

УДК 519.71

© Айвазян С.А., Солдатов А.С., Есев А.А., Ткачук А.В., Зыкин А.П.
Aivazyan S, Soldatov A., Esev A., Tkachuk A., Zykin A.

ПРИКЛАДНЫЕ АСПЕКТЫ СИНТЕЗА ИНТЕРАКТИВНЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ЭРГАТИЧЕСКИМИ АВИАЦИОННЫМИ КОМПЛЕКСАМИ

APPLIED ASPECTS OF THE SYNTHESIS OF INTERACTIVE CONTROL SYSTEMS ERGATIC AVIATION SYSTEMS

Аннотация. Изложены особенности построения интерактивных систем управления эргатическими авиационными комплексами, основанные на концепции оптимальной автоматизации. Представлена схема блока управления критерием в интерактивной системе управления эргатическими авиационными комплексами, изложены принципы автоматизации перспективных авиационных прицельных систем.

Annotation. Set out the characteristics of building interactive systems management ergatic aviation systems based on the concept of an optimal automation. The scheme of the control criterion in the interactive control system ergatic aviation systems, set out the principles of automation advanced aircraft sighting systems.

Ключевые слова. Авиационная система управления, авиационный эргатический комплекс, интеграция, повышение, уровень, автоматизация, безопасность, полет.

Key words. Aircraft control system, air ergatic complex integration, increase, levels, automation, security, flight.

Перспективным направлением совершенствования интерактивных систем управления эргатическими авиационными комплексами является их построение на основе концепции оптимальной автоматизации, заключающейся в минимизации затрат человека, участвующего в управлении, на выполнение рутинных, мало интеллектуальных функций с сохранением за ним прерогативных функций, которые нельзя перепоручить никакой другой системе [1–11]. Такой прерогативной функцией, в частности, является функция целеполагания, которая при решении задач управления может выражаться в определении или формировании критерия качества системы, характеризующего цели управления [2, 4, 5–8].

Концепция оптимальной автоматизации может быть реализована с применением методов интерактив-

ного (с активностью как человека, так и технических средств) управления.

Система интерактивного управления, представленная применительно к задаче управления боевым применением летательного аппарата (ЛА), включает в себя следующие составные части:

- блок формирования и отображения текущей, прогностической и экспертной информации;
- блок управления критерием;
- блок управления системой «ЛА – оружие»;
- объект управления – система «ЛА – оружие».

Функционирование такой системы осуществляется следующим образом. Функционал качества управления

$$J\{K(t), Y(t), U(t)\}$$

в общем случае может зависеть от вектора фазовых коор-

Айвазян Сергей Альбертович – кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник, ФБУ «4 ЦНИИ Минобороны России», тел.+7(495)612-24-48;

Солдатов Алексей Сергеевич – кандидат технических наук, доцент, помощник начальника управления, Государственный лётно-испытательный центр имени В.П.Чкалова;

Есев Андрей Александрович – кандидат технических наук, начальник отделения, Государственный лётно-испытательный центр имени В.П.Чкалова;

Ткачук Артём Викторович – летчик-испытатель, Государственный лётно-испытательный центр имени В.П.Чкалова;

Зыкин Андрей Павлович – заместитель начальника лётно-испытательной станции, ОАО «Роствертол».

Aivazyan Sergei – PhD, senior research fellow, FBU «4 Central Research Institute of the Ministry of Defense of Russia», tel. +7(495) 612-24-48;

Soldatov Alexey – PhD, associate professor, assistant head of department, State flight test center Chkalov;

Esev Andrey – PhD, head of the department, State flight test center Chkalov;

Tkachuk Artem – test pilot, State flight test center Chkalov;

Zykin Andrey – deputy chief of flight test station, OSA «Rostvertol».

динат системы Y , управления U , вектора K , определяющего как структуру, так и параметры функционала J . Предполагается возможность изменения (настройки) с помощью вектора K как структуры, так и параметров функционала J . Эта настройка осуществляется человеком с помощью блока управления критерием (рис. 1).

