

.....
IV Международная научная конференция
MIP Engineering-IV 2022: Модернизация, Инновации, Прогресс: Передовые
технологии в материаловедении, машиностроении и автоматизации
.....

«Визуализация звукового поля в салоне самолета Суперджет-100 с использованием сферической микрофонной решетки»

Мошков П.А.

Актуальность

- Необходимость обеспечения требуемых параметров акустического комфорта в салонах проектируемых самолетов
- Акустическая доводка эксплуатируемых самолетов
- Верификация и валидация расчетного программного обеспечения для оценки шума в салонах самолетов

Объект исследования

Акустические измерения были выполнены на экспериментальном самолете Superjet 100 No. 95005 в кабине экипажа и в шести контрольных точках по длине салона, расположенных в проходе между рядами кресел вблизи рядов 2 (бизнес-класс) и 7, 10, 14, 17 и 20 (эконом-класс).

Методика проведения акустических испытаний и используемое оборудование



Испытания выполнены на режиме прямолинейного крейсерского полета на высоте 11 км со скоростью, определяемой числом Маха полета, 0,78. Время записи сигналов параллельно с 78-х измерительных каналов составляло не менее 60 секунд. Измерения выполнены при штатной работе системы кондиционирования и вентиляции воздуха и при ее выключении.

Сферическая микрофонная решетка Simcenter 3D Solid Sphere 3DCAM54/78 в базовой (слева) и расширенной (справа) конфигурациях

Алгоритм стандартного сферического бимформинга

The standard beamforming processing in the formulation snapshot is described as follows. The sound pressure map for a given point r on the map is expressed as a function of the frequency f :

$$P_F^2(r, f) = \frac{1}{I} \sum_i^I \left| \sum_m^M P_m^i(f) h(r_m - r, f) \right|^2, \quad (1)$$

$$N = \left(\sum_m^M |h(r_m - r, f)|^2 \right)^2, \quad (2)$$

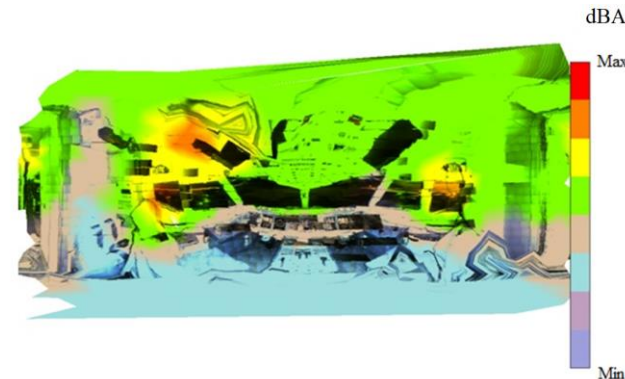
where M – number of microphone; I – number of time block; r – geometrical focusing point, r_m – microphone coordinate; P_m^i – instantaneous pressure spectrum for microphone m for time snapshot i ; $h(r)$ – steering function.

Результаты

СКВ включена

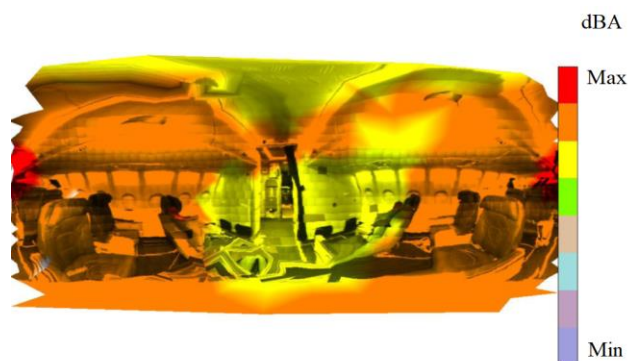


СКВ выключена

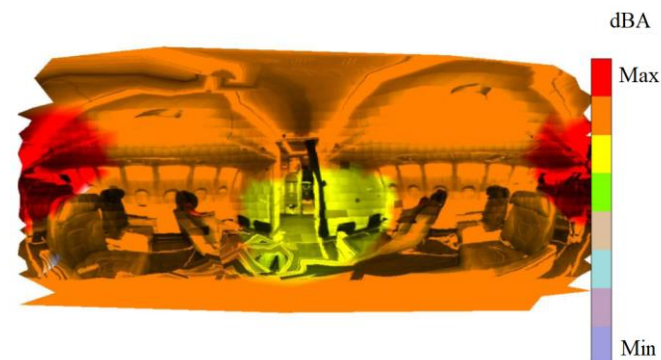


Карты локализации источников шума в кабине экипажа для суммарного взвешенного по шкале А стандартного шумомера уровня звукового давления (20-5000 Гц)

