



Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Нижегородский государственный архитектурно-
строительный университет»
Управление научных исследований, инноваций
и проектных работ

ЛАБОРАТОРИЯ АКУСТИКИ
кафедры архитектуры

О Т Ч Е Т **по работе**

«Измерение в лабораторных условиях изоляции ударного шума фрагментами пола со звукоизоляционным слоем из плит PIR»

Договор №2019/164
от 07 ноября 2019 г.

Нижний Новгород
2019 г.

500 1000 2000 5000 10000 20000 50000

Управление научных исследований, инноваций и проектных работ

УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по научной работе



И.С. Соболев И.С. Соболев

декабрь 2019 г.

О Т Ч Е Т
по работе

**«Измерение в лабораторных условиях
изоляции ударного шума фрагментами пола
со звукоизоляционным слоем из плит PIR»**

Договор №2019/164
от 07 ноября 2019 г.

Научный руководитель темы
чл.-корр. РААСН, профессор

В.Н. Бобылёв

Н. Новгород, 2019 г.

СПИСОК ИСПОЛНИТЕЛЕЙ

Чл.-корр. РААСН, профессор

В.Н. Бобылёв

Профессор, к.т.н.

Д.В. Мониц

Инженер-исследователь, доцент, к.т.н.

П.А. Гребнев

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
1. Состояние вопроса.....	5
2. Методика проведения исследований.....	10
3. Определение индексов улучшения изоляции ударного шума исследуемых конструкций	12
4. Выводы.....	18
Список источников.....	19

2. Состояние вопроса

В соответствии с договором № 2019/164 от 07.11.2019 г. между ООО «ТехноНИКОЛЬ-Строительные Системы» в лице руководителя, представителя по доверенности С.В. Конева, действующего на основании доверенности № 01082019/669 от 01.08.2019 г., действующего на основании Устава, (далее – Заказчик) и ННГАСУ в лице проректора по научной работе Соболя И.С., действующего на основании доверенности № 03-19/756 от 30.07.2019г. (далее – Исполнитель) выполнены лабораторные экспериментальные исследования звукоизоляционных свойств 4 ограждающих конструкций.

Измерения проводились в больших реверберационных камерах Лаборатории акустики ННГАСУ. Перечень и описание исследуемых конструкций приведены в таблице 1. Схемы конструкций приведены на рисунках 1 – 4. Фотографии образцов смонтированных на испытательной плите приведены на рисунках 5 – 8.

Таблица 1

Спецификация исследуемых конструкций

Но-мер кон-струк-ции	Краткое описание исследуемой конструкции
1	Испытательная стационарная железобетонная плита перекрытия толщиной 107 мм, площадью 15 м ² (2,9 м × 5,3 м).
2	Фрагмент конструкции пола со звукоизоляционным слоем, состоящий из звукоизоляционного слоя из плиты LOGICPIR толщиной 50 мм, с размещенной на нем плитой «плавающего» пола толщиной 60 мм из железобетона плотностью 2500 кг/м ³ (размеры образца 1,0 м × 1,0 м). Образец располагался на испытательной железобетонной плите толщиной 107 мм, площадью 15 м ² (2,9 м × 5,3 м).

3	Фрагмент конструкции пола со звукоизоляционным слоем, состоящий из звукоизоляционного слоя из плиты LOGICPIR толщиной 20 мм, с размещенной на нем плитой «плавающего» пола толщиной 60 мм из железобетона плотностью 2500 кг/м ³ (размеры образца 1,0 м × 1,0 м). Образец располагался на испытательной железобетонной плите толщиной 107 мм, площадью 15 м ² (2,9 м × 5,3 м).
4	Фрагмент конструкции пола со звукоизоляционным слоем, состоящий из звукоизоляционного слоя из слоя геотекстильной подосновы толщиной 3 мм и плиты LOGICPIR толщиной 20 мм, с размещенной на нем плитой «плавающего» пола толщиной 60 мм из железобетона плотностью 2500 кг/м ³ (размеры образца 1,0 м × 1,0 м). Образец располагался на испытательной железобетонной плите толщиной 107 мм, площадью 15 м ² (2,9 м × 5,3 м).

