

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«НИЖЕГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Управление научных исследований, инноваций и проектных работ

УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по научной работе



И.С. Соболев И.С. Соболев

Декабря 2020 г.

**О Т Ч Е Т №2017/01/09
по работе**

**«Научные исследования звукоизоляционных
и звукопоглощающих свойств акустических материалов,
изделий и конструкций»
Этап №2**

Договор №2017/01
от 03 марта 2017 г.

Начальник УНИИПР

Д.В. Монич

Н. Новгород, 2020 г.

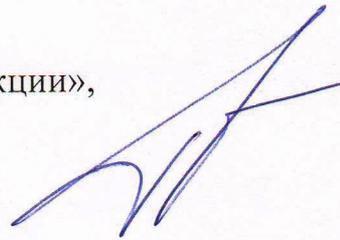
СПИСОК ИСПОЛНИТЕЛЕЙ

Профессор кафедры архитектуры, к.т.н.



Д.В. Монич

Начальник УНИЦ «Строительные конструкции»,
доцент кафедры архитектуры, к.т.н.



П.А. Гребнев

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
1. Состояние вопроса.....	4
2. Методика проведения исследований.....	5
3. Определение индексов улучшения изоляции ударного шума исследуемых конструкций	7
4. Выводы.....	12
Список источников.....	13

2. Состояние вопроса

В соответствии с договором № 2017/01 от 03.03.2017 г. между ООО «Акустик Групп» (Заказчик) и ННГАСУ (Исполнитель) выполнены лабораторные экспериментальные исследования звукоизоляционных свойств 3 (трех) ограждающих конструкций. Измерения проведены в больших реверберационных камерах Лаборатории акустики ННГАСУ. Перечень и описание исследуемых конструкций приведены в таблице 1

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 звукоизолирующей подложки Шуманет Термо толщиной 9 мм, с размещенной на ней пригрузочной плитой «плавающего» пола толщиной 60 мм из железобетона плотностью 2500 кг/м ³ . Образец располагался на испытательной железобетонной плите толщиной 107 мм, площадью 15 м ² (2,9 м × 5,3 м). Размеры образца 1,0 м × 1,0 м.
3	Фрагмент конструкции пола со звукоизоляционным слоем, состоящий из звукоизолирующей подложки Шуманет Термо PRO толщиной 9 мм (фольгированной стороной вверх), с размещенной на ней пригрузочной плитой «плавающего» пола толщиной 60 мм из железобетона плотностью 2500 кг/м ³ . Образец располагался на испытательной железобетонной плите толщиной 107 мм, площадью 15 м ² (2,9 м × 5,3 м). Размеры образца 1,0 м × 1,0 м.

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

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 объёмом 150 м³; камера низкого уровня объёмом 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 применялся шумомер-анализатор спектра: двухканальный прецизионный интегрирующий «Larson Davis» типа 2900В, заводской №1089 с капсулами микрофона типа 2559, заводской №2879 и №2832, предусилителем типа КММ 400, заводской №01154 и №01179 (свидетельство о поверке № 19009098728 от 21.10.2020 г., выданное ФБУ «Государственный региональный центр стандартизации, метрологии и испытаний в Нижегородской области», действительно до 20.10.2021 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 № 19009098729 от 21.10.2020 г., выданное

ФБУ «Государственный региональный центр стандартизации, метрологии и испытаний в Нижегородской области», действительно до 20.10.2021 г.).

Измерения проводились в нормируемом диапазоне частот 100 – 3150 Гц.

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 всех конструкций на каждой частоте нормируемого диапазона 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 м^2 ; A_2 – эквивалентная площадь звукопоглощения измерительного помещения (КНУ), м^2 , определяемая по выражению:

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

Здесь V – объем измерительного помещения (КНУ), м^3 ; 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 1 - 3 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].