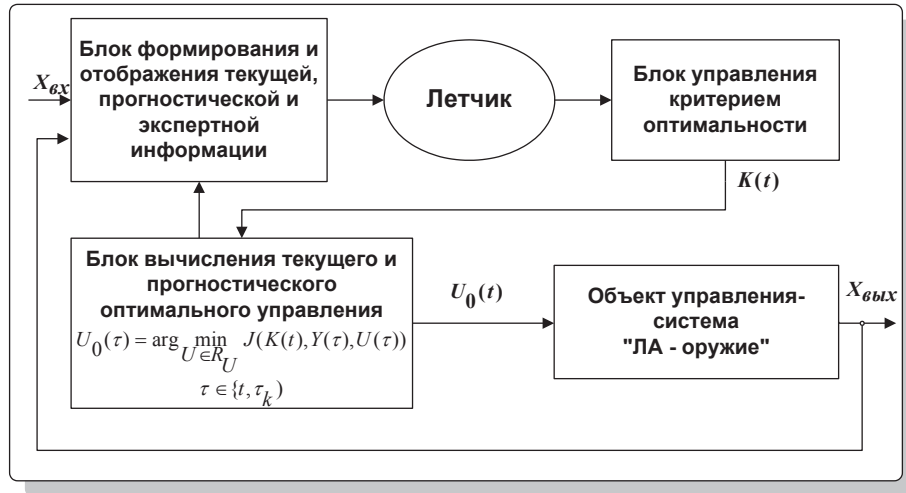


Рис. 1. Схема блока управления критерием в интерактивной системе управления эргатическими авиационными комплексами

Блок формирования текущей, прогностической и экспертной информации обеспечивает летчика (или другого члена экипажа), во-первых, входной – $X_{вх}(t)$ и выходной – $X_{вых}(t)$ текущей информацией (t – текущий момент времени) и, во-вторых, что составляет один из существенных отличительных признаков предлагаемой системы, обеспечивает прогностической информацией об оптимальном процессе изменения состояния системы «ЛА – оружие – цель» – $Y_0(\tau)$ и о значении критерия $J_0\{K(\tau), Y_0(\tau), U_0(\tau)\}$ в предположении, что в каждый момент времени прогноза $\tau \in [t, \tau_k]$ будет реализовываться управление $U_0(\tau)$, оптимальное по критерию $\min J\{K(\tau), Y(\tau), U(\tau)\}$, в котором вектор K соответствует вектор-функции $K(t)$, выбранной человеком в текущий момент времени t , а также экспертной текущей и прогностической информацией, снабжающей человека рекомендациями для принятия в сложившейся боевой обстановке правильного критериального решения. Исполнение оптимального управления (частично или полностью) может быть возложено на автомат.

Таким образом, рассмотренная система обеспечивает возможность изменения цели (критерия оптимальности) управления, о чем принимает решение человек в зависимости от изменяющейся обстановки и тем самым дает возможность человеку реализовать прерогативную функцию целеполагания в процессе функционирования системы.

В соответствии с новыми принципами автоматизации процессов управления полетом и вооружением, основанных на методах интерактивного управления, реализующих концепцию оптимальной автоматизации, целесообразно строить:

- прицельные системы стрельбы и бомбометания;

- телевизионно–командные и другие системы наведения авиационных управляемых ракет (АУР), управляемые с помощью человека;
- пилотажно–навигационные системы;
- интегрированные интерактивные авиационные прицельные системы;
- интегрированные интерактивные системы управления полетом и вооружением и т.д.

Методологическими основами новых принципов автоматизации авиационных прицельных систем (рис.2) являются:

- концепция оптимальной автоматизации;
- методы оптимального управления конечным состоянием многоступенчатых динамических систем (МДС) и многоэтапных процессов таких, как «ЛА – бомба», «Носитель – снаряд», «Носитель – АУР», «Носитель – многоступенчатое оружие», «Многоэтапные процессы боевого применения системы «ЛА – оружие»;
- методы интерактивного управления.

В соответствии с новыми принципами автоматизации построены:

- методы и алгоритмы интерактивного управления боевым применением ЛА при бомбометании, стрельбе из артиллерийского оружия и неуправляемых авиационных ракет, обеспечивающие повышение эффективности в 2 раза (с уменьшением психофизиологической нагрузки летчика до уровня фонового значения) и значи-

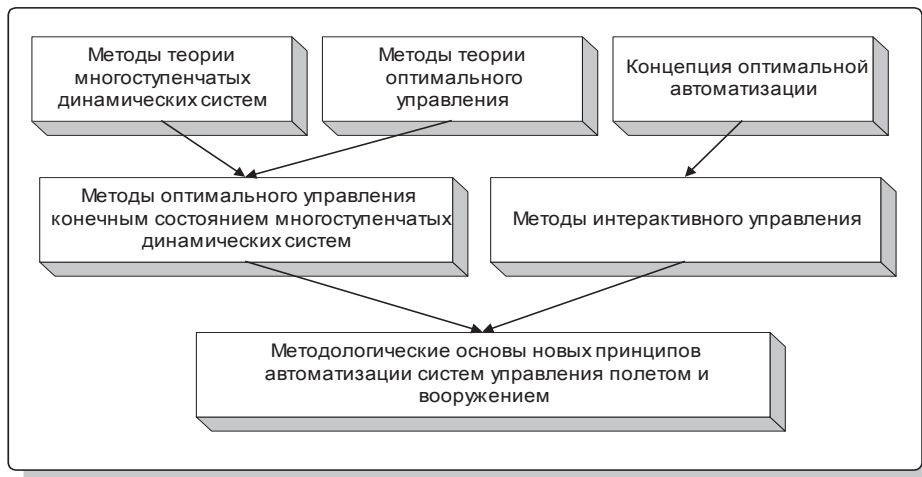


Рис. 2. Принципы автоматизации перспективных авиационных прицельных систем

тельное снижение времени на обучение летного состава (оценки получены по результатам полунатурного и летного исследований боевого применения самолета при бомбометании);

- алгоритмы интерактивного наведения АУР «воздух – поверхность» с телевизионно–командным управлением, обеспечивающие изменение траектории полета АУР с целью защиты ее от помехового и огневого воздей-

ствия противника и перенацеливание.

Разработанные на основе концепции оптимальной автоматизации методы интерактивного прицеливания в видимой зоне коллиматорного индикатора с ручным и оптимальным автоматическим управлением ЛА реализуют и обеспечивают решение задачи интерактивного управления эргатическими авиационными комплексами.

Литература

1. Аксенов ОА. Бортовые устройства отображения информации и управления самолетов тактической авиации // *Зарубежное военное обозрение*, 1990. С. 9-17.
2. Егоров Ю.П. Архитектурные решения по информационно-техническому взаимодействию территориальных систем обработки информации и управления войсками // *Автоматизация процессов управления*, 2008, №4. С. 18–26.
3. Дмитриев А.К., Мальцев П.А. Основы теории построения и контроля сложных систем. - Л: Энергоатомиздат, 1988. 192 с.
4. Сердаков А.С. Автоматический контроль и техническая диагностика. – Киев: Техника, 1971. 120 с.
5. Кукушкин Ю.А., Богомолов А.В., Ушаков И.Б. Математическое обеспечение оценивания состояния материальных систем. М.: Новые технологии, 2004. 36 с.
6. Солдатов С.К., Гузий А.Г., Богомолов А.В., Шишов А.А., Кукушкин Ю.А., Щербачев С.А., Кирий С.В. Априорное оценивание профессиональной надежности летчика на этапе подготовки к полетам // *Проблемы безопасности полетов*. 2007. № 8. С. 33 - 36.
7. Ушаков И.Б., Ворона А.А., Кукушкин Ю.А., Богомолов А.В. Аппаратно-программные комплексы для медико-психологического обеспечения контроля надежности профессиональной деятельности человека в условиях высокого риска возникновения чрезвычайной ситуации // *Безопасность жизнедеятельности*. 2004. № 3. С. 8 - 13.
8. Кукушкин Ю.А., Дворников М.В., Богомолов А.В., Матюшев Т.В., Поляков А.В. Математическое обеспечение рискометрии состояний человека в экстремальных и аварийных ситуациях, сопряженных с гипоксическим воздействием // *Безопасность жизнедеятельности*. 2012. № 10. С. 25 – 33.
9. Гузий А.Г., Богомолов А.В., Кукушкин Ю.А. Теоретические основы функционально-адаптивного управления системами «человек-машина» повышенной аварийности // *Мехатроника, автоматизация, управление*. 2005. №1. С. 39-48.
10. Кукушкин Ю.А., Богомолов А.В., Гузий А.Г. Принципы построения системы обеспечения жизнедеятельности операторов систем «человек-машина», адаптивных к их функциональному состоянию // *Мехатроника, автоматизация, управление*. 2005. №3. С. 50-54.
11. Ушаков И.Б., Пономаренко В.А., Кукушкин Ю.А., Богомолов А.В. Автоматизированные системы для контроля состояния специалистов опасных профессий. М.: Новые технологии, 2005. 24 с.

Материал поступил в редакцию 19. 10. 2013 г.