

**Сведения о ходе выполнения проекта
по Соглашению о предоставлении субсидии № 14.628.21.0005 от
18.11.2015 г.,**

**субсидируемого Министерством образования и науки Российской Федерации
в рамках федеральной целевой программы «Исследования и разработки
по приоритетным направлениям развития научно-технологического
комплекса России на 2014 - 2020 годы»**

Название проекта: Разработка вычислительной методологии расчета Турбулентных течений на основе метода «крупных вихрей (LES)», реализованной при помощи численной схемы высокого порядка точности Галеркина с разрывными функциями, и ее тестирование на Индустриальном суперкомпьютере применительно к решению задач воздействия вихревого следа Летательного Дозвукового Аппарата на экологию»

Цель выполнения исследования заключается в разработке принципиально новой суперкомпьютерной методологии, использующей преимущества методов высокого порядка точности для многократного увеличения скорости расчета и решения на ее основе задач моделирования крупномасштабной турбулентности (LES) в интересах авиационной промышленности.

Актуальность предлагаемого проекта определяется необходимостью вывести вопросы моделирования вихревого следа летательного аппарата на новый технологический уровень с использованием суперкомпьютерных технологий.

Научная новизна заключается в разработке принципиально новых методов моделирования турбулентности на основе схем высокого порядка точности.

Ожидаемые результаты выполнения проекта:

1. аналитический обзор современной научно-технической, нормативной, методической литературы по методам высокого порядка точности и моделированию крупномасштабной турбулентности с использованием суперкомпьютерной методологии;
2. методы обеспечения устойчивости схемы Галеркина четвертого порядка точности с разрывными базисными функциями;
3. метод LES с оригинальным алгоритмом в пристенной области и с учетом требований численной схемы высокого порядка точности;
4. верифицированную программу расчета течения вязкого турбулентного газа на суперкомпьютере с рекордным количеством ядер;
5. тесты для оценки точности расчета характеристик сопл гражданских самолетов при помощи компьютерных программ;
6. тесты для оценки точности расчета интенсивности вихрей в атмосфере при помощи компьютерных программ;
7. оценки интенсивности вихрей, создаваемых региональным самолетом в окрестности аэропорта.

Перспективы практического использования

Теоретические и практические результаты проекта могут использоваться при разработке "Электронного Летного Руководства экипажа воздушного судна". Это область масштабного применения результатов проекта, так как число бортовых компьютеров на самолетах исчисляются тысячами.

Комплексное решение сформулированных в проекте проблем позволит достигнуть цели - повышение мобильности населения за счет приближения региональных аэропортов к городам и поселкам.

Партнеры проекта

1. Numerical Mechanics Applications International SA (NUMECA, Бельгия).
2. Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V. (DLR, Германия).
3. Office National d'Etudes et de Recherches Aérospatiales (ONERA, Франция)

Сфера деятельности – аэрокосмические центры, разработчики методов и программ.

Финансовая поддержка партнеров – средства Еврокомиссии.

Результаты исследовательской работы, полученные в 2015 г.

1. Аналитический обзор современной научно-технической, нормативной, методической литературы, затрагивающей научно-техническую проблему, исследуемую в рамках научных исследований за период 2010-2015 гг.
2. Принципиально новый вариант схемы Галеркина четвертого порядка точности с разрывными базисными функциями с повышенной устойчивостью.
3. Эффективный метод решения задачи с применением ортогональных базисных функций.
4. Принципиально новый эффективный интегратор по времени для явной численной схемы высокого порядка точности.
5. Новый вариант метода LES на основе схемы высокого порядка точности.

Иностранные партнеры разработали:

1. Модернизированный расчетный метод с учетом влияния "массовой" матрицы на устойчивость расчета – NUMECA, DLR, ONERA, UniBg.
2. Подсеточную модель турбулентности высокого порядка точности – NUMECA, ONERA.
3. Исходные данные для выполнения расчета по теме "Taylor-Green Vortex" – NUMECA, CENAERO.
4. Исходные данные для выполнения расчета по теме «Периодические холмы» проекта TILDA и наладочные расчеты – NUMECA, DLR.

Проект выполняется совместно с ведущими научными центрами Европейского союза.

Научный руководитель

Начальник НИО-2

Волков А.В.