

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ Н.Э. БАУМАНА»
(НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)
(МГТУ ИМ. Н.Э. БАУМАНА)

УТВЕРЖДАЮ

Директор
НИИ ЭМ
МГТУ им. Н.Э. Баумана

В.И. Крылов
2020 г.



Технический отчет

Исследование акустических характеристик материалов
по Договору Э0726сп от 16.03.2020
по Этапу 1

Научный консультант  М.В. Иванов

Руководитель отдела  А.А. Подчуфаров

Москва 2020
Акустическая лаборатория МГТУ им. Н.Э. Баумана
г. Москва, 2-я Бауманская ул., д. 5, с. 1

1. Предмет обследования

Сотрудниками акустической лаборатории МГТУ им. Н.Э. Баумана было проведено измерение уровней звукового давления и расчет индексов изоляции воздушного шума четырех конструкций перегородок в испытательном помещении.

2. Дата проведения работ: 23.03.2020 – 10.04.2020

3. Оборудование, используемое при проведении работ:

Таблица 1. Оборудование, используемое при проведении работ

| № | Наименование | Дата поверки/аттестации |
|---|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|
| 1 | Многоканальный анализатор-генератор фирмы Bruel&Kjaer типа LanXI с системой управления: iPad с ПО Sonoscout вер. 1.06.395 | 28/99/2/682-2019 до 20.09.2020 |
| 2 | Микрофон фирмы Bruel&Kjaer типа 4961 | 28/99/2/686-2019 до 20.09.2020 |
| 3 | Источник шума эталонный | Аттестат №585-2017 от 20.04.2017 |

4. Нормативные документы:

- 1) ГОСТ 27296-2012 Здания и сооружения. Методы измерения звукоизоляции ограждающих конструкций (с Поправкой);
- 2) ГОСТ 17187-81 «Шумомеры. Общие технические требования и методы испытаний (МЭК 61272-1:2002 «Электроакустика. Шумомеры. Часть 1: Требования», NEQ)».

5. Объект исследования:

Обследованию подлежали:

- Ограждающая перегородка №1 (Sonus plate B - 0.45).
- Ограждающая перегородка №2 (Sonus plate MB - 2.25).
- Ограждающая перегородка №3 (Sonus plate MB - 2.45).
- Ограждающая перегородка №4 (Sonus plate MB - 2.90).

Размер исследуемой перегородки составлял 1500x1500 мм.

Описание исследуемых конструкций

Исследуемые ограждения представляют собой гипсокартонный лист Knauf 9.5мм, закрепленный на раме из металлокаркаса в проеме испытательного помещения.

Площади конструкций:

- Перегородка №1,2,3,4 — 2,22м²

Условия окружающей среды:

- температура воздуха: 19,7 - 21,1 °С
- относительная влажность воздуха 26 - 45,8%
- атмосферное давление: 735 - 740 мм.рт.ст.

6. Цель и задачи обследования

Цель проведения работ заключалась в определении фактической изоляции воздушного шума ограждающими перегородками из звукоизоляционных панелей и ЗПМ заказчика, а также перегородки из звукоизоляционных панелей с минеральной ватой.

В ходе выполнения работ решались следующие задачи по первому этапу работ:

1. Провести натурные акустические испытания в испытательном помещении с установленными Заказчиком перегородками №1-4.
2. При выполнении испытаний определить фактическую изоляцию воздушного, а также другие акустические характеристики.
3. По результатам выполненных испытаний предоставить отчет с полученными акустическими характеристиками ограждающих стенок.

7. Методика проведения исследования

7.1. Измерение изоляции воздушного шума

Излучающая шум измерительная система в помещениях для измерений создавала диффузное звуковое поле. Источники шума располагались в двух местах измерительного помещения высокого уровня.

Измерительный микрофон в помещениях высокого и низкого уровней последовательно устанавливался в шести точках (в трех точках для каждой позиции источника шума).

Средние уровни звукового давления рассчитывались по формуле:

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

где L_i - уровень звукового давления в i -й точке измерения, дБ;
 n - число точек измерений.

Эквивалентная площадь звукопоглощения помещения низкого уровня A_2 , м², определялась по значению времени реверберации T_2 , по формуле

$$A_2 = \frac{0,16V}{T_2} \quad (2)$$

Изоляция воздушного шума ограждающими конструкциями R , дБ, рассчитывалась по формуле

$$R = L_{m1} - L_{m2} + 10 \lg \frac{S}{A_2}, \quad (3)$$

где L_{m1} и L_{m2} - средние уровни звукового давления в третьоктавной полосе частот в помещениях высокого и низкого уровней соответственно, дБ;

S – площадь испытываемой конструкции со стороны помещения низкого уровня, м^2 .

8. Результаты измерения

8.1. Результаты измерения времени реверберации в помещении низкого уровня

Измеренное время реверберации и расчет эквивалентной площади звукопоглощения по формуле (3) для помещения низкого уровня представлены в таблице 2.

Таблица 2. Время реверберации и эквивалентная площадь звукопоглощения в испытательном помещении

| № перегородки | Площадь, м^2 | Объем, м^3 | Время реверберации, с | Эквивалентная площадь звукопоглощения, м^2 |
|---------------|-----------------------|---------------------|-----------------------|-----------------------------------------------------|
| 1 | 9 | 25,2 | 1,25 | 3,22 |
| 2 | 9 | 25,2 | 1,3 | 3,10 |
| 3 | 9 | 25,2 | 1,07 | 3,76 |
| 4 | 9 | 25,2 | 1,05 | 3,84 |

8.2. Определение изоляции воздушного шума

Расчитанная по формуле (3) изоляция воздушного шума представлены в таблице 3 и на рис. 1. Исходные данные для расчета представлены в Приложении №1.

