

БОРТОВЫЕ СРЕДСТВА ОТОБРАЖЕНИЯ ИНФОРМАЦИИ СОВРЕМЕННЫХ ПИЛОТИРУЕМЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

Копорский Н.С., Видин Б.В., Жаринов И.О.
ФГУП «Санкт-Петербургское ОКБ «Электроавтоматика»

Аннотация: в статье приведен обзор материалов, посвященных применению бортовых средств авиационной индикации в составе пилотируемых летательных аппаратов гражданского и военного применения. Представлен сравнительный анализ продукции (по рекламным проспектам) основных фирм-разработчиков авиационных приборов и систем.

1. Системы кабинной индикации. Назначение, задачи

Конструирование бортового радиоэлектронного оборудования (БРЭО) современного пилотируемого летательного аппарата (ЛА) сегодня невозможно представить себе без применения средств индикации — авиационных приборов, обеспечивающих визуализацию символьной, растровой (или графической) информации в удобном для человеческого восприятия виде. Индикационное оборудование на борту ЛА осуществляет отображение на экране рабочих кадров, содержащих исчерпывающую для пилотирования информацию в соответствии с рабочей индикационной программой и на основе данных, поступающих от датчиков и электронных блоков БРЭО.

Исторически функции первых средств индикации на борту выполняли [2] отдельные светосигнализаторы на основе элементарных разноцветных ламп накаливания и набор механических (электромеханических) стрелочных приборов. По мере совершенствования уровня технологии производства и элементной базы появлялись более сложные и разнообразные авиационные индикаторы, приходящие им на смену при модернизации.

По мере усложнения условий полета и задач, решаемых летательным аппаратом, произошло резкое увеличение объема приборного оборудования, устанавливаемого в кабине экипажа, в результате чего задействованными оказались не только приборные доски пилотов, но и пульта бортинженеров, штурманов.

Выход из сложившегося положения был найден [2] за счет совмещения функций различных приборов в рамках многофункциональных индикаторов: индикаторов обстановки в вертикальной плоскости, индикаторов обстановки в горизонтальной плоскости, командно-пилотажного индикатора, комплексного индикатора навигационной обстановки, индикатора комплексной информационной системы сигнализации и т.д.

Однако гораздо более сложной оказалась проблема отображения лавинообразно растущего объема информации, поступающей от разнообразных внешних и внутренних источников [2, 4]: приемника глобальной навигационной спутниковой обстановки, наземных радиомаяков радиотехнических систем ближней навигации, курсовых и глиссидных маяков метрового

диапазона, азимутальных и угломерных радиомаяков микроволновой системы посадки, телевизионных и тепловизионных станций обзорных и обзорно-прицельных систем, систем связи и передачи данных зоны аэродромного радиолокационного обслуживания, системы предупреждения столкновений и т.д.

Следует отметить, что только один двенадцатиканальный приемник глобальной навигационной спутниковой системы каждую секунду получает около 10 Гбит информации. Чтобы рационально использовать такие массивы информации, они должны быть предварительно обработаны в вычислительном устройстве и представлены для отображения на соответствующих средствах индикации.

Таким образом, расширение диапазона функциональных задач, возлагаемых на бортовые средства отображения информации, привело к массовому переходу от электромеханического оборудования к приборам с экранной индикацией.

Большинство необходимой летчику информации представляется в знако-графическом виде. Даже если прибор показывает стрелкой точное значение параметра на шкале, летчик воспринимает это как графический образ, т.к. для него важны направление и скорость движения стрелки. Имеют значение также цвет, форма, размер индикаторов и их элементов.

Из вышесказанного можно сделать вывод, что для создания комфортной, не ухудшающей восприятие информации системы индикации необходимы устройства со следующими возможностями [4]:

- представление меняющейся цифровой информации с цветами и размерами, аналогичными или лучшими по сравнению с электромеханическими или механическими индикаторами;
- представление меняющейся графической информации с цветами, размерами и формами, аналогичными или лучшими по сравнению с электромеханическими или механическими индикаторами.

Сегодня существует только одна альтернатива более ранним типам индикаторов — экраны и проекционные устройства. В шестидесятые годы прошлого века это были только электронно-лучевые трубки; сейчас это еще и различные полупроводниковые устройства (жидкокристаллические, электролюминесцентные и пр.), выполняющие аналогичные функции.

