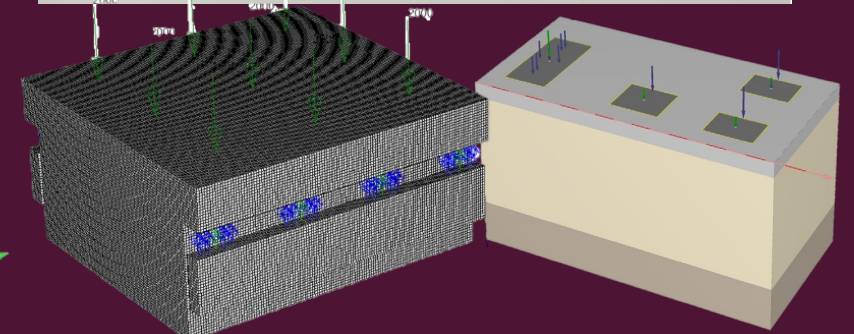
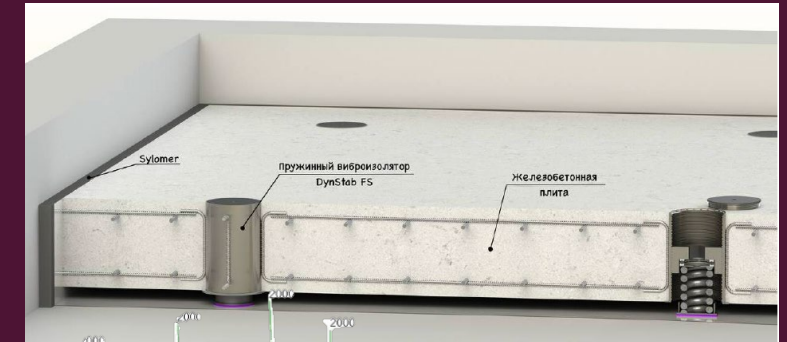
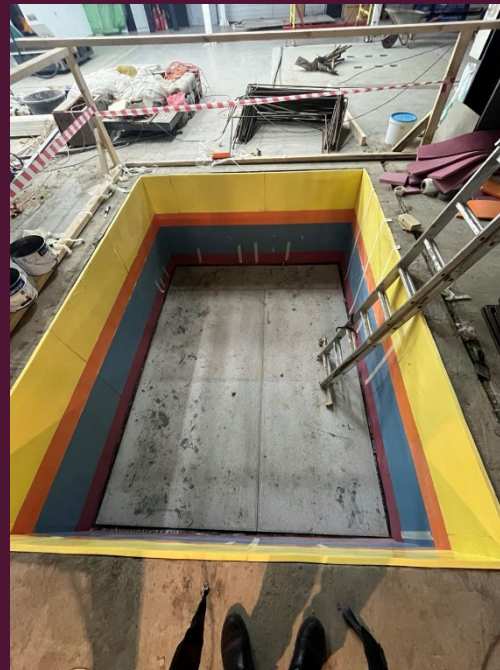
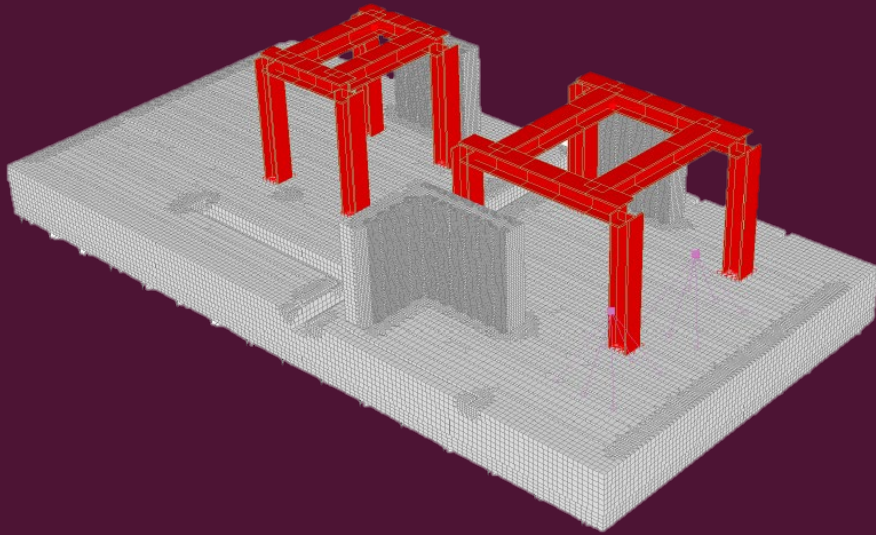




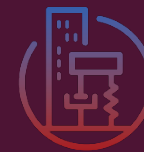
Динамические
Системы

КОМПЛЕКСНАЯ ВИБРОАКУСТИЧЕСКАЯ ЗАЩИТА ВЫСОКОТОЧНЫХ ПРОИЗВОДСТВ И ЛАБОРАТОРИЙ

МАЛОВ ДАВИД ДМИТРИЕВИЧ
ВЕДУЩИЙ СПЕЦИАЛИСТ



КЛАССИФИКАЦИЯ ВИБРАЦИОННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ



Динамические
Системы

Группа 1: Большие
амплитуды колебаний

Транспортная вибрация

Сейсмика

Масштабное испытательное
оборудование (сейсостенды,
силовые рамы)

Инженерное и испытательное
оборудование

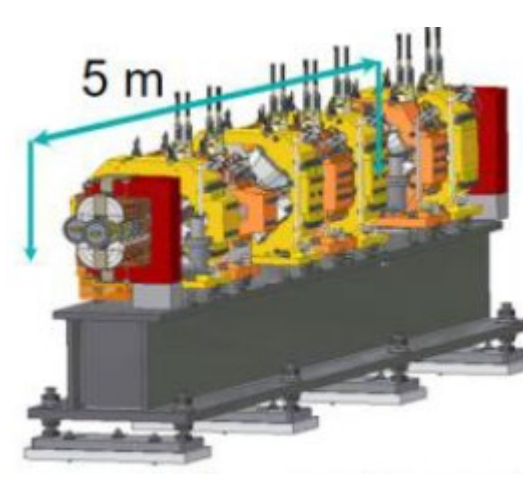
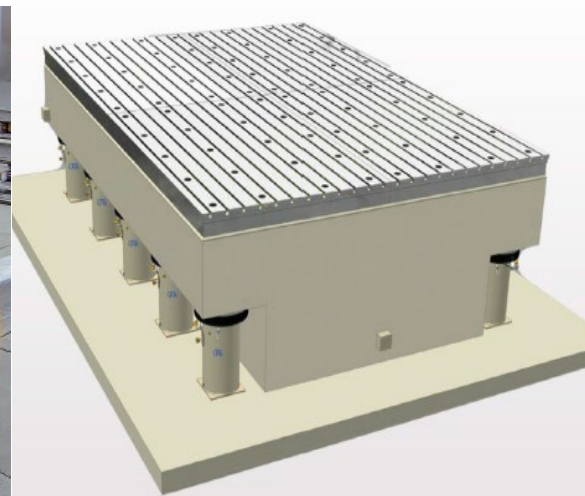
Группа 2: Средние
амплитуды колебаний

Инженерное и испытательное
оборудование

Измерительное
оборудование

Группа 3: Малые
амплитуды колебаний

Установки типа мегасайенс
Высокоточное испытательное
и измерительное
оборудование
Высокоточные производства



