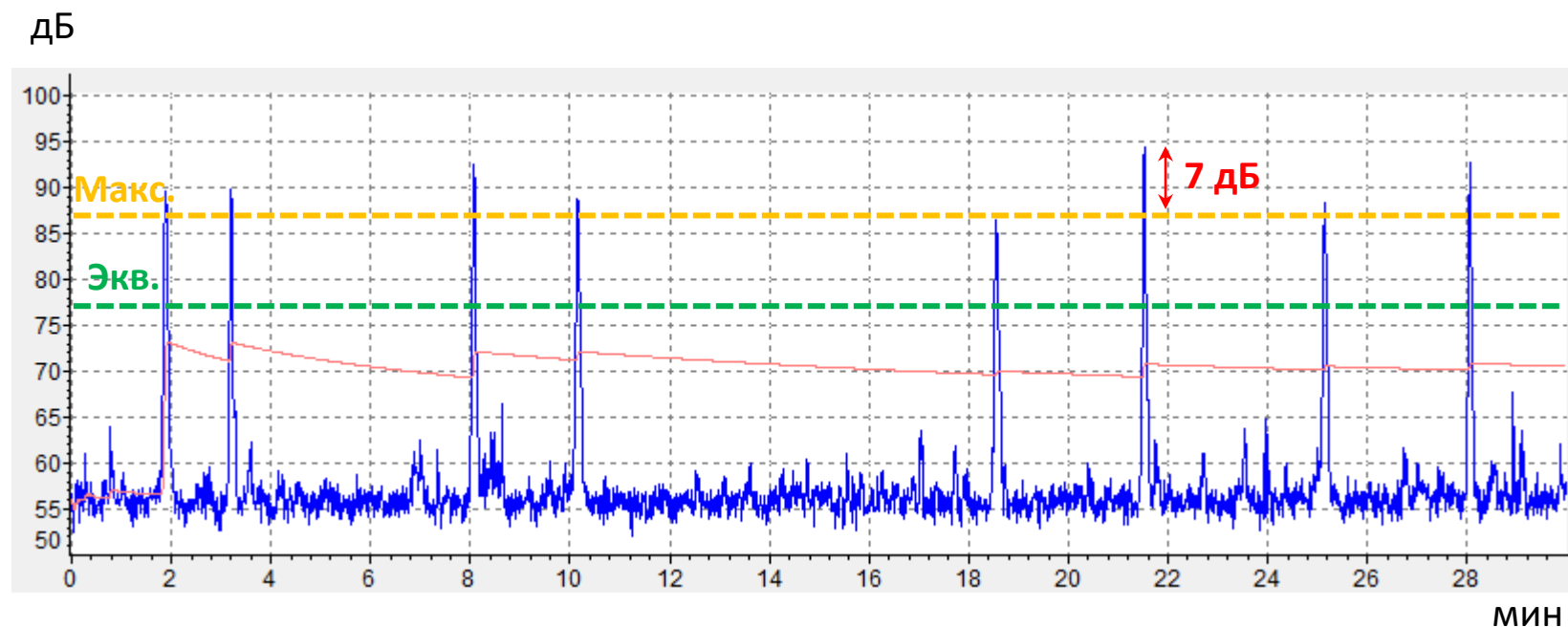
**СанПиН 1.2.3685-21** Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания

Нормирование непостоянной вибрации:

- Максимальная;
- Спектр;
- Новая шкала коррекции;

До марта 2021 – превышение 7 дБ

После марта 2021 – нет превышений



*Н.Г. Канев. Новые нормы шума и вибрации – тенденция к ухудшению акустических условий среды обитания человека // Безопасность жизнедеятельности. 2021. № 11. С. 43-48.*

# Необходимость виброзащиты

Пособие к **МГСН 2.04-97**. Проектирование защиты от транспортного шума и вибраций жилых и общественных зданий. М.: ГУП "НИАЦ", 1999

5.3. Вибрация от трамваев определяется типом трамвая, состоянием рельсов, типом основания пути. Наиболее критическим является частотный диапазон в пределах октавных полос 16-63 Гц. Допустимые значения вибрации в зданиях обеспечиваются при расстояниях от ближайшего пути, приведенных в табл. 5.2:

Таблица 5.2.

| Здания                           | Жилые |       | Гостиницы |    |    | Административные |       |
|----------------------------------|-------|-------|-----------|----|----|------------------|-------|
|                                  | А     | Б и В | А         | Б  | В  | А                | Б и В |
| Расстояние от ближайшего пути, м | 40    | 30    | 40        | 30 | 25 | 20               | 15    |

5.4. Вибрация от железнодорожных поездов определяется типом поезда, состоянием рельсов. Так на расстоянии 50 м от железной дороги скорректированные уровни виброускорения достигали 90-92 дБ при проходе грузовых поездов, 85-88 дБ при проходе пассажирских и 80-84 дБ при проходе пригородных электропоездов.