Примечание: в отчете использование формулировки «фрагмент конструкции» связано с размерами данных конструкций.



Рисунок 1 – Схема конструкции № 1

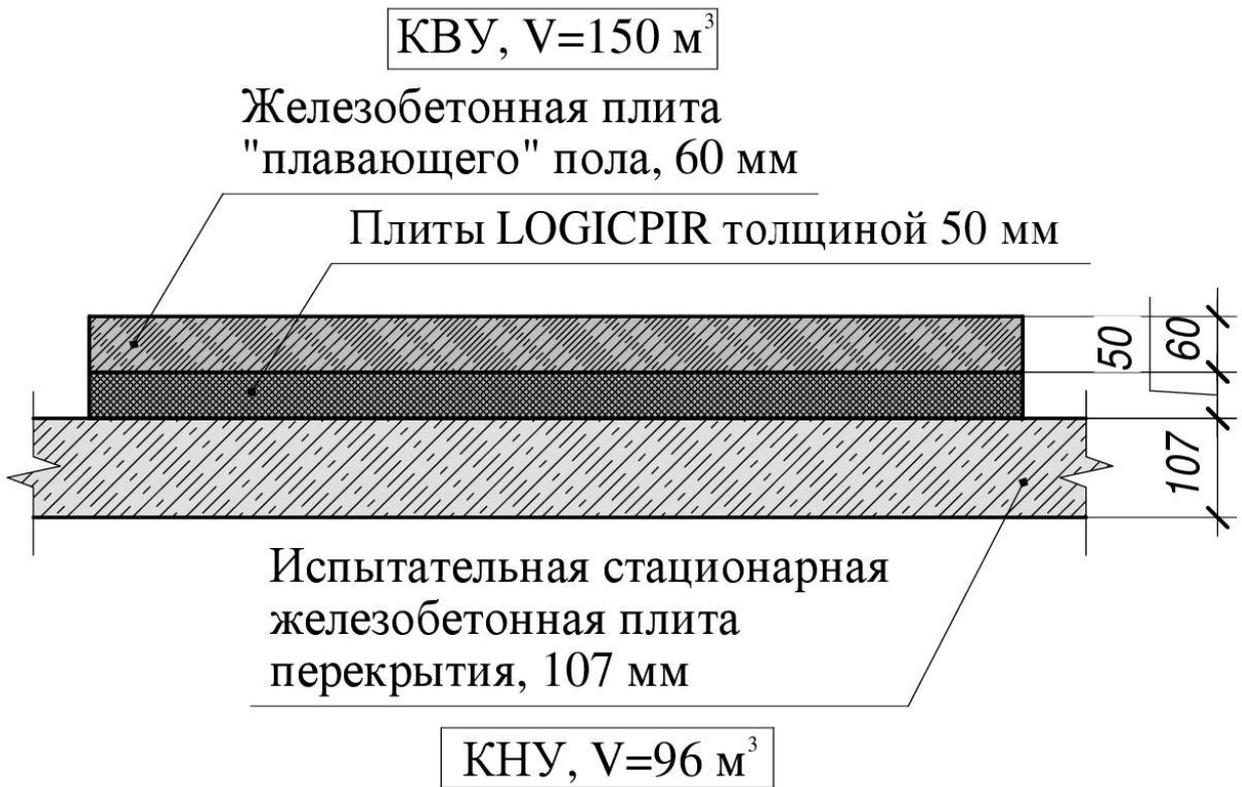


Рисунок 2 – Схема конструкции № 2

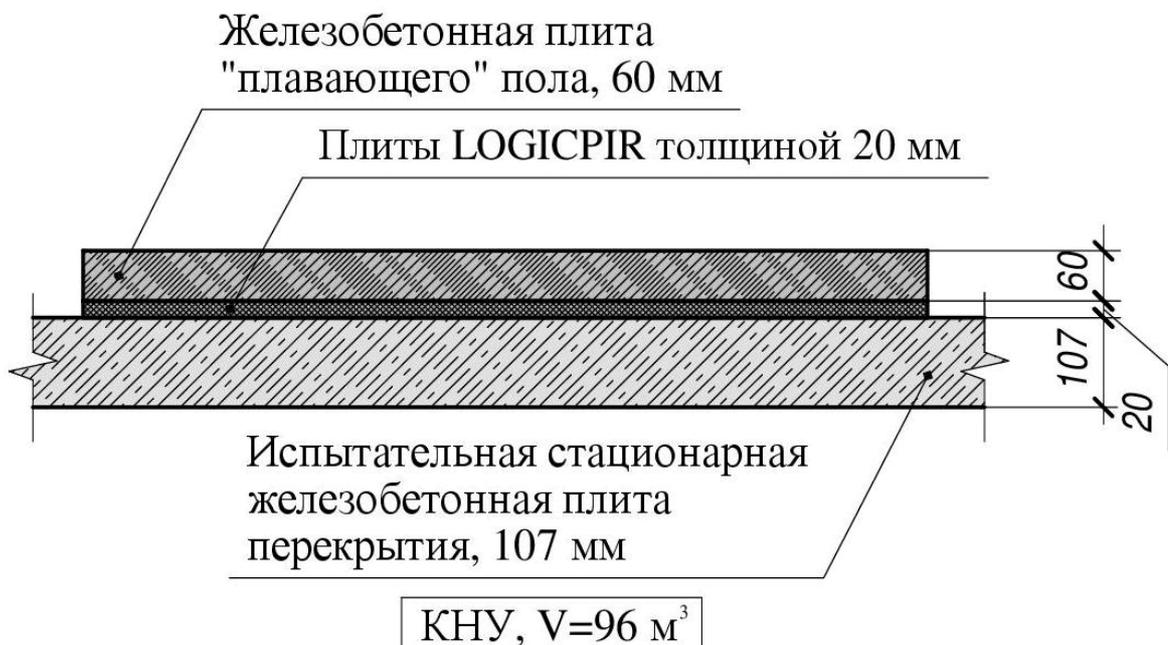


Рисунок 3 – Схема конструкции № 3

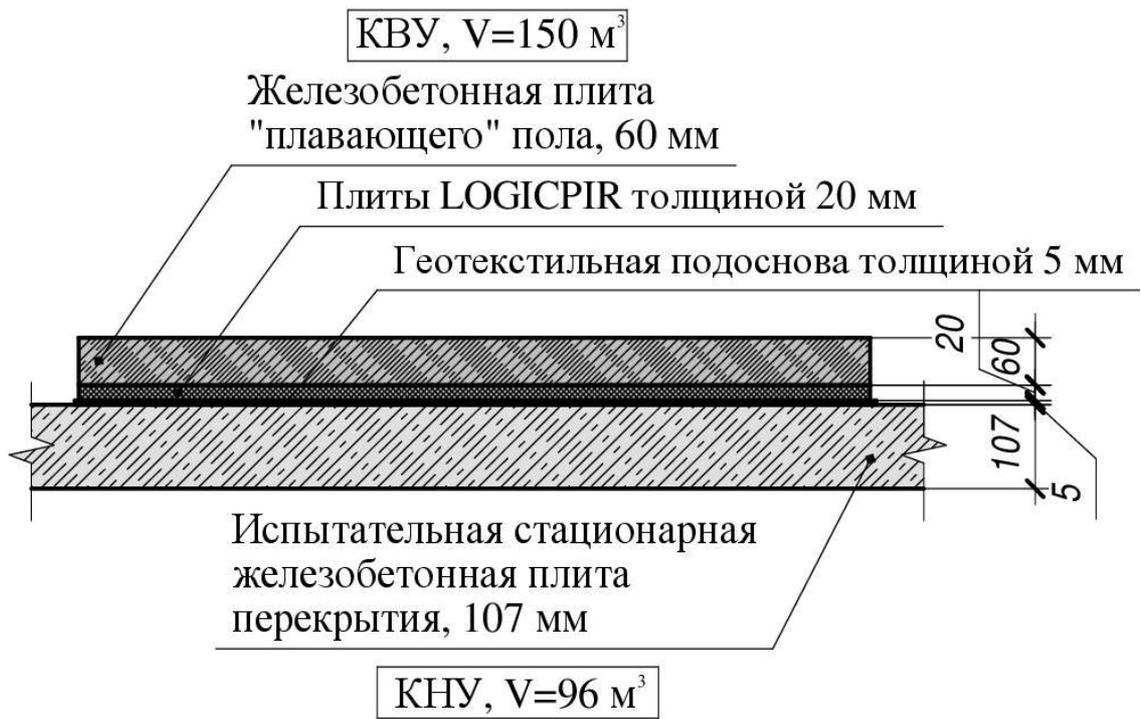


Рисунок 4 –Схема конструкции № 4



Рисунок 5 –Фотография конструкции № 2



Рисунок 6 – Фотография конструкции № 3



Рисунок 7 – Фотография конструкции № 4

2 Методика проведения исследований

Экспериментальное определение индексов улучшения изоляции ударного шума проведено в больших реверберационных камерах лаборатории акустики ННГАСУ по стандартной методике ГОСТ 27296–2012. «Здания и сооружения. Методы измерения звукоизоляции ограждающих конструкций» [2].

Испытательное оборудование и средства измерений соответствовали требованиям п. 5, 6 [2]:

- 1) установка для определения звукоизоляции ограждающих конструкций в лабораторных условиях (реверберационные камеры: камера высокого уровня объемом 150 м³; камера низкого уровня объемом 89 м³). Между камерами расположена стационарная железобетонная плита перекрытия толщиной 107 мм.
- 2) передающая измерительная система состояла из стандартной ударной машины *EM50* (аттестат № 2019/1, выдан ННГАСУ 20.01.2019 г., действителен до 20.01.2021 г.);
- 3) для измерения уровней звукового давления и времени реверберации применялся шумомер-анализатор спектра двухканальный прецизионный интегрирующий «*Larson Davis*» типа 2900*B* заводской №1089 с капсулями микрофона типа 2559 заводской № 2879 и № 2832, предусилителем типа КММ 400 заводской № 01154 и № 01179 (свидетельство о поверке № 18005328886 от 10.10.2019 г., выданное Федеральным Бюджетным Учреждением «Государственный региональный центр стандартизации, метрологии и испытаний в Нижегородской области», действительно до 09.10.2020 г.).
- 4) перед проведением измерений и по их окончании выполнялась относительная калибровка приемного тракта с помощью калибратора акустического *Larson Davis* типа *CAL 200* (регистрационный № 39217-08) заводской № 2975 (свидетельство о поверке № 18005328887 от 10.10.2019 г., выданное ФБУ «Государственный региональный центр стандартизации, метрологии и

испытаний в нижегородской области» 08.10.2018 г. (действительно до 09.10.2020 г.).

Проведение измерений соответствовало требованиям п. 7.2 [2]:

- 1) ударная машина при испытаниях устанавливалась в трех точках перекрытия. Расстояния между соседними точками и между точками и краями образцов были более 0,7 м;
- 2) измерительные микрофоны устанавливались в камере низкого уровня (КНУ) последовательно в шести точках под испытываемым перекрытием при каждом положении ударной машины. Расстояния между соседними точками установки микрофонов и между точками и стенами КНУ были более 1 м;
- 3) приведенные уровни ударного шума измерялись в третьоктавных полосах нормируемого диапазона частот 100 Гц ÷ 3150 Гц;
- 4) перед началом измерений ударная машина работала не менее 20 секунд.

