

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

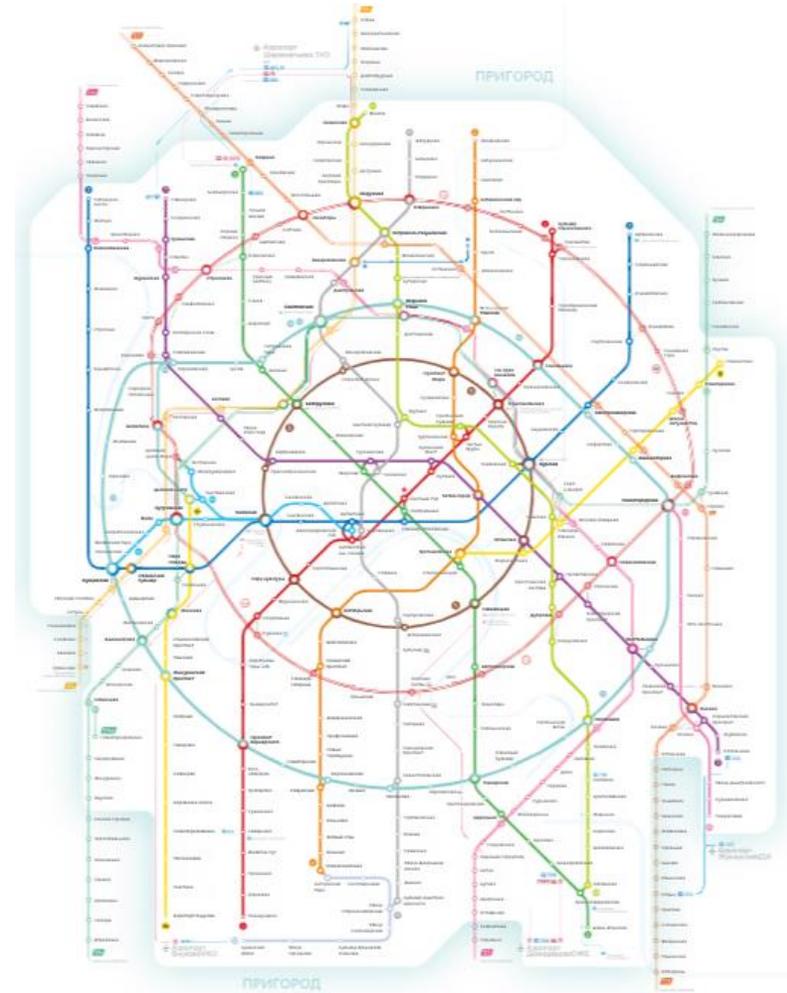
2019



2021



2024



# Нормирование вибрации – «успех»

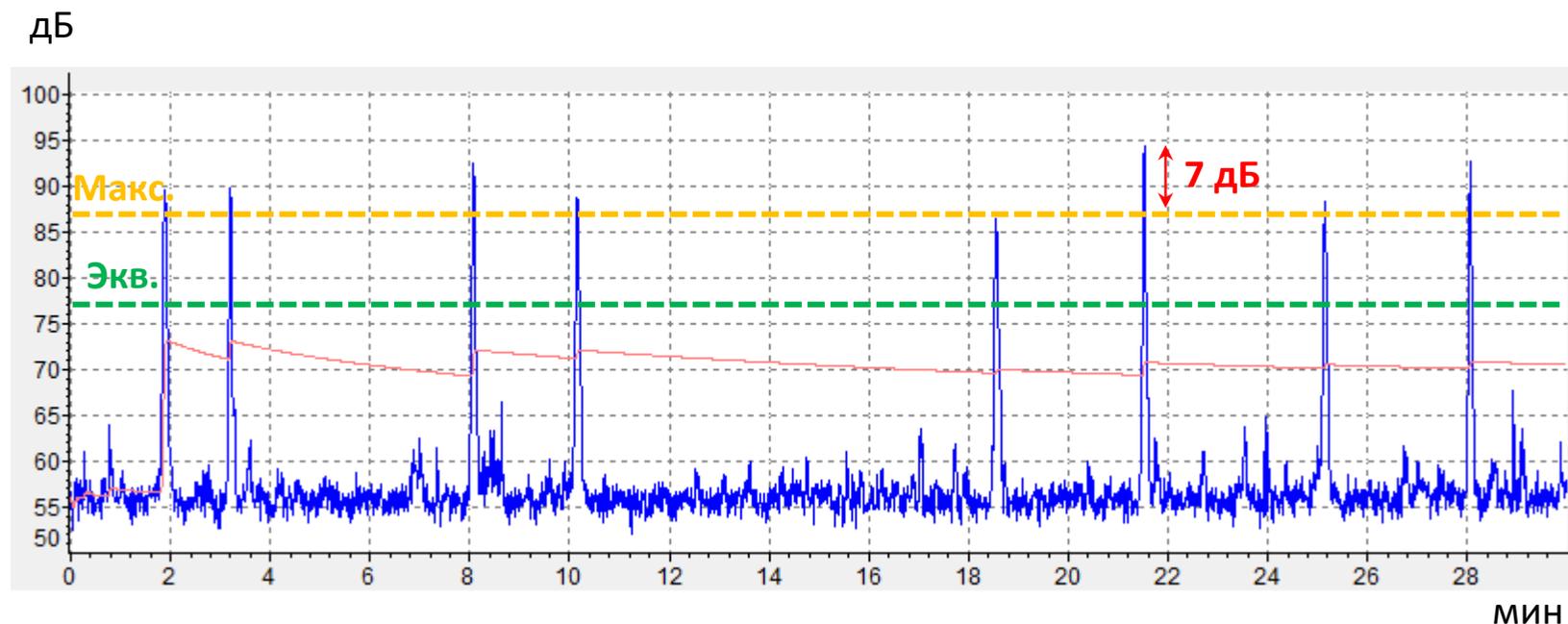
**СанПиН 