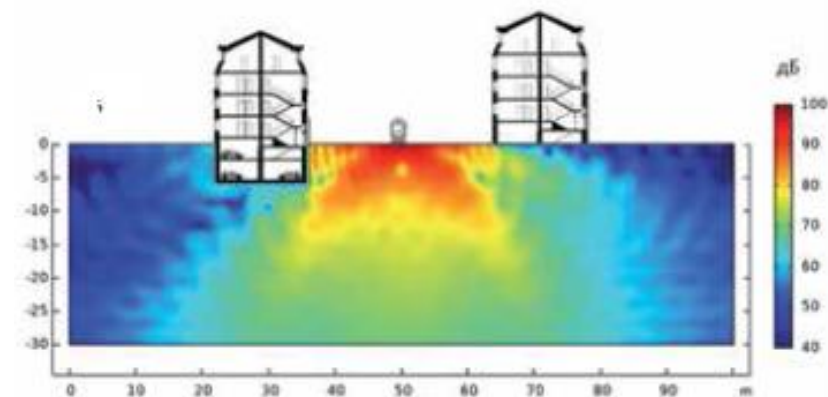
**СП 98.13330.2018** «Трамвайные и троллейбусные линии» - расстояние до стен жилого здания **20 м**

## Успех нормотворчества

**СП 441.1325800.2019** Защита зданий от вибрации, создаваемой железнодорожным транспортом. Правила проектирования.