Таблица 3. Рассчитанные значения уровней изоляции воздушного шума.

| Частота, Гц | Уровни изоляции воздушного шума, дБ | | | |
|-------------|-------------------------------------|------|------|------|
| | П1 | П2 | П3 | П4 |
| 100,0 | 18,5 | 17,5 | 17,4 | 18,1 |
| 125,0 | 24,2 | 23,7 | 24,2 | 23,4 |
| 160,0 | 29,4 | 29,4 | 30,0 | 29,4 |
| 200,0 | 32,4 | 31,4 | 33,8 | 31,0 |
| 250,0 | 35,1 | 34,0 | 36,2 | 32,1 |
| 315,0 | 40,3 | 40,4 | 40,5 | 35,3 |
| 400,0 | 43,5 | 43,4 | 45,2 | 39,5 |
| 500,0 | 45,0 | 45,6 | 46,7 | 44,0 |
| 630,0 | 46,6 | 45,8 | 47,7 | 45,7 |
| 800,0 | 47,5 | 47,2 | 49,6 | 47,6 |
| 1000,0 | 48,1 | 47,7 | 50,2 | 48,0 |

| | | | | |
|--------|------|------|------|------|
| 1250,0 | 49,0 | 47,8 | 50,4 | 48,4 |
| 1600,0 | 48,0 | 49,6 | 49,2 | 47,1 |
| 2000,0 | 47,5 | 49,3 | 48,3 | 46,0 |
| 2500,0 | 48,2 | 47,6 | 49,4 | 47,0 |
| 3150,0 | 50,7 | 51,1 | 53,4 | 50,8 |

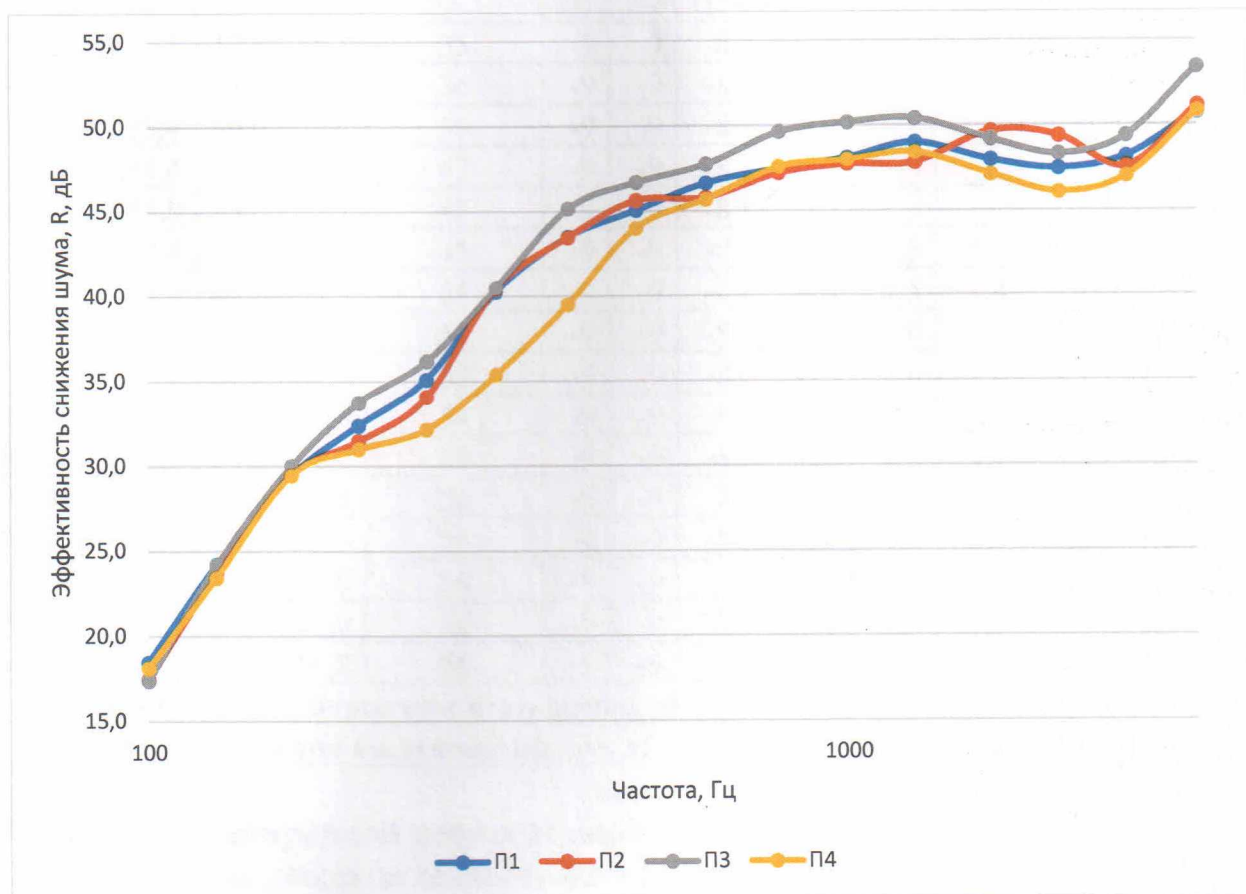


Рис. 1. Сравнительная характеристика звукоизоляции исследуемых перегородок.

Основываясь на проведенных измерениях, был рассчитан индекс изоляции воздушного шума согласно СП 23-103-2003 «Проектирование звукоизоляции ограждающих конструкций жилых и общественных зданий».

Результаты расчета представлены в Табл. 4.

Таблица 4. Расчет индексов изоляции воздушного шума.