1.2.3685-21** Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания

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.

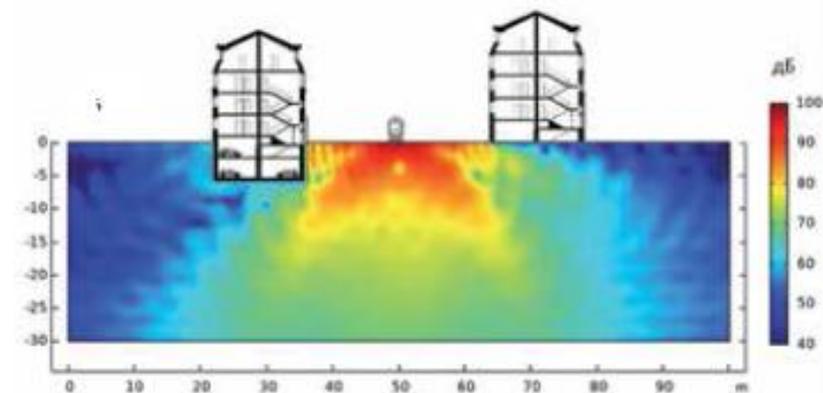
**СП 98.13330.2018** «Трамвайные и троллейбусные линии» - расстояние до стен жилого здания **20 м**

