

## ОТЗЫВ

научного руководителя, доцента кафедры «Информационно-управляющие комплексы» Московского авиационного института (национального исследовательского университета), кандидата технических наук Кима Романа Валерьевича 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», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.18 – «Системный анализ, управление, обработка информации»

В течение последних лет на базе кафедры «Информационно-управляющие комплексы» Московского авиационного института проводятся исследования в области интеллектуальных систем поддержки действий летчика. Актуальность данного направления обусловлена тем фактом, что несмотря на непрерывное совершенствование средств авиационной техники, бортового и наземного оборудования доля авиационных происшествий, обусловленных «человеческим фактором» и, в частности, ошибками экипажей воздушных судов, до сих пор остается достаточно высокой.

Одним из перспективных направлений преодоления данной проблемы является разработка и внедрение в состав бортового оборудования современных и перспективных самолетов систем интеллектуальной поддержки действий летчика, которые, сохраняя за ним функции основного управляющего звена, обеспечивают формирование рекомендаций и поддержку принятия решений, направленных на предотвращение возникновения и развития нештатных ситуаций в полете. Разработке прототипа систем данного класса и посвящена диссертационная работа В.А. Якименко.

Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения и библиографического списка. В *первой главе* автор проводит анализ современного состояния исследований в области разработки систем поддержки действий летчика. Выделяя основные достоинства и недостатки существующих подходов, автор отмечает, что использование математических моделей человека-оператора в качестве основы системы



поддержки является наиболее универсальным подходом к созданию таких систем. Однако, анализируя существующие модели летчика автор выделяет ключевую проблему, связанную с отсутствием моделей, которые бы учитывали индивидуальные психофизиологические особенности деятельности конкретного летчика. При этом справедливо говорить о том, что необходимость учета таких особенностей будет только возрастать по мере повышения тактико-технических характеристик летательных аппаратов и расширение спектра решаемых ими целевых задач. С учетом данных обстоятельств в заключительной части главы автор формулирует постановку технической задачи разработки прототипа системы поддержки действий летчика, в основе которой лежала бы индивидуально-адаптированная модель его действий.

Целью *второй главы* является обоснование наличия индивидуальной манеры пилотирования летчика. Излагается методика исследования, основой которой является моделирование процесса выполнения типового полетного режима посадки с использованием аппаратно-программного симулятора самолета и последующей статистической обработкой полученных данных. Рассмотрен состав математических моделей, используемых в симуляторе, методы математической статистики, используемые для анализа результатов моделирования. Основным результатом второй главы является статистически достоверное подтверждение предположения о наличии индивидуальной манеры пилотирования летчика и, как следствие, необходимости использования индивидуально-адаптированного подхода к решению задачи контроля и поддержки его действий.

Третья глава диссертации посвящена изложению предлагаемого подхода к формированию индивидуально-адаптированных моделей действий летчика, в основе которого лежит использование аппарата искусственных нейронных сетей. В качестве основного аргумента выбора нейросетевого подхода следует выделить отсутствие необходимости наличия априорных знаний о структуре модели, что является очевидным преимуществом по сравнению, например, с методами регрессионного анализа, которые также могли бы быть использованы для решения поставленной задачи. Рассмотрены алгоритмы формирования индивидуально-адаптированных



экспериментальных нейросетевых моделей действий летчика. Кроме этого в данной главе изложен предлагаемый подход к решению задачи поддержки действий летчика. В его основе лежит прогноз точности приведения самолета в заданную область пространства при выполнении типового полетного режима и формирование в зависимости от результатов такого прогноза рекомендаций летчику. Рассмотрены различные варианты алгоритмов формирования рекомендаций летчику.

В четвертой главе диссертации приводятся результаты формирования нейросетевых моделей летчиков, их интерпретация. Полученные модели отражают индивидуальные свойства управляющих действий летчика через свою структуру, параметры и наборы входных переменных. Также в данной главе приводятся результаты оценки эффективности предложенных моделей и алгоритмов. Исследуя поведение летчиков на этапе посадки автор показывает, что их использование позволяет существенно повысить точность приведения самолета в заданную область пространства, исключив полеты, в которых не выполняются требования по точности. В заключении четвертой главы приведена архитектура функционально-программного прототипа индивидуально-адаптированной системы поддержки действий летчика на этапе посадки, реализующей предложенные в работе методы и алгоритмы.

В процессе работы над диссертацией Якименко В.А. демонстрировал высокий профессиональный уровень, владение математическим аппаратом и современными программными средствами. Результаты диссертационной работы на текущий момент используются в учебном процессе факультета, в лекционных, практических и лабораторных занятиях.

Автореферат полностью передает содержание диссертационной работы.

Суммируя изложенные выше соображения, считаю, что Якименко В.А. является вполне сложившимся специалистом, в полной мере достойным присуждения ученой степени кандидата технических наук. Выполненная им диссертационная работа является завершенным научным исследованием, содержащим конструктивное решение актуальной технической задачи разработки прототипа системы индивидуально-адаптированной поддержки

действий летчика. Диссертационная работа соответствует требованиям, предъявляемым ВАК РФ к кандидатским диссертациям.

Учитывая квалификационный уровень Якименко В.А., качество представленной диссертационной работы считаю, что Якименко В.А. достоин присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.01 «Системный анализ, управление и обработка информации (авиационная и космическая техника)».

Научный руководитель,  
к.т.н.

Р.В. Ким

Подпись Кима Р.В. заверяю:  
декан факультета «Робототехнические и  
интеллектуальные системы»



К.М. Тихонов