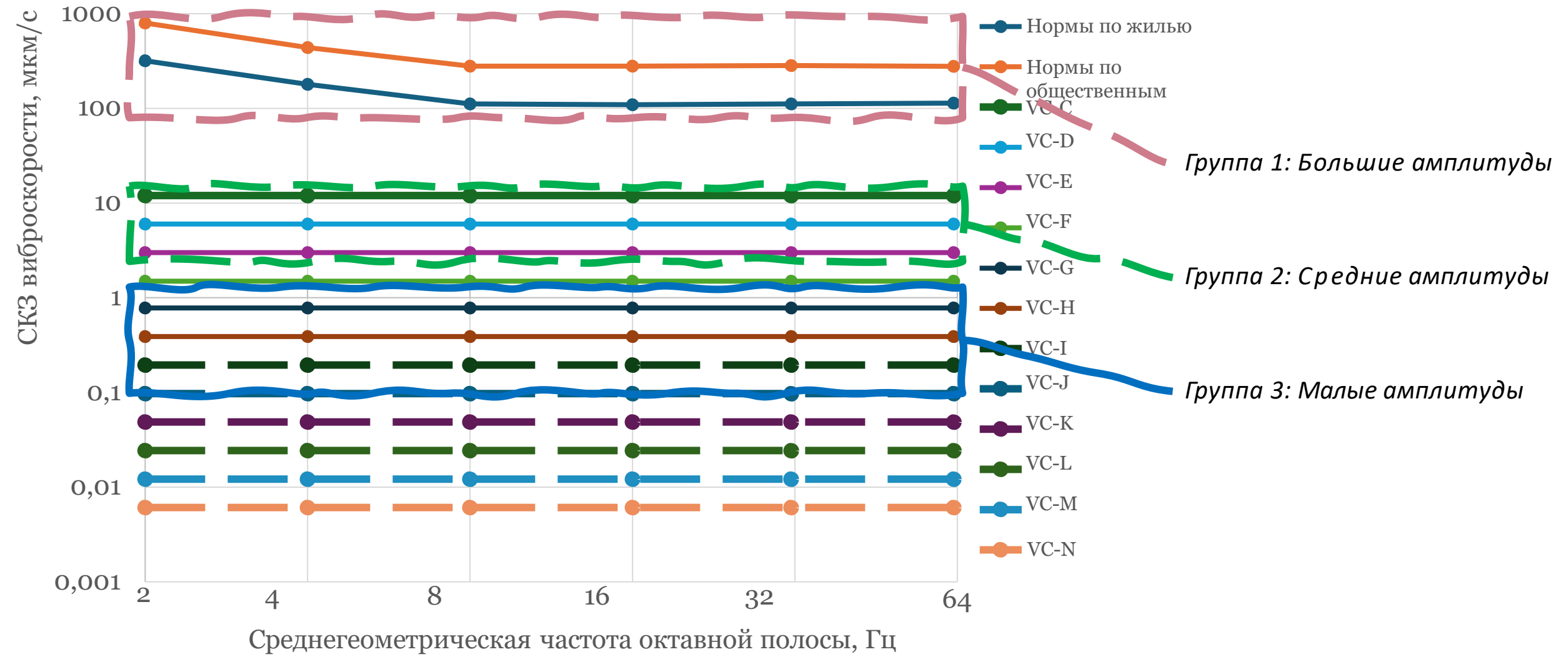


Динамические
Системы

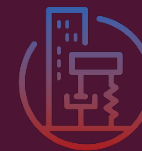


Динамические
Системы

КЛАССИФИКАЦИЯ ВИБРАЦИОННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ

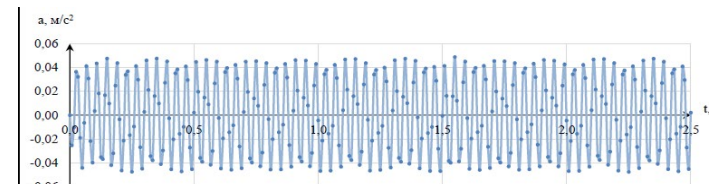
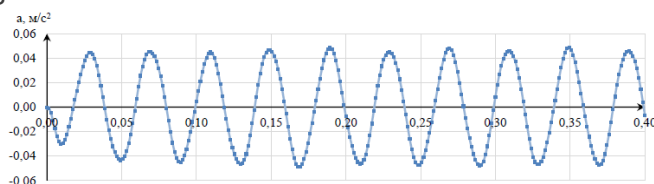
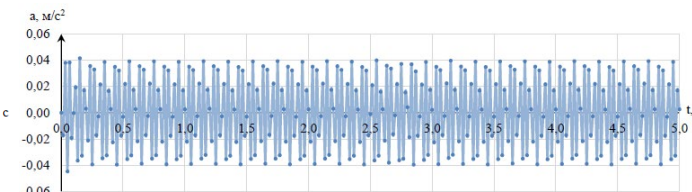
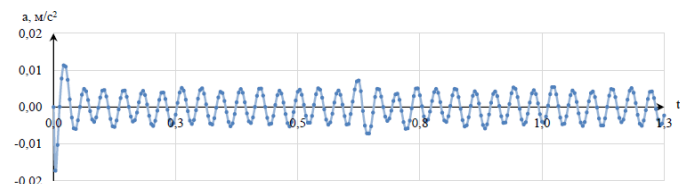
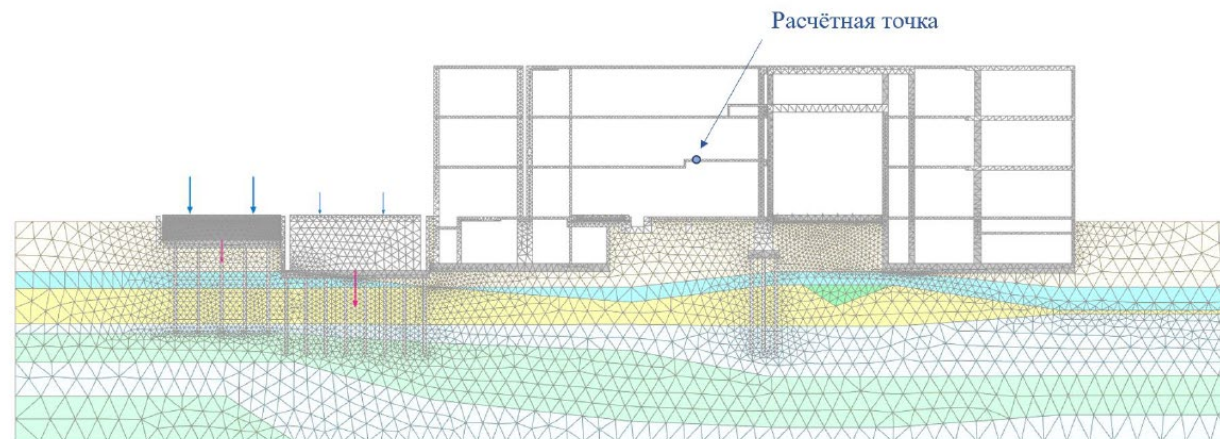


РАЗВИТИЕ ВЫСОКОТОЧНЫХ ПРОИЗВОДСТВ И ЛАБОРАТОРИЙ, И СВЯЗАННЫЕ С ЭТИМ ПРОБЛЕМЫ

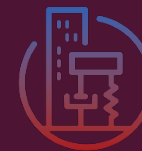


Динамические
Системы

- Уникальность производств. Отсутствие апробированных решений
- Высокие требования Заказчиков, предъявляемые к качеству работ и материалов
- Оборудование, чувствительное к малейшим изменениям вибрационного фона. Даже незначительные вибрации могут привести к искажению результатов измерений/нарушению технологического процесса.
- Прогнозирование вибрации от различных типов источников: инженерное оборудование, испытательное оборудование, внешние источники (транспорт, микросейсмика, ветровой воздействие)
- Проектирование фундаментов. Высокие требования к прочности, жесткости, устойчивости и геометрическим показателям
- Необходимость увязки всех принятых решений по виброизоляции при расчете и проектировании фундаментов
- Выбор материалов. Все подобранные материалы должны обладать необходимыми характеристиками с учетом специфики каждого отдельного производства/лаборатории
- Последующий мониторинг реализованных решений с проведением комплексных виброакустических испытаний



ТИПЫ ЗАДАЧ И НОРМИРОВАНИЕ



Динамические
Системы

Задачи по виброизоляции фундаментов оборудования можно разделить на два типа:

- Виброизоляция виброактивного оборудования (насосы, чиллеры, мельницы, маслостанции и т.д.)
- Виброизоляция виброчувствительного оборудования (КИМ, ВИМ, токарные, фрезерные станки и т.д.)

В первом случае как правило задача заключается в обеспечении нормативных уровней вибрации на рабочих местах, в помещениях жилых зданий в соответствии с СанПиН 1.2.3685-21.

Во втором случае необходимо обеспечить требуемые уровни вибрации основания, установленные производителем оборудования.