При измерениях звукоизоляции конструкций на каждой частоте нормируемого диапазона для каждой конструкции было получено 18 значений уровней звукового давления (3 точки установки ударной машины × 6 точек установки измерительного микрофона = 18 измеренных значений для каждой частоты).

Приведенные уровни ударного шума под перекрытием определялись на каждой третьоктавной частоте нормируемого диапазона в соответствии с требованиями ГОСТ [2]:

$$L_n = L_i + 10 \lg \left(\frac{A_2}{A_0} \right), \quad (1)$$

где L_i – среднее значение уровня ударного шума под перекрытием (дБ); A_0 – значение стандартного звукопоглощения, равное 10 м²; A_2 – эквивалентная площадь звукопоглощения измерительного помещения (КНУ), м², определяемая по выражению:

$$A_2 = \frac{0,16 \cdot V}{T}, \quad (2)$$

где V – объем измерительного помещения (КНУ), м³; T – время стандартной реверберации, сек, определенное в КНУ для каждого третьоктавного интервала нормируемого диапазона частот.

Средние значения уровней звукового давления для каждой частоты определялись по ГОСТ [2]:

$$L_i = 10 \lg \left(\frac{1}{n} \sum_{j=1}^n 10^{0,1L_j} \right), \quad (3)$$

где L_j – уровень звукового давления в точке j (дБ); n – число точек измерения.

3. Определение индексов улучшения изоляции ударного шума исследуемых конструкций

Результаты проведенных измерений представлены в таблице 3. На рисунках 8 – 11 представлены усредненные по точкам измерений частотные характеристики приведенного уровня ударного шума под исследуемыми перекрытиями.

После проведения измерений были вычислены индексы улучшения изоляции ударного шума перекрытиями с конструкциями пола (L_{nw}) и без него (L_{nw0}). Расчеты проводились в соответствии с требованиями СП 51.13330.2011 [1].



Рисунок 8 – Частотная характеристика приведенного уровня ударного шума под конструкцией №1

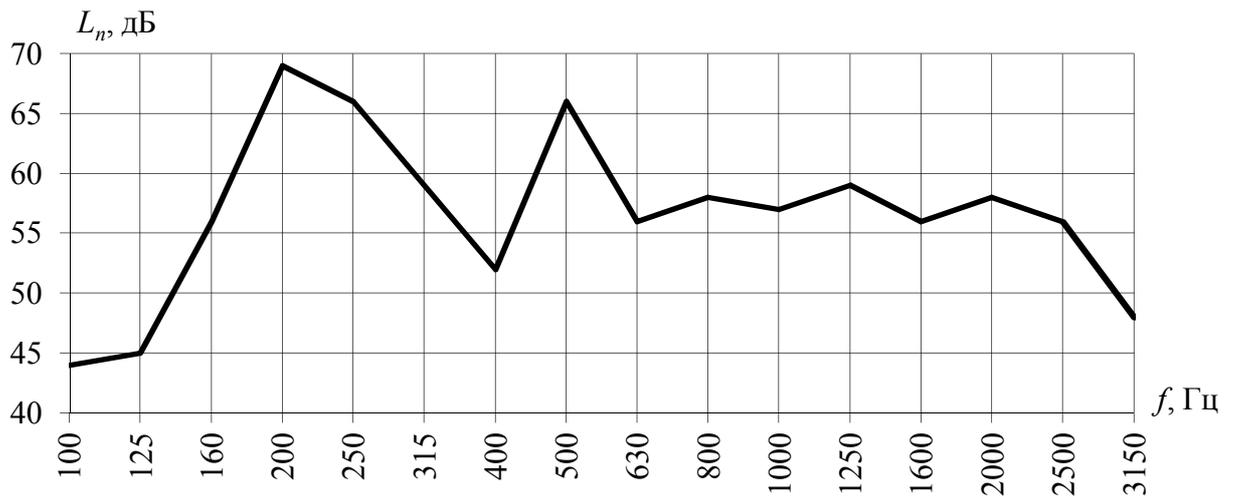


Рисунок 9 – Частотная характеристика приведенного уровня ударного шума под конструкцией №2

