

**УДК 623.624**

**К вопросу улучшения взаимодействия экипажа летательного аппарата с бортовыми оперативно-советующими экспертными системами**

**А.В. Тарасов**

**Военный учебно-научный центр Военно-Воздушных Сил «Военно-воздушная академия» имени профессора Н. Е. Жуковского и Ю. А. Гагарина (филиал, г. Краснодар)**

**[chwaush@mail.ru](mailto:chwaush@mail.ru)**

В работе анализируются актуальные направления исследований в области разработки бортовых оперативно-советующих экспертных систем (БОСЭС). Рассматриваются принципы согласования взаимодействия экипажа с БОСЭС в многоуровневой системе управления ЛА на основе телецентрического подхода к разработке систем «человек-машина» (СЧМ).

Ключевые слова: бортовые оперативно-советующие системы, экипаж, согласование действий, телецентрический подход.

К эффективности решения задач управления современными пилотируемыми ЛА предъявляются чрезвычайно высокие требования. Экипаж в полете может допускать ошибки вследствие различных факторов. Однако, полный переход к беспилотной авиации в настоящее время нецелесообразен в силу того, что такие достоинства человека, как способность к интуитивным решениям в сложных, заранее не предвиденных ситуациях, обладание значительным объемом разнообразных знаний и высокие адаптационные способности, обладание волевыми качествами и ассоциативное мышление, ещё долгое время не смогут быть в приемлемой степени заменены автоматическими системами. В качестве компромисса между возрастающими требованиями к ЛА и ограничениями, накладываемыми «человеческим фактором», всё чаще рассматриваются БОСЭС.

Достижения в области новых разделов прикладной математики (теории нечётких множеств, теории оптимального управления, искусственных нейронных сетей, экспертных систем реального времени), в области новых подходов к организации взаимодействия человека и машины в эргатических системах, а также возрастающие потребности техники актуализировали исследования и разработки бортовых систем искусственного интеллекта (СИИ) авиационного назначения и, в част-

ности, БОСЭС. Эти разработки интенсивно ведутся во всех странах, производящих авиационную технику.

В настоящее время при создании СИИ используются следующие технологии: экспертные системы (ЭС); искусственные нейронные сети (ИНС); нечёткая математика; математические методы оптимизации; эвристические алгоритмы; генетические алгоритмы; гибридные технологии, основанные на различных комбинациях указанных выше подходов.

С 90-х годов в США проводятся интенсивные работы по созданию СИИ для ЛА военного назначения по следующим направлениям: распознавание речи; распознавание образов («машинное» зрение); применение бортовых оперативно-советующих экспертных систем. БОСЭС предназначаются в основном для выполнения четырех функций[1]: контроль за работой бортовых систем, планирование и оперативное изменение боевых задач в полете, оценка обстановки, быстрый выбор оптимальных тактических приемов. Экспертные системы, и БОСЭС в частности, предполагают создание базы знаний о предметной области и механизма, обрабатывающего эти знания с целью получения полезного логического вывода. При этом, как правило, реализуется парадигма представления знаний, основанная на использовании продукционных правил типа «ЕСЛИ (условие)..., ТО (действие)». Препятствием в разработке БОСЭС является «ситуация необозримости» множества продукционных правил. Оно преодолевается методом структурирования предметной области на типовые ситуации, которые в свою очередь декомпозируются на проблемные субситуации. Препятствием являются также ограниченные возможности существующих бортовых вычислителей. Кроме того, методы оценки полноты множеств субситуаций, а также их «сшивания» не разработаны. В целом, большинство работ в области БОСЭС находятся пока на уровне исследовательских прототипов.

В последнее время разработаны новые методы организации рационального взаимодействия человека-оператора и средств бортовой автоматизации, позволившие научно обосновать принципы построения эргатических систем и снизить объём поисковых экспериментальных исследований.

Современный этап развития сложных СЧМ управления динамическими объектами характеризуется глубокой и всесторонней интеграцией их разнородных ресурсов. Применительно к пилотируемым ЛА наиболее полно цели интеграции, как принципа разработки систем, реализуются в рамках концепции, предусматривающей создание эргатических симбиотических (интегрированных) бортовых комплексов

(ЭСБК). В таких комплексах достигается наивысший уровень интеграции возможностей человека и машинных компонентов в интересах достижения целей, определяемых назначением ЛА. Наиболее общим и мощным из подходов к интеграции подсистем в единую целеустремлённую систему, является системно-аналитический телеоцентрический подход.

На основе системно-аналитического подхода разработана методология системного проектирования телеоцентрических (целеустремлённых) эргатических систем – ТЭС [2]. Проблема взаимоотношений человека и техники в таких системах рассматривается как проблема интеграции возможностей (ресурсов) человека-оператора и машины в интересах наилучшей реализации целей системы.

Телеоцентрический подход к человеку и технике не противопоставляется известным подходам и даже, наоборот, в определенной мере объединяет и комбинирует их. На разных уровнях взаимодействия человека-оператора и машинной автоматики и в разных режимах работы системы управления могут применяться различные подходы. Так, например, характер управления самолётом диктует летчику вполне определенные уровни взаимодействия с системой управления ЛА, выделяемые в результате декомпозиции его математической модели, а не назначаемые произвольно. В этом смысле при проектировании применяется машиноцентрический подход. Машиноцентрический подход может применяться и на отдельных ответственных, хорошо формализуемых, но сложных для человека этапах полета в форме, например, директорных режимов управления посадкой ЛА и т.д.

Антропоцентрический подход наиболее предпочтителен в случаях, когда полная автоматизация функций оператора нецелесообразна по причине требований обеспечения безопасности полета при отказах техники (резервирование техники оператором на основе «принципа активного оператора»).

При телеоцентрическом подходе цель выступает в форме предсказания, предвидения, прогноза возможного будущего использования системы в рамках прогнозируемых границ адаптируемости и приспособляемости к внешним условиям. Носителем знаний о цели системы является разработчик и в этом смысле на нем в большей степени, чем на операторе, которому в будущем предстоит использовать эргатическую систему, лежит ответственность за надежность ее функционирования и потенциальную возможность достижения предписанного множества целей. В процессе реализации возможностей системы по целевому назначению оператор играет активную роль, вплоть до «полного» подчинения машины себе при достижении цели.

Психолого-эргономической основой для формирования требований к технике при телеоцентрическом подходе является комплексная оптимизация операторской деятельности и интеграция возможностей человека и машины. При этом, поскольку уже сама цель системы является определенной формой прогноза, указанная комплексная оптимизация как на стадии проектирования системы, так и в процессе ее функционирования в реальном времени должна осуществляться на основе глобальной технологии управления с прогнозированием. Прогнозирование в процессе обработки информации и при синтезе управляющих воздействий должно осуществляться как в машинной части во всех режимах ее функционирования, так и человеком. Известные ограниченные возможности человека по достаточно точному прогнозированию сложных динамических процессов должны дополняться возможностями машины.

Надежность СЧМ при телеоцентрическом подходе будет определяться надежностью комплексного взаимодействия человека и машины на всех уровнях управления ТЭС. При этом принцип обеспечения надежности и безопасности СЧМ в интересах достижения цели системы заключается в ее самоорганизации и адаптации на основе непрерывного контроля и прогнозирования, а при необходимости и коррекции, как состояния и роли машинной части системы, так и состояния (функционального) и роли в управлении (функционального статуса) оператора[2].

Смысл (и достоинство) телеоцентрического подхода состоит в том, что он образует единую методологическую основу для всех этапов жизненного цикла ТЭС. На этапе концептуального проектирования он выступает в форме системного подхода к проектированию и одновременно как фундаментальный принцип интеграции ресурсов человека-оператора и машины. На этапе же эксплуатации – в динамике функционирования человека в замкнутом контуре управления – в форме способа согласования взаимодействий человека-оператора и автоматики в реальном времени. Проблему взаимоотношений человека и техники в соответствующем новом классе техники можно рассматривать как проблему интеграции возможностей человека-оператора и машины в интересах наилучшей реализации целей СЧМ.

## Литература

1. Бортовые экспертные системы тактических самолетов 5-го поколения. Аналитический обзор по материалам зарубежной печати. ГосНИИАС. 2002 г.

2. Кулабухов В.С. Функциональный статус и функциональное состояние человека -оператора в телеоцентрической эргатической системе//Человеческий фактор в авиации и космонавтике: Сборник научных трудов/Под ред. А.А. Меденкова. -М: Полет, 2007.

# **To the question of improvement of interaction of the aircraft crew with the onboard operational advising expert systems**

**A.V. Tarasov**

**Military educational scientific center of Military and Air Forces "Military and air academy" named by prof. of N. E. Zhukovsky and Yu. A. Gagarin (branch, Krasnodar)**

[chwaush@mail.ru](mailto:chwaush@mail.ru)

The actual directions of researches in the field of development of the onboard operational advising expert systems (OOAES) are analyzed. The principles of coordination of interaction of crew with OOAES in a multilevel control system of FA on the basis of teleocentric approach to development of systems of "man–device" (SMD) are considered.

Keywords: onboard operational advising systems, crew, coordination of actions, teleocentric approach.

## References

1. *Bortovuy ekspertnye sistemy takticheskikh samoletov 5-go pokoleniya. Analiticheskiy obzor po materialam zarubezhnoy pechati. GosNIIAS [Onboard Expert Systems of Tactical Planes of the 5th Generation. Analytical Review on Materials of Foreign Press]. State ScRIAS, 2002.*

2. Kulabukhov B.S. *Funktsionalnyi status i funktsional'noe sostoyanie cheloveka-operatora v teleotsentricheskoi ergaticheskoi sisteme. Chelovecheskii faktor v avitsii i kosmonavtike. Sbornik nauchn. trudov [The Functional Status and a Functional Condition of the Man – Operator in Teleocentric Ergatic System]. Collection of Scientific Works: the Human factor in Aircraft and Astronautics, Moscow Flight Publ., 2007.,*