## 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.

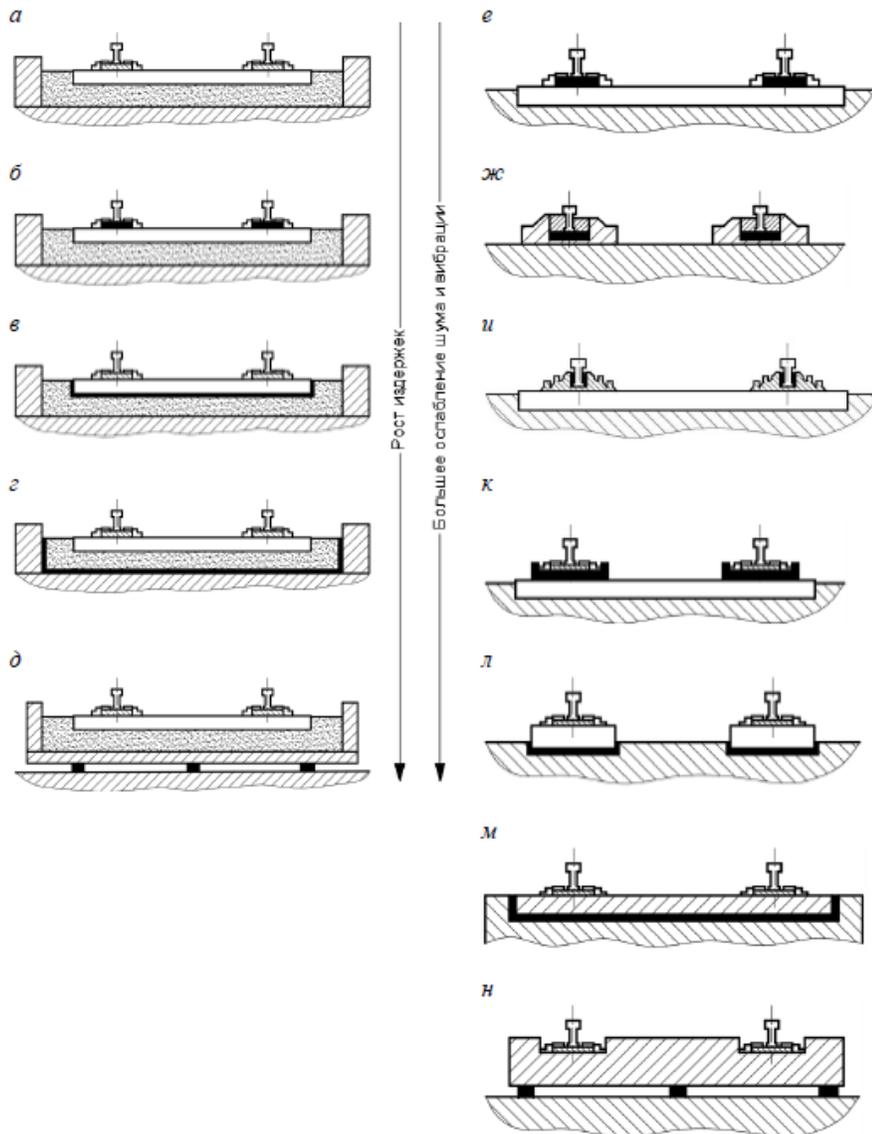
## Математическое моделирование



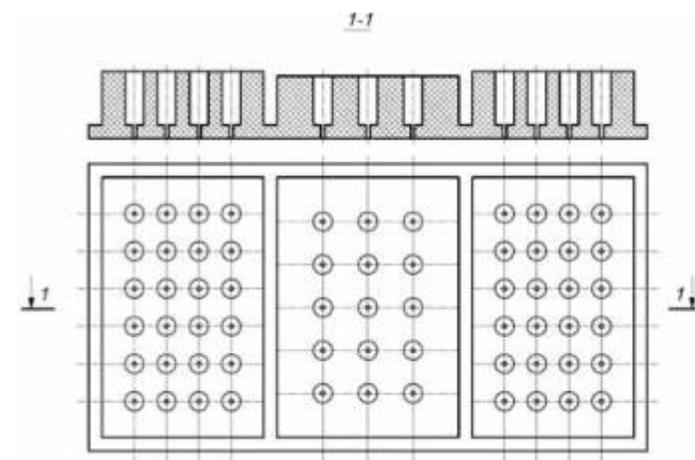
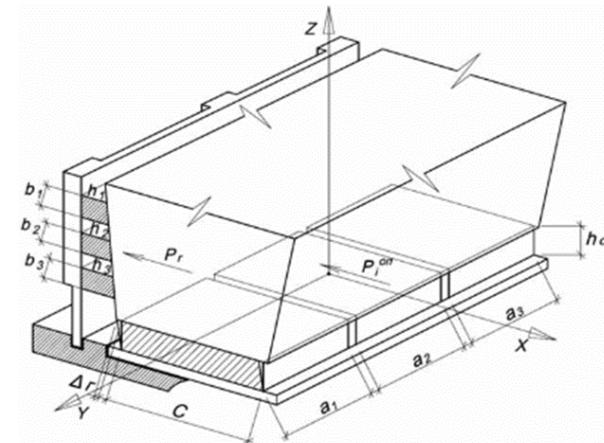
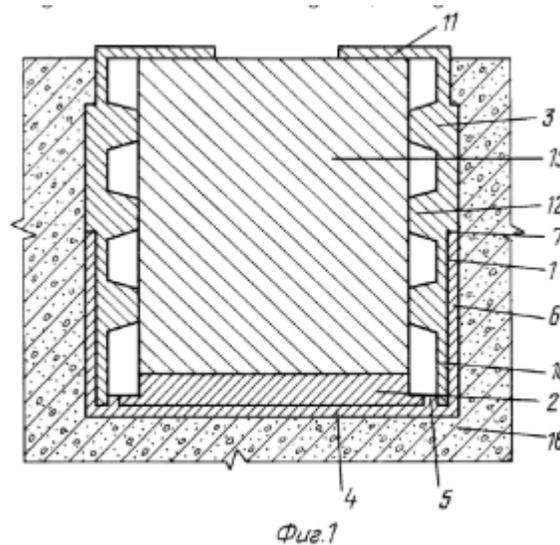
# Мероприятия по виброзащите – технологические успехи