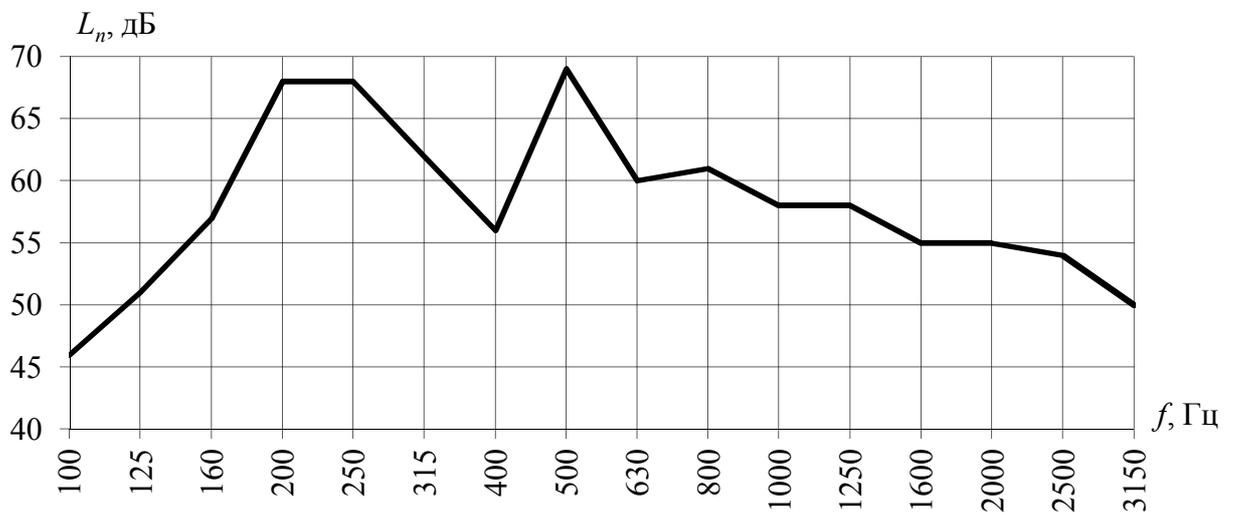


Рисунок 10 – Частотная характеристика приведенного уровня ударного шума под конструкцией №3



Рисунок 11 – Частотная характеристика приведенного уровня ударного шума под конструкцией №4

В соответствии с экспериментально определенными частотными характеристиками приведенных уровней ударного шума под перекрытием определены индексы приведенных уровней ударного шума под испытательной стационарной плитой перекрытия со смонтированными на ней конструкциями полов (L_{nw}) и без них (L_{nw_0}):

- конструкция №1 (испытательная стационарная железобетонная плита перекрытия без конструкции пола) - $L_{nw_0} = 83$ дБ;
- конструкция №2 - $L_{nw} = 63$ дБ;
- конструкция №3 - $L_{nw} = 63$ дБ;
- конструкция №4 - $L_{nw} = 60$ дБ.

На основании проведенных измерений и расчетов определен индекс улучшения изоляции ударного шума конструкцией пола по формуле [2]:

$$\Delta L_{nw} = L_{nw_0} - L_{nw}, \text{ дБ}, \quad (4)$$

где L_{nw_0} – измеренный индекс приведенного уровня ударного шума под перекрытием без конструкции пола; L_{nw} – измеренный индекс приведенного уровня ударного шума под перекрытием с конструкцией пола:

- конструкция №2 - $\Delta L_{nw} = 20$ дБ;
- конструкция №3 - $\Delta L_{nw} = 20$ дБ;
- конструкция №4 - $\Delta L_{nw} = 23$ дБ.