По принципу действия и назначению современные средства индикации на борту летательных аппаратов исторически принято разделять на:

- коллиматорные индикаторы на лобовом стекле ИЛС;
- нашлемные системы целеуказания и индикации НСЦИ;
- пульты управления и индикации ПУИ, пульты вычислители ПВ;
- индикаторы на вакуумных электронно-лучевых трубках ЭЛЦИ;
- многофункциональные индикаторы МФЦИ на плоских цветных жидкокристаллических (ЖК) панелях.

2. Индикационное оборудование на борту современного летательного аппарата

2.1. Индикаторы на лобовом стекле

Опто-электронные индикаторы на лобовом стекле (ИЛС), известные в зарубежной литературе как Head Up Display (HUD), относятся к числу сложных высокотехнологичных устройств авиационного приборного оборудования и являются центральной частью бортовых систем отображения визуальной информации [3].



Рис.1. Авиационный индикатор на лобовом стекле: (на примере продукции ФГУП «Санкт-Петербургское ОКБ «Электроавтоматика»).

Сегодня в России и за рубежом по достоинству оценена их необходимость для эффективного управления летательным аппаратом и выполнения наиболее ответственных функций полета.

Индикатор на лобовом стекле (см. рис.1) осуществляет наложение на реальную картину внешнего пространства, воспринимаемую пилотом в бесконечности в переднем секторе визуального обзора, различной символьной информации, генерируемой от бортового вычислителя. Эффект наложения обеспечивается благодаря применению в ИЛС оптических светоделителей, пропускающих лучи

света от внешнего пространства и отражающие лучи света, идущие от сколлимированного (спроецированного в бесконечность) изображения информационной картины. В составе БРЭО индикатор на лобовом стекле обеспечивает:

- отображение буквенно-цифровой и графической информации;
- отображение резервной прицельной сетки;
- отображение телевизионного изображения;
- совмещение телевизионного и графического режимов;
- проведение встроенного тестового контроля.

Источником изображения в ИЛС является высокояркостная электронно-лучевая трубка, экран которой совмещен с передней фокальной поверхностью оптической системы, проецирующей изображения с экрана на ЭЛТ в бесконечность.

Типовой состав ИЛС: коллиматорная головка, проекционный электронно-лучевой прибор, модуль дисплейного процессора, модуль вторичных напряжений, высоковольтный модуль, модуль сопряжения, отклоняющая система, видеоусилитель, датчик внешней освещенности, пульт управления индикатора, съемное юстировочное приспособление.

2.2. Нашлемная система целеуказания и индикации

Нашлемная система целеуказания и индикации представляет собой одну из наиболее совершенных систем авиационной электроники, предназначенных для управления оружием и специальными режимами современных истребителей и вертолетов [1, 5].

В отличие от систем, использующих для управления оружием коллиматорные авиационные индикаторы (индикаторы на лобовом стекле), она не требует доворота летательного аппарата в направлении объекта и обеспечивает прицеливание управляемого оружия в направлениях, не совпадающих со строительной осью ЛА.



Рис.2. Нашлемная система целеуказания и индикации НСЦИ (на примере продукции ФГУП «Санкт-Петербургское ОКБ «Электроавтоматика»).

При прицеливании пилоту необходимо совместить с целью прицельную метку, индицируемую с помощью коллиматорной подсистемой индикации, жестко закрепленной на шлеме (см. рис.2), и осуществить пуск оружия.

Этот способ дает возможность существенно сократить время прицеливания и обеспечить преимущество в воздушном бою с ЛА, не оснащенными НСЦИ, а также обеспечить быстрое поражение наземных целей и уход от средств противовоздушной обороны противника.

Сегодня НСЦИ широко разрабатываются и производятся многими зарубежными фирмами, в частности, Sextant Avionics (Франция), Kayser Electronics (США), GEC-Marconi Avionics (США), Elbit (Израиль), АО «Арсенал»

(Украина), ФГУП «Санкт-Петербургское ОКБ «Электроавтоматика» (Россия).

2.3. Пульты управления и индикации

С развитием новых технологий в авиационной промышленности появилась необходимость в создании многорежимного, многофункционального высокопроизводительного экранного пульта управления и индикации ПУИ (см. рис.3).

В составе БРЭО пульта управления обеспечивают прием, хранение и обработку информации от внешних устройств, отображение цифробуквенной и графической информации на вакуумно-люминесцентных или жидкокристаллических экранах и выдачу информации о состоянии органов управления налицевую панель пульта.



Рис.3. Пульты управления и индикации ПУИ (на примере продукции ФГУП «Санкт-Петербургское ОКБ «Электроавтоматика»).