Виброзащитные конструкции ВСП  
СП 441.1325800.2019

Запатентованные конструкции

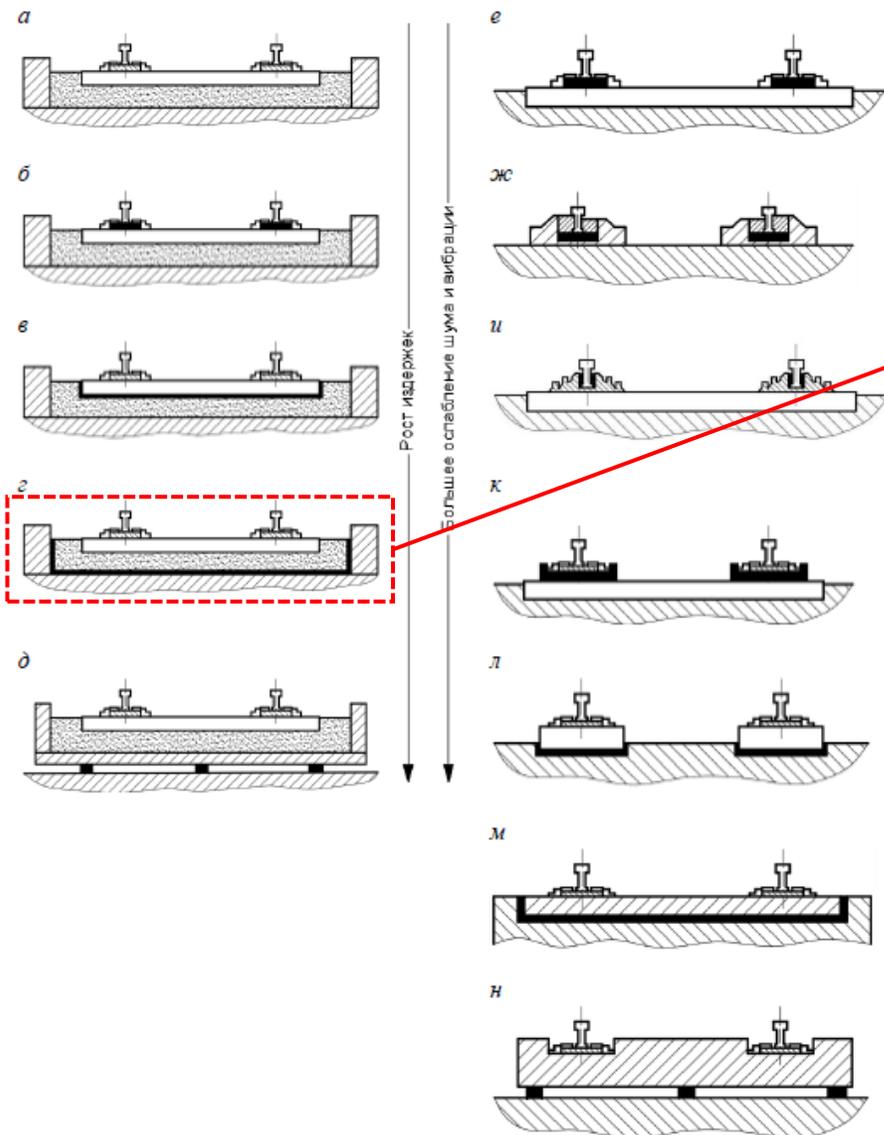


Патент RU 2221911 C2

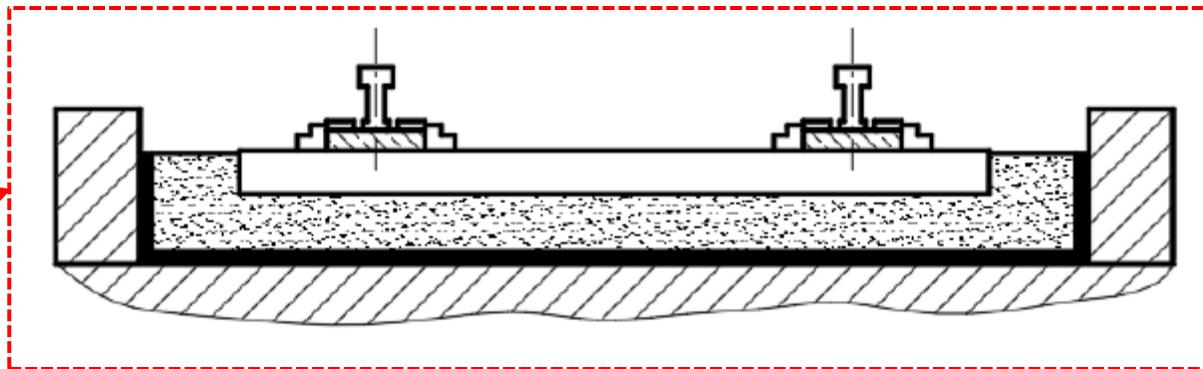


# Виброзащитная конструкция ВСП – практические успехи

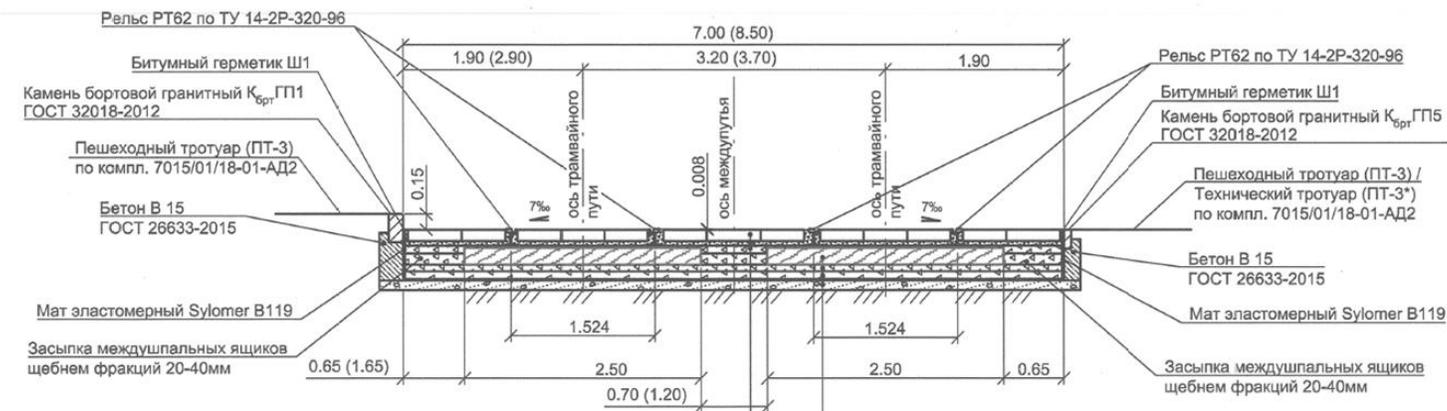