Улучшение изоляции ударного шума исследуемыми конструкциями пола в рассматриваемом диапазоне частот приведено в таблице 2 и на рисунках 12 – 14.

Значения приведенных уровней ударного шума под исследуемыми конструкциями в третьоктавных полосах частот

Третьоктавные полосы со среднегеометрическими частотами, f , Гц	Приведенные уровни ударного шума под перекрытием			
	№1, L_{n0} , дБ	№2, L_n , дБ	№3, L_n , дБ	№4, L_n , дБ
100	63	44	46	51
125	67	45	51	54
160	65	56	57	55
200	69	69	68	69
250	70	66	68	65
315	72	59	62	58
400	74	52	56	51
500	76	66	69	66
630	76	56	60	57
800	76	58	61	57
1000	77	57	58	53
1250	78	59	58	52
1600	78	56	55	54
2000	78	58	55	53
2500	77	56	54	49
3150	75	48	50	44

Значения улучшения изоляции ударного шума исследуемой конструкцией пола

Третьоктавные полосы со среднегеометрическими частотами, f , Гц	Улучшение изоляции ударного шума исследуемой конструкцией пола, $L_{n0} - L_n$, дБ		
	Конструкция №2	Конструкция №3	Конструкция №4
100	19	17	12
125	22	16	13
160	9	8	10
200	0	1	0
250	4	2	5
315	13	10	14
400	22	18	23
500	10	7	10
630	20	16	19
800	18	15	19
1000	20	19	24
1250	19	20	26
1600	22	23	24
2000	20	23	25
2500	21	23	28
3150	27	25	31



Рисунок 12 – Частотная характеристика улучшения изоляции ударного шума под перекрытием с конструкцией пола (конструкция №2)

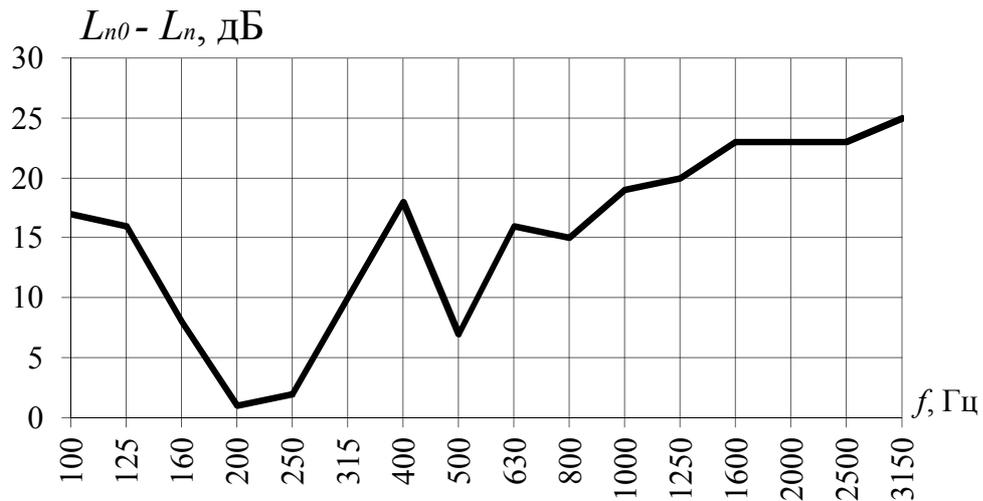


Рисунок 13 – Частотная характеристика улучшения изоляции ударного шума под перекрытием с конструкцией пола (конструкция №3)