| Частота, Гц | Приведенные уровни воздушного шума в различных помещениях, дБ | | | | Оценочная кривая (по СП 23- 103-2003), дБ | Коррекция оценочной кривой в различных помещениях, дБ | | | | Неблагоприятные отклонения в различных помещениях, дБ | | | |
|-------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|------|------|------|-------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|----|----|-----|----------------------------------------------------------------|-------------|-------------|-------------|
| | П1 | П2 | П3 | П4 | | П1 | П2 | П3 | П4 | П1 | П2 | П3 | П4 |
| 100 | 18,5 | 17,5 | 17,4 | 18,1 | 33 | -9 | -9 | -8 | -10 | | | | |
| 125 | 24,2 | 23,7 | 24,2 | 23,4 | 36 | -9 | -9 | -8 | -10 | | | | |
| 160 | 29,4 | 29,4 | 30,0 | 29,4 | 39 | -9 | -9 | -8 | -10 | | | | 0,4 |
| 200 | 32,4 | 31,4 | 33,8 | 31,0 | 42 | -9 | -9 | -8 | -10 | | | | |
| 250 | 35,1 | 34,0 | 36,2 | 32,1 | 45 | -9 | -9 | -8 | -10 | | | | |
| 315 | 40,3 | 40,4 | 40,5 | 35,3 | 48 | -9 | -9 | -8 | -10 | 1,3 | 1,4 | 0,5 | |
| 400 | 43,5 | 43,4 | 45,2 | 39,5 | 51 | -9 | -9 | -8 | -10 | 1,5 | 1,4 | 2,2 | |
| 500 | 45,0 | 45,6 | 46,7 | 44,0 | 52 | -9 | -9 | -8 | -10 | 2,0 | 2,6 | 2,7 | 2,0 |
| 630 | 46,6 | 45,8 | 47,7 | 45,7 | 53 | -9 | -9 | -8 | -10 | 2,6 | 1,8 | 2,7 | 2,7 |
| 800 | 47,5 | 47,2 | 49,6 | 47,6 | 54 | -9 | -9 | -8 | -10 | 2,5 | 2,2 | 3,6 | 3,6 |
| 1000 | 48,1 | 47,7 | 50,2 | 48,0 | 55 | -9 | -9 | -8 | -10 | 2,1 | 1,7 | 3,2 | 3,0 |
| 1250 | 49,0 | 47,8 | 50,4 | 48,4 | 56 | -9 | -9 | -8 | -10 | 2,0 | 0,8 | 2,4 | 2,4 |
| 1600 | 48,0 | 49,6 | 49,2 | 47,1 | 56 | -9 | -9 | -8 | -10 | 1,0 | 2,6 | 1,2 | 1,1 |
| 2000 | 47,5 | 49,3 | 48,3 | 46,0 | 56 | -9 | -9 | -8 | -10 | 0,5 | 2,3 | 0,3 | 0,0 |
| 2500 | 48,2 | 47,6 | 49,4 | 47,0 | 56 | -9 | -9 | -8 | -10 | 1,2 | 0,6 | 1,4 | 1,0 |
| 3150 | 50,7 | 51,1 | 53,4 | 50,8 | 56 | -9 | -9 | -8 | -10 | 3,7 | 4,1 | 5,4 | 4,8 |
| Суммарное неблагоприятное отклонение, дБ | | | | | | | | | | 20,3 | 21,5 | 25,5 | 20,8 |
| Индексы изоляции воздушного шума, дБ | | | | | | | | | | 43,0 | 43,0 | 44,0 | 42,0 |

9. Оценка расширенной неопределенности измерений

Расширенная неопределенность измерений не превышала 1,8 дБ.

10. Выводы

На основании проведенных измерений, можно сделать следующие выводы:

1. Индексы изоляции воздушного шума перегородок №1 и №2 выше на 1 дБ по сравнению с перегородкой №4. Индекс изоляции воздушного шума перегородки №3 выше на 2 дБ по сравнению с перегородкой №4.

2. Наибольшей эффективностью изоляции звука обладает перегородка №3 в частотном диапазоне от 200 до 500 Гц, в котором ее эффективность выше, чем у перегородки П4 до 6 дБ.

Конец отчета

Приложение №1. Результаты измерения уровней звука в помещениях низкого и высокого уровней.