Допустимые значения и уровни вибрации в помещениях общественных зданий

Таблица 5.37

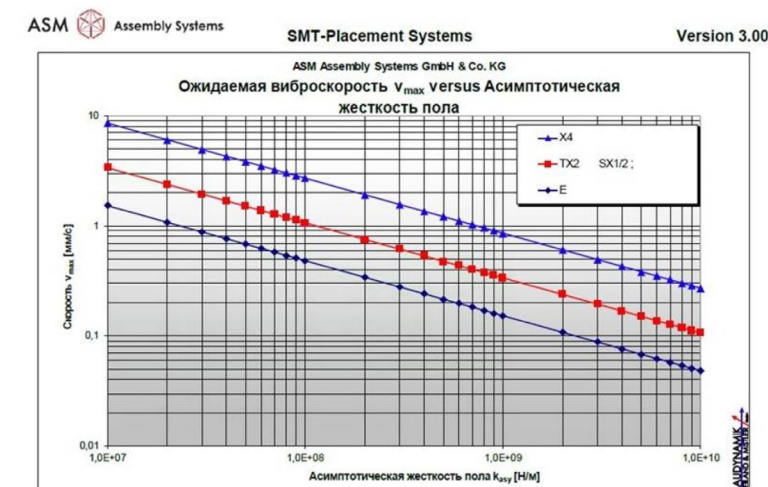
Среднегеометрические частоты октавных полос, Гц	Эквивалентные значения и уровни виброускорения для направлений действия Z,Y,X,	
	м/с $2 \cdot 10^{-3}$	дБ
2	10,0	80,0
4	11,0	81,0
8	14,0	83,0
16	28,0	89,0
31,5	56,0	95,0
63	110,0	101,0
Корректированные и эквивалентные корректированные значения и их уровни, частотная коррекция Wm	10,0	80,0

Floor Vibration Limits

Floor velocity (rms, mm/s)	Operational Status ※)	Note
0 ~ 0.71	Good	10 ~ 40Hz
~ 1.80	Allowable	
1.80 ~	Not Permissible	

※) Vibration Severity, Class I (ISO 2372)

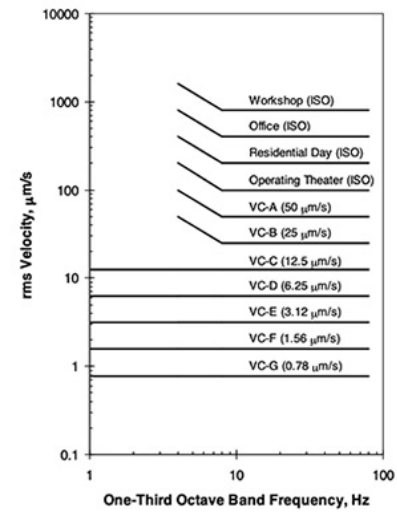
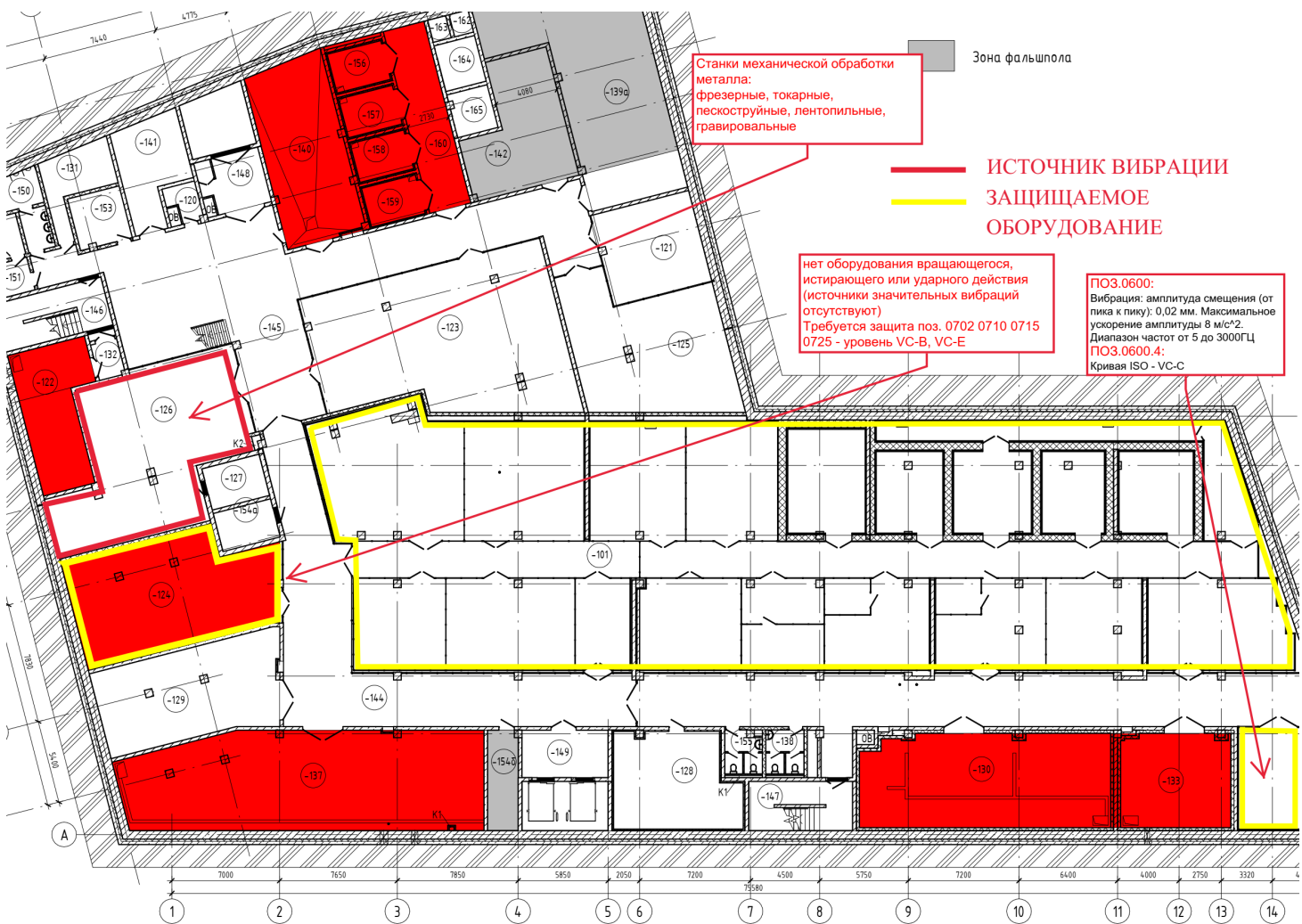
Floor Displacement (p-p, mm)	Operational Status	Note
0 ~ 0.1	Good	10 ~ 40Hz
0.1 ~	Not Permissible	



