



УТВЕРЖДАЮ

Генеральный директор ФГУП «ГосНИИ ГА»,
д.т.н., профессор

В.С. Шапкин

2016 г.

ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

на диссертационную работу **Якименко Вячеслава Анатольевича** на тему **«Разработка функционально-программного прототипа индивидуально-адаптированной системы поддержки управляющих действий летчика на этапе посадки с использованием нейросетевого подхода»**, представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.01 – «Системный анализ, управление, обработка информации (авиационная и ракетно-космическая техника)»

В диссертационной работе Якименко В.А. рассматривается актуальная задача повышения безопасности эксплуатации воздушных судов (ВС) путем разработки функционально-программного прототипа индивидуально-адаптированной системы поддержки управляющих действий пилота.

В рассматриваемой диссертационной работе предлагается внедрение в состав бортового оборудования индивидуально-адаптированных систем поддержки управляющих действий пилота в процессе выполнения посадочного режима, позволяющих учитывать личностную специфику пилота, проявляющуюся в особенностях его психофизиологических реакций, свойственной ему манере управления самолетом, сложившейся под влиянием накопленного опыта и квалификации.

Для достижения указанной цели в диссертационной работе поставлены и решены следующие научные задачи:

1. Статистический анализ параметров, характеризующих движение ВС и перемещение летчиком органов управления, с целью подтверждения влияния индивидуальной специфики управляющих действий летчика на реализацию посадочного режима.
2. Разработка алгоритмов, обеспечивающих формирование и непрерывное уточнение в процессе деятельности летчика его индивидуально-адаптированной модели.
3. Разработка алгоритмов, основу которых составляет индивидуально-адаптированная модель, обеспечивающая формирование рекомендаций, направленных на повышение точности выхода ВС на порог ВПП.
4. Разработка специализированного программно-математического обеспечения, составляющего основу функционально-программного

прототипа индивидуально-адаптированной системы поддержки пилота на этапе посадки;

5. Проведение имитационного моделирования режима посадки и количественная оценка эффекта, достигаемого за счет использования индивидуально-адаптированной системы поддержки летчика в контуре ручного управления самолетом при выполнении посадочного режима.

Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, списка литературы.

Во введении обоснована актуальность исследования, сформулированы цели работы, дана ее краткая характеристика.

В главе 1 проведен анализ существующих подходов к решению проблемы повышения безопасности полетов путем разработки и внедрения систем поддержки летчика, особенностей их технической реализации, направлений развития. Проведенный в работе анализ показывает, что ошибочные действия летчика по прежнему остаются одной из причин авиационных происшествий. Причиной этого, по мнению автора, является то, что существующие средства ориентированы на среднестатистического летчика и не учитывают индивидуальных особенностей его управляющих действий. Исходя из этого, в конце первой главы сформулирована постановка задачи разработки функционально-программного прототипа индивидуально-адаптированной системы поддержки действий пилота на этапе посадки.

В главе 2 приводятся результаты экспериментально-теоретических исследований. Представлены результаты статистической обработки данных, накопленных в процессе многократного выполнения посадочных режимов разными летчиками. Полученные результаты на основе статистических критериев подтверждают факт наличия у летчика индивидуальной манеры пилотирования. Это указывает на целесообразность реализации индивидуально-адаптированного подхода к разработке бортовых систем, реализующих функции контроля и поддержки управляющих действий летчика.

Глава 3 посвящена разработке индивидуально-адаптированной нейросетевой модели управляющих действий летчика и ее использованию для целей контроля и поддержки действий пилота при выполнении режима посадки. Описаны предложенные автором алгоритмы, обеспечивающие формирование индивидуально-адаптированной нейросетевой модели летчика и ее непрерывное уточнение в процессе его деятельности с учетом накопленного опыта и квалификации. Кроме того, описаны алгоритмы, обеспечивающие на основе индивидуально-адаптированной нейросетевой модели информационных сигналов, направленных на повышение точности приведения ВС на ВПП.

В главе 4 приводится описание архитектуры функционально-программного прототипа индивидуально-адаптированной системы поддержки действий пилота на этапе посадки, разработанного автором на основе предложенных алгоритмов. В данной главе представлены оценки эффективности реализованных мер поддержки летчика, показано, что

использование разработанного прототипа позволяет не только снизить процент неудачных посадок, но и полностью исключить их. Данное обстоятельство указывает на целесообразность и эффективность использования предложенного подхода и, в частности, разработанных автором индивидуально-адаптированных нейросетевых моделей для решения задач контроля и поддержки управляющих действий летчика.

В Заключении сформулированы основные результаты и выводы диссертационной работы.

В списке источников представлены библиографические материалы, использованные при работе над диссертационной работой.

Текст диссертации написан квалифицированно, изложен литературно-техническим языком, должным образом оформлен. Материалы изложены логично и аргументировано.

Научная новизна полученных автором диссертации результатов проявляется в следующем:

1) Проведен статистический анализ траекторных параметров и параметров, характеризующих перемещения органов управления, в целях подтверждения наличия у пилота индивидуальной манеры пилотирования.

2) Разработаны алгоритмы построения индивидуально-адаптированной модели действий пилота на этапе посадки с использованием аппарата искусственных нейронных сетей.

3) Предложены алгоритмы формирования рекомендаций, направленных на повышение точности приведения ЛА на порог ВПП.

4) Разработано программно-математическое обеспечение, составляющее основу функционально-программного прототипа индивидуально-адаптированной системы поддержки пилота на этапе посадки.

5) Проведено имитационное моделирование режима посадки на симуляторе самолета МИГ-АТ, с использованием индивидуально-адаптированной системы поддержки пилота. Полученные результаты продемонстрировали возможность исключения посадок, не удовлетворяющих требованиям по точности.

Практическая значимость работы заключается в том, что разработанный функционально-программный прототип индивидуально-адаптированной системы поддержки летчика позволяет снизить количество посадок, выполненных с нарушением требований по точности. Показано, что использование предложенной модели. Использование для целей поддержки летчика предлагаемой индивидуально-адаптированной нейросетевой модели, обеспечивающей прогноз точности приведения самолета на порог ВПП, позволяет минимизировать неудачные посадки.

Достоверность результатов, полученных в работе, подтверждается: математической обоснованностью и адекватностью моделей действий летчика, математической обоснованностью и адекватностью моделей, реализованных в аппаратно-программном симуляторе самолета МиГ-АТ,

результатами имитационного моделирования процесса выполнения посадки на симуляторе самолета МиГ-АТ.

Полученные в диссертационной работе Якименко В.А. результаты могут быть **рекомендованы** для практического использования в научных организациях самолетостроительной промышленности.

В процессе знакомства с материалами диссертационной работы возникли следующие **замечания**:

1. В ходе экспериментов на симуляторе самолета учитывался только разброс начального положения самолета в момент выхода на посадочную глиссаду и горизонтальный ветер. Указанные факторы не охватывают всего состава возмущений, воздействующих на ВС на этапе посадки. По этой причине вывод автора об абсолютной эффективности предложенного функционально-программного прототипа индивидуально-адаптированной системы поддержки действий пилота представляется чересчур оптимистичным.

2. Использование предложенного подхода к формированию рекомендаций в виде поправок к курсо-глиссадным планкам может быть сопряжено с существенными затруднениями, потому что, на высотах, на которых рассматривается функционирование предложенного прототипа не всегда гарантируется само по себе функционирование радиомаячной системы, которая является источником показаний для курсо-глиссадного прибора.

3. Автору стоило бы рассмотреть другие варианты отображения рекомендаций, не предполагающие индикацию на приборной панели, потому что в этом случае пилоту постоянно необходимо переключать свое внимание с внекабинных ориентиров на приборную панель, что существенно снижает эргономические показатели предложенной системы и всего комплекса бортового оборудования в целом.

4. Не очевидна связь между сформулированной целью работы («повышение безопасности полетов») и последующей постановкой задачи, которая предполагает приведение воздушного судна в некоторую область пространства над порогом ВПП. При этом не рассмотрена связь параметров движения самолета над порогом ВПП и точкой касания ВПП.

5. В работе присутствуют опечатки, что иногда несколько затрудняет восприятие материала.

Следует отметить, что отмеченные замечания не снижают ценности полученных автором результатов.

По данной работе сделано следующее **заключение**:

Диссертация Якименко В.А. является законченной научно-квалификационной работой, в которой решена задача создания функционально-программного прототипа индивидуально-адаптированной системы поддержки управляющих действий пилота на этапе посадки, имеющая существенное значение для создания перспективного бортового оборудования. Работа выполнена на высоком научном уровне, все полученные в ней результаты обоснованы и прошли достаточную

апробацию. Работа имеет практическое значение и полностью соответствует требованиям, предъявляемым ВАК при Министерстве образования и науки РФ к кандидатским диссертациям, и паспорту специальности 05.13.01 «Системный анализ, управление и обработка информации». Основное содержание работы, результаты и выводы достаточно полно изложены в автореферате.

Якименко В.А., автор представленной диссертационной работы, заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.01 «Системный анализ, управление и обработка информации».

Зам. директора Филиала «НИИ
Аэронавигации» ФГУП ГосНИИ ГА,
Директор СЦБО НИИ АН, д.т.н.



В.Я. Кушельман

И.о. ученого секретаря
специального диссертационного
совета 223.001.01, д.т.н.



М.Б. Фридзон

Отзыв рассмотрен и одобрен на заседании секций №1 и №2 Научно-технического совета ГосНИИ ГА, протокол №9 от 07.12.2016 года (продолжение расширенного заседания НТС от 21.11.2016г.)

Секретарь НТС ГосНИИ ГА,
Начальник отдела №12



И.Б. Губерман