| Частота, Гц | 1 перегородка_источник | | | | | | | | | 1 перегородка_прием | | | | | | | | | | |
|----------------|------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|---------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | Ср | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | Ср |
| 80 | 70,97 | 65,88 | 66,79 | 66,21 | 69,80 | 66,48 | 66,29 | 68,74 | 65,60 | 67,84 | 31,69 | 32,02 | 27,95 | 37,38 | 34,78 | 31,13 | 38,82 | 33,46 | 29,15 | 34,28 |
| 100 | 61,89 | 64,88 | 65,41 | 63,82 | 65,04 | 62,60 | 61,63 | 65,03 | 65,02 | 64,14 | 46,22 | 34,48 | 33,81 | 48,09 | 38,05 | 40,18 | 48,27 | 41,76 | 43,09 | 44,05 |
| 125 | 62,83 | 73,26 | 68,08 | 62,55 | 67,65 | 64,54 | 66,80 | 68,55 | 69,80 | 68,35 | 37,99 | 38,52 | 39,03 | 43,54 | 40,55 | 42,83 | 44,12 | 43,21 | 46,21 | 42,58 |
| 160 | 67,53 | 72,77 | 67,87 | 69,31 | 67,28 | 65,07 | 65,85 | 72,67 | 68,39 | 69,33 | 38,91 | 38,02 | 34,59 | 37,77 | 39,15 | 35,42 | 39,42 | 41,43 | 36,05 | 38,34 |
| 200 | 70,31 | 70,07 | 69,97 | 73,41 | 70,28 | 71,05 | 70,18 | 74,06 | 76,79 | 72,49 | 36,62 | 40,44 | 35,69 | 36,83 | 40,62 | 37,23 | 35,87 | 40,97 | 38,35 | 38,53 |
| 250 | 71,33 | 69,78 | 69,38 | 73,28 | 69,42 | 72,00 | 70,30 | 74,60 | 73,95 | 71,98 | 36,95 | 34,96 | 36,82 | 35,23 | 33,03 | 34,72 | 34,80 | 34,94 | 35,01 | 35,30 |
| 315 | 73,30 | 72,11 | 73,58 | 71,20 | 71,22 | 73,52 | 72,81 | 71,83 | 73,70 | 72,69 | 31,21 | 31,30 | 31,64 | 29,91 | 29,59 | 28,86 | 31,84 | 31,67 | 30,77 | 30,86 |
| 400 | 74,36 | 75,24 | 73,14 | 73,84 | 74,15 | 74,82 | 72,79 | 73,41 | 73,83 | 74,02 | 29,00 | 29,82 | 28,98 | 28,96 | 28,70 | 28,96 | 28,58 | 29,06 | 28,61 | 28,98 |
| 500 | 73,65 | 73,58 | 72,27 | 73,90 | 74,18 | 73,97 | 73,75 | 73,44 | 74,64 | 73,75 | 28,14 | 27,42 | 26,16 | 27,61 | 27,36 | 26,35 | 26,95 | 27,70 | 26,26 | 27,16 |
| 630 | 74,89 | 74,81 | 74,77 | 74,54 | 74,24 | 75,36 | 74,78 | 74,12 | 75,45 | 74,79 | 26,71 | 26,06 | 26,53 | 26,85 | 26,70 | 26,18 | 26,79 | 27,27 | 26,14 | 26,60 |
| 800 | 75,80 | 75,90 | 76,11 | 76,43 | 75,51 | 76,17 | 75,30 | 75,86 | 77,72 | 76,14 | 27,34 | 26,95 | 26,32 | 26,83 | 26,80 | 26,75 | 27,27 | 27,95 | 27,56 | 27,11 |
| 1000 | 76,28 | 76,44 | 76,19 | 76,95 | 76,16 | 76,35 | 76,52 | 75,94 | 77,73 | 76,54 | 26,59 | 27,16 | 27,00 | 26,65 | 26,41 | 27,26 | 27,20 | 26,67 | 26,88 | 26,88 |
| 1250 | 78,15 | 78,46 | 77,91 | 78,41 | 78,44 | 78,58 | 77,64 | 78,56 | 80,69 | 78,63 | 28,42 | 28,58 | 28,03 | 27,98 | 28,07 | 27,58 | 28,00 | 28,26 | 27,68 | 28,08 |
| 1600 | 77,95 | 78,48 | 77,77 | 78,74 | 77,99 | 78,33 | 77,75 | 78,36 | 79,78 | 78,39 | 29,47 | 29,49 | 29,60 | 28,60 | 29,02 | 28,19 | 28,42 | 28,78 | 27,91 | 28,87 |
| 2000 | 76,33 | 76,79 | 76,28 | 77,02 | 77,02 | 76,78 | 76,50 | 76,57 | 78,08 | 76,85 | 28,63 | 28,12 | 27,83 | 27,92 | 27,46 | 27,55 | 27,70 | 27,79 | 27,29 | 27,82 |
| 2500 | 74,28 | 75,09 | 74,64 | 75,14 | 74,72 | 75,02 | 74,12 | 74,56 | 76,27 | 74,91 | 25,69 | 25,55 | 25,09 | 25,13 | 25,07 | 24,86 | 25,13 | 25,18 | 24,70 | 25,16 |
| 3150 | 73,85 | 74,74 | 74,04 | 74,53 | 74,00 | 74,47 | 74,10 | 74,29 | 75,89 | 74,48 | 23,12 | 22,45 | 22,34 | 21,89 | 22,12 | 21,72 | 21,84 | 22,03 | 21,84 | 22,17 |
| 4000 | 73,63 | 74,28 | 73,82 | 74,18 | 73,89 | 74,30 | 73,93 | 74,42 | 75,63 | 74,27 | 18,54 | 18,59 | 18,43 | 18,03 | 18,03 | 17,91 | 17,84 | 18,16 | 17,79 | 18,16 |
| 5000 | 72,54 | 73,22 | 72,61 | 72,87 | 73,00 | 73,17 | 72,67 | 73,16 | 74,48 | 73,12 | 14,91 | 14,30 | 14,18 | 13,74 | 13,65 | 13,47 | 13,77 | 13,98 | 13,70 | 13,95 |
| 6300 | 71,17 | 71,83 | 71,23 | 71,67 | 71,52 | 71,75 | 71,00 | 71,72 | 73,13 | 71,71 | 11,91 | 11,70 | 11,61 | 11,59 | 11,35 | 11,26 | 11,16 | 11,49 | 11,42 | 11,50 |
| 8000 | 69,28 | 70,13 | 69,21 | 69,91 | 69,75 | 69,90 | 69,28 | 69,90 | 71,26 | 69,89 | 10,55 | 10,52 | 10,47 | 10,87 | 10,49 | 10,37 | 10,41 | 10,44 | 10,45 | 10,51 |
| 10000 | 66,81 | 67,70 | 66,55 | 67,49 | 67,24 | 67,45 | 66,73 | 67,50 | 68,83 | 67,42 | 10,53 | 10,73 | 10,63 | 10,83 | 10,76 | 10,65 | 10,60 | 10,58 | 10,66 | 10,66 |
| 12500 | 63,35 | 64,51 | 62,93 | 64,07 | 63,71 | 64,03 | 63,18 | 64,05 | 65,46 | 63,98 | 10,47 | 10,24 | 10,04 | 10,29 | 10,26 | 10,16 | 10,19 | 10,13 | 10,18 | 10,22 |
| 16000 | 57,66 | 59,17 | 56,90 | 58,44 | 57,91 | 58,42 | 57,38 | 58,44 | 59,83 | 58,32 | 8,67 | 8,44 | 8,48 | 8,50 | 8,61 | 8,42 | 8,36 | 8,44 | 8,50 | 8,45 |
| 20000 | 50,48 | 52,13 | 49,31 | 51,29 | 50,49 | 50,99 | 49,94 | 51,23 | 52,84 | 51,09 | 6,48 | 6,83 | 6,79 | 6,98 | 6,92 | 6,85 | 6,84 | 6,85 | 6,86 | 6,82 |
| 25000 | 39,44 | 41,31 | 38,04 | 40,21 | 39,44 | 40,08 | 38,91 | 40,29 | 41,98 | 40,11 | 7,63 | 7,40 | 7,45 | 7,41 | 7,45 | 7,44 | 7,44 | 7,39 | 7,46 | 7,45 |