**СП 465.1325800.2019** Здания и сооружения. Защита от вибрации метрополитена. Правила проектирования.

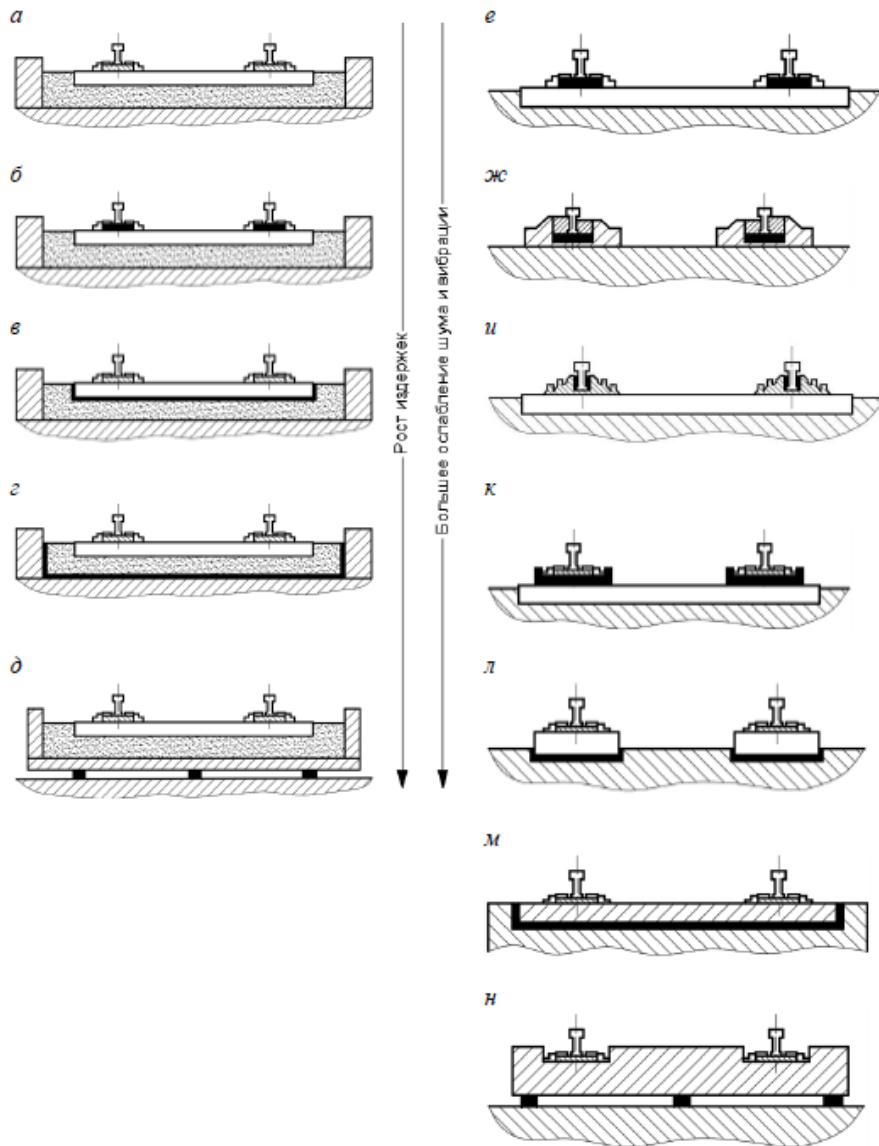
## Математическое моделирование



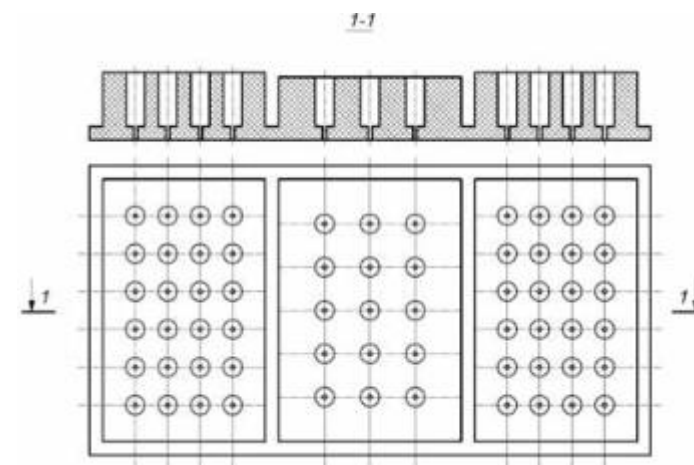
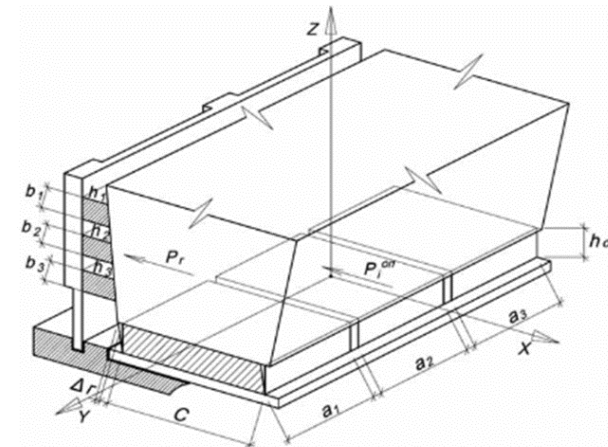
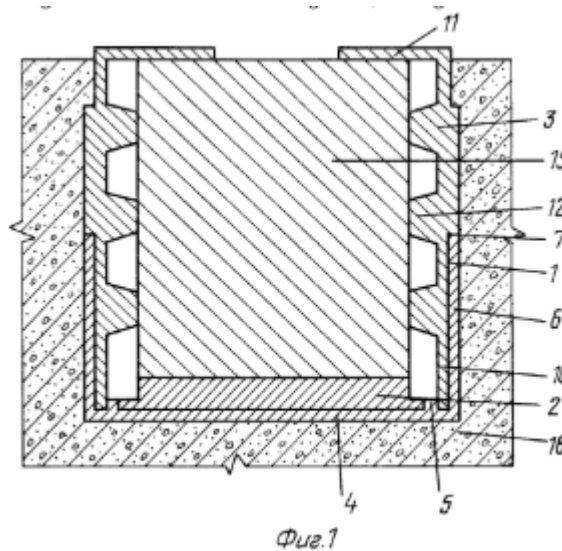
# Мероприятия по виброзащите – технологические успехи