ПУИ представляет собой бортовое средство отображения с алфавитно-цифровой и псевдографической индикацией. С помощью клавиатуры, экрана и программных средств, изделие позволяет сопрягаться с комплексами летательного аппарата, представляя оператору информационные потоки в удобной для восприятия форме.

В основе построения пульта заложены принципы модульности и магистральности. Пульт состоит из функционально-законченных устройств, что позволяет реализовать

информационный обмен между ними по единой магистрали межмодульного интерфейса. Одним из основных элементов ПУИ является электролюминесцентный (или жидкокристаллический (ЖК)) экран, который не модулирует внешнее освещение — подсвет — (модулирует для ЖК), а генерирует видимое (световое) излучение. Экран с устройством, преобразующим информационные сигналы (картинные файлы) в визуализационные файлы и отображающие их на экране, образуют «экран с устройством управления», где и формируется символьное изображение.

Типовые сравнительные характеристики различных ПУИ (на примере продукции ФНПЦ РПКБ «Раменское»)

Таблица 2

Характеристика	ПС-2 ЖК	ПС-5 ЖК	ПС-5 ЖКН	ПС-7	ПС-7В
Тип экрана	Цветной ЖК	Цветной ЖК		Цветной ЖК	
Формат экрана	480×640 пикселей (14 строк по 21 симв.)	480×640 пикселей (12 строк по 24 симв.)		480×640 пикселей	
Размер рабочего поля	100×130 мм (4"×5")	100×130 мм (4"×5")		100×130 мм (4"×5")	
Яркость контраст (ночь)	1200 кд/м ² 60:1	800 кд/м ² 80:1		1000 кд/м ² 70:1	
Цвет	зеленый	16 цветов		16 цветов	
Питание	27 В; ~5,5 В 400 Гц	27 В; ~5,5 В Гц		27 В	27 В; ~5,5 В Гц
Потребляемая мощность	25 Вт	40 Вт (100 Вт с обогревом)		40 Вт (100 Вт с обогревом)	
Интерфейс	ARINC 429 (2 вх./1 вых.)	ARINC 429 (1 вх./1 вых.)		ARINC 429 (3 вх./1 вых.)	
Регулировка яркости	Ручная, автоматическая	Ручная, автоматическая		Ручная, автоматическая	
Загрузка ФПО	Системная шина	RS232C		RS232C	
Габариты вес, кг	170×200×85 мм 2,5 кг	170×200×150 мм 4 кг		146×200×150 мм 3,5 кг	
Углы обзора, град	гориз.: ±20; вертикал.: ±20	гориз.: +30/-10; вертикал.: ±60		гориз.: +30/-10; вертикал.: ±60	
Процессор	I186 16 разр. 20 МГц, ПЗУ 512К, ОЗУ 128К	I386 16 разр. 25 МГц, ПЗУ 512К, ОЗУ 128К		I386 16 разр. 25 МГц, ПЗУ 512К, ОЗУ 128К	
Температура	-40 °С ÷ +60 °С	-40 °С ÷ +60 °С		-40 °С ÷ +60 °С	

2.4. Функциональные индикаторы на электронно-лучевых трубках

Подавляющее большинство ранних прототипов современных индикаторов традиционно исполнялись на базе электронно-лучевых трубок — основного в то время электронного средства отображения информации пилотажно-навигационной информации. Технология их производства позволяла организовывать отображение информации в цвете на основе т.н. электронно-лучевых цветных индикаторов (ЭЛЦИ).



Рис.4. Функциональный индикатор на основе электронно-лучевой трубки (на примере продукции ФГУП «Санкт-Петербургское ОКБ «Электроавтоматика»).

Индикаторы ЭЛЦИ (см. рис.4) с размерами трубки, как правило, 5”x5” и 6”x6” дюймов использовались в большинстве как военных, так и гражданских летательных аппаратов 4-ого поколения для отображения пилотажно-навигационной информации, информации о режимах применения аппаратуры специального назначения, диагностической информации при проведении предполетной подготовки и т.д.

Эти индикаторы, геометрия которых из-за электронно-лучевых трубок отличалась значительной длиной и массивностью (что совершенно нежелательно для консольного крепления на амортизированной

приборной доске), лишь постольку постольку соответствовали требованиям объектов (летательных аппаратов) по их назначению.

