

**Сведения о ходе выполнения проекта
по Соглашению о предоставлении субсидии № 075-11-2019-017 от
21.10.2019 г.,**

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

Проект: «Полунатурное моделирование критических режимов полета пассажирского самолета и рисков, обусловленных человеческим фактором»

Руководитель проекта: Зайчик Лариса Евгеньевна

Этап 1. Разработка сценариев и математических моделей поведения самолета при попадании в критические ситуации и возникновении рисков, связанных с человеческим фактором.

Цель и задачи проекта:

Настоящее исследование проводится в рамках выполнения совместного научно-исследовательского проекта SAFEMODE рамочной программы Европейского Союза «Горизонт 2020», в составе международного консорциума, координатором которого является Deep Blue (DBL, Научно-исследовательская и опытно-конструкторская компания, Италия).

Целью данного исследования является разработка методологии наземной отработки на пилотажных стендах рисков, связанных с человеческим фактором, как средства интеллектуального подхода к проектированию пассажирских самолетов и создания более безопасного авиационного транспорта в составе транспортно-логических систем.

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

1. Разработка сценариев критических ситуаций в полете для исследования рисков, связанных с человеческим фактором.

Разработка сценариев будет проводиться на основе обзора реальных аварийных случаев, происшествий и прочих данных по авиационным происшествиям из-за потери управления в полете и попадания в спутную турбулентность. Будут обсуждены и выработаны прогностические сценарии критических ситуаций в полете, обусловленных отказами в системе управления, недостатками информационно-измерительной системы самолета, внешними атмосферными турбулентными воздействиями и ошибками экипажа.

2. Разработка обобщенных математических моделей движения пассажирского самолета на больших углах атаки для моделирования критических ситуаций на пилотажных стендах в реальном времени. Разработка обобщенных математических моделей будет проводиться в трех направлениях:

- математическая модель движения регионального пассажирского самолета с развитой системой управления на больших углах атаки,

позволяющая моделировать в реальном времени различные отказы системы управления;

- математическая модель движения регионального пассажирского самолета в спутной турбулентности от самолета-генератора в зоне ожидания (взлетно-посадочная конфигурация);

- математическая модель административного самолета, адаптированная для моделирования полета на больших углах атаки при попадании в спутную турбулентность.

3. Разработка законов управления движением кабины пилотажного стенда для моделирования сценариев критических ситуаций; оценка качества моделирования акселерационных сигналов при моделировании критических ситуаций.

Разработка законов управления движением кабины пилотажного стенда должна производиться с учетом критериев, разработанных ранее в ЦАГИ для штатных режимов полета, и с точки зрения минимизации ложных акселерационных сигналов для достижения наилучшего качества моделирования выбранных сценариев критических ситуаций.

4. Оценка необходимости индикации на пилотажном стенде и самолете отдельных параметров полета, непосредственно отражающих пространственное положение самолета.

Оценка необходимости прямой индикации будет проводиться для таких параметров как угол атаки и нормальная перегрузка путем анализа имеющихся способов индикации с учетом особенностей восприятия и обработки летчиком визуальной и акселерационной информации.

Совокупность перечисленных задач являет собой методологию наземной отработки на пилотажных стендах рисков, связанных с человеческим фактором, что позволяет проводить полунатурное моделирование критических режимов полета как средства интеллектуального подхода к проектированию пассажирских самолетов и создания более безопасного авиационного транспорта в составе транспортно-логистических систем.

Актуальность проблемы определяется необходимостью повышения безопасности авиационного транспорта посредством более своевременной, сфокусированной и интегрированной адаптации человеческого фактора в создание самолетов и их систем. В связи с тем, что самолеты в России эксплуатируются часто в зонах со сложными климатическими условиями, в том числе в зонах Арктики, проблема безопасности авиационного транспорта в нашей стране стоит особенно остро. Решение этой задачи предусматривает углубление знаний в области наземных полунатурных экспериментальных исследований взаимодействия в системе самолет-летчик при возникновении аварийной ситуации в полете и создание способов снижения аварийности с учетом влияния человеческого фактора уже на стадии проектирования самолета и его систем управления без введения новых, ранее неизвестных, рисков безопасности.

Возможность полунатурных экспериментальных исследований рисков, связанных с человеческим фактором, в настоящее время сильно ограничена отсутствием соответствующих моделей поведения самолета на этих режимах и ясного понимания возможностей современных тренажеров по воспроизведению условий полета, характерных для этих режимов. Современные модели аэродинамических характеристик пассажирских самолетов применимы только в диапазоне стандартных режимов полета. Однако за пределами эксплуатационных режимов, т.е. при движении на больших углах атаки, аэродинамика самолета существенным образом изменяется, появляются существенно нелинейные и нестационарные явления аэродинамического гистерезиса, данные по которым в стандартных экспериментах в аэродинамических трубах не определяются. Поэтому в настоящее время адекватных моделей аэродинамики пассажирских самолетов на больших углах атаки не существует. Непрерывное совершенствование вычислительной техники дает возможность с достаточно высоким качеством моделировать на пилотажных стендах визуальную, приборную, звуковую информацию, усилия на рычагах управления и другие виды информации, обеспечивающей взаимодействие летчика с самолетом. Качество моделирования угловых ускорений и линейных перегрузок, действующих на летчика в полете, в меньшей степени зависит от уровня развития вычислительной техники и, кроме того, их в принципе невозможно точно воспроизвести на наземных пилотажных стендах, даже на самых уникальных с перемещениями кабины 10-20м. Однако неправильное воспроизведение акселерационной информации или большие искажения, вносимые алгоритмами управления подвижностью, могут исказить представление летчика о маневре и отразиться на результатах наземного моделирования и тренировке летчиков. Это особенно критично при отработке действий для редко встречающихся опасных режимов полета, таких как попадание и вывод самолета из сложного пространственного положения и/или сваливания. Большинство летчиков не встречались с такими ситуациями в полете и не имеют понятия о возникающих при этом перегрузках и ускорениях. Поэтому неправильное воспроизведение акселерационной информации может отразиться на результатах наземного моделирования и привести к привитию отрицательных навыков при тренировке летчиков. В связи с этим, вопрос о качестве воспроизведения акселерационной информации при моделировании критических ситуаций в полете приобретает особую актуальность.

Ожидаемые результаты проекта:

В настоящее время технология создания самолета и методика тренировки летчиков отработаны применительно к штатным режимам полета. В рамках проекта будет разработана технология полунатурного моделирования полета пассажирского самолета при возникновении критических ситуаций, связанных с рисками человеческого фактора. Основными преимуществами разрабатываемой технологии по сравнению с существующей являются:

- перечень сценариев критических ситуаций, которые должны использоваться при разработке самолетов на этапе полунатурного

моделирования на пилотажных стендах для учета рисков, обусловленных человеческим фактором, а также при подготовке экипажей воздушных судов;

- обобщенные математические модели пассажирских самолетов, позволяющие моделировать в реальном времени различные виды сваливания, в том числе при попадании в спутную турбулентность, и адаптированные для моделирования на пилотажных стендах и авиационных тренажерах.

- законы управления движением кабины пилотажного стенда, обеспечивающие моделирование с высоким качеством различных сценариев критических ситуаций в полете;

- рекомендуемые способы индикации на пилотажном стенде (тренажере) и самолете отдельных параметров полета, непосредственно отражающих пространственное положение самолета, и новые нетрадиционные способы имитации воздействия больших перегрузок, типичных для вывода самолета из сложного пространственного положения.

Перспективы практического использования:

Результаты проекта найдут применение:

- при разработке систем управления и интерфейсов новых самолетов для учета рисков, обусловленных человеческим фактором;

- для демонстрации линейным летчикам различных прогностических сценариев попадания в сложное пространственное положение, обусловленных различными причинами: потеря управления в полете из-за дезориентации, попадание в спутную турбулентность, отказы в системе управления;

- для обучения линейных летчиков своевременному обнаружению сложного пространственного положения и выводу самолета в нормальный режим полета.

Разработанная технология позволит повысить качество подготовки пилотов и снизить количество происшествий, связанных с человеческим фактором.

Партнеры проекта SAFEMODE по тематике:

Со стороны российских партнеров:

1. Государственный научно-исследовательский институт авиационных систем (ФГУП «ГосНИИАС»).

2. Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет), МАИ.

3. Московский физико-технический институт (национальный исследовательский университет), МФТИ.

Со стороны иностранных партнеров: всего 34 европейские организации. Организации, с которыми происходит наиболее тесное взаимодействие:

1. «Научно-исследовательская и опытно-конструкторская компания» (Deer Blue, DBL, Италия) – координатор проекта.

2. «Национальная школа гражданской авиации» (ENAC, Франция).

3. «Университет Де Монфорт» (DMU, Великобритания).

4. «Европейская организация по безопасности воздушной навигации» (Eurocontrol, Бельгия).

5. «Государственная компания HungaroControl» (Венгрия).

В ходе выполнения проекта по Соглашению о предоставлении субсидий от 21.10.2019 г. № 075-11-2019-017 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 № 1 в период с 21.10.2019 по 31.12.2019 выполнялись следующие работы:

1) Проведен аналитический обзор данных по авиационным происшествиям из-за потери управления в полете и попадания в спутную турбулентность для формирования сценариев полунатурного моделирования на пилотажном стенде.

2) Разработаны прогностические сценарии критических ситуаций в полете для исследования рисков, связанных с человеческим фактором.

3) Разработана обобщенная математическая модель движения регионального пассажирского самолета на больших углах атаки для моделирования в реальном времени.

4) Создана обобщенная математическая модель движения регионального пассажирского самолета в спутной турбулентности от самолета-генератора в зоне ожидания для моделирования в реальном времени.

5) Проведены патентные исследования в соответствии с ГОСТ 15.011-96.

6) Разработан подход к системе классификации и систематизации человеческих факторов SHIELD и описание применения этой системы в воздушных и морских операциях.

7) Проведен сравнительный анализ существующих систем и исходных данных с точки зрения их эффективности при проектировании с учетом рисков человеческого фактора различного уровня по системе Iceberg.

8) Разработаны исходные данные и требования к математической модели административного самолета для моделирования характеристик самолета на критических режимах полета.

Работы в рамках задач (1)-(5) проводились Получателем субсидии за счет средств субсидии, а в рамках задачи (6)-(8) – Иностранцами партнерами за счет внебюджетных средств.

Комиссия Минобрнауки России признала обязательства по Соглашению на отчетном этапе исполненными надлежащим образом.