Виброзащитные конструкции ВСП  
СП 441.1325800.2019

Запатентованные конструкции

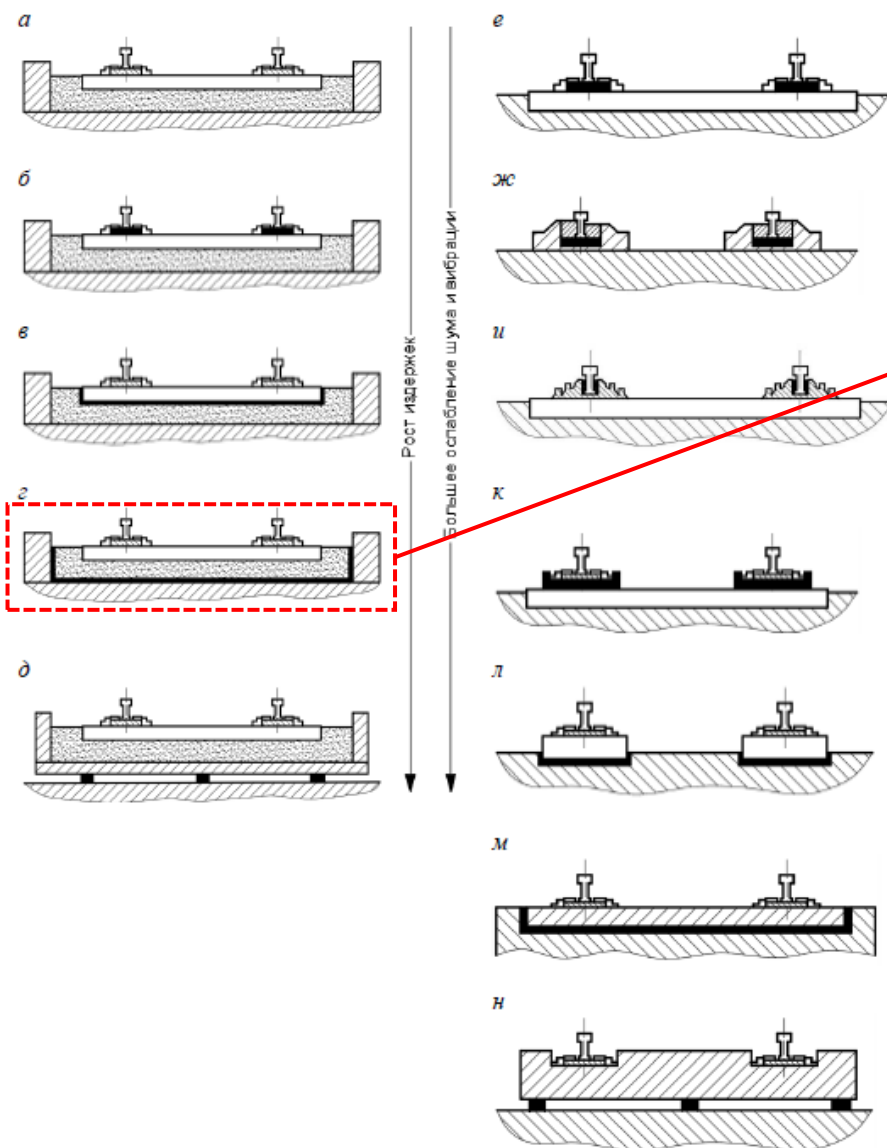


Патент RU 2221911 C2

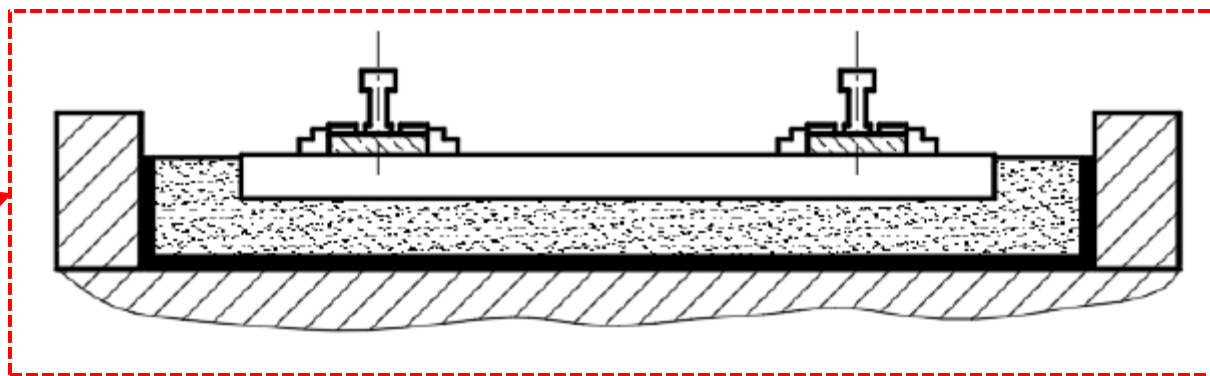


# Виброзащитная конструкция ВСП – практические