

**Сведения о ходе выполнения проекта
по Соглашению о предоставлении гранта № 075-11-2019-081 от
13.12.2019 г.,
субсидируемого Министерством высшего 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: Суперкомпьютерная технология расчета аэродинамических характеристик самолетов нового поколения с применением инновационной модели турбулентности и Hi-Fi данных DNS/LES

Уникальный идентификатор проекта: RFMEFI62819X0016

Цель выполнения исследования: разработка суперкомпьютерной технологии расчета аэродинамических характеристик самолетов нового поколения на закритических режимах полета

Актуальность предлагаемого проекта обосновывается необходимостью проведения исследований в отсутствие возможностей воспользоваться существующими решениями, методами, технологиями;

Научная новизна проекта обосновывается применением нового метода к моделированию критического обтекания самолёта. В его основе лежит модель турбулентности модель класса RSM [Jakirlić S., Maduta R. “Steady” RANS Modeling for Improved Prediction of Wall-Bounded Separation // AIAA Journal. – 2016. – С. 1803-1809.]. Используется чувствительность данного класса моделей ко вторым производным среднего поля скорости в потоке, что позволяет ввести дополнительный масштаб длины, аналогичный масштабу фон Кармана и обеспечить замыкание модели уравнениями вторых моментов.

Ожидаемые результаты выполнения проекта: В результате проекта будет подана заявка на патент на изобретение, дающее возможность снизить сопротивление (повысить аэродинамическое качество) летательного аппарата в «Федеральную службу по интеллектуальной собственности». А также будет разработана и зарегистрирована в «Федеральной службе по интеллектуальной собственности» программа с новой моделью турбулентности, с использованием метода высокого порядка точности и реализованного с высоким показателем масштабируемости для суперкомпьютера мощности не менее 100 Тфлопс. Будет налажено тесное взаимодействие с иностранными партнерами, которые предоставят данные моделирования отрыва, полученные с помощью DNS, которые лягут в основу процедуры настройки новой модели турбулентности класса RSM. В процессе этой работы иностранные партнеры предоставят доступ к результатам суперкомпьютерного моделирования ресурсами Европейского Союза, в частности силами суперкомпьютерного центра в Болонье (Италия) (URL:

<https://www.cineca.it/en/>) и суперкомпьютера NUMECA в Брюсселе (Бельгия) (URL: <https://www.numeca.com/home>).

В проекте будет получен обзор существующих и разрабатываемых моделей турбулентности с указанием перспективных направлений по их модернизации и настройке. Этот этап будет выполнен совместно с иностранными партнерами и позволит выполнить настройку разрабатываемой авторами модели. Иностранные партнеры предоставят так же экспериментальные данные для валидации разработанной программы. Взаимодействие с иностранными партнерами предполагается производить через координатора проекта Numeca Int., получение информации планируется через закрытую общую базу данных участников проекта, а также из открытой базы данных ERCOFTAC Wiki: ([Электронный ресурс] URL: https://kbwiki.ercoftac.org/w/index.php?title=Main_Page)

Предполагается увеличение точности расчета аэродинамических характеристик самолётов на критических режимах на 20% по сравнению с текущим уровнем. Это позволит уточнить ограничения, которые используются при проведении оптимизации аэродинамических форм перспективных самолетов и повысить безопасность полета существующих самолётов в условиях крутых траекторий взлёта/посадки в аэропортах, максимально приближенных к населенным пунктам.

Суперкомпьютерная технология будет рассчитана на применение квалифицированным пользователем.

Партнеры проекта

Иностранным партнером проекта является Консорциум HiFi-TURB.

Координатор консорциума HiFi-TURB – Компания Numerical Mechanics Applications International SA (далее - NUMECA). Проект выполняется совместно с Numerical Mechanics Applications International SA (NUMECA), Imperial College of Science, Technology and Medicine (далее – ICL), Centre de Recherche en Aeronautique ASBL Batiment Eole (далее – CENAERO), Office National d’Etudes et de Recherches Aérospatiales (далее – ONERA), Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V. (далее – DLR), European Research Community on Flow Turbulence and Combustion (далее – ERCOFTAC), входящими в консорциум HiFi-TURB.

Финансовая поддержка партнеров – средства Еврокомиссии.

Результаты исследовательской работы, полученные в 2019 г.

1. Аналитический обзор современной научно-технической, нормативной, методической литературы по моделям турбулентности класса RSM и методам модификации и настройки моделей;
2. Запись соотношений моделей турбулентности SSG-LRR, TCL, RSM-P_SAS и особенности их программной реализации;
3. Описание проведения и результаты тестирования моделей турбулентности на базовом тесте, определение перспективной модели и выбор направления продолжения исследования;
4. Результаты проведения патентных исследований.

Иностранные партнеры разработали:

1. Описание выбранных базовых и относящихся к индустриальному применению тестов со специфическими физическими процессами;
2. Описание разработки, улучшения и оценки явных алгебраических моделей класса RSM.

Научный руководитель

Начальник НИО-2, д-р физ.-мат. наук

Волков А.В.