СКВ включена



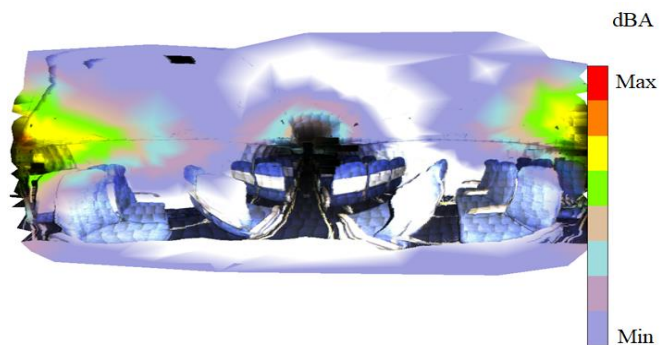
СКВ выключена



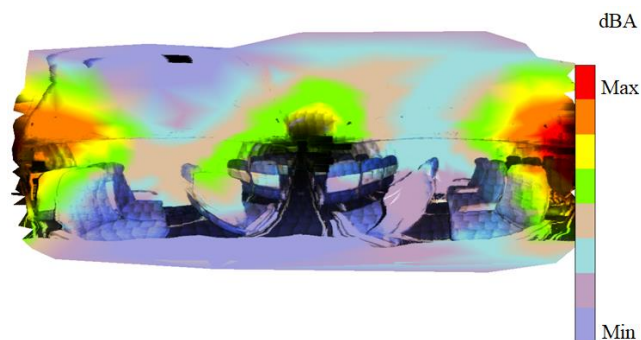
Карты локализации источников шума для суммарного взвешенного по шкале А стандартного шумомера уровня звукового давления (20-5000 Гц), полученные при измерениях в зоне 2-го ряда кресел салона бизнес-класса

Результаты

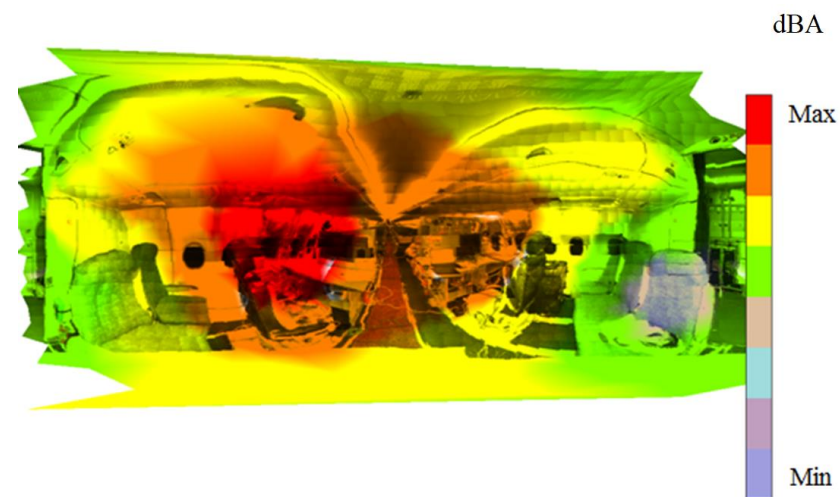
СКВ включена



СКВ выключена



Карты локализации источников шума в третьоктавной полосе частот 500 Гц, полученные при измерениях в зоне 14-го ряда кресел салона эконом-класса



Зона рабочего места бортового оператора без панели интерьера (слева) Карта локализации источников шума для суммарного излучения 20–5000 Гц (справа) (Решетка расположена в зоне 20-го ряда кресел салона эконом-класса, ACS OFF)

Выводы

- Выполнен летный эксперимент с целью визуализации звукового поля в салоне и кабине экипажа самолета Superjet 100 с применением сферической микрофонной решеткой Simcenter 3D Solid Sphere 3DCAM54/78. Шумовые карты построены с применением алгоритма стандартного сферического бимформинага для суммарного излучения и излучения в отдельных полосах частот в метрике дБА.
- Рассмотренный метод визуализации звукового поля позволяет локализовать, идентифицировать и ранжировать по интенсивности основные источники шума в салоне самолета. Шум системы кондиционирования и вентиляции воздуха локализуется со стороны трубопроводов подачи воздуха в салон. Звуковое поле в салоне является неоднородным, в разных полосах частот доминируют разные источники и их соотношение различно в различных контрольных сечениях по длине салона.
- Результаты, полученные в этой работе, будут использованы для верификации и валидации численных методов расчета шума в салоне в процессе разработки акустической расчетной модели («цифрового двойника») пассажирского салона и кабины экипажа самолета RRJ-95NEW-100.

Контакты

Мошков Петр Александрович

Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)

E-mail: moshkov89@bk.ru