

Соглашение о предоставлении субсидии № 14.628.21.0006.

Федеральная целевая программа «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014 - 2020 годы»

Проект: «Развитие и реализация многомикрофонных методов акустических измерений применительно к исследованиям эффекта интеграции силовой установки с планером самолета»
Руководитель проекта: Копьев Виктор Феликсович

Этап 1. Проведение предварительных исследований

Цели и задачи проекта:

Данное исследование проводится в рамках выполнения совместного научно-исследовательского проекта ASPIRE рамочной программы Европейского Союза «Горизонт 2020», в составе международного консорциума. Проект выполняется совместно со следующими иностранными партнерами:

- Office National d'Etudes et de Recherches Aérospatiales (ONERA) (Французский национальный аэрокосмический исследовательский центр), Франция,
- Deutsches Zentrum fuer Luft- und Raumfahrt e.V. (DLR) (Германский центр авиации и космонавтики), Германия,
- Stichting Nationaal Lucht- en Ruimtevaartlaboratorium (NLR) (Нидерландская национальная аэрокосмическая лаборатория), Нидерланды.

Целью данного исследования является развитие и реализация многомикрофонных методов акустических измерений применительно к исследованиям эффекта интеграции силовой установки с планером самолета.

Для достижения этой цели необходимо решить ряд задач, составляющих базу для построения теоретико-численных моделей.

- Теоретическая задача о рефракции звука на турбулентном слое смешения спутного потока при проведении испытаний в экспериментальных установках с открытой рабочей частью с целью определения соответствующей коррекции данных, измеренных микрофонами.
- Теоретическая задача о рефракции звука на пограничном слое при проведении испытаний в экспериментальных установках с закрытой рабочей частью с целью определения соответствующей коррекции данных, измеренных микрофонами.
- Разработка модифицированного метода азимутальной декомпозиции, адаптированного для проведения исследований шума взаимодействия струи и крыла, учитывающего наличие спутного потока и позволяющего неравномерное расположение микрофонов.
- Экспериментальная валидация модифицированного метода азимутальной декомпозиции для неравномерно расположенных микрофонов с учетом коррекций на слой смешения или пограничный слой (в зависимости от типа экспериментальной установки).
- Экспериментальные исследования модальной структуры шума взаимодействия струи и закрылка, проводимые с помощью модифицированного метода азимутальной декомпозиции, позволят впервые определить структуру источника шума взаимодействия.

Ожидаемые результаты проекта:

1. Метод учета рефракции звука на турбулентном слое смешения, включающая учет вращения источника звука и эффект уширения тональных компонент (haystack).
2. Метод учета рефракции звука на пограничном слое, включающая учет вращения источника и кривизны поверхности, на которой располагается пограничный слой.
3. Метод азимутальной декомпозиции, адаптированный для измерения шума взаимодействия струи с крылом и использующий результаты 1-2.
4. Модифицированный метод азимутальной декомпозиции для измерений шума взаимодействия микрофонами, установленными в потоке.
5. Экспериментальный прототип измерительной системы и программный комплекс обработки результатов измерений, реализующие разработанный метод азимутальной декомпозиции (результаты 3-4)
6. Полученные с помощью созданной измерительной системы (результат 5) уникальные экспериментальные данные измерений азимутальной структуры шума взаимодействия струи и крыла (некоммерческая геометрия) при наличии спутного потока, которые будут использоваться

для построения теоретических моделей шума взаимодействия и могут служить основой разработки методов снижения этого источника шума.

Перспективы практического использования:

Разработанные методы могут быть использованы при проведении аэроакустических экспериментов в научно-исследовательских организациях и компаниях, располагающих соответствующей экспериментальной базой (заглушенные камеры, решетки микрофонов) для решения экологических проблем перспективной гражданской авиационной техники.