## Виброзащитные конструкции ВСП



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



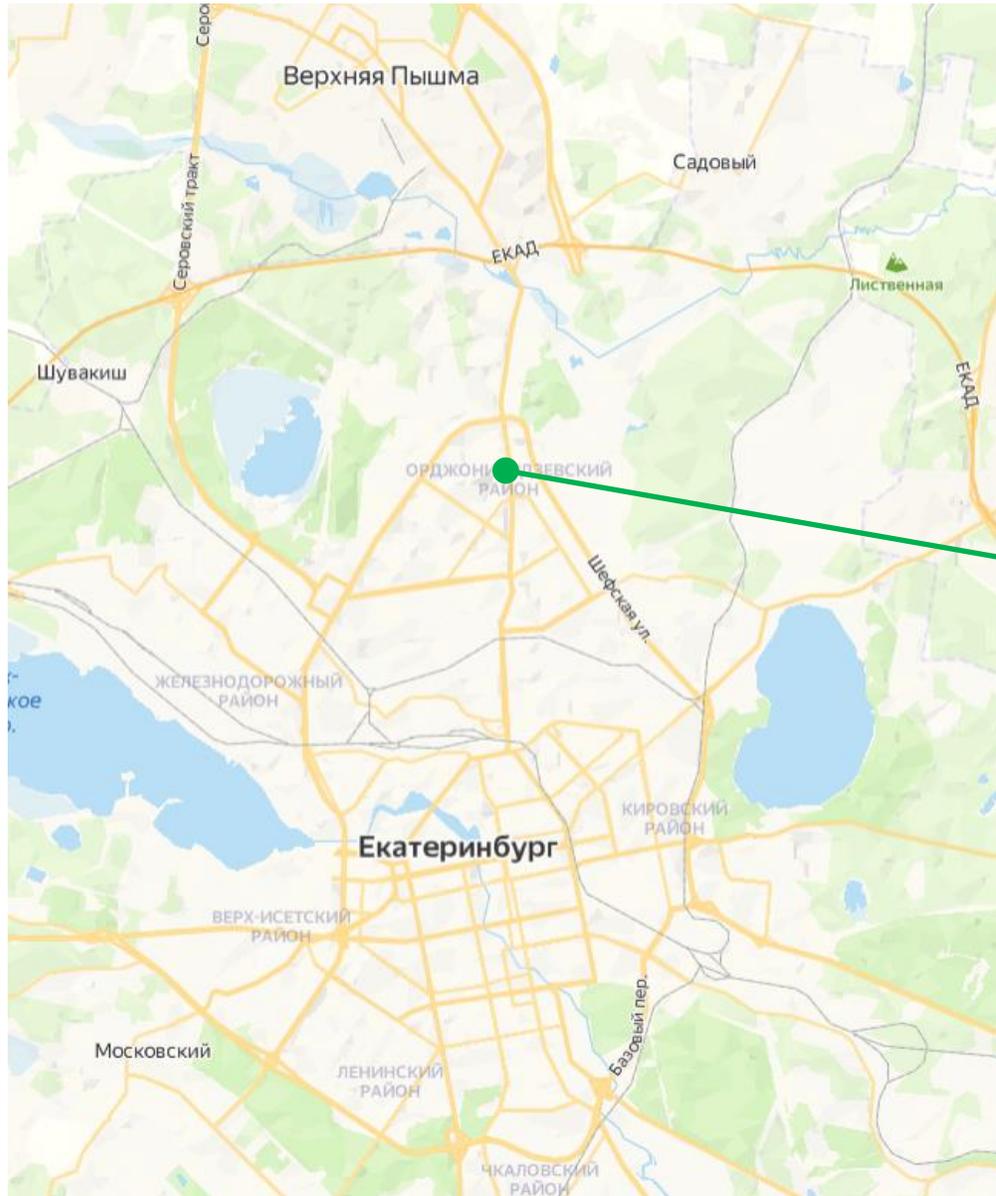
## Разработчик - ООО ПСК «Эверест»



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 B119		-0,019
Песчано-гравийная смесь	ГОСТ 23735-2014	-0,10

