

**Сведения о ходе выполнения 2-го этапа проекта
по Соглашению о предоставлении субсидии № 14.624.21.0046 от
26.09.2017 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: «Применение искусственных нейронных сетей в обеспечении безопасности полетов самолетов»

Цель выполнения исследования заключается в создании прикладных решений обеспечивающих безопасность полетов самолетов в сложных условиях на основе применения технологий искусственных нейронных сетей, машинного обучения, систем обработки больших объемов данных путем разработки математических моделей реального времени для моделирования полета на пилотажных стендах и авиационных тренажерах.

Актуальность предлагаемого проекта определяется ростом авиационных грузоперевозок в мире, что приводит к увеличению количества самолетов, находящихся одновременно в ограниченной области воздушного пространства. При этом увеличивается вероятность опасного сближения воздушных судов. Опасность представляет не только непосредственное столкновение, но и попадание самолета в зону возмущенного потока от другого самолета. При полете в атмосфере самолет создает за собой вихревой след, который состоит из пары мощных вихрей противоположного вращения. Вихревой след долго сохраняется в атмосфере и представляет реальную опасность для самолета, попадающего в него. Для современных сверхтяжелых пассажирских самолетов вихревой след сохраняет свою опасность на расстоянии до 20 - 30 км за самолетом и может опускаться ниже самолета его породившего на 200 - 300 метров. Известны случаи авиационных катастроф и происшествий по причине попадания самолета в вихревой след как на режимах взлета и посадки, так и на режиме крейсерского полета.

Проблема вихревых следов является актуальной для гражданской авиации как с точки зрения безопасности полетов, так и пропускной способности воздушного пространства и экономики воздушно-транспортной системы.

Научная новизна заключается в создании универсальной модели воздействия вихревого следа на самолет на основе нейросетевых технологий и применении ее для моделирования динамики самолета в режиме реального времени. Предлагаемое решение превосходит известные в мировой практике по универсальности применения, быстрдействию и требованиям к вычислительным ресурсам.

Ожидаемые результаты выполнения проекта:

На основе предложенных решений будет разработана система индикации для летчика опасных зон в вихревых следах других самолетов, так

и система информационной поддержки экипажа в случае вихревой опасности, содержащая элементы управления директорного типа.

Перспективы практического использования

Модели реального времени будут внедрены в математическое обеспечение пилотажных стендов ФГУП «ЦАГИ» и Индустриального партнера ЦНТУ "Динамика". Успешная отработка предлагаемых решений на пилотажных стендах позволит использовать их в перспективных системах вихревой безопасности полетов разрабатываемых концерном "Международные аэронавигационные системы" у нас в стране и ведущими разработчиками авиационного оборудования за рубежом

Партнеры проекта

1. Индустриальный Партнер - акционерное общество "Центр научно-технических услуг "Динамика" (АО ЦНТУ «Динамика»). ЦНТУ «Динамика» - ведущее российское предприятие в области разработки, производства и послепродажного обслуживания авиационных тренажеров.

Результаты исследовательской работы, полученные в 2018 г.

Разработана параметрическая модель эволюции вихревого следа за самолетом.

Проведены расчеты полей газодинамических параметров на крейсерском режиме полета в вихревом следе и исследовано влияние уровня турбулентности атмосферы на эволюцию вихревого следа.

Созданы нейросетевые модели для определения дополнительных аэродинамических сил и моментов, действующих на самолет при попадании его в вихревой след.

Разработаны вероятные сценарии попадания самолета в вихревой след и определены наиболее опасные случаи пилотирования при попадании самолета в вихревой след;

Создан программный комплекс для моделирования полета среднемагистрального пассажирского самолета при попадании его в вихревые следы на базе пилотажного стенда ПСПК-102.

Проведены испытания программного комплекса с участием летчиков-испытателей. В ходе испытаний проверена адекватность моделирования динамики самолета и адекватность моделирования нагрузок на экипаж и пассажиров при попадании самолета в вихревой след или выполнении маневра облета опасной зоны. Получены положительные отзывы летчиков.

Разработана система индикации для летчика опасных зон в вихревых следах других самолетов и система информационной поддержки экипажа в случае вихревой опасности, содержащая элементы управления директорного типа.

Проведено экспериментальное определение нестационарных аэродинамических характеристик модели самолета в аэродинамической трубе Т-103 ЦАГИ.

Проведено обобщение результатов выполненной работы, проведена технико-экономическая оценка рыночного потенциала полученных

результатов и разработаны рекомендации по возможности использования результатов исследований в реальном секторе экономики.

В рамках работы по проекту получены 3 свидетельства о государственной регистрации программы для ЭВМ и поданы 3 заявки на получение патентов на изобретения.

Научный руководитель

Главный научный сотрудник, д-р физ.-мат. наук,
член-корр. РАН

А.М. Гайфуллин