Основные недостатки (геометрия конструкции по сравнению с ними — это лишь неудобство) ЭЛЦИ связаны с наличием ненадежных мощных высоковольтных источников питания, которые должны обеспечивать требуемые напряжения в широком диапазоне температур, перепадов давления и т.п., а так же с наличием серьезных проблем по отводу тепла в ограниченном пространстве, требующих обязательного и постоянного применения встроенных средств принудительного обдува.

Эти и ряд других «особенностей» (см. табл.3), подтвержденных многолетним опытом эксплуатации ЭЛЦИ, в конечном счете привели к их постепенному вытеснению с авиационных бортов и модернизации комплексов БРЭО в сторону применения электронных полупроводниковых экранов на основе жидкокристаллических панелей — многофункциональных цветных индикаторов МФЦИ.

Сравнительные характеристики ЭЛТ и ЖК-экранов

Таблица 3

	ЖК-экраны	ЭЛТ-экраны
Яркость	(+) от 0 до 3000 Кд/м ²	(~) от 80 до 400 Кд/м ²
Контрастность	(~) от 200:1 до 400:1	(+) от 350:1 до 700:1
Угол обзора (по контрасту)	(~) от 110 до 170 градусов	(+) свыше 150 градусов
Угол обзора (по цвету)	(-) от 50 до 125 градусов	(~) свыше 120 градусов
Разрешение	(-) Одно разрешение с фиксированным размером пикселей. Оптимально можно использовать только в этом разрешении; в зависимости от поддерживаемых функций расширения или компрессии можно использовать более высокое (низкое) разрешение	(+) Поддерживаются различные разрешения. При всех поддерживаемых разрешениях экран можно использовать оптимальным образом. Ограничение накладывается только приемлемостью частоты регенерации.
Частота вертикальной развертки	(+) Оптимальная частота 60 Гц, чего достаточно для отсутствия мерцания	(~) Только при частотах свыше 75 Гц отсутствует явно заметное мерцание
Ошибки совмещения цветов	(+) нет	(~) от 0.0079 до 0.0118 дюйма (0.2-0.3 мм)
Фокусировка	(+) очень хорошая	(~) от удовлетворительной до очень хорошей
Геометрические / линейные искажения	(+) нет	(~) возможны
Неработающие пиксели	(-) до 8 в пределах рабочей зоны экрана	(+) нет
Входной сигнал	(+) аналоговый или цифровой	(~) только аналоговый
Масштабирование при разных разрешениях	(-) отсутствует или используются методы интерполяции	(+) очень хорошее
Точность отображения цвета	(~) Поддерживается True Color и имитируется требуемая цветовая температура	(+) Поддерживается True Color и при этом на рынке имеется масса устройств калибровки цвета
Гамма-коррекция (подстройка цвета под особенности человеческого зрения)	(~) удовлетворительная	(+) фотореалистичная
Однородность	(~) зачастую изображение ярче по краям	(~) зачастую изображение ярче в центре
Чистота / качество цвета	(~) хорошее	(+) высокое
Мерцание	(+) нет	(~) незаметно на частоте выше 85 Гц
Время инерции	(-) от 20 до 30 мсек.	(+) пренебрежительно мало
Формирование изображения	(+) Изображение формируется пикселями, число которых зависят от конкретного разрешения панели. Шаг пикселей зависит от размера самих пикселей, но не от расстояния между ними. Каждый пиксель формируется индивидуально, что обеспечивает великолепную фокусировку и четкость. Изображение получается более целостным и гладким	(~) Пиксели формируются группой точек (триады) или полосок. Шаг точки или линии зависит от расстояния между точками или линиями одного цвета. В результате четкость и ясность изображения сильно зависят от размера шага точки или шага линии и от качества ЭЛТ
Энергопотребление и излучения	(+) Практически никаких опасных электромагнитных излучений нет. Уровень потребления энергии примерно на 70% ниже, чем у стандартных ЭЛТ экранов (от 25 до 40 Вт).	(-) Всегда присутствует электромагнитное излучение, однако их уровень зависит от того, соответствует ли ЭЛТ какому-либо стандарту безопасности. Потребление энергии в рабочем состоянии на уровне 60 - 150 Вт.
Размеры/вес	(+) плоский дизайн, малый вес	(-) тяжелая конструкция, занимает место
Интерфейс экрана	(+) Цифровой интерфейс	(-) Аналоговый интерфейс

Примечание: Условные обозначения (+) достоинство, (~) допустимо, (-) недостаток.