ПОМЕЩЕНИЯ С ИНЖЕНЕРНЫМ ОБОРУДОВАНИЕМ



Динамические
Системы

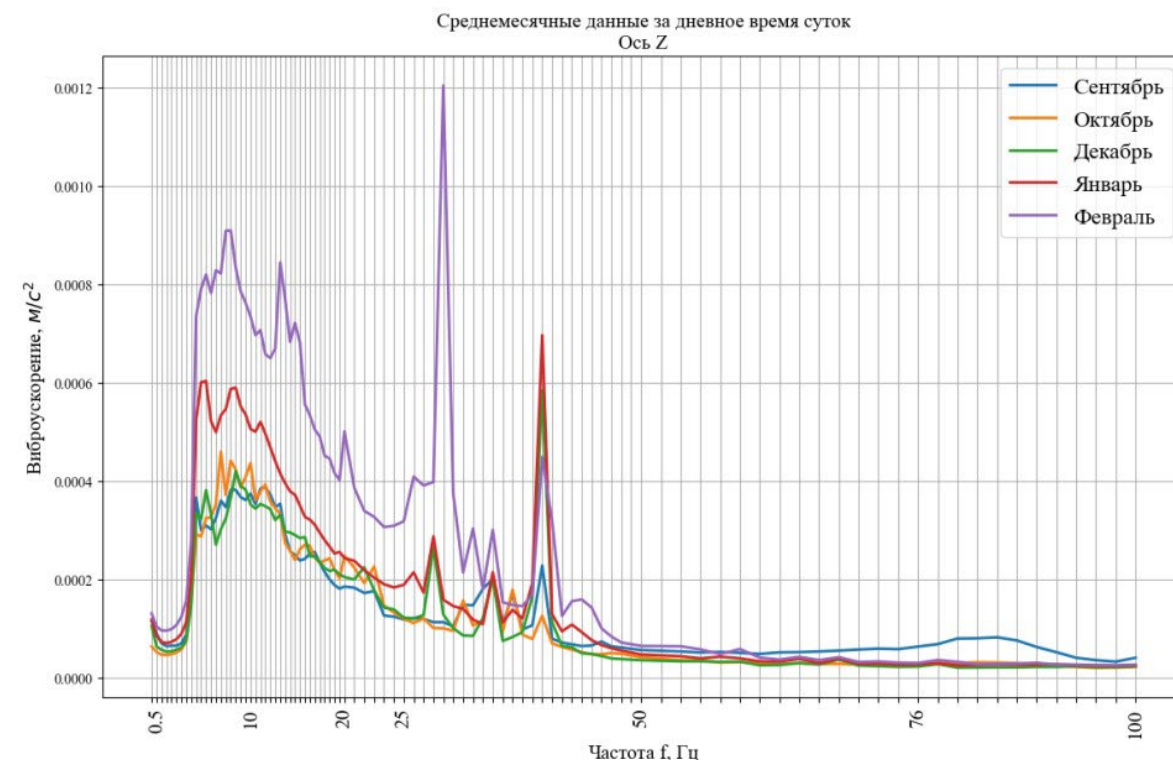
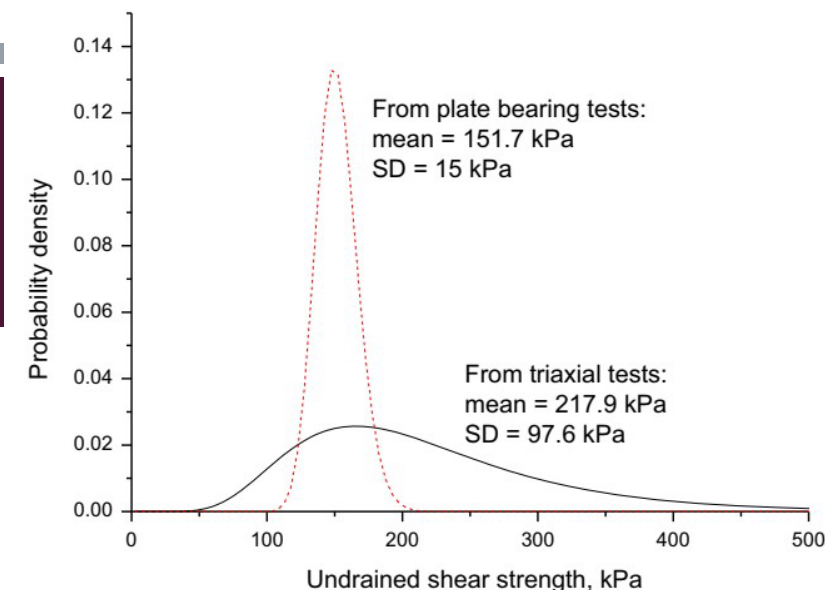


Источник	Частота (Гц)	Амплитуда, мм
Воздушный компрессор	4 – 20	0,254
Погрузочно – разгрузочное оборудование	5 – 40	0,025
Насосы	5 – 25	0,025
Пешеходная активность	0,55 – 6	0,0003
Воздушный шум	100 – 10000	0,25 – 0,0025
Штамповальные прессы	До 20	0,25 – 0,00030
Трансформаторы	50 – 400	0,0025 – 0,0003
Лифтовое оборудование	До 40	0,025 – 0,0003

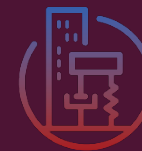
ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

1. Использование вероятностного подхода к расчётам по 2 ГПС

- детальное уточнение параметров грунтов:
 - штамповые испытания грунтов в пределах сжимаемой толщи;
 - MASW (multichannel analysis of surface waves)*;
 - SFS (seismic refraction survey)*;
 - HVSR (horizontal to vertical spectrum ratio)*;
 - *на глубину до 25 – 30 м.
- сбор максимально возможного набора данных (микросейсмика) с точки наблюдения



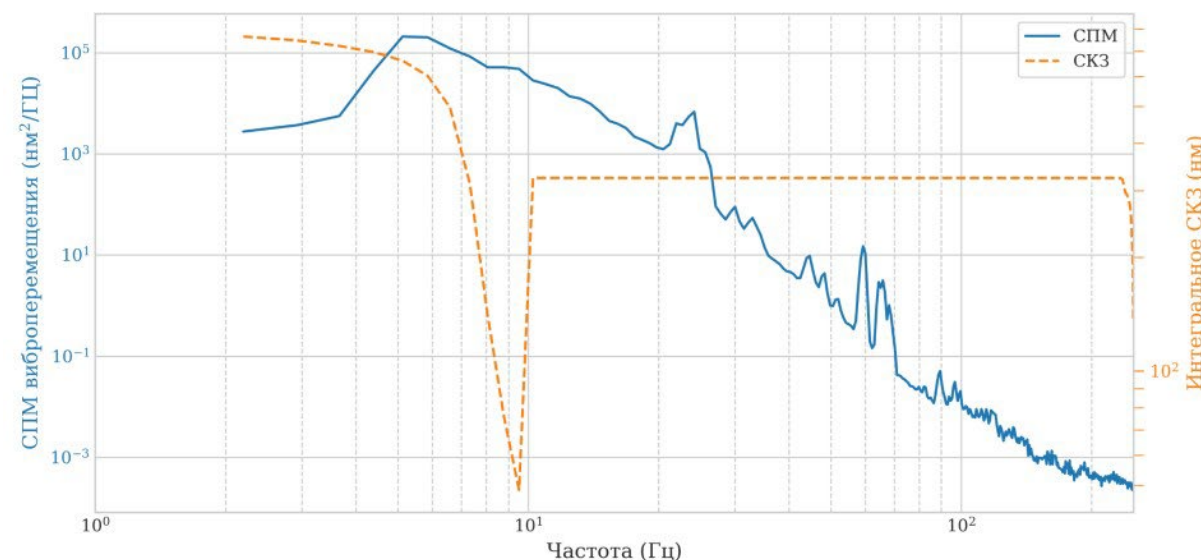
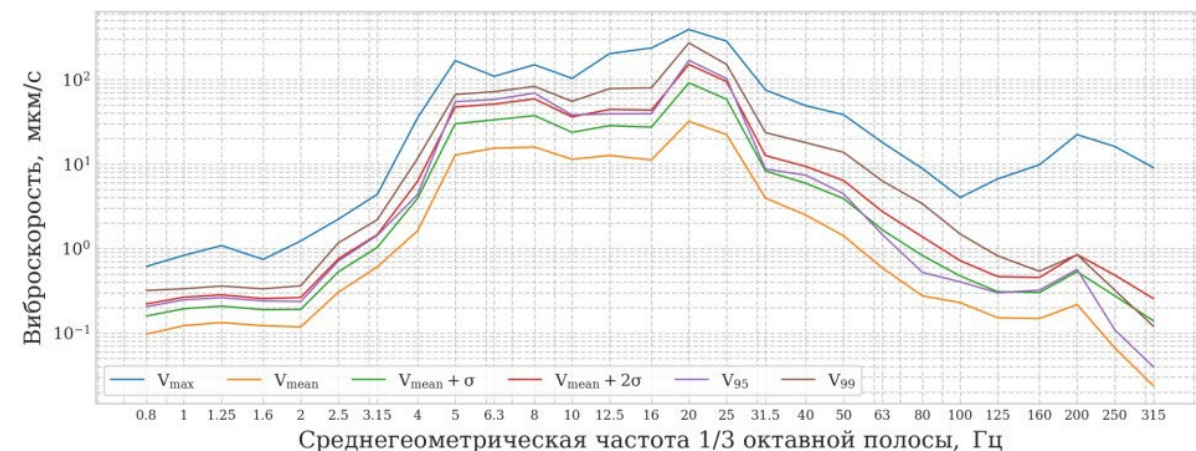
ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ



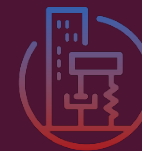
Динамические
Системы

2. Вариативное расчётное обоснование на основании квалифицированной численной модели

- динамическая расчётная модель (число КЭ, модели деформирования сред, динамические характеристики грунтов);
- МА -> ЛСА (определение модальной массы для оценки вовлечённости формы в колебания);
- ЛСА (оценка соответствия VC-критериям);
- итерационное уточнение модели по результатам ЭМА;
- итерационный расчёт для выбора оптимального проектного решения (толщина фп, толщина модифицированного слоя грунта, характеристики модифицированного слоя грунта);
- прямой динамический расчёт в области низких частот;
- расчёт на случайные колебания для оценки соответствия нормативам (PSDf, iPSD).