# Исследованный участок в Екатеринбурге



# Методика измерений

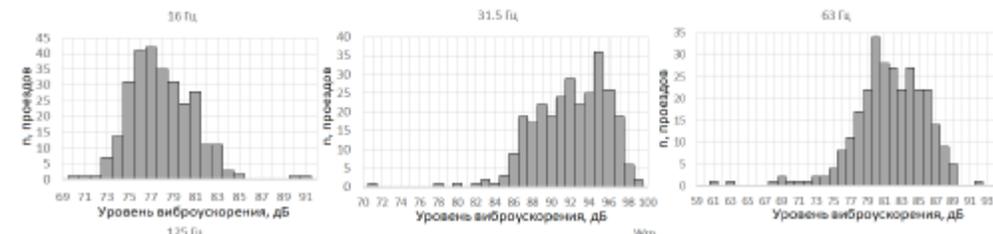
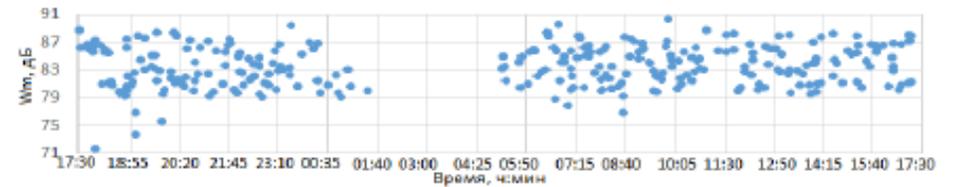


Условия репрезентативности:

- 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

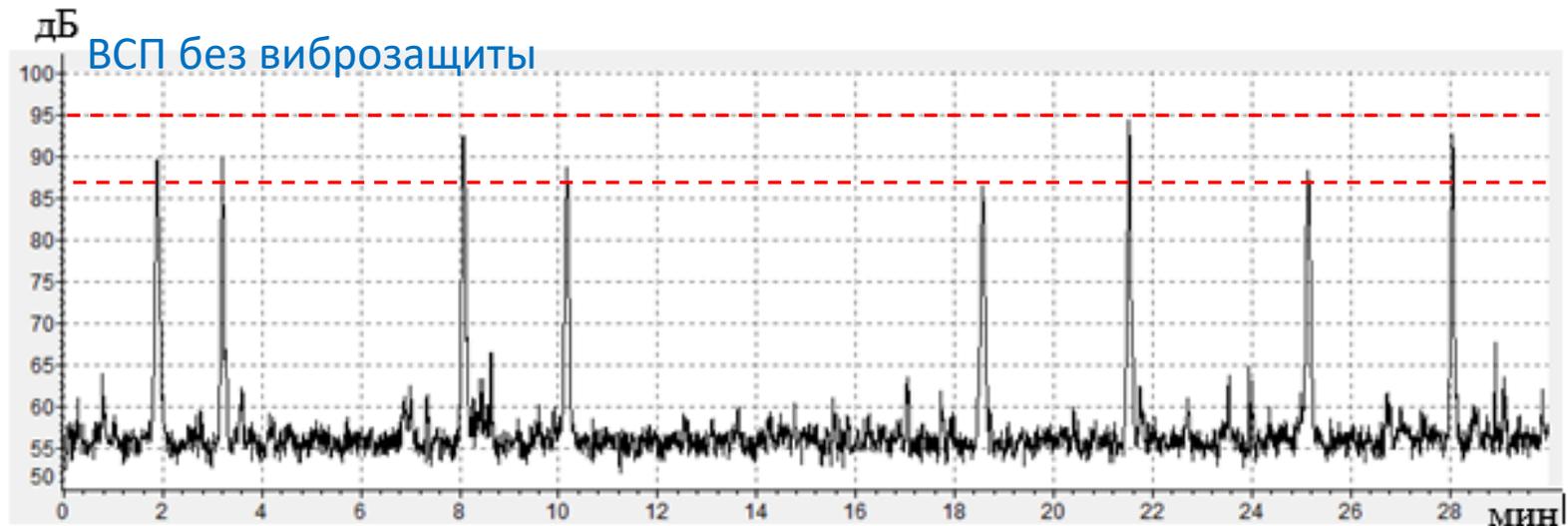
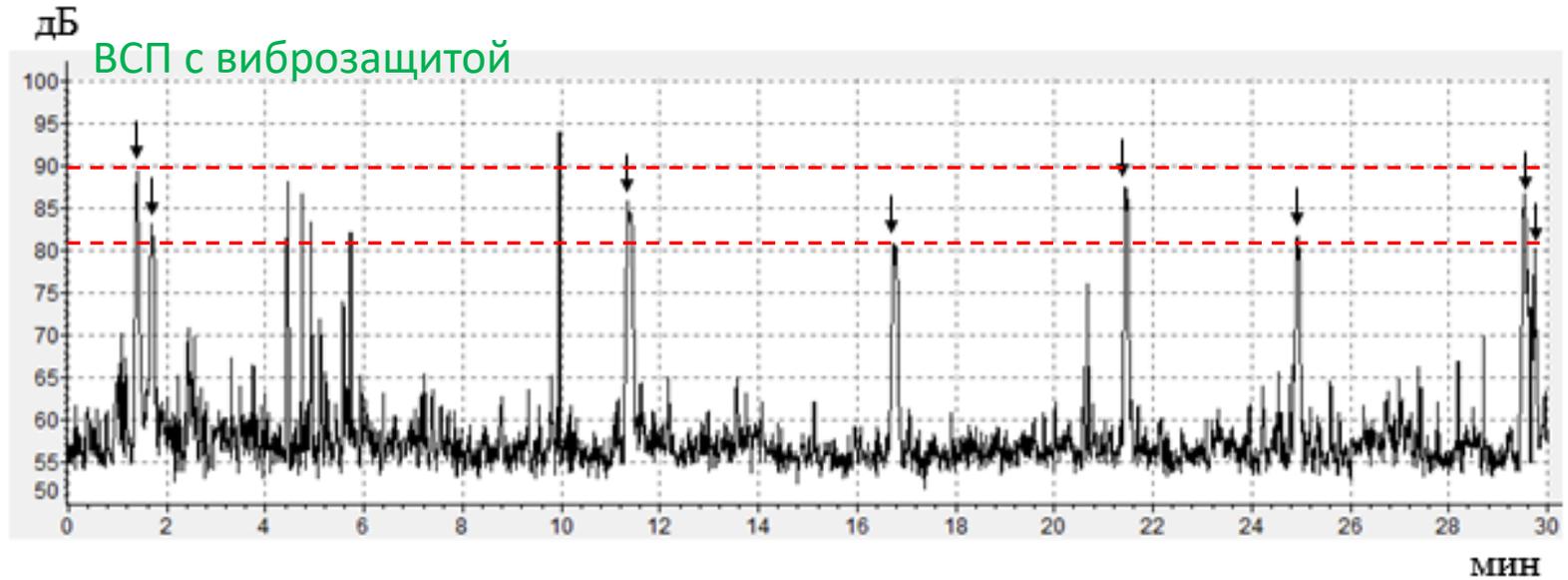
# Пример виброграммы