2.5. Индикаторы на жидкокристаллических панелях

Конструирование современных систем бортового радиоэлектронного оборудования основано на отображении в реальном времени полетной информации на специализированных средствах индикации. Широкое распространение для визуализации пилотажно-навигационной информации получили многофункциональные цветные индикаторы МФЦИ.

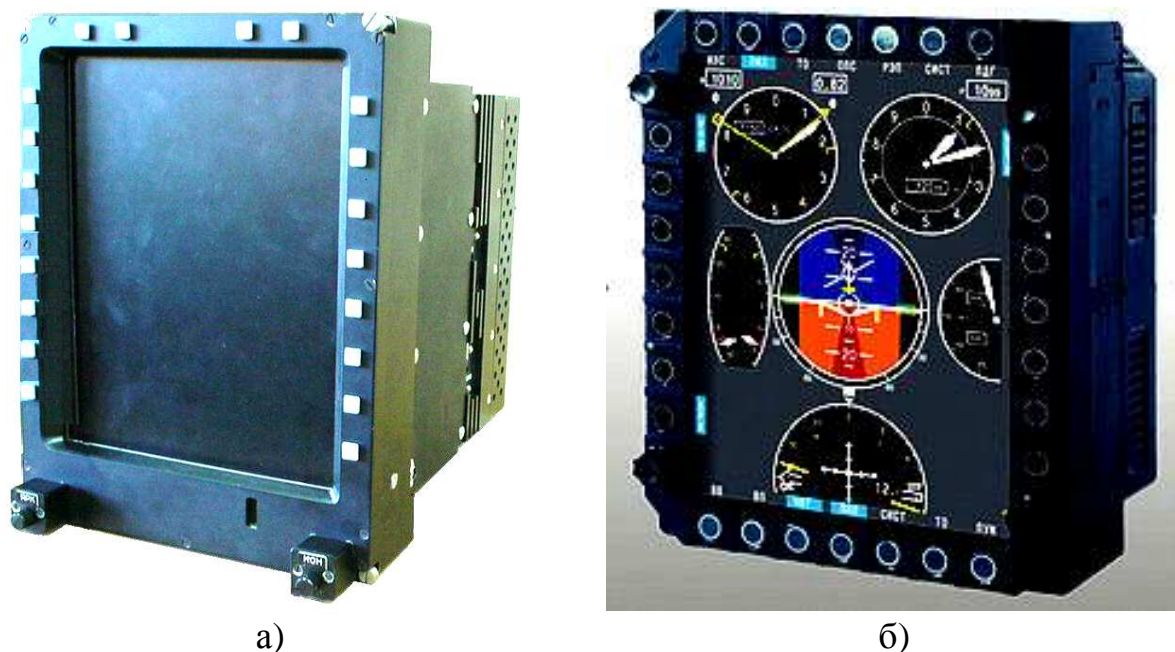


Рис.5. Многофункциональный цветной индикатор МФЦИ:
а) на примере продукции ФГУП «Санкт-Петербургское ОКБ «Электроавтоматика», б) на примере продукции ФНПЦ РПКБ «Раменское».

Благодаря введению больших жидкокристаллических экранов, а также кнопочного наборного поля качественно изменился подход к созданию систем индикации. Необходимую информацию (рабочий кадр) пилот получает нажатием определенной кнопки, функциональное назначение которой иллюстрируется на экране соответствующей подписью (транспарантом) и зависит от режима работы изделия и индикационной программы.

Многофункциональный цветной индикатор МФЦИ (см. рис.5) представляет собой электронный блок индикации, в состав которого входят:

- вычислитель на базе производительного процессора;
- устройство ввода/вывода данных, обеспечивающее информационный обмен в составе комплекса по выбранным видам стандартизованных интерфейсов;
- интеллектуальный графический контроллер с библиотекой графических примитивов;
- устройство питания;
- устройство коммутации; ЖК-экран с системой подсвета и узлом подогревателя, обеспечивающие отображение полетной информации в условиях наличия внешних воздействующих факторов.

МФЦИ решает на борту индикационные задачи и, в зависимости от реализованных аппаратно-программных средств, в состоянии обеспечивать индикацию не только вторичных параметров (после обработки сигналов в специализированных блоках преобразования), но и, при необходимости, первичных параметров полета летательного аппарата.

В составе БРЭО МФЦИ решают следующие задачи:

- прием, обработку и отображение экипажу всех необходимых навигационно-пилотажных параметров, включая метеообстановку;
- отображение предупреждающей информации;
- контроль работы силовой