

**Сведения о ходе выполнения 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 2017 г.**

Проведен анализ парка существующих пассажирских самолетов. Разработан нейросетевой генератор компоновок пассажирских самолетов.

Проведен обзор математических моделей для расчета вихревых следов и подходов для моделирования полета самолета в вихревом следе на пилотажных стендах.

Проведен анализ возможности системы подвижности пилотажного стенда моделировать динамику самолета в вихревом следе.

Определены подходы и направление исследований для разработки комплекса решений для создания программного обеспечения пилотажных стендов и авиационных тренажеров для моделирования полета самолетов при попадании в вихревой след.

Проведены патентные исследования способов и систем моделирования динамики полета летательного аппарата в опасных зонах вихревого следа.

Дан аналитический обзор современной литературы по вопросам вихревой безопасности. Определен состав и функциональные требования к математическим моделям, необходимым для исследования проблемы.

Проанализированы современные и предполагаемые требования Международной Организации Гражданской Авиации (ИКАО) по обеспечению вихревой безопасности полетов.

Рассмотрен нейросетевой метод моделирования нестационарных аэродинамических характеристик в широком диапазоне углов атаки.

### **Научный руководитель**

Главный научный сотрудник, д-р физ.-мат. наук,

член-корр. РАН

Гайфуллин А.М.