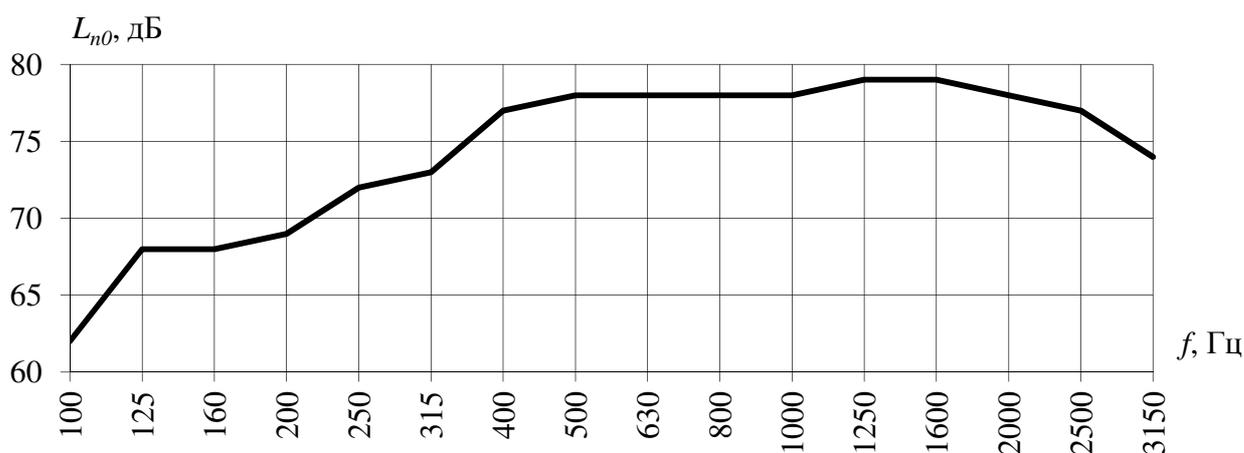


Рисунок 1 – Частотная характеристика приведенного уровня ударного шума под конструкцией №1



Рисунок 3 – Частотная характеристика приведенного уровня ударного шума под конструкцией №2



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

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 - $L_{nw} = 53$ дБ;
- конструкция №2 - $L_{nw} = 54$ дБ.

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

$$\Delta L_{nw} = L_{nw0} - L_{nw}, \text{ дБ}, \quad (4)$$

где L_{nw0} – 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 - $\Delta L_{nw} = 30$ дБ;
- конструкция №2 - $\Delta L_{nw} = 29$ дБ.

Улучшение изоляции ударного шума каждой из рассматриваемых конструкций полов в рассматриваемом диапазоне частот приведено в таблице 2 и на рисунках 4 и 5 .

Таблица 2

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
100	62	52	51
125	68	52	49
160	68	49	53
200	69	63	66
250	72	55	57
315	73	53	53
400	77	46	47
500	78	63	62
630	78	50	51
800	78	50	51
1000	78	50	51
1250	79	49	51
1600	79	45	47
2000	78	41	44
2500	77	39	42
3150	74	37	39

**Значения улучшения изоляции ударного шума исследуемой
конструкцией пола**

Третьоктавные полосы со среднегеометрическими частотами, f , Гц	Улучшение изоляции ударного ударного шума исследуемой конструкцией пола (конструк- ция №2), $L_{n0} - L_n$, дБ	Улучшение изоляции ударного ударного шума исследуемой конструкцией пола (конструк- ция №3), $L_{n0} - L_n$, дБ
100	10	11
125	16	19
160	19	15
200	6	3
250	17	15
315	20	20
400	31	30
500	15	16
630	28	27
800	28	27
1000	28	27
1250	30	28
1600	34	32
2000	37	34
2500	38	35
3150	37	35