успехи

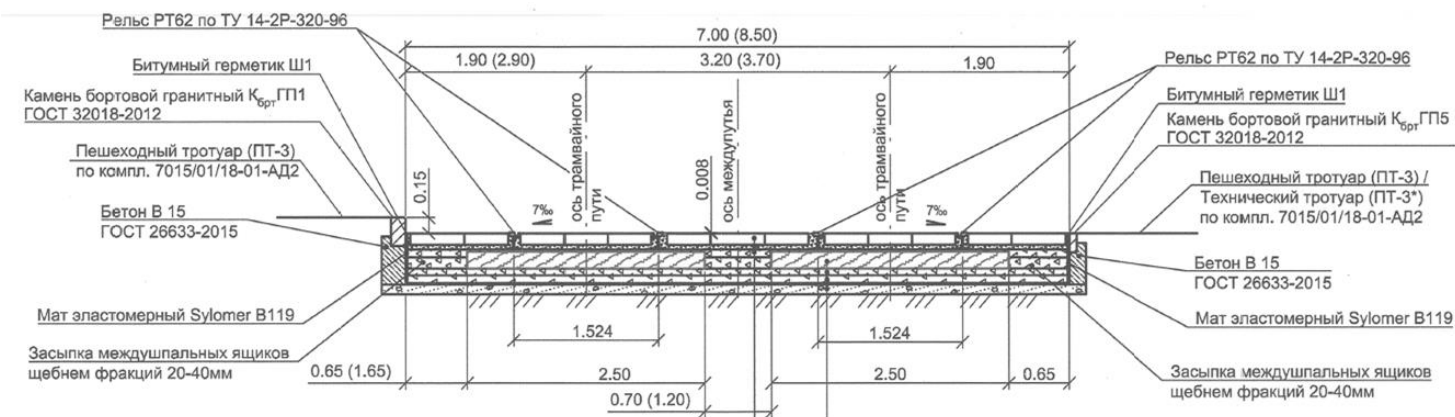
## Виброзащитные конструкции ВСП



## Балласт на упругом подбалластном мате (в терминах СП 441.1325800.2019)



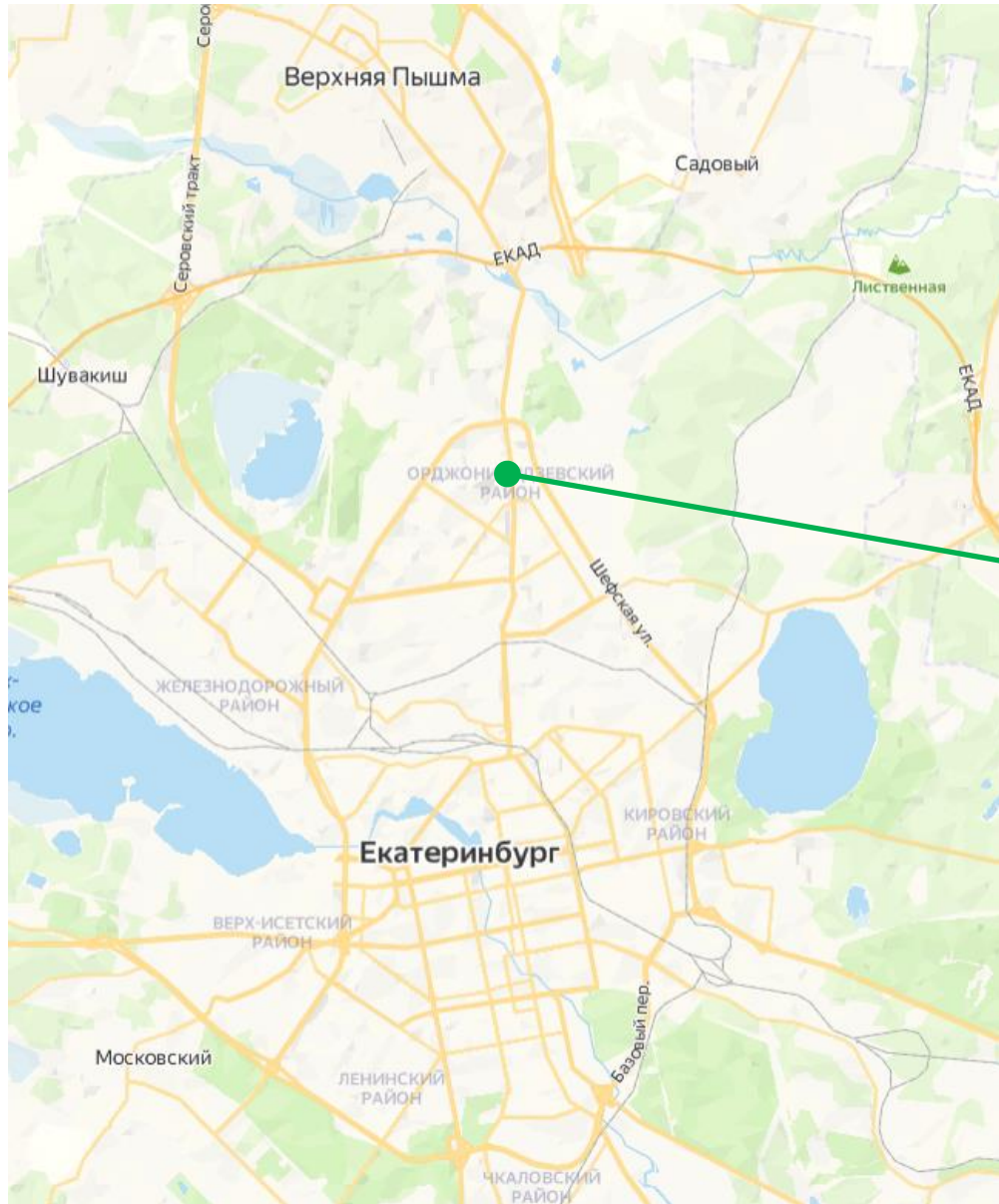
## Разработчик - ООО ПСК «Эверест»