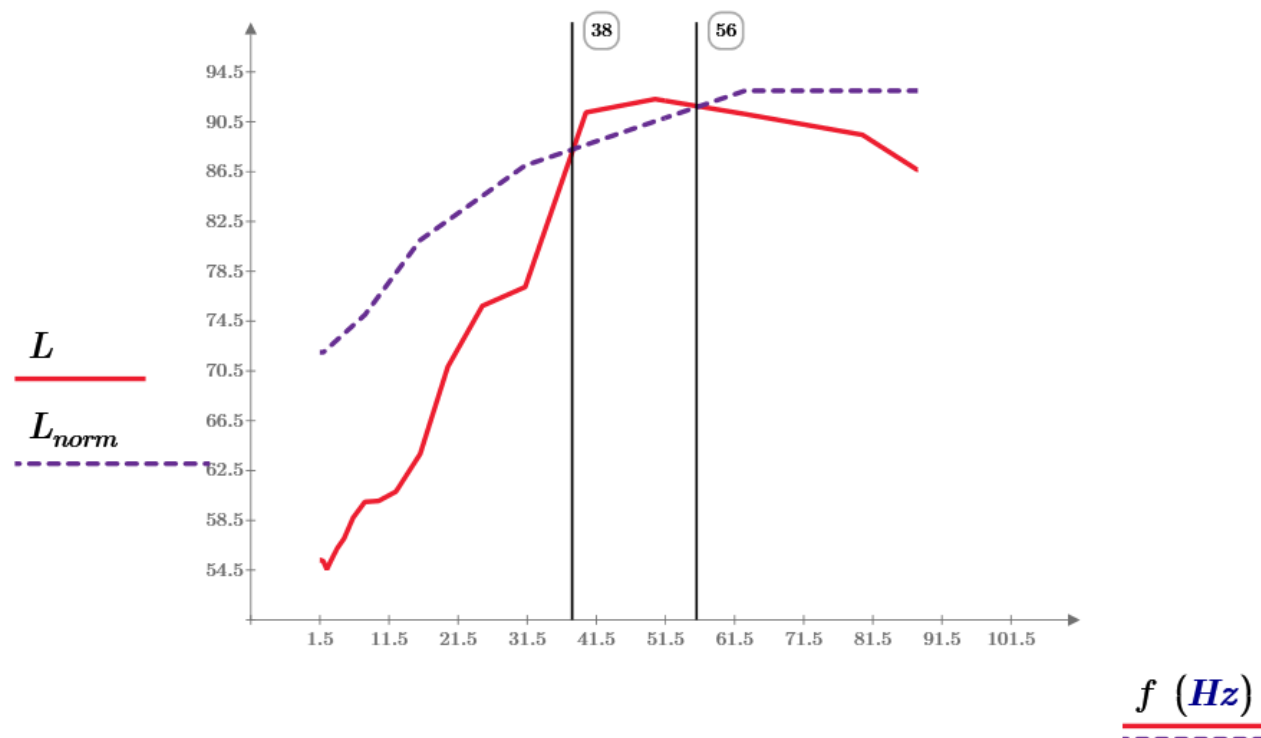


РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОГНОЗА / ИЗМЕРЕНИЙ



Динамические
Системы

По результатам прогноза или натурных измерений уровней вибрации определяют величины превышений в частотном диапазоне. От размера превышений и среднегеометрических частот октавных полос, в которых они были выявлены, зависит требуемая эффективность виброизоляции.



Пример таких результатов представлен на графике, где:

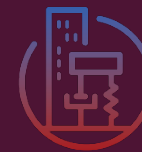
L – спектральные уровни виброускорений, полученные по результатам прогноза или измерений, дБ;

L_{norm} – допустимые уровни виброускорений для жилых зданий в соответствии с СанПиН 1.2.3685-21, дБ;

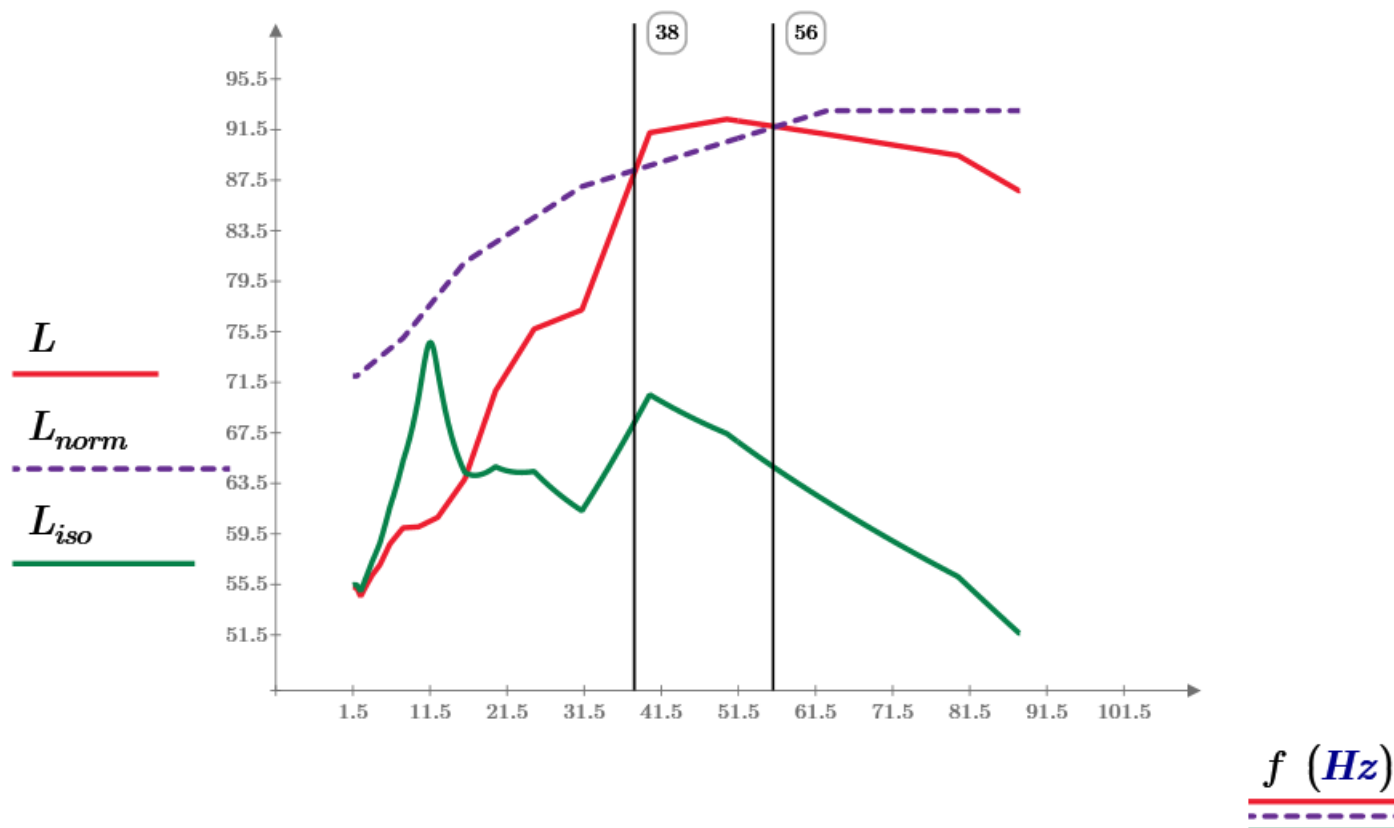
f – частотный диапазон, Гц.

Допустимые уровни вибрации **превышены** в диапазоне частот 38 – 56 Гц

САМЫЕ РАСПРОСТРАНЕННЫЕ ТИПЫ ВИБРОИЗОЛЯЦИИ

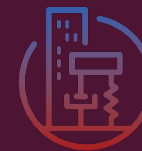


Динамические
Системы



- Вибродемпфирующие маты:
Эффективная собственная частота системы – 9-13 Гц.
 L – спектральные уровни виброускорений, полученные по результатам прогноза или измерений, дБ;
 L_{norm} – допустимые уровни виброускорений для жилых зданий в соответствии с СанПиН 1.2.3685-21, дБ;
 L_{iso} – спектральные уровни виброускорений после применения виброизоляции, дБ;
 f – частотный диапазон, Гц.

