

УДК ???

МАТРИЦА ПЕРЕХОДА ПО НАВИГАЦИОННЫМ СТРАНИЦАМ ДЛЯ САМОЛЕТА SSJ-100

Надежда Анатольевна КОЗАНКОВА, к. т. н.

ПАО «Московский институт электромеханики и автоматики»

E-Mail: inbox@aomiea.ru

В статье рассматривается концепция построения человеко-машинного интерфейса, основанная на эргономике и возможностях МПУ-1, и принципы матричного перехода по навигационным страницам. Приводятся примеры переходов по навигационным страницам функционального программного обеспечения навигации и самолетовождения на многофункциональных индикаторах.

Ключевые слова: *человеко-машинный интерфейс, навигационные страницы, система самолетовождения.*

MATRIX FOR TRANSITION THROUGH NAVIGATION PAGES DESIGNED FOR SSJ-100 AIRCRAFT

Nadezhda A. KOZANKOVA, PhD in Engineering

'Moscow Institute of Electromechanics and Automatics' PJSC

E-Mail: inbox@aomiea.ru

The article considers the human-machine interface building concept, based on ergonomics and MPU-1 (MCDU) features, together with the principles of matrix transition through navigation pages. The examples of transitions through navigation pages of navigation and flight management functional software on multi-function displays are given in the article.

Keywords: *flight management system, navigation pages, human-machine interface.*

Идеология построения кабины перспективного воздушного судна (ВС) направлена на повышение безопасности, улучшение ситуационной осведомленности и снижение рабочей нагрузки на экипаж. Создание перспективной «линейки проектов» человеко-машинного интерфейса кабины пилота связано с реализацией именно этой идеологии.

Понятие «линейка проектов» подразумевает определенную концептуальную идею построения интерфейса кабины и распространяет эту идею на ряд типов ВС, относящихся к одному поколению. Такой подход обеспечивает существенные экономические выгоды за счет унификации, модульности и сокращения числа комплектующих изделий.

В процессе развития авиационного оборудования можно выделить три основных концепции построения человеко-машинного интерфейса.

На первом этапе системы авионики строились по федеративному принципу и имели индивидуальные пульта управления и индикаторы. С развитием авиационной техники увеличивался объем задач, решаемых ВС, увеличивалось и усложнялось количество оборудования на борту. В результате существенно возросло количество индицируемых параметров и органов управления, что привело к перегрузке пространства кабины и информационной нагрузке экипажа. Следствием этого явилась потребность в интеграции информационно-управляющей информации, результатом чего стало появление комплексных систем электронной индикации, представляющих экипажу всю необходимую на данном этапе полета информацию от различных бортовых систем и многофункциональных пультов управления (MCDU — Multi-Function Control Display Unit), обеспечивающих взаимодействие с различными системами в соответствии со спецификацией ARINC 739 (рис. 1) [1].

Дальнейшим развитием этой тенденции явилась концепция «стеклянной кабины», разработка которой проводилась одновременно с переходом от федеративных систем к интегральной модульной авионике. Эта концепция предусматривает отказ от автономных индикаторов на пультах MCDU и резервных приборов и сосредоточение всей информационно-управляющей информации на дисплеях системы электронной индикации кабины (CDS — Cockpit Display System).

Для унификации взаимодействия между дисплеем CDS, выполняющим функцию экрана MCDU, и программным приложением пользователя (UA — User Application), реализующим какую-либо функцию воздушного судна, в нашем случае многофункционального программного обеспечения навигации и самолетовождения (МФПОС) [2] корпорацией ARINC была предложена спецификация ARINC 661 [3].

Определение самого графического интерфейса происходит в двоичном файле определения (DF — Definition File), формируемом функциональным приложением (рис. 2).