|  |                           |       |
|--|---------------------------|-------|
| Плиты бетонные Пт 5П 57.46.12/22,5 (568x458x120мм) | ТУ 5746-001-56411844-2006 | -0,12 |
| Щебень фракции 5-10 мм                             | ГОСТ 8267-93              | -0,05 |
| Геосинтетическое полотно Геоспан "150"             | ТУ 8388-021-18603495-2006 | —     |
| Щебень фракции 20...40мм                           | ГОСТ 8267-93              | -0,08 |

|  |                   |        |
|--|-------------------|--------|
| Шпала деревянная типа I (укороченная)        | ГОСТ Р 58615-2019 | -0,18  |
| Балласт щебеночный фр.20-40мм (верхний слой) | ГОСТ 8267-93      | -0,07  |
| Балласт щебеночный фр.40-70мм (нижний слой)  | ГОСТ 8267-93      | -0,08  |
| Мат эластомерный Sylomer В119                |                   | -0,019 |
| Песчано-гравийная смесь                      | ГОСТ 23735-2014   | -0,10  |

# Исследованный участок в Екатеринбурге



# Методика измерений

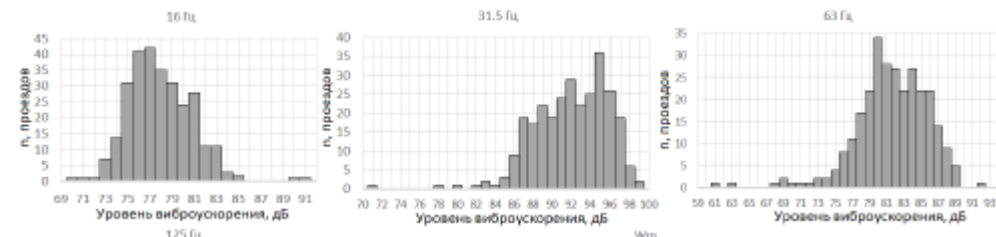
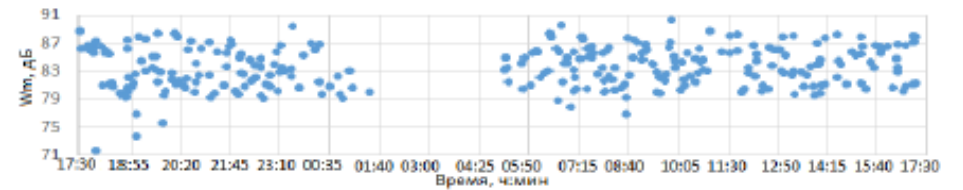


Условия репрезентативности:

- подвижной состав;
- скорость движения;
- заполненность.

Васильев М.Д., Канев Н.Г. Неопределенность измерения вибрации рельсового транспорта // Сборник трудов XXXII сессии Российского акустического общества, 14-18 октября 2019, г. Москва. С. 156-161.