ПРИМЕРЫ РЕАЛИЗАЦИИ

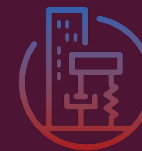


Динамические
Системы

Вибродемпфирующие маты. Виброизоляция фундаментов под вибростенды

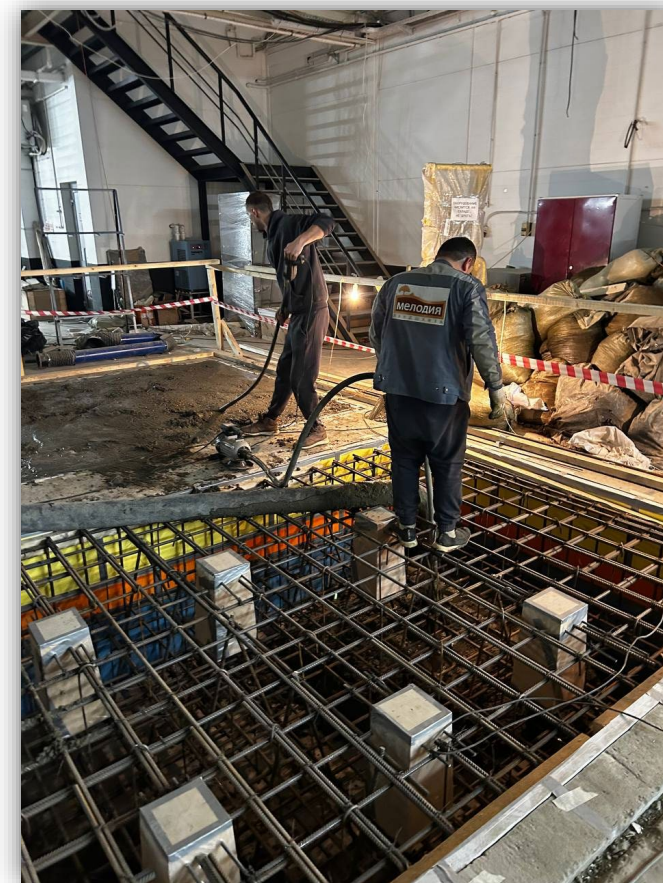


ПРИМЕРЫ РЕАЛИЗАЦИИ



Динамические
Системы

Вибродемпфирующие маты. Виброизоляция фундаментов высокоточного оборудования



САМЫЕ РАСПРОСТРАНЕННЫЕ ТИПЫ ВИБРОИЗОЛЯЦИИ



Динамические
Системы

■ Пружинные виброизоляторы:

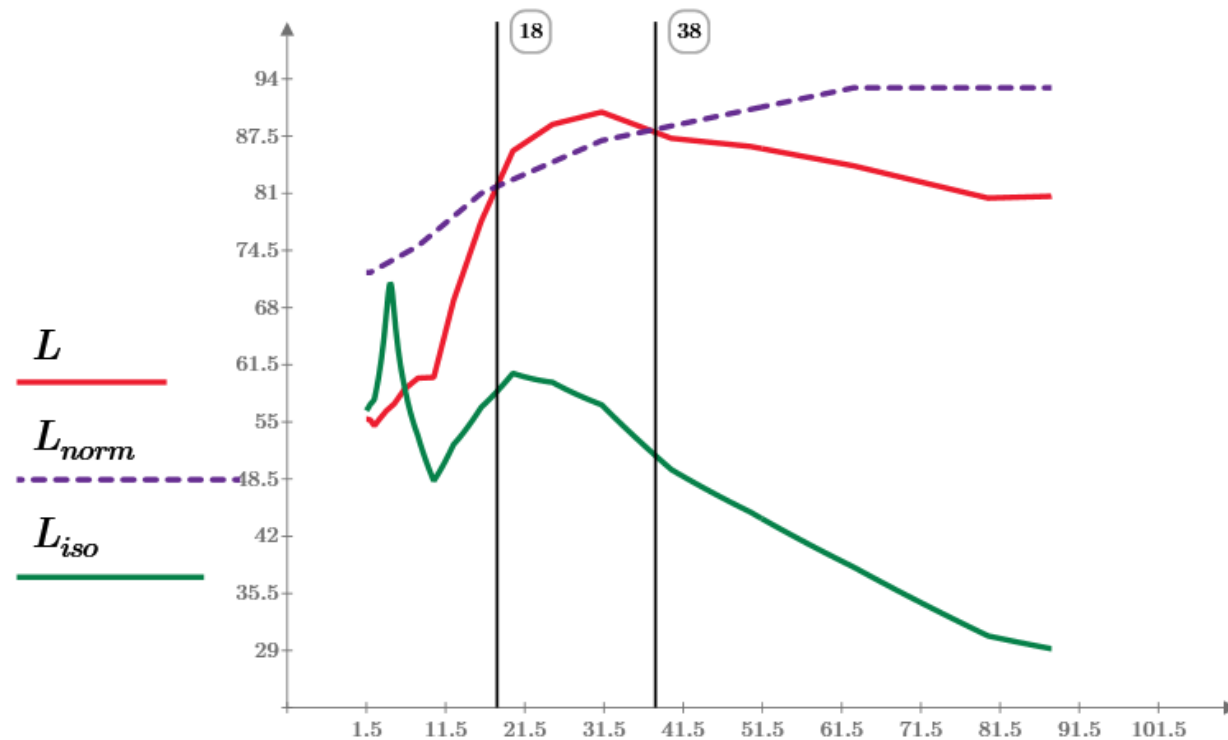
Эффективная собственная частота системы – 3-6 Гц.

L – спектральные уровни виброускорений, полученные по результатам прогноза или измерений, дБ;

L_{norm} – допустимые уровни виброускорений для жилых зданий в соответствии с СанПиН 1.2.3685-21, дБ;

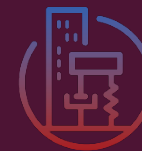
L_{iso} – спектральные уровни виброускорений после применения виброизоляции, дБ;

f – частотный диапазон, Гц.



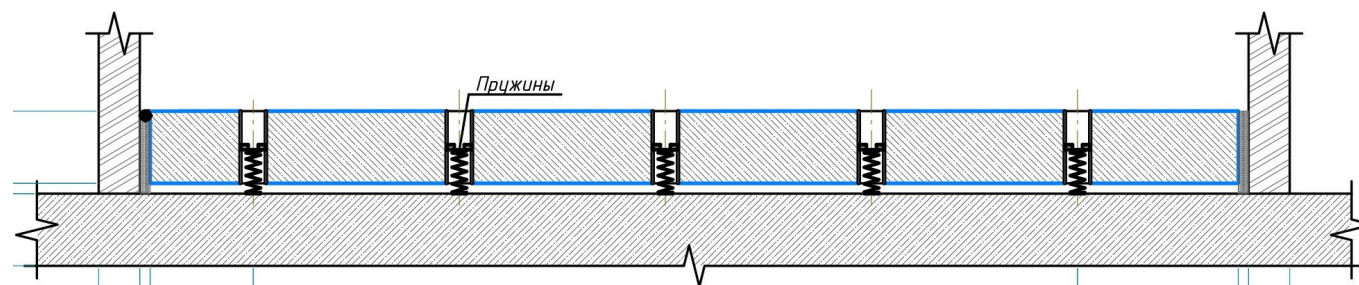
f (Hz)

ПРУЖИННЫЕ ВИБРОИЗОЛЯТОРЫ DYNSTAB FS

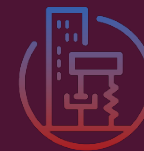


Динамические
Системы

- DynStab FS – это пружинные виброизоляторы для высоконагруженных приложений, в том числе для плавающих оснований.
- Применяют для виброизоляции плавающих оснований. На этапе армирования плавающей плиты производят установку закладных элементов (стакана) и связывают его с арматурным каркасом плавающего основания. После набора прочности бетона осуществляют монтаж пружин, подъем плиты и регулировку натяжения.