Рис. 1. Вид кабины с системой электронной индикации и многофункциональными пультами управления

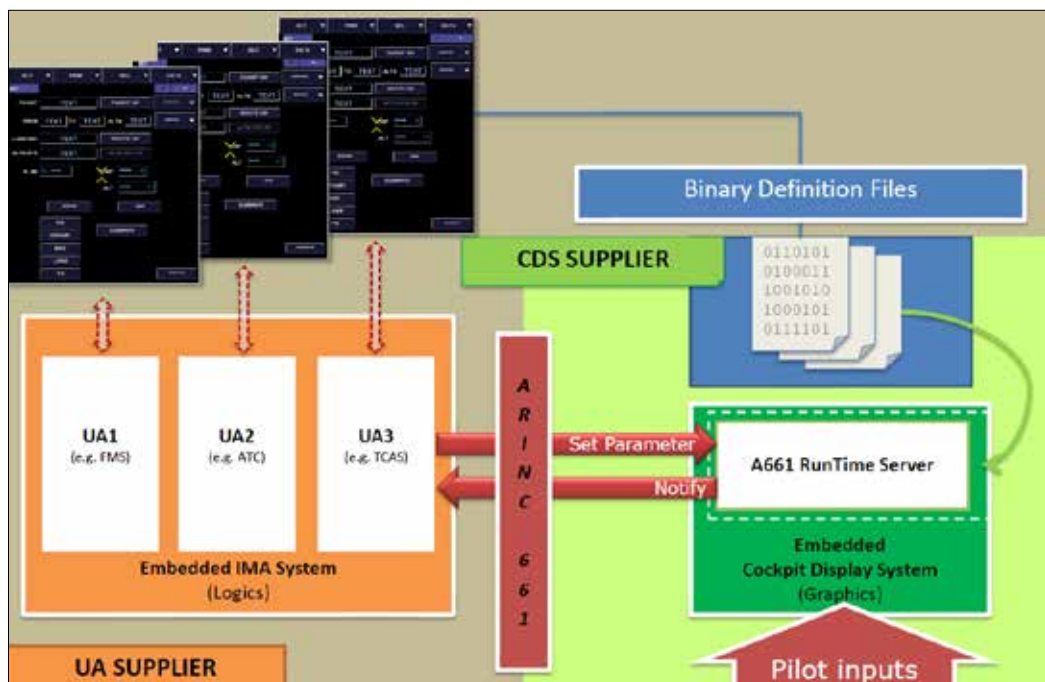


Рис. 2. Интерфейс CDS (системы индикации кабины) и UA (МФПОС)

Такой подход предполагает, что на стороне системы индикации размещается программное обеспечение, способное интерпретировать графический интерфейс кадра, архитектура которого заложена в файле определения [4].

Распределение программного обеспечения человеко-машинного интерфейса между конкретными приложениями с использованием в системе электронной индикации библиотеки графических элементов, предусмотренной ARINC 661, позволяет локализовать все проблемы, связанные с коррекцией человеко-машинного интерфейса внутри соответствующего приложения, исключая тем самым необходимость взаимной увязки внесения изменений в программное обеспечение системы индикации и прикладную программу пользователя [5, 6], за счет этого сокращая сроки разработки и сертификации и ограничивая вопросы управления конфигурацией пределами соответствующего приложения.

Внедрение ARINC 661 и использование квалифицированного инструмента SCADA Display позволило перейти от отображения информации на экране многофункционального пульта управления к отображению на широкоформатных дисплеях, предоставляющих гораздо больше возможностей по графическому отображению, размещению информации, удобству ее использования и созданию единого информационно-управляющего поля кабины экипажа (рис. 3).




Рис. 3. Кабина самолета МС-21

К преимуществам данного подхода относятся:

- Уменьшение количества комплектующих изделий информационно-управляющего поля за счет увеличения размера дисплеев и сокращения их количества;
- Повышение ситуационной осведомленности за счет увеличения объема актуальной информации различного представления;
- Снижение рабочей нагрузки на экипаж за счет простоты управления и возможности реконфигурации отображаемой информации;
- Возможность быстрого обучения и адаптации экипажа при переходе на новый самолет за счет интуитивно понятного, дружественного интерфейса.

Основной индикатор МФПОС — нижний индикатор, разделенный на два окна для индикации страниц для правого и левого пилотов. С помощью этих страниц осуществляется формирование плана полета, работа с данными взлетно-посадочных характеристик, выбор и просмотр объектов навигационной базы данных, формирование другой информации для работы алгоритмов функционального приложения навигации и самолетовождения, а также отображение информации о состоянии взаимодействующих с МФПОС систем. Управление на кадрах производится с помощью многофункционального пульта управления МПУ-1.

На пульте МПУ-1 располагаются:

- двухуровневая поворотная рукоятка, предназначенная для работы с двухуровневым меню вызова информационных кадров ВСС на центральный дисплей. Рукоятка левого пульта управляет выбором информационного кадра на левой половине центрального дисплея. Рукоятка правого пульта — выбором кадра на правой половине дисплея;
- блок многофункциональных органов управления содержит органы управления, которые могут быть подключены к одному из интерактивных информационных кадров (ВСС; EWD; СНKL и БСТО);
- цифровая и алфавитная клавиатура, предназначенная для ввода информации в систему ВСС. Ввод символов: цифр от 0 до 9, букв от А до Z, «+/-», «.»,  (пробел) осуществляется одноименными кнопками без арретира;
- резервные кнопки без арретира «вверх», «вниз», «влево», «вправо», дублирующие соответствующие перемещения многофункционального органа управления «вверх», «вниз», «влево», «вправо», «вправо»;

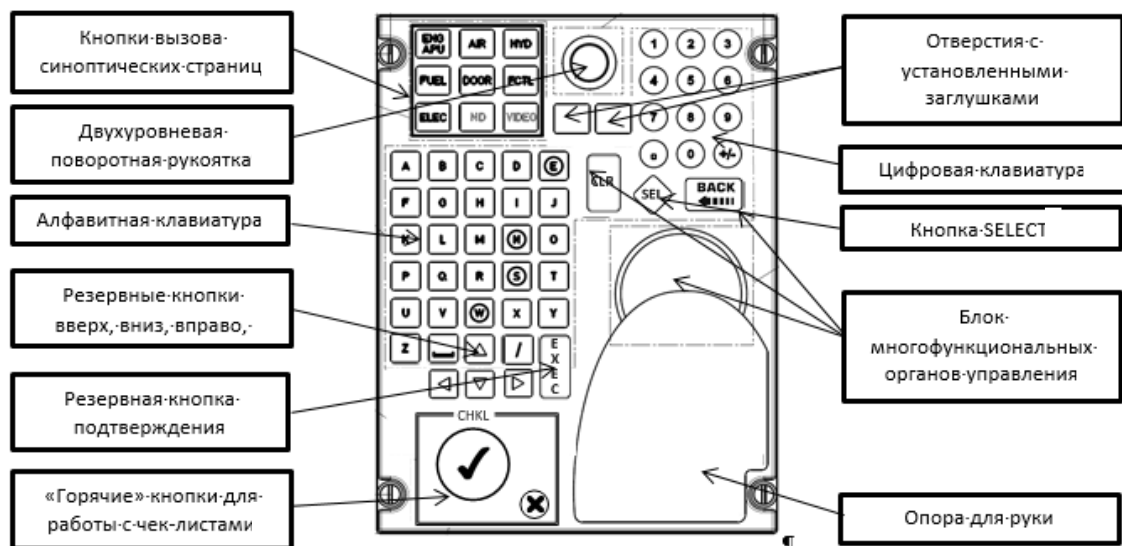


Рис. 4. Описание пульта МПУ-1

События нажатий клавиш пульта МПУ-1 передаются в модуль обработки графических данных (GPU — Graphics Processing Unit). Также МФПОС формирует данные для отображения на индикаторах Primary Flight Display (PFD) и Multi-Function Display (MFD), которые передаются в формате ARINC 702A. Общая схема архитектуры интерфейса МФПОС — системы индикации — представлена на рисунке 5.

Два раздела МФПОС находятся в одном блоке вычислительных систем, в связи с чем обмен данными осуществляется по двум каналам ARINC653 [7], организованных по внутреннему взаимодействию внутри операционной системы вычислительного блока. При расположении разделов в различных компонентах вычислительного комплекса может осуществляться обмен посредством сети AFDX с сохранением принципа портов ARINC653.

Взаимодействие с индикатором ИМ-21-2 осуществляет раздел МФПОС ЧМИ.

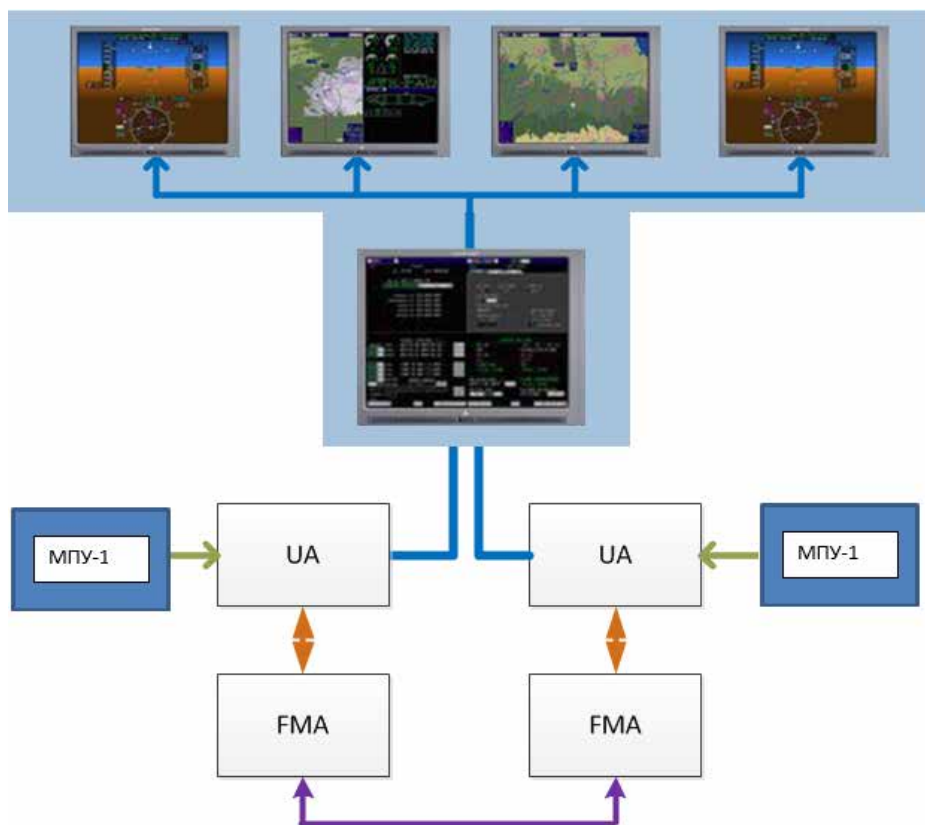


Рис. 5. Схема архитектуры интерфейса МФПОС — системы индикации

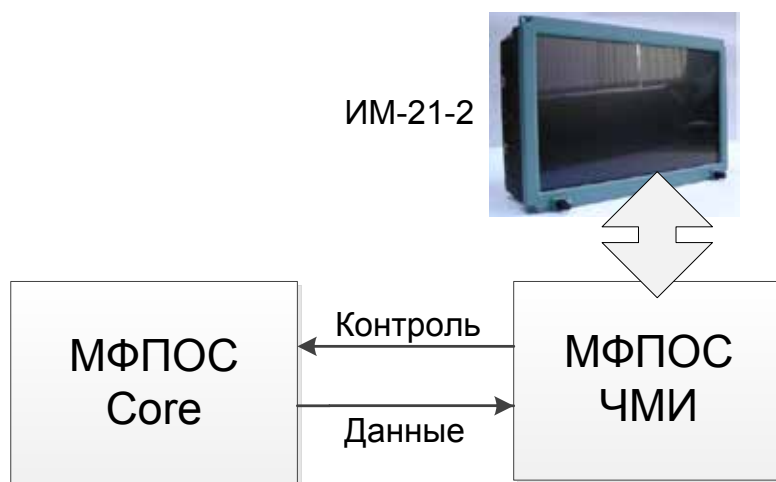


Рис. 6. Схема обмена данными между ядром МФПОС, индикатором и ЧМИ

Обмен (рис. 6) производится сообщениями с предопределенной структурой. На вход раздела ЧМИ поступает информация для преобразования в формат ARINC661 и последующий выдачей на индикатор ИМ-21-2. На вход раздела Core поступает сообщение «контроль» для синхронизации индексов текущего кадра и активного элемента.

Процедуры управления и распределение информации по кадрам и режимам зависят как от объективных показателей (состава информации и конструктивных характеристик пультов), так и субъективных (взглядов проектировщиков и заказчиков). Состав информации определяется типом ВС, составом его бортового оборудования (БО) и задачами, решаемыми ВСС. Изменение любого из перечисленных параметров приводит к изменению структуры информации и процедур управления [8].

С учетом опыта прежних разработок, новых возможностей индикатора и характеристик ARINC 661 были сформированы более информативные и обладающие более удобным человеко-машинным интерфейсом навигационные страницы для SSJ-100.

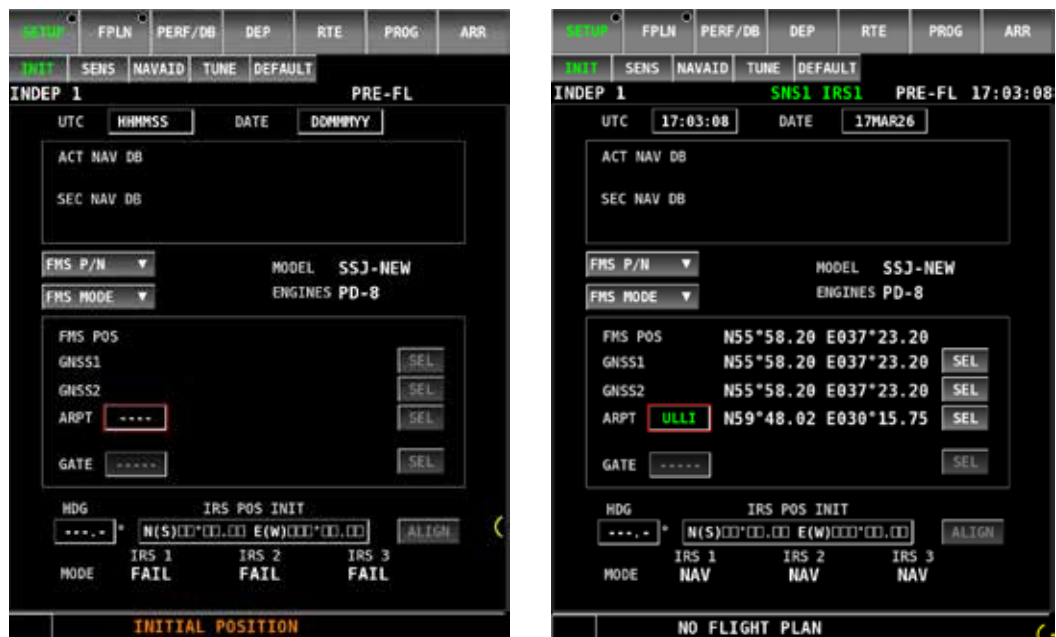
Примеры построения навигационных страниц функционального программного обеспечения навигации, разработанные сотрудниками МИЭА, приведены в [9]. В данной работе переходы по странице осуществляются не с помощью трек-бола (аналог манипулятора типа «мышь»), а с помощью блока многофункциональных органов управления на МПУ-1.

Страница с индицируемыми параметрами представляет собой матрицу, перемещение по которой происходит по определенным законам. Для того чтобы пилот не терял время на подведение курсора к нужному виджету, перемещая его через весь экран, разработан принцип перемещения по наиболее часто используемым параметрам с пропуском второстепенных. К ним можно вернуться в ручном режиме.

Данный подход позволяет формализовать задачу компоновки информации путем использования ранжировки и обеспечить, таким образом, повышение эффективности и быстродействия внесения оперативных изменений в текущую навигационную ситуацию.

На примере страницы INIT можно проследить, что пилоту не нужно вводить вручную время и дату, так как при включении системы GNSS данные будут получены от спутника. А вот ввести аэропорт вылета необходимо.

Так как проект МФПОС создан в среде Visual C++, а инструмент разработки SCAD Display имеет свои особенности, для стыковки этих проектов была разработана схема обмена данными между проектом МФПОС и проектом SCAD Display, представленная на рисунке 8.



а)

б)

Рис. 7. Навигационные страницы INIT:
а) начальная загрузка МФПОС, б) включена спутниковая система и введен аэропорт вылета

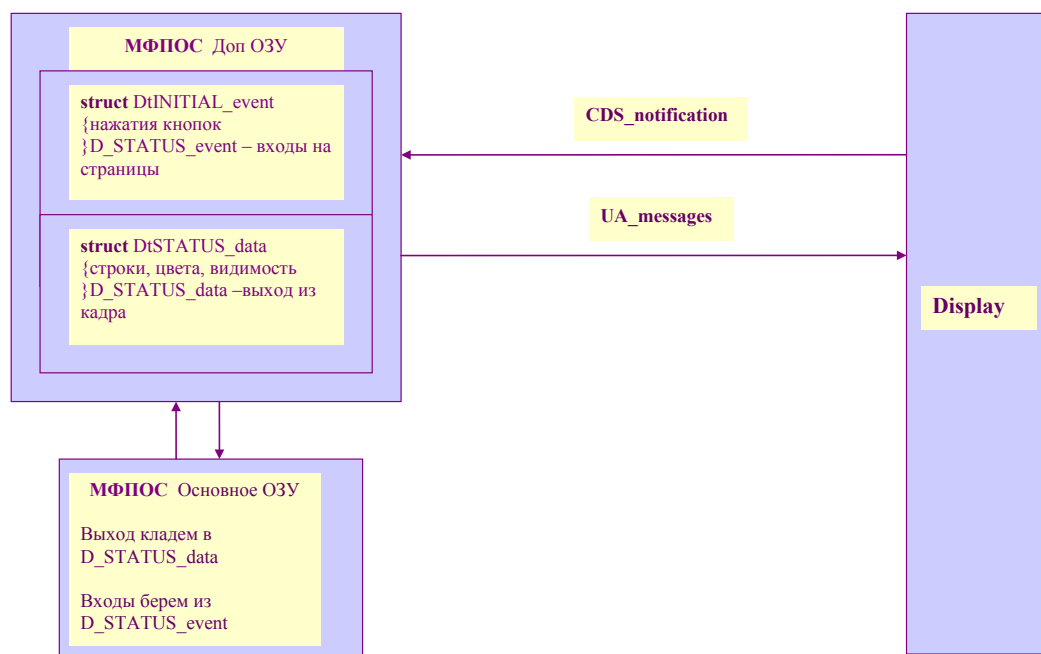


Рис. 8. Схема обмена данными между проектами МФПОС и SCADA Display

В структуре **struct DtINITIAL** формируется матрица переходов. Данная структура передается на вход и на выход, а вот переходы корректируются в зависимости от текущего состояния слоя и доступности виджетов, определенных системой индикации.

Выводы

1. Определены индицируемые навигационные параметры и виджеты (графические элементы), необходимые для реализации всех навигационных страниц в соответствии с рекомендациями ARINC 661 и возможностями SCAD Display.
2. Разработана матрица переходов по навигационным страницам, основанная на главных принципах человеко-машинного интерфейса, критерии критичности времени принятия решения и возможностях МПУ-1.
3. Разработаны структуры данных ОЗУ для приема и выдачи текущих состояний виджетов МФИ.
4. Разработано программное обеспечение алгоритмов модулей навигационных страниц.
5. Разработана схема связей между переменными проекта МФПОС, разработанного в среде Visual C++ и SCAD Display.

Литература

1. ARINC 739. Многоцелевой блок управления и индикации, 1998.
2. ARINC 702A. Авиационный справочник. Перспективная вычислительная система самолетовождения, 2003.
3. ARINC 661. Интерфейс систем индикации кабины с системами-пользователями, 2009.
4. *Раскин Джеф.* Интерфейс. Новые направления в проектировании компьютерных систем. Санкт-Петербург. Символ-Плюс, 2003.
5. P4754. Руководство по процессам сертификации высокоинтегрированных сложных бортовых систем воздушных судов гражданской авиации, 2007.
6. КТ-178С. Квалификационные требования. Вопросы программного обеспечения при сертификации бортовой аппаратуры и систем, 2011.
7. ARINC 653. Авиационный справочник. Стандартный интерфейс прикладных программ авиационного электронного оборудования, 2001.
8. *Козарук В. В., Ребо Я. Ю.* Навигационные эргатические комплексы самолетов. М.: Машиностроение, 1986.
9. *Козанкова Н. А., Стрелков В. Т., Ивченков Д. А.* Логика построения навигационных страниц для самолета МС-21, основанная на рекомендациях ARINC 661 и возможностях SCADA DISPLAY. // Труды МИЭА. Навигация и управления летательными аппаратами. Выпуск 9, 2014 г.