Суточный мониторинг – 285 проездов



Статистические характеристики для трамваев, дБ

| Область распределения | Показатель | Частота, Гц |      |      |      | Корректированный уровень, Wm |
|-----------------------|------------|-------------|------|------|------|------------------------------|
|                       |            | 16          | 31,5 | 63   | 125  |                              |
| Все проезды           | Среднее    | 78.0        | 91.9 | 81.6 | 68.7 | 83.6                         |
|                       | Дисперсия  | 8.0         | 14.8 | 17.6 | 11.5 | 8.3                          |
|                       | СО         | 2.0         | 3.8  | 4.2  | 3.4  | 2.9                          |



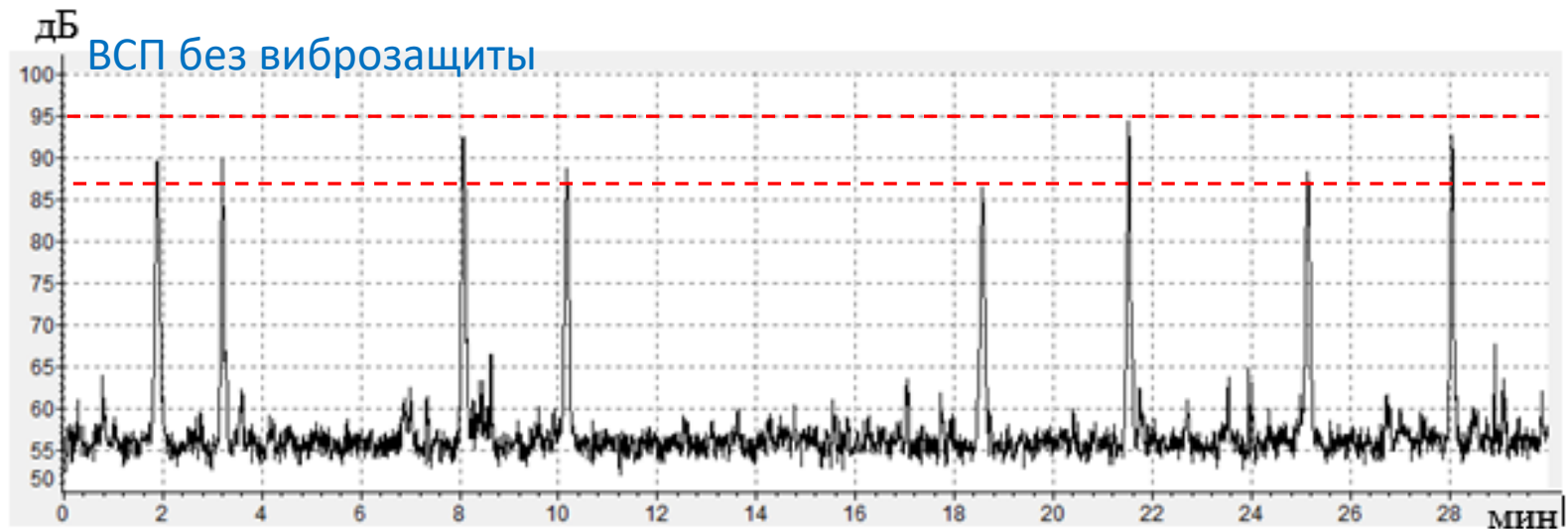
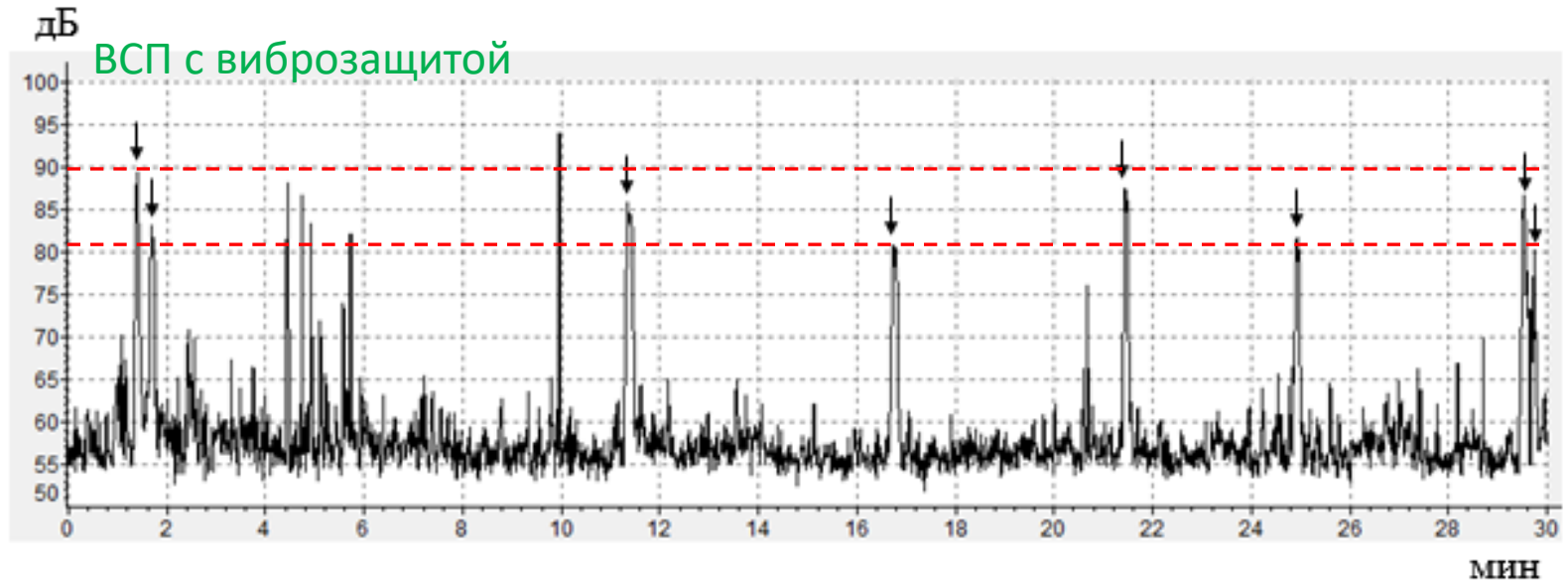
# Пример виброграммы