Частота – 31.5 Гц

Направление Z

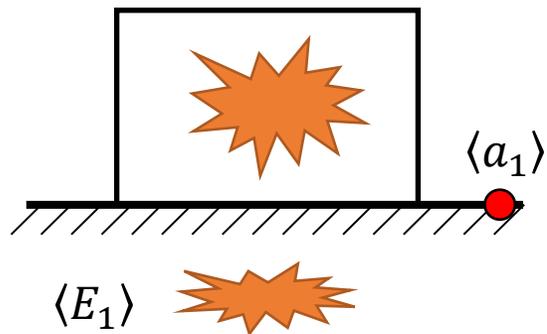
5 м от путей

8 событий

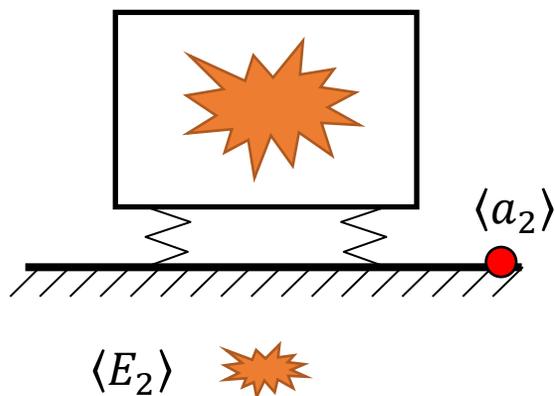


# Оценка виброизоляции

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*