

Соглашение о предоставлении субсидии № 075-11-2018-178

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

Проект: «Разработка новых методов определения эффективности экранирования шума силовой установки элементами планера перспективных компоновок самолетов»

Руководитель проекта: Копьев Виктор Феликсович

Этап 3. Валидация разработанных методов расчета эффективности экранирования шума и оценка их результативности

Цели и задачи проекта:

Настоящее исследование проводится в рамках выполнения совместного научно-исследовательского проекта ARTEM (Aircraft noise Reduction Technologies and related Environmental Impact) рамочной программы Европейского Союза «Горизонт 2020», в составе международного консорциума, координатором которого является Deutsches Zentrum fuer Luft- und Raumfahrt e.V. (DLR, Германский центр авиации и космонавтики, Германия).

Целью данного исследования является развитие расчетных и экспериментальных методов исследования эффекта экранирования шума силовой установки перспективных компоновок самолетов, с целью развития способов оценки шума на местности самолета типа «летающее крыло», использующих перспективные двигатели со сверхвысокой степенью двухконтурности.

Для достижения этой цели в ходе реализации проекта необходимо решить следующие задачи:

1. Формирование базы данных, включающей в себя результаты экспериментов по эффектам экранирования шума струи и азимутальных вращающихся мод, излучаемых из круглого канала, полигональными экранами, имитирующими планер самолета интегральной компоновки.

2. Разработка метода расчета экранирования шума полигональным экраном на основе Геометрической Теории Дифракции (ГТД) на случай излучения азимутальных вращающихся звуковых мод, излучаемых из открытого цилиндрического канала.

3. Разработка метода расчета экранирования шума полигональным экраном на основе Геометрической Теории Дифракции (ГТД) на случай излучения шума турбулентной струей на основе адаптированной корреляционной теории.

4. Разработка метода оптимизации положения силовой установки для самолета интегральной компоновки (типа «летающее крыло») на основе оценки шума на местности с использованием экспериментальных данных и разработанных методов расчета эффективности экранирования.

Ожидаемые результаты проекта:

1. База данных, включающая в себя результаты экспериментов по эффектам экранирования шума струи и азимутальных вращающихся мод, излучаемых из круглого канала, полигональными экранами, имитирующими планер самолета интегральной компоновки.

2. Метод расчета экранирования шума полигональным экраном на основе Геометрической Теории Дифракции (ГТД) на случай излучения азимутальных вращающихся звуковых мод, излучаемых из открытого цилиндрического канала.

3. Метод расчета экранирования шума полигональным экраном на основе Геометрической Теории Дифракции (ГТД) на случай излучения шума турбулентной струей на основе адаптированной корреляционной теории.

4. Метод оптимизации положения силовой установки для самолета интегральной компоновки (типа «летающее крыло») на основе оценки шума на местности с использованием экспериментальных данных и разработанных методов расчета эффективности экранирования. Разработанный метод предназначен для разработчиков и производителей самолетов интегральной компоновки, с целью улучшения экологических характеристик и повышения конкурентоспособности отечественной авиационной техники.

Перспективы практического использования:

В целом, проект направлен на создание технологий существенного снижения шума на местности перспективных самолетов.

Главным социальным эффектом от внедрения результатов проекта на перспективных самолетах должно стать снижение отрицательного техногенного воздействия на окружающую среду, каковым является авиационный шум в окрестности аэропортов.

В ходе выполнения проекта по Соглашению о предоставлении субсидии от 30.11.2018 г. № 075-11-2018-178 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 № 3 в период с 01.01.2020 по 30.06.2020 выполнялись следующие работы:

1) Проведение исследовательских испытаний в заглушенной камере эффекта экранирования шума от эталонного источника полигональными экранами, имитирующими планер самолета интегральной компоновки, при помощи метода последовательностей максимальной длины с целью валидации разрабатываемых расчетных методов.

2) Проведение расчетов по разработанным методам и сравнение с результатами проведенных испытаний.