ПРУЖИННЫЕ ВИБРОИЗОЛЯТОРЫ DYNSTAB CSI

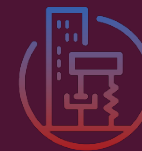


Динамические
Системы



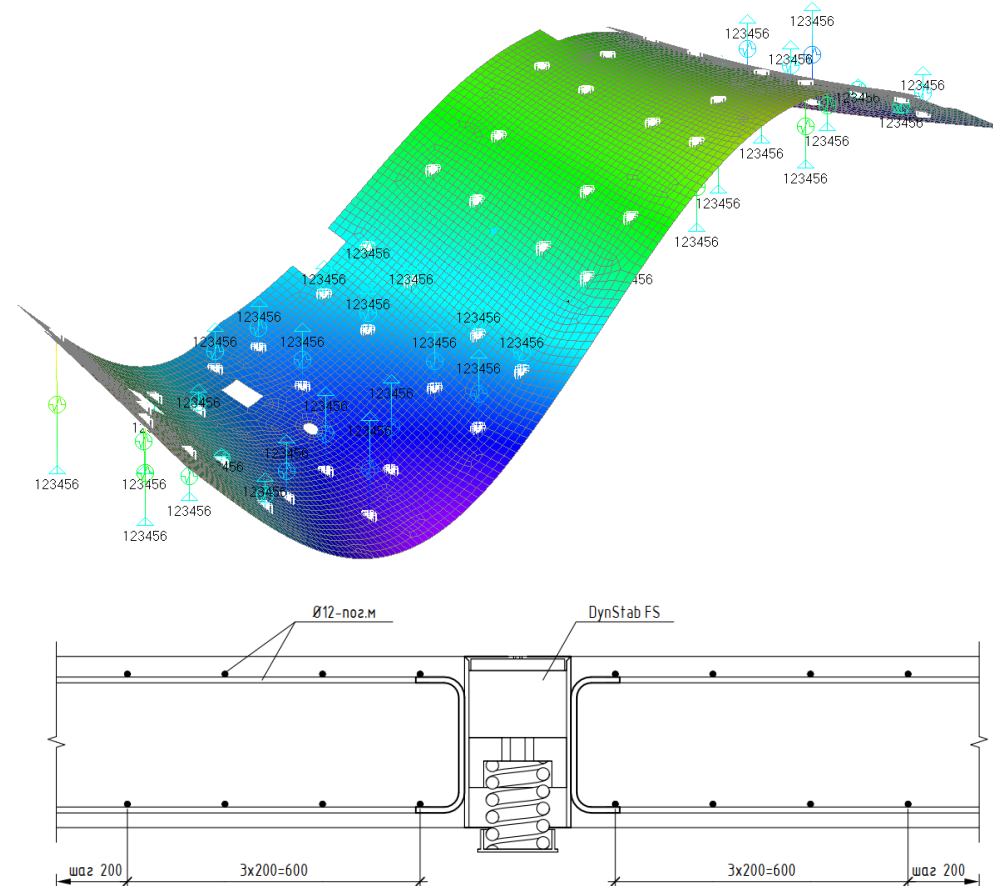
- DynStab CSI – это пружинный виброизолятор предназначенный для виброизоляции инженерного оборудования с нагрузками до 5840 Н на один виброизолятор.
- Широкий диапазон грузоподъемности позволяет подобрать оптимальный вариант для любого типа оборудования независимо от его веса и габаритов.
- Изделия изготавливаются из высококачественных сплавов и полимеров, выдерживающих длительную эксплуатацию даже в тяжелых промышленных условиях.
- За счёт открытого доступа к пружинному элементу со всех сторон упрощается контроль технического состояния виброизолятора в процессе его эксплуатации.

ПРИМЕРЫ РЕАЛИЗАЦИИ

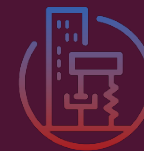


Динамические
Системы

Пружинные виброизоляторы. Виброизоляция фундаментов маслостанций, насосов групповой установки

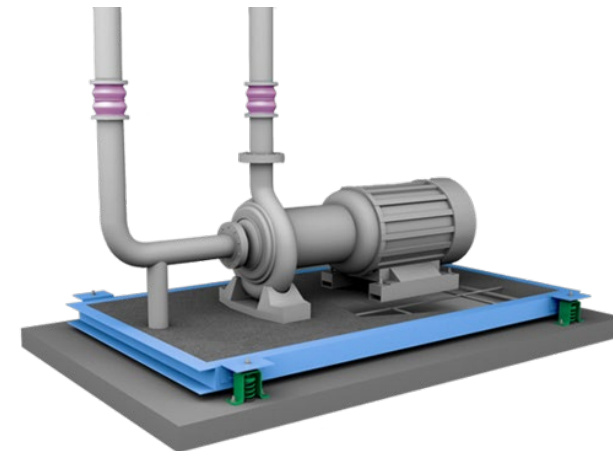


ПРИМЕРЫ РЕАЛИЗАЦИИ



Динамические
Системы

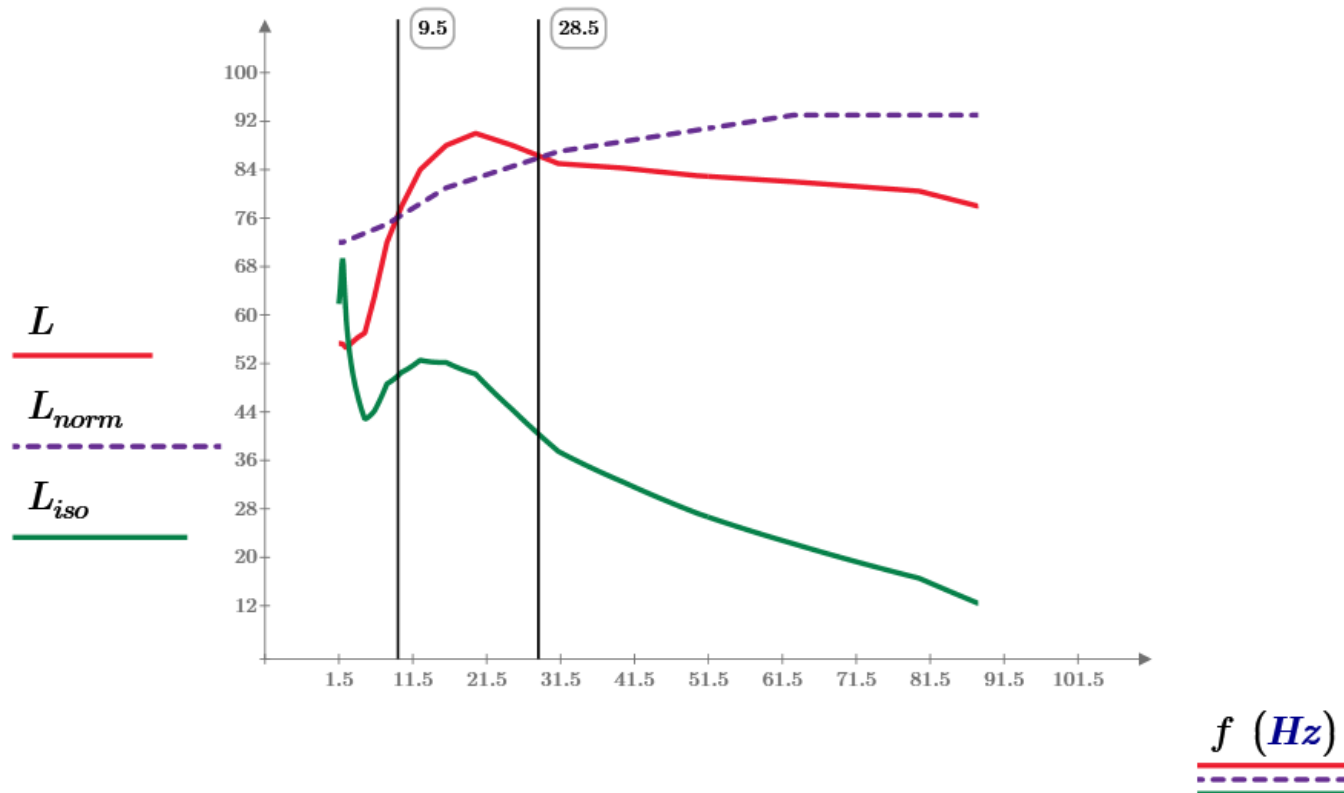
Пружинные виброизоляторы. Виброизоляция чиллеров, вентиляционных установок, насосов



САМЫЕ РАСПРОСТРАНЕННЫЕ ТИПЫ ВИБРОИЗОЛЯЦИИ



Динамические
Системы



■ Пневмовиброизоляторы:

Эффективная собственная частота системы – 1,5-3,5 Гц.