Частота – 31.5 Гц

Направление Z

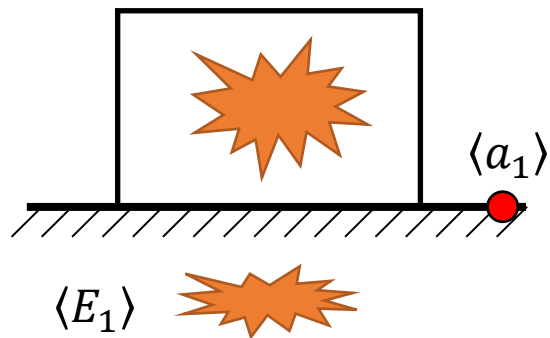
5 м от путей

8 событий

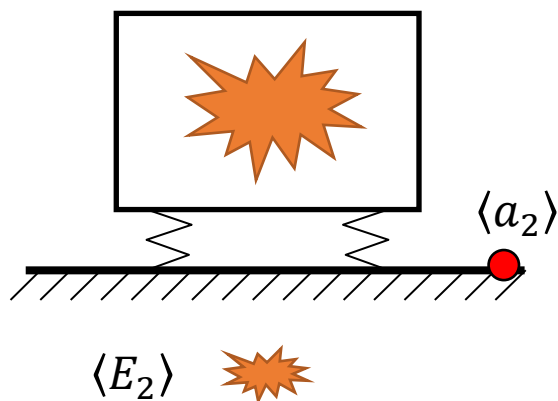


# Оценка виброизоляции

Виброизоляция – отношение средней плотности колебательной энергии за препятствием до и после его установки



$$VI = 10 \log \frac{\langle E_1 \rangle}{\langle E_2 \rangle}$$



$$\langle E \rangle \sim \langle v \rangle^2 \sim \frac{\langle a \rangle^2}{\omega^2} \quad \longrightarrow \quad VI = 20 \log \frac{\langle a_1 \rangle}{\langle a_2 \rangle}$$

Эффективность виброизоляции ВСП, дБ

| Расстояние | Частота, Гц |      |      |      |
|------------|-------------|------|------|------|
|            | 16          | 31.5 | 63   | 125  |
| 5 м        | -3.2        | 2.7  | 13.9 | 20.6 |
| 12 м       | -1.3        | 4.5  | 5.8  | 7.2  |

# Выводы

1. Виброизоляционные решения (конструкции, методики, расчеты, НТД) - **есть**.
2. Специализированные материалы (в т.ч. отечественного производства) - **есть**.
3. Опыт внедрения - **есть**.
4. Данные натурных исследований эффективности виброизоляционных решений – **есть, но мало**.



Спасибо за внимание!

Николай Канев, [nk@vibroprotect.ru](mailto:nk@vibroprotect.ru), +7-968-965-92-20