3) Разработка метода оптимизации положения силовой установки для самолета интегральной компоновки (типа «летающее крыло») на основе оценки шума на местности с использованием экспериментальных данных и разработанных методов расчета эффективности экранирования.

4) Разработка предложений по дальнейшему применению полученных результатов

5) Оценка шума силовой установки для различных компоновок.

Работы в рамках задач (1)-(4) проводились Получателем субсидии за счет средств субсидии, а в рамках задачи (5) – Иностранцами партнерами за счет внебюджетных средств.

В ходе работ, выполненных в течение этапа 3 проекта, были получены следующие результаты:

1) Проведены исследовательские испытания в заглушенной камере эффекта экранирования шума от эталонного источника полигональными экранами, имитирующими планер самолета интегральной компоновки, при помощи метода последовательностей максимальной длины. Сравнение результатов экспериментальных данных, полученных для маломасштабной трехмерной модели самолёта интегральной компоновки и имитирующего её плоского экрана продемонстрировало, что для всех исследованных конфигураций рассмотренные модели с точки зрения импульсного отклика эквивалентны.

2) На основе методов, разработанных на Этапе 2, для оценки эффективности экранирования шума самолетом интегральной компоновки аэродинамической схемы типа «летающее крыло», построена расчетная модель. Сравнение расчетных и экспериментально измеренных импульсных откликов показало, что для всех рассмотренных конфигураций в освещенной зоне и в зоне геометрической тени расчетный импульсный отклик демонстрирует хорошее качественное и количественное согласие с экспериментально измеренным импульсным откликом, корректно передавая информацию о распределении звукового поля в различных точках наблюдения. Это позволяет сделать вывод о применимости разработанных методов и расчетных моделей к задачам оценки эффективности экранирования авиационных источников шума планером самолета интегральной компоновки аэродинамической схемы типа «летающее крыло».

3) На основе использования особенностей механизмов реализации дифракции звукового поля на экранирующих поверхностях, разработан метод оптимизации положения силовой установки для самолета интегральной компоновки в схеме «двигатель над крылом», при котором достигается наибольшая эффективность экранирования шума рассматриваемой силовой установки. Проведена адаптация разработанных на предыдущих этапах настоящей ПНИЭР методов расчета эффективности экранирования шума струи и шума вращающихся азимутальных мод, излучаемых из круглого цилиндрического канала, к задаче расчета шума самолета на местности.

4) Сформулированы основные результаты ПНИЭР и области их применения. Обосновано, почему полученные результаты могут быть использованы для проведения предварительных оценок эффективности экранирования шума силовой установки для перспективных самолетов уже на ранней стадии их проектирования. Также сформулированы направления дальнейших

исследований, в которых будут непосредственно применяться результаты, полученные в рамках настоящей ПНИЭР.

5) Для самолетов интегральной компоновки аэродинамической схемы типа «летающее крыло» и самолета с эллиптическим фюзеляжем с верхним расположением двигателей выполнены расчеты шума на местности применительно к процедуре сертификации ИКАО. Получено, что в сумме по трем контрольным точкам по сравнению с традиционной компоновкой для самолета схемы типа «летающее крыло» с неоптимальным расположением силовой установки может быть достигнут запас 20.8 ЕPNдБ по отношению к нормам Главы 14 ИКАО при достаточно низкой эффективности экранирования 4.6 ЕPNдБ, а для самолета с эллиптическим фюзеляжем – запас 12.9 ЕPNдБ при существенно большей эффективности экранирования 8.2 ЕPNдБ. При размещении силовой установки в оптимальном положении, вычисленном на основе разработанной методики, получено, что эффективность экранирования увеличивается и составляет величину 7.1 ЕPNдБ. Установка шевронных или гофрированных сопел, а также учет влияния эффекта экранирования на взлете позволяет получить оценку эффективности экранирования для самолета интегральной компоновки аэродинамической схемы типа «летающее крыло» от 9.6 до 11.1 ЕPNдБ в сумме по трем контрольным точкам по сравнению с традиционной компоновкой.

Таким образом, план работ, проводимых Получателем субсидии, выполнен полностью и в установленные сроки.