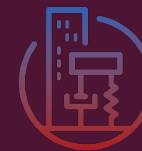
L – спектральные уровни виброускорений, полученные по результатам прогноза или измерений, дБ;

L_{norm} – допустимые уровни виброускорений для жилых зданий в соответствии с СанПиН 1.2.3685-21, дБ;

L_{iso} – спектральные уровни виброускорений после применения виброизоляции, дБ;

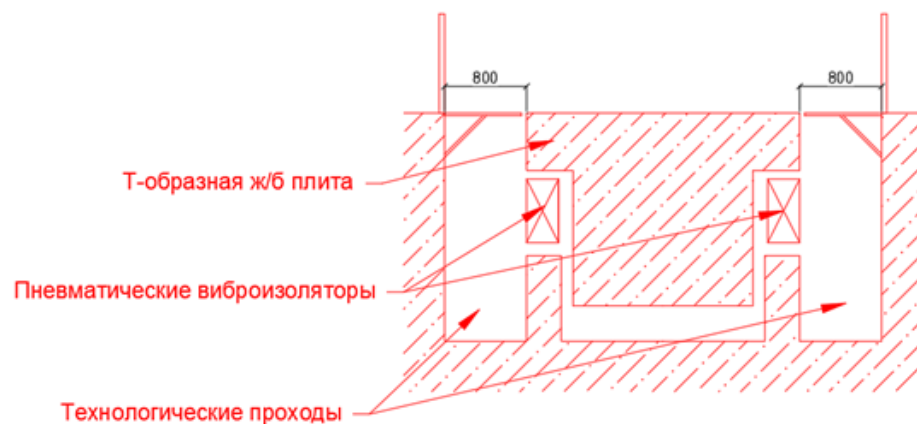
f – частотный диапазон, Гц.

DYNSTAB PNEUMO

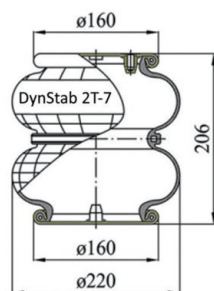


Динамические
Системы

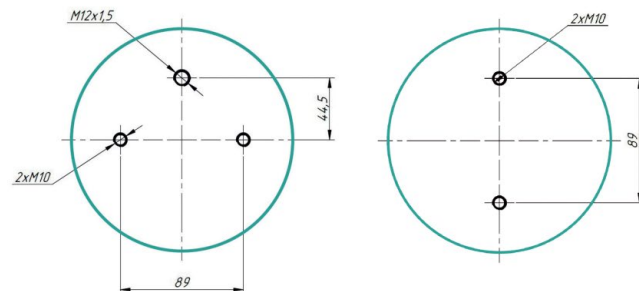
DynStab Pneumo представляет собой закрытую газонаполненную камеру с упругой эластомерной оболочкой.



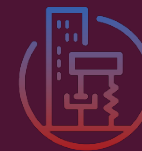
Габаритные размеры



Посадочные размеры

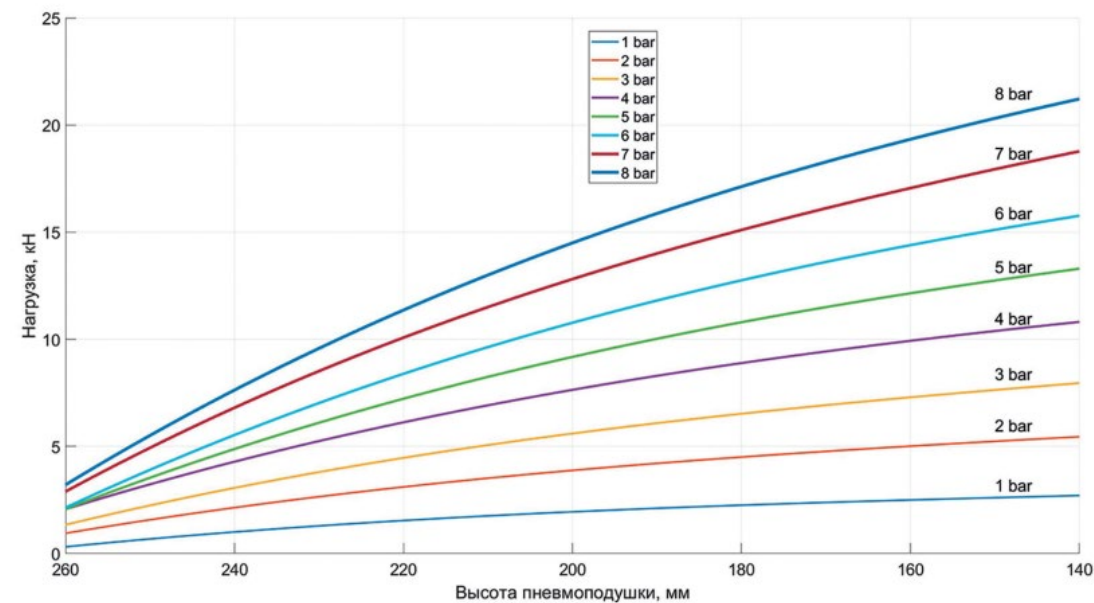
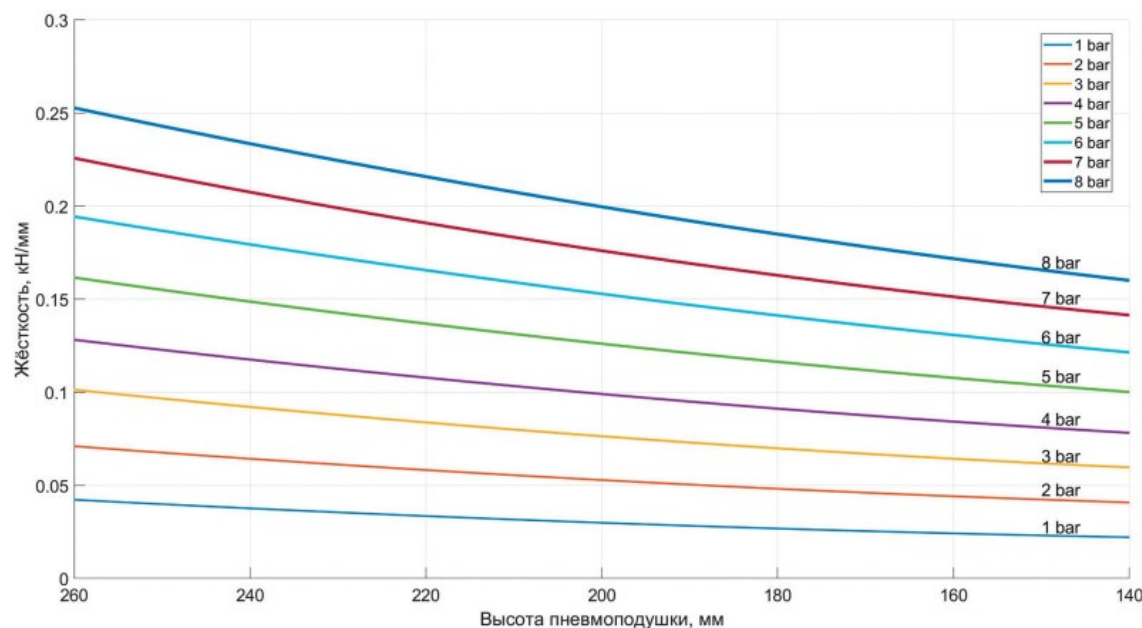


DYNSTAB PNEUMO



Динамические
Системы

- Пневмоизоляторы DynStab Pneumo имеют очень низкую осевую жёсткость, что позволяет достигать крайне низких частот свободных колебаний системы виброизоляции – в диапазоне 1,5 – 3,5 Гц. Типоразмеры позволяют применять их в системах виброизоляции с нагрузкой до от 120 до 2500 кг на один пневмоизолятор.





Динамические
Системы

СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!

МАЛОВ Д.Д., ООО «ДИНАМИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ»

MALOV.DAVID@DSYSTEMS.SU 8-(985)-646-19-49