| Частота, Гц | 2 перегорodka_источник | | | | | | | | | 2 перегорodka_прием | | | | | | | | | | |
|----------------|------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|---------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | Лср | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | Лср |
| 80 | 55,25 | 68,85 | 61,15 | 57,02 | 65,14 | 64,12 | 61,71 | 68,79 | 67,61 | 65,30 | 40,51 | 36,10 | 30,75 | 30,21 | 34,54 | 32,30 | 30,69 | 36,16 | 28,60 | 34,95 |
| 100 | 57,27 | 60,57 | 63,07 | 59,22 | 60,76 | 61,92 | 57,20 | 62,87 | 61,50 | 60,93 | 45,17 | 27,25 | 37,35 | 41,17 | 45,87 | 29,88 | 29,20 | 46,86 | 35,62 | 42,06 |
| 125 | 64,80 | 65,43 | 63,22 | 64,57 | 64,74 | 62,05 | 64,05 | 64,88 | 64,27 | 64,32 | 39,64 | 40,06 | 40,83 | 39,80 | 39,64 | 35,31 | 38,57 | 38,82 | 38,70 | 39,26 |
| 160 | 71,00 | 72,59 | 71,66 | 68,71 | 68,54 | 66,22 | 68,70 | 67,71 | 67,86 | 69,68 | 38,03 | 38,18 | 38,81 | 35,53 | 35,19 | 39,06 | 42,17 | 38,56 | 40,07 | 38,86 |
| 200 | 73,66 | 72,69 | 73,93 | 73,18 | 73,82 | 71,13 | 71,44 | 71,42 | 73,72 | 72,91 | 39,75 | 39,14 | 40,98 | 40,35 | 38,44 | 40,17 | 40,42 | 40,83 | 40,11 | 40,08 |
| 250 | 72,32 | 72,97 | 73,13 | 71,10 | 73,27 | 72,72 | 73,19 | 72,94 | 70,00 | 72,52 | 35,86 | 34,85 | 38,01 | 35,73 | 36,67 | 35,66 | 38,18 | 38,38 | 38,72 | 37,10 |
| 315 | 71,82 | 71,59 | 70,24 | 74,00 | 72,58 | 72,89 | 72,11 | 73,98 | 72,49 | 72,55 | 33,17 | 31,42 | 30,75 | 30,03 | 32,51 | 30,27 | 29,23 | 28,54 | 27,92 | 30,74 |
| 400 | 74,83 | 73,76 | 74,00 | 73,62 | 74,35 | 74,22 | 74,53 | 73,48 | 74,69 | 74,19 | 28,82 | 28,72 | 29,60 | 30,03 | 29,67 | 29,39 | 29,30 | 29,03 | 29,46 | 29,35 |
| 500 | 73,69 | 73,91 | 74,29 | 74,96 | 74,65 | 74,41 | 73,16 | 75,13 | 73,96 | 74,28 | 27,64 | 27,64 | 27,28 | 27,90 | 27,13 | 26,62 | 26,91 | 27,50 | 26,77 | 27,29 |
| 630 | 74,38 | 74,59 | 74,89 | 75,26 | 75,65 | 76,09 | 75,39 | 75,19 | 74,71 | 75,16 | 27,59 | 28,46 | 28,08 | 28,05 | 27,85 | 27,72 | 28,10 | 28,32 | 27,84 | 28,01 |
| 800 | 76,98 | 76,94 | 77,50 | 76,82 | 77,36 | 76,92 | 76,85 | 77,41 | 76,89 | 77,08 | 28,30 | 28,61 | 28,83 | 28,41 | 28,50 | 28,71 | 28,91 | 28,07 | 28,12 | 28,51 |
| 1000 | 77,42 | 77,43 | 77,64 | 77,68 | 78,12 | 77,71 | 77,83 | 77,48 | 77,32 | 77,63 | 28,51 | 28,76 | 28,30 | 28,61 | 28,91 | 28,48 | 28,15 | 28,71 | 28,27 | 28,53 |
| 1250 | 79,64 | 79,08 | 79,74 | 79,82 | 79,81 | 79,49 | 79,07 | 79,39 | 79,17 | 79,48 | 30,14 | 30,31 | 30,33 | 30,22 | 30,19 | 31,23 | 30,46 | 29,63 | 29,80 | 30,28 |
| 1600 | 79,12 | 78,77 | 79,35 | 78,68 | 79,70 | 79,07 | 79,39 | 79,14 | 78,92 | 79,14 | 28,66 | 28,33 | 28,23 | 28,09 | 28,05 | 28,42 | 27,90 | 27,99 | 27,42 | 28,14 |
| 2000 | 77,31 | 77,67 | 78,39 | 77,45 | 77,83 | 77,75 | 78,34 | 77,90 | 77,41 | 77,80 | 27,47 | 27,64 | 27,82 | 26,75 | 26,87 | 26,98 | 26,48 | 26,92 | 26,41 | 27,06 |
| 2500 | 75,71 | 75,66 | 76,21 | 75,70 | 75,97 | 75,85 | 76,05 | 75,70 | 75,50 | 75,82 | 27,58 | 27,71 | 27,28 | 26,53 | 26,69 | 26,57 | 26,50 | 26,31 | 26,44 | 26,87 |
| 3150 | 75,16 | 75,11 | 75,60 | 75,30 | 75,16 | 75,11 | 75,37 | 75,16 | 74,84 | 75,21 | 22,82 | 23,41 | 22,98 | 22,76 | 22,53 | 22,47 | 22,48 | 22,54 | 22,74 | 22,76 |
| 4000 | 74,87 | 74,83 | 75,35 | 74,68 | 74,73 | 74,75 | 74,97 | 74,70 | 74,45 | 74,82 | 17,77 | 19,89 | 17,85 | 18,04 | 18,01 | 18,12 | 17,51 | 17,57 | 17,71 | 18,11 |
| 5000 | 73,30 | 73,46 | 73,99 | 73,43 | 73,48 | 73,33 | 73,93 | 73,31 | 73,09 | 73,49 | 14,22 | 17,10 | 14,11 | 14,59 | 14,52 | 14,39 | 13,81 | 13,87 | 14,11 | 14,65 |
| 6300 | 71,60 | 71,73 | 72,57 | 71,99 | 71,95 | 71,82 | 72,37 | 71,71 | 71,49 | 71,93 | 11,38 | 13,71 | 11,32 | 11,61 | 11,43 | 11,33 | 11,30 | 11,25 | 11,46 | 11,71 |
| 8000 | 69,66 | 69,70 | 70,43 | 69,91 | 69,97 | 69,83 | 70,22 | 69,74 | 69,41 | 69,88 | 10,15 | 12,40 | 10,02 | 10,31 | 10,40 | 10,07 | 10,33 | 10,21 | 10,34 | 10,53 |
| 10000 | 66,84 | 67,27 | 68,16 | 67,61 | 67,56 | 67,20 | 67,93 | 67,25 | 66,69 | 67,41 | 10,52 | 11,33 | 10,38 | 10,57 | 10,46 | 10,34 | 10,47 | 10,47 | 10,70 | 10,59 |
| 12500 | 63,23 | 63,69 | 64,63 | 63,94 | 63,61 | 63,71 | 64,23 | 63,49 | 63,14 | 63,77 | 10,03 | 10,35 | 9,95 | 10,09 | 10,03 | 10,03 | 10,01 | 9,95 | 10,14 | 10,06 |
| 16000 | 57,48 | 57,79 | 58,81 | 58,39 | 58,09 | 58,07 | 58,89 | 57,81 | 57,10 | 58,08 | 8,33 | 8,43 | 8,34 | 8,35 | 8,32 | 8,28 | 8,34 | 8,31 | 8,31 | 8,33 |
| 20000 | 50,06 | 50,52 | 51,55 | 51,22 | 50,98 | 50,86 | 51,68 | 50,38 | 49,86 | 50,83 | 6,76 | 6,84 | 6,73 | 6,78 | 6,78 | 6,77 | 6,79 | 6,86 | 6,79 | 6,79 |
| 25000 | 39,21 | 39,53 | 40,74 | 40,57 | 40,26 | 40,15 | 41,04 | 39,34 | 38,87 | 40,03 | 7,41 | 7,43 | 7,42 | 7,41 | 7,42 | 7,44 | 7,42 | 7,46 | 7,46 | 7,43 |

| Частота, Гц | 4 перегорodka_источник | | | | | | | | | 4 перегорodka_источник | | | | | | | | | | |
|----------------|------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | Лср | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | Лср |
| 80 | 66,77 | 57,46 | 64,15 | 63,27 | 69,27 | 59,18 | 68,38 | 68,40 | 64,70 | 66,03 | 36,45 | 39,09 | 38,40 | 31,48 | 30,51 | 29,48 | 34,90 | 34,45 | 28,06 | 35,14 |
| 100 | 61,25 | 61,56 | 63,15 | 58,51 | 64,14 | 60,07 | 63,90 | 60,29 | 62,56 | 62,07 | 43,79 | 43,61 | 33,53 | 40,24 | 43,83 | 28,08 | 37,80 | 45,83 | 31,24 | 41,60 |
| 125 | 68,50 | 66,53 | 69,18 | 63,21 | 64,33 | 65,29 | 65,20 | 63,81 | 68,50 | 66,57 | 40,40 | 38,11 | 38,18 | 38,51 | 37,98 | 36,26 | 42,13 | 44,10 | 43,96 | 40,81 |
| 160 | 72,21 | 73,76 | 70,90 | 70,20 | 71,51 | 71,35 | 68,40 | 65,09 | 68,99 | 70,83 | 41,78 | 37,53 | 35,86 | 40,92 | 35,93 | 35,22 | 41,24 | 39,71 | 37,88 | 39,09 |
| 200 | 72,42 | 75,80 | 70,22 | 68,19 | 68,44 | 71,19 | 69,82 | 73,13 | 72,80 | 71,98 | 36,49 | 38,22 | 36,91 | 38,09 | 38,50 | 40,03 | 40,36 | 38,24 | 39,85 | 38,70 |
| 250 | 71,44 | 70,93 | 72,43 | 72,58 | 72,25 | 70,70 | 73,37 | 71,03 | 71,47 | 71,88 | 37,41 | 36,52 | 36,09 | 38,52 | 38,84 | 38,69 | 33,19 | 38,92 | 35,90 | 37,45 |
| 315 | 69,93 | 71,30 | 70,36 | 72,83 | 72,90 | 73,65 | 71,32 | 73,50 | 74,01 | 72,42 | 34,58 | 34,50 | 36,96 | 36,62 | 34,00 | 33,83 | 33,63 | 33,27 | 33,60 | 34,76 |
| 400 | 73,56 | 73,19 | 73,36 | 73,54 | 74,93 | 73,87 | 73,75 | 73,57 | 74,01 | 73,78 | 31,33 | 31,56 | 33,31 | 33,44 | 31,74 | 31,80 | 31,05 | 32,18 | 30,50 | 31,98 |
| 500 | 73,07 | 73,08 | 74,36 | 74,01 | 73,24 | 73,40 | 73,82 | 74,11 | 73,25 | 73,62 | 27,54 | 27,21 | 27,47 | 28,72 | 27,41 | 27,21 | 26,04 | 26,71 | 27,19 | 27,33 |
| 630 | 74,57 | 75,08 | 75,61 | 74,20 | 74,97 | 74,20 | 75,16 | 74,96 | 75,26 | 74,91 | 26,23 | 26,14 | 27,12 | 27,51 | 27,15 | 27,27 | 26,68 | 27,15 | 26,96 | 26,93 |
| 800 | 76,27 | 76,42 | 76,84 | 76,68 | 76,85 | 76,79 | 76,86 | 77,26 | 77,17 | 76,80 | 27,00 | 26,49 | 26,89 | 27,30 | 27,32 | 26,97 | 26,74 | 26,62 | 26,93 | 26,93 |
| 1000 | 77,13 | 77,40 | 77,75 | 77,96 | 78,05 | 77,28 | 77,09 | 76,88 | 77,79 | 77,50 | 27,10 | 27,09 | 26,97 | 27,88 | 27,50 | 27,33 | 27,01 | 27,13 | 26,83 | 27,21 |
| 1250 | 79,42 | 79,06 | 79,21 | 79,21 | 79,22 | 79,60 | 78,89 | 78,72 | 79,50 | 79,21 | 28,56 | 28,09 | 28,56 | 29,15 | 28,46 | 28,56 | 28,46 | 28,36 | 28,23 | 28,50 |
| 1600 | 78,97 | 78,90 | 78,77 | 79,00 | 79,33 | 79,50 | 79,47 | 78,45 | 79,35 | 79,09 | 29,38 | 29,37 | 29,34 | 30,15 | 29,87 | 30,07 | 29,87 | 29,67 | 29,31 | 29,68 |
| 2000 | 77,87 | 77,38 | 78,17 | 78,01 | 77,95 | 77,68 | 77,33 | 77,31 | 78,17 | 77,77 | 29,46 | 28,97 | 29,31 | 30,20 | 29,66 | 29,34 | 29,06 | 29,52 | 29,10 | 29,42 |
| 2500 | 75,85 | 75,66 | 76,19 | 76,10 | 75,96 | 75,82 | 75,98 | 75,18 | 76,34 | 75,91 | 26,72 | 26,17 | 26,49 | 27,24 | 26,65 | 26,55 | 26,46 | 26,84 | 26,41 | 26,63 |
| 3150 | 75,28 | 75,05 | 75,81 | 75,42 | 75,39 | 75,23 | 75,49 | 74,66 | 75,57 | 75,33 | 22,36 | 21,85 | 22,09 | 22,29 | 22,76 | 22,18 | 21,86 | 22,48 | 22,25 | 22,24 |
| 4000 | 74,95 | 74,66 | 75,42 | 75,13 | 74,98 | 74,92 | 74,67 | 74,47 | 75,18 | 74,94 | 17,80 | 16,81 | 16,92 | 17,68 | 17,53 | 17,14 | 16,57 | 17,91 | 16,97 | 17,28 |
| 5000 | 73,48 | 73,15 | 74,16 | 73,93 | 73,64 | 73,44 | 73,53 | 72,93 | 73,96 | 73,59 | 14,71 | 13,09 | 13,24 | 14,10 | 14,30 | 13,56 | 13,19 | 14,31 | 13,41 | 13,81 |
| 6300 | 71,84 | 71,36 | 72,55 | 72,07 | 71,79 | 71,81 | 71,67 | 71,03 | 72,12 | 71,82 | 10,91 | 10,68 | 10,85 | 11,46 | 11,18 | 10,95 | 10,72 | 11,83 | 11,11 | 11,09 |
| 8000 | 69,86 | 69,42 | 70,53 | 70,11 | 69,79 | 69,86 | 69,62 | 68,87 | 70,22 | 69,83 | 10,62 | 10,13 | 10,00 | 10,53 | 10,26 | 10,06 | 9,93 | 10,78 | 10,10 | 10,28 |
| 10000 | 67,50 | 66,86 | 68,22 | 67,47 | 67,44 | 67,29 | 66,89 | 66,29 | 67,77 | 67,34 | 10,28 | 10,47 | 10,47 | 10,71 | 10,77 | 10,52 | 10,34 | 11,02 | 10,50 | 10,57 |
| 12500 | 63,97 | 63,10 | 64,50 | 63,78 | 63,60 | 63,61 | 63,25 | 62,36 | 64,11 | 63,62 | 10,58 | 10,06 | 10,06 | 10,15 | 9,99 | 9,96 | 9,94 | 10,25 | 9,97 | 10,11 |
| 16000 | 58,21 | 57,30 | 58,76 | 57,79 | 57,88 | 57,93 | 57,69 | 56,38 | 58,44 | 57,87 | 8,87 | 8,35 | 8,32 | 8,41 | 8,35 | 8,26 | 8,38 | 8,50 | 8,44 | 8,43 |
| 20000 | 50,67 | 49,84 | 51,04 | 50,39 | 50,36 | 50,49 | 50,16 | 48,79 | 50,94 | 50,34 | 7,08 | 6,76 | 6,79 | 6,82 | 6,75 | 6,76 | 6,78 | 6,89 | 6,77 | 6,82 |
| 25000 | 39,79 | 38,60 | 40,25 | 39,74 | 39,22 | 39,72 | 39,56 | 37,77 | 40,16 | 39,48 | 7,47 | 7,45 | 7,46 | 7,46 | 7,45 | 7,41 | 7,43 | 7,46 | 7,43 | 7,45 |

| Частота, Гц | 3 перегородка_ источник | | | | | | | | | | 3 перегородка_ прием | | | | | | | | | |
|----------------|-------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------------|----------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | Ср | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | Ср |
| 80 | 66,82 | 59,72 | 64,75 | 64,58 | 64,67 | 66,60 | 69,90 | 69,63 | 65,66 | 66,66 | 35,58 | 40,58 | 34,51 | 32,40 | 29,67 | 24,17 | 32,12 | 36,25 | 34,11 | 35,11 |
| 100 | 58,56 | 56,24 | 65,23 | 56,80 | 62,42 | 61,03 | 64,36 | 65,66 | 60,96 | 62,39 | 41,01 | 49,09 | 37,84 | 39,56 | 48,58 | 39,30 | 43,89 | 48,21 | 35,66 | 44,99 |
| 125 | 70,42 | 72,81 | 71,48 | 65,73 | 66,04 | 65,17 | 70,47 | 66,70 | 69,27 | 69,46 | 43,09 | 45,17 | 43,30 | 40,48 | 45,20 | 42,15 | 47,18 | 48,62 | 46,43 | 45,29 |
| 160 | 71,43 | 71,50 | 70,00 | 65,04 | 68,44 | 66,65 | 68,24 | 67,04 | 66,86 | 68,87 | 39,15 | 37,89 | 38,14 | 36,99 | 37,58 | 41,15 | 38,59 | 40,43 | 38,11 | 38,87 |
| 200 | 71,92 | 74,21 | 74,26 | 68,47 | 69,41 | 70,77 | 71,16 | 72,70 | 70,05 | 71,86 | 37,06 | 34,07 | 35,01 | 37,14 | 35,97 | 37,99 | 41,06 | 40,20 | 39,40 | 38,10 |
| 250 | 71,06 | 73,40 | 72,92 | 72,45 | 73,36 | 70,59 | 70,19 | 71,97 | 71,99 | 72,13 | 35,66 | 36,37 | 36,13 | 36,00 | 35,79 | 35,29 | 35,01 | 36,67 | 36,40 | 35,95 |
| 315 | 71,71 | 72,01 | 72,88 | 73,56 | 73,90 | 71,94 | 73,40 | 72,59 | 74,09 | 72,98 | 32,22 | 32,77 | 33,87 | 32,23 | 31,99 | 32,00 | 31,44 | 31,23 | 33,81 | 32,49 |
| 400 | 73,45 | 73,75 | 74,17 | 73,03 | 73,58 | 75,67 | 73,20 | 74,15 | 73,76 | 73,93 | 28,54 | 28,74 | 28,87 | 29,49 | 29,56 | 29,95 | 27,14 | 28,46 | 27,40 | 28,77 |
| 500 | 73,90 | 73,07 | 74,45 | 74,16 | 74,31 | 74,49 | 73,50 | 73,98 | 73,78 | 73,98 | 27,75 | 26,77 | 27,40 | 27,36 | 26,76 | 27,88 | 27,09 | 27,28 | 27,22 | 27,29 |
| 630 | 74,75 | 74,74 | 75,94 | 74,78 | 75,80 | 75,03 | 74,97 | 75,49 | 75,72 | 75,27 | 28,01 | 28,05 | 27,27 | 27,51 | 28,31 | 27,14 | 27,51 | 27,16 | 26,58 | 27,54 |
| 800 | 76,64 | 76,79 | 77,19 | 76,99 | 77,75 | 77,52 | 76,66 | 76,90 | 77,11 | 77,08 | 27,04 | 27,15 | 27,65 | 27,61 | 27,73 | 27,67 | 27,88 | 26,95 | 27,36 | 27,46 |
| 1000 | 77,76 | 77,41 | 78,20 | 78,12 | 78,44 | 77,74 | 77,19 | 77,67 | 77,97 | 77,85 | 27,80 | 27,96 | 27,30 | 27,32 | 27,84 | 27,73 | 27,72 | 27,31 | 28,02 | 27,68 |
| 1250 | 79,59 | 79,64 | 80,15 | 79,70 | 79,44 | 79,13 | 79,03 | 79,75 | 79,52 | 79,56 | 29,18 | 29,40 | 28,90 | 29,42 | 28,85 | 29,26 | 28,91 | 29,30 | 29,20 | 29,16 |
| 1600 | 78,69 | 79,01 | 79,87 | 79,26 | 79,74 | 79,02 | 79,08 | 78,87 | 79,41 | 79,23 | 29,68 | 29,91 | 29,60 | 30,47 | 30,31 | 30,17 | 29,75 | 30,62 | 29,85 | 30,05 |
| 2000 | 77,58 | 77,36 | 78,02 | 78,09 | 78,06 | 77,69 | 77,29 | 77,68 | 78,10 | 77,77 | 29,13 | 29,58 | 29,13 | 29,59 | 29,67 | 29,41 | 29,40 | 29,89 | 29,31 | 29,46 |
| 2500 | 75,37 | 75,55 | 76,00 | 75,82 | 75,97 | 75,78 | 75,30 | 75,86 | 76,24 | 75,77 | 25,98 | 26,62 | 26,19 | 25,95 | 26,42 | 26,87 | 26,40 | 26,53 | 26,73 | 26,42 |
| 3150 | 75,06 | 75,28 | 75,73 | 75,07 | 75,35 | 75,08 | 74,43 | 75,08 | 75,48 | 75,19 | 21,78 | 21,95 | 21,46 | 21,54 | 21,67 | 22,03 | 21,50 | 21,96 | 21,98 | 21,77 |
| 4000 | 74,70 | 74,81 | 75,17 | 74,42 | 74,69 | 74,94 | 74,18 | 74,74 | 75,00 | 74,75 | 16,63 | 16,61 | 16,35 | 16,75 | 17,06 | 16,85 | 16,66 | 16,69 | 16,67 | 16,70 |
| 5000 | 73,09 | 72,92 | 73,74 | 73,41 | 73,30 | 73,45 | 72,61 | 73,16 | 73,71 | 73,28 | 12,71 | 12,74 | 12,37 | 12,76 | 13,05 | 13,01 | 12,61 | 12,98 | 12,78 | 12,78 |
| 6300 | 71,41 | 71,17 | 72,26 | 71,58 | 71,46 | 71,61 | 70,70 | 71,62 | 72,29 | 71,59 | 10,52 | 10,50 | 10,22 | 10,62 | 10,69 | 10,72 | 10,64 | 11,06 | 10,70 | 10,64 |
| 8000 | 69,33 | 69,11 | 70,22 | 69,47 | 69,56 | 69,49 | 68,34 | 69,52 | 70,04 | 69,48 | 9,86 | 9,90 | 9,86 | 9,93 | 9,99 | 9,93 | 9,85 | 10,43 | 9,85 | 9,96 |
| 10000 | 66,68 | 66,55 | 67,70 | 66,93 | 67,09 | 66,86 | 65,79 | 66,86 | 67,46 | 66,91 | 10,38 | 10,58 | 10,47 | 10,44 | 10,36 | 10,41 | 10,33 | 10,76 | 10,50 | 10,47 |
| 12500 | 62,85 | 62,73 | 63,71 | 63,20 | 63,27 | 63,20 | 61,96 | 63,19 | 63,70 | 63,12 | 10,03 | 9,96 | 10,01 | 9,95 | 9,97 | 9,89 | 9,95 | 10,35 | 9,99 | 10,01 |
| 16000 | 57,62 | 57,23 | 58,18 | 57,70 | 57,79 | 57,71 | 56,20 | 57,63 | 58,09 | 57,61 | 8,36 | 8,29 | 8,29 | 8,33 | 8,33 | 8,28 | 8,28 | 8,60 | 8,30 | 8,34 |
| 20000 | 50,45 | 49,72 | 50,62 | 50,42 | 50,60 | 50,43 | 48,69 | 50,36 | 50,82 | 50,27 | 6,83 | 6,78 | 6,77 | 6,76 | 6,79 | 6,78 | 6,77 | 6,94 | 6,82 | 6,80 |
| 25000 | 39,50 | 39,16 | 39,83 | 39,60 | 39,67 | 40,04 | 37,85 | 39,34 | 39,89 | 39,47 | 7,49 | 7,46 | 7,46 | 7,49 | 7,45 | 7,45 | 7,47 | 7,48 | 7,44 | 7,46 |