Ожидается, что по аналогии с разработкой успешного способа снижения шума шасси самолета, знание азимутальной структуры шума взаимодействия струи и крыла для конкретных геометрий существующих и перспективных отечественных самолетов позволит сформулировать эффективные способы снижения этого источника шума и обеспечить конкурентоспособность этих самолетов на мировом рынке. Как следствие, основными потребителями разрабатываемых методов и подходов являются институты и предприятия авиационной промышленности. Тем не менее, результаты данной работы могут быть применены и в смежных областях – в частности, применительно к автомобильному и железнодорожному транспорту для исследования возникающих там аэродинамических источников шума.

В ходе выполнения проекта по Соглашению о предоставлении субсидии от 20.05.2016 г. № 14.628.21.0006 с Минобрнауки России в рамках федеральной целевой программы «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014 - 2020 годы» на этапе № 1 в период с 20.05.2016 по 31.12.2016 выполнялись следующие работы:

- 1) Проведение аналитического обзора современной научно-технической, нормативной, методической литературы.
- 2) Проведение патентного исследования в соответствии с ГОСТ 15.011-96.
- 3) Исследование теоретической задачи о рефракции звука на турбулентном слое смешения, учитывающее возможность вращения источника звука.
- 4) Исследование теоретической задачи о рефракции звука на пограничном слое с учетом вращения источника звука и кривизну поверхности, на которой расположен пограничный слой.
- 5) Исследование теоретической задачи о дифракции звука на цилиндрическом препятствии, имитирующем расположение микрофонов около направляющих державок и поддерживающих штативов.
- 6) Исследование теоретической задачи об определении азимутальных компонент компактного источника звука по измерениям неравномерно расположенными микрофонами в дальнем акустическом поле при наличии спутного потока на основе полученных методов.
- 7) Предварительные исследования учета эффекта уширения тональных компонент (эффект haustacking) для внесения поправок на рефракцию звука на турбулентном слое смешения
- 8) Метрологические исследования влияния державок микрофонов на результаты измерений микрофонов, установленных в поток

Работы в рамках задач (1)-(6) проводились Получателем субсидии за счет средств субсидии, а в рамках задач (7)-(8) – Иностранцами партнерами за счет внебюджетных средств.

В ходе работ, выполненных в течение этапа 1 проекта, были получены следующие результаты:

- Проведен аналитический обзор современной литературы, включающий 21 статью из рецензируемых научных журналов, входящих в Web of Science.
- Проведено патентное исследование в соответствии с ГОСТ 15.011-96.
- Разработан метод внесения поправок на рефракцию звука на слое смешения струи с учетом вращения источника звука.
- Разработан метод внесения поправок на рефракцию звука на пограничном слое с учетом вращения источника звука и кривизны поверхности, на которой расположен пограничный слой.
- Разработан метод минимизации учета дифракционных поправок при положении микрофонов около направляющих державок и поддерживающих штативов. Определено минимальное расстояние между микрофоном и державкой / штативом и их взаимное расположение, обеспечивающее точность измерений не менее 0.5 дБ в отсутствие потока.

- Разработана модель микрофона на основе метода конечных элементов, позволяющая оценивать влияние державки микрофона на его показания при установке микрофона в потоке.

В результате проведенных работ по первому этапу проекта был разработан метод азимутальной декомпозиции, позволяющий по измерениям в дальнем поле определять амплитуду и направленности азимутальных мод источника шума вплоть до квадрупольных компонент с ошибкой менее 1 дБ. Полученный модифицированный метод измерения азимутальных мод является уникальным и не имеет мировых аналогов. Этот метод может быть применен к измерениям шума взаимодействия струи и крыла на существующих экспериментальных установках, в частности, на уникальной научной установке «Заглушенная камера АК-2 ЦАГИ». Реализация этого метода в физическом эксперименте будет проведена в рамках следующего этапа проекта.

Таким образом, план работ, проводимых Получателем субсидии в рамках первого этапа проекта, выполнен полностью.