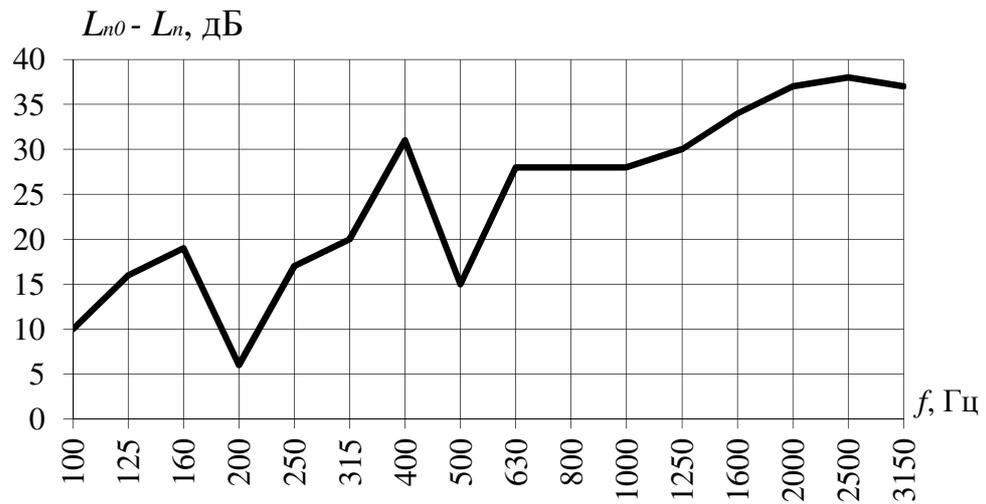


Рисунок 4 – Частотная характеристика улучшения изоляции ударного шума под перекрытием с конструкцией пола (конструкция №2)

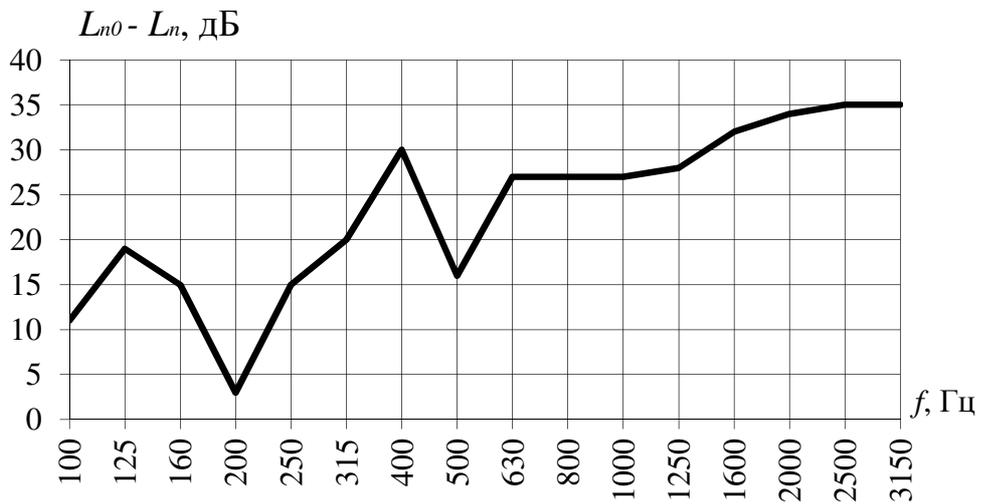


Рисунок 5 – Частотная характеристика улучшения изоляции ударного шума под перекрытием с конструкцией пола (конструкция №3)

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 1), а также со смонтированными на ней исследуемыми конструкциями пола (рисунок 2 и 3). Также построены частотные характеристики улучшения изоляции ударного шума под перекрытием с конструкцией пола (конструкции №2 и №3) приведенные на рисунках 4 и 5 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 смонтированной на ней конструкцией пола (L_{nw}) и без нее (L_{nw_0}):

- конструкция №1 – $L_{nw_0} = 83$ дБ;
- конструкция №2 – $L_{nw} = 53$ дБ;
- конструкция №3 – $L_{nw} = 54$ дБ.

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

- конструкция №2 – $\Delta L_{nw} = 30$ дБ;
- конструкция №3 – $\Delta L_{nw} = 29$ дБ.

Список источников

1. СП 51.13330.2011 Защита от шума, актуализированная версия СНиП 23-03-2003: Госстрой России. – М.: ФГУП ЦПП, 2011.
2. ГОСТ 27296–2012. Здания и сооружения. Методы измерения звукоизоляции ограждающих конструкций. – М.: ФГУП «Стандартинформ», 2014.