

УДК 629.7.05

ПРОБЛЕМЫ ФОРМИРОВАНИЯ ИНФОРМАЦИОННО-УПРАВЛЯЮЩЕГО ПОЛЯ СОВРЕМЕННЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

Е.Н. Кадильникова

Центральный аэрогидродинамический институт имени профессора Н.Е. Жуковского (ФАУ «ЦАГИ»)
Россия, 140180, Жуковский, Жуковского ул., 1

В.И. Желонкин

Центральный аэрогидродинамический институт имени профессора Н.Е. Жуковского (ФАУ «ЦАГИ»)
Россия, 140180, Жуковский, Жуковского ул., 1

М.В. Желонкин

Центральный аэрогидродинамический институт имени профессора Н.Е. Жуковского (ФАУ «ЦАГИ»)
Россия, 140180, Жуковский, Жуковского ул., 1

С.А. Ковтун

Центральный аэрогидродинамический институт имени профессора Н.Е. Жуковского (ФАУ «ЦАГИ»)
Россия, 140180, Жуковский, Жуковского ул., 1

О.И. Ткаченко

Центральный аэрогидродинамический институт имени профессора Н.Е. Жуковского (ФАУ «ЦАГИ»)
Россия, 140180, Жуковский, Жуковского ул., 1

Ключевые слова: информационно-управляющее поле, летательный аппарат.

Аннотация: В докладе рассмотрен ряд проблем формирования информационно-управляющего поля современных летательных аппаратов. Решение задачи совершенствования СОИ предполагает обращение к анализу психофизиологических механизмов регуляции действий летчика, поскольку общепризнанно, что изучение предметного содержания деятельности и регулирующих ее механизмов является исходным и необходимым условием оптимизации технических компонентов человеко-машинных систем

1. Введение

Современный этап научно-технической революции в маневренной авиации при усложнении способов, приемов и условий ее эксплуатации сопровождается явным повышением интенсивности и динамичности психических нагрузок на экипаж, а также их разнообразием. В этой связи для успешной деятельности экипажа на новой авиационной технике все большее значение приобретает психофизиологическая оптимизация используемых средств отображения информации. Тем более, что возможности полноценного использования неинструментальной информации с усложнением условий пилотирования (вне видимости земных ориентиров в сложных метеорологических условиях и ночью, на малых и предельно малых высотах, околокритических режимах пилотирования и т.д.), “отчуждением” человека от

летательного аппарата в связи с автоматизацией процессов управления и переработки информации существенно снижаются.

2. Формирование информационно-управляющего поля современных летательных аппаратов

Система отображения пилотажно-навигационной информации современных самолетов далеко не в полной степени удовлетворяет потребности летчика в обобщении информации, наглядности, легкости интерпретации, в восприятии картины внешнего мира и количественных данных о параметрах полета. Недостатки системы отображения информации (СОИ) не только снижают эффективность и надежность действий летчика, но и оказывают отрицательное влияние на состояние здоровья летного состава, способствуя невротизации, развитию функциональных расстройств. В этой связи, усовершенствование СОИ справедливо рассматривается и как важнейший путь повышения эффективности и боеспособности системы «летчик-авиационный комплекс», и как средство облегчения условий труда летчика, а, следовательно, сохранения его здоровья.

Решение задачи совершенствования СОИ предполагает обращение к анализу психофизиологических механизмов регуляции действий летчика, поскольку общепризнанно, что изучение предметного содержания деятельности и регулирующих ее механизмов является исходным и необходимым условием оптимизации технических компонентов человеко-машинных систем [1].

В авиационной психологии, исходя из понимания сущности психики как субъективного отражения объективной действительности, разработана теоретическая концепция «образа полета» как ведущего механизма в системе психической регуляции деятельности летчика [2]. Исходя из данной концепции, основополагающим общим принципом при построении СОИ является принцип соответствия информационной модели полета психическому образу летчика. Указанный принцип определяет выбор в качестве наиболее перспективных с технической точки зрения и психологически обоснованных следующих способов совершенствования системы отображения пилотажно-навигационной информации:

- улучшение оформления лицевых частей приборов и оптимизация их расположения для облегчения считывания значений индицируемых параметров и формирования образа полета;
- повышение наглядности представления информации о пространственном положении ЛА и относительно местности для облегчения переработки информации при дефиците времени;
- выдача предварительно обработанной информации (командных сигналов);
- интеграция пилотажной информации, т.е. представление нескольких параметров в едином символе (фигуре);
- комплексирование разных видов информации, используемых летчиком на одном этапе полета, в едином поле восприятия;
- обеспечение представления инструментальной информации о параметрах полета при контроле внекабинной обстановки;
- ввод в состав СОИ дополнительных параметров, повышающих возможности прогнозирования летчиком динамики изменения траектории и режима полета.