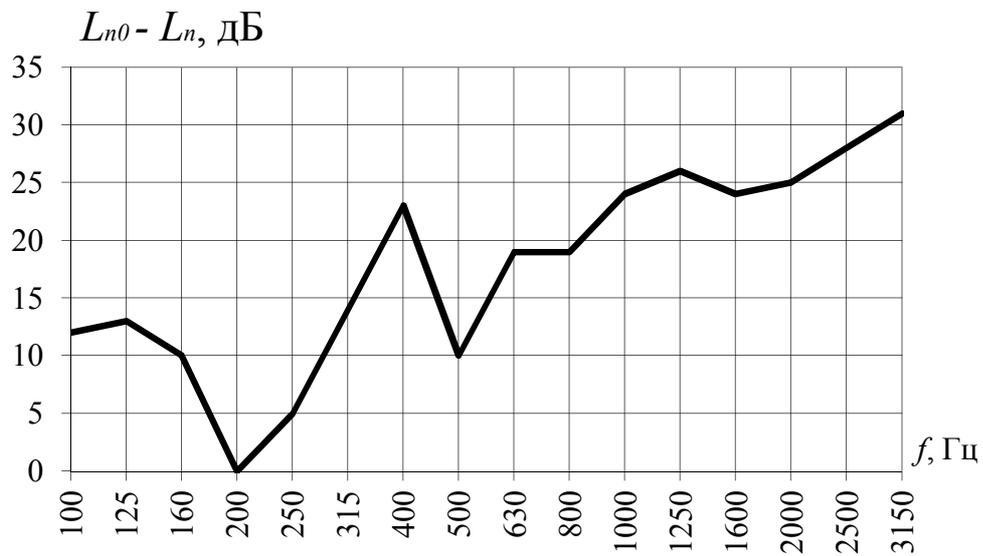


Рисунок 14 – Частотная характеристика улучшения изоляции ударного шума под перекрытием с конструкцией пола (конструкция №4)

Выводы

1. В результате проведенных экспериментальных исследований в лабораторных условиях получены частотные характеристики приведенных уровней ударного шума под испытательной стационарной плитой перекрытия без конструкции пола (рисунок 8), а также со смонтированными на ней конструкциями пола (рисунки 9 – 11). Также построена частотная характеристика улучшения изоляции ударного шума под перекрытием с конструкцией пола (конструкции №2, №3 и №4) приведенная на рисунках 12, 13, 14 соответственно.

2. В соответствии с экспериментально определенными частотными характеристиками приведенных уровней ударного шума под перекрытием определен индекс приведенного уровня ударного шума под испытательной стационарной плитой перекрытия со смонтированными на ней конструкциями пола (L_{nw}) и без нее (L_{nw_0}):

- конструкция №1 - $L_{nw_0} = 83$ дБ;
- конструкция №2 - $L_{nw} = 63$ дБ;
- конструкция №3 - $L_{nw} = 63$ дБ;
- конструкция №4 - $L_{nw} = 60$ дБ.

6. На основании полученных значений индексов приведенного уровня ударного шума под испытательной плитой перекрытия со смонтированной на ней конструкцией пола и под испытательной плитой перекрытия без конструкции пола, определен индекс улучшения изоляции ударного шума исследуемой конструкцией пола ΔL_{nw} , дБ:

- конструкция №2 - $\Delta L_{nw} = 20$ дБ;
- конструкция №3 - $\Delta L_{nw} = 20$ дБ;
- конструкция №4 - $\Delta L_{nw} = 23$ дБ.

Список источников

1. СП 275.1325800.2016. Конструкции ограждающие жилых и общественных зданий. Правила проектирования звукоизоляции. [Текст]. – М.: Стандартинформ, 2016. – 65 с.
2. ГОСТ 27296–2012. Здания и сооружения. Методы измерения звукоизоляции ограждающих конструкций. – М.: ФГУП «Стандартинформ», 2014.