Единая интегральная система информации на многофункциональных электронных дисплеях позволяет успешно решить не только технические проблемы (в частности, обеспечить предъявление возрастающего объема информации от различных средств на

ограниченной площади приборной доски), но и эргономические (оптимизировать условия для восприятия информации, повысить ее наглядность, сократить объем одновременно выдаваемой летчику информации). Вместе с тем следует подчеркнуть, что проблема отображения информации на multifunctional дисплеях (МФИ) в связи с необходимостью интегрирования большого объема пилотажной, навигационной и другой информации является чрезвычайно сложной. При этом возросли требования к адекватности электронной индикации задачам пилотирования, поскольку она становится основным, а не вспомогательным источником информации.

Один из главных выводов, который можно сделать из опыта исследований и эксплуатации новых информационных технологий при создании СОИ летательного аппарата (ЛА) состоит в том, что они, позволив существенно продвинуться по пути информационного обеспечения режимов пилотирования, все еще не обеспечивают необходимую степень соответствия СОИ задачам, условиям работы и психофизиологическим возможностям летчика. Таким образом, остается актуальной проблема эргономического обоснования совершенствования состава, способов и видов представления информации, отображаемой на пилотажно-навигационных индикаторах.

Результаты ранее проведенных исследований информационного взаимодействия в системе «человек-ЛА» позволили выявить ведущие детерминанты, определяющие реализацию вышеупомянутого основного принципа проектирования СОИ в целях обеспечения эффективной и надежной деятельности летчика, а именно – ее соответствия психическому образу полета [3].

Первая детерминанта связана с основной формой отражения в сознании летчика обстановки полета в виде визуализированных, наглядно-образных представлений. Положение о визуализации образа полета как оптимальной форме внутренней организации поступающей к летчику информации служит психологическим обоснованием требования о наглядности представления информации как важнейшем пути оптимизации информационной модели полета.

Объективные трудности в практической реализации требования наглядности представления информации связаны с тем, что применительно к летной деятельности решение этой задачи предполагает отображение на плоском (двухмерном) экране (или экранах) трехмерного (объемного пространства). Наиболее простым способом решения этой задачи является использование двух дисплеев, на которых раздельно отображается вертикальная и горизонтальная обстановка. Такой подход широко используется на современных ЛА, но в этом случае на летчика ложится сложная задача «реконструкции» пространства по двум изолированным изображениям, что увеличивает его психическую нагрузку, особенно в сложных условиях деятельности. Более перспективным путем является использование монокулярных признаков глубины для отображения объемного пространства на плоском экране дисплея. Количество монокулярных признаков, по которым психика человека строит трехмерное пространство, достаточно велико: геометрическая перспектива, размер объектов, взаимное расположение объектов, воздушная перспектива, распределение теней - это так называемые «вторичные» признаки глубины. Исследования показали [4], что за счет более полной реализации на экране пилотажного дисплея перцептивных монокулярных признаков внешнего пространства (линии искусственного горизонта, линейной перспективы, контуров ВПП и др.) можно добиться ощущения объемности изображения, но количественная оценка положения объектов по глубине по-прежнему остается крайне сложной задачей. В этой связи продолжается интенсивный поиск новых возможностей отображения пространственных отношений объектов на экране авиационных СОИ. Наиболее адекватным, с позиций психофизиологии восприятия, методом для построения трехмерных пространственных изображений является

стереоскопия. Закономерности формирования стереоскопического изображения достаточно полно изучены для статических условий наблюдения, но в отношении использования стереопространства для управления объектом со сложной динамикой движения вопрос остается недостаточно исследованным. Экспериментально установлено, что стереопространство обладает рядом особенностей, наиболее существенной из которых является обратная по сравнению с реальным зрительным пространством зависимость воспринимаемого размера от расстояния наблюдения [5]. В этой связи выявление количественных закономерностей восприятия стереопространства является необходимым условием для адекватного отображения пространственных характеристик управляемого динамического объекта на экране электронного индикатора.

Стремительный прогресс вычислительной техники позволяет использовать методы создания объемных изображений для представления на СОИ пространственного положения ЛА в динамическом режиме реального времени, однако ее реализация связана с выявлением количественных психофизиологических закономерностей восприятия стереоскопического пространства и его характеристик, обеспечивающих адекватное соотношение стереоизображения с образом пространственного положения летчика.

Вторая детерминанта, определяющая согласованность СОИ с образом полета, связана с предметным содержанием самого образа. Его обязательным компонентом является образ пространственного положения ЛА. В работе [6] получены экспериментальные доказательства специфичности образа пространственного положения ЛА у летчика, который по своему содержанию геоцентричен, т.е. в нем отражаются неподвижная земля и подвижный ЛА. В этой связи для обеспечения надежности пространственной ориентировки летчика в полете вне видимости естественного горизонта и земных ориентиров СОИ должна способствовать формированию образа, отражающего пространственные отношения в геоцентрической системе координат.

Третья детерминанта связана с необходимостью информационного обеспечения формирования и функционирования обязательно целостного образа полета, двух его базовых компонентов, регулирующих самостоятельные целенаправленные действия – пространственную ориентировку и построение управляющих движений. Как уже отмечалось ранее, упрощению умственных действий по формированию пространственных представлений способствует повышение наглядности индикации, тогда как обеспечение точности управления требует представления количественных значений параметров полета.

Следующая детерминанта состоит в обеспечении посредством СОИ оптимальных условий для функционирования механизма прогнозирования.

Очевидность реализации этого требования для достижения высокого качества и надежности операторской деятельности общепризнанна. Применительно к деятельности летчика по управлению ЛА показано, что использование таких способов кодирования пилотажных параметров на СОИ как счетчики, подвижные вертикальные шкалы затрудняет пилотирование, повышает уровень осознанности контроля построения двигательных актов именно из-за недостаточной информационной обеспеченности процессов прогнозирования. В случае использования подвижных шкал пилотажных параметров (в сравнении с неподвижными) усложняются процессы прогнозирования на самом простом, сенсорно-перцептивном уровне регуляции. Применение счетчиков (в сравнении со шкалами) приводит к переходу от прогнозирования на сенсорно-перцептивном уровне на более сложный уровень регуляции процесса пилотирования - уровень речемыслительных процессов. Таким

образом, для обеспечения эффективности пилотирования важно, чтобы СОИ обеспечила прогнозирование летчиком изменения траектории полета и его параметров на соответствующих уровнях регуляции. С этой целью в состав СОИ вводятся дополнительные пилотажные параметры (информация о векторе скорости, угле наклона траектории и др.), предлагаются аналоговые изображения траектории полета, различные способы реализации определяемой расчетным путем последовательности прогнозируемых состояний параметров полета на основании оценки их текущего состояния и управляющих сигналов для сопоставления с заданным состоянием.

Уделяется большое внимание разработке способов представления траектории полета в виде графического отображения на экране дисплея плана полета и прогнозируемой траектории полета ЛА в вертикальной плоскости, а также формированию трехмерных изображений траектории. В последнем случае речь идет о разработке стереоскопического дисплея, который мог бы сочетать функции объемной визуализации внешней обстановки и отображения динамических характеристик объекта управления.

Обобщая анализ направлений, тенденций и инженерно-психологических основ совершенствования системы отображения пилотажной информации можно заключить, что генеральная линия состоит в разработке и внедрении многофункциональных электронных индикаторов, сочетающих аналоговую, символьную и знаковую информацию. Предпринимаются попытки объединения (интеграции) пилотажной информации в единую геометрическую фигуру, конфигурация которой изменяется в соответствии с динамикой полета ЛА. Потенциальное преимущество данного способа оптимизации СОИ видится в возможности предъявления летчику большого объема предварительно обработанной бортовой цифровой вычислительной машиной (БЦВМ) информации о параметрах полета в интегральном виде, удобном для быстрого восприятия и переработки.

Предлагаются также аналоговые изображения траектории полета, индикация на информационных кадрах пилотажно-навигационных индикаторов дополнительных параметров (информации о векторе скорости, энергетических возможностях самолета, угле наклона траектории и др.) в целях повышения эффективности пилотирования и его безопасности, прорабатываются возможности создания голографических пилотажных дисплеев.

Список литературы

1. Лапа В.В. Инженерно-психологические основы оптимизации информационного взаимодействия в системе «человек-летательный аппарат» // Вестник Международной Академии проблем человека в авиакосмических системах. 1999. № 1. С. 28-33.
2. Завалова Н.Д., Ломов Б.Ф., Пономаренко В.А. Образ в системе психической регуляции деятельности. М.: Наука, 1986. 173 с.
3. Лапа В.В. Инженерно-психологические основы оптимизации информационного взаимодействия в системе «человек-летательный аппарат» // Вестник Международной Академии проблем человека в авиакосмических системах. 1999. № 1. С. 28-33.
4. Лапа В.В., Букалов Е.Е., Лемещенко Н.А. Исследование факторов, определяющих геоцентрический способ ориентации летчика // Космич. биология и авиакосм. медицина. 1985. № 4. С. 19-23.
5. Иванов А.И., Лапа В.В. Возможности управления динамическим объектом по стереоскопическому изображению // Психологический журнал. 2003. Т. 24, № 4. С. 43-46.
6. Завалова Н.Д., Ломов Б.Ф., Пономаренко В.А. Образ в системе психической регуляции деятельности. М.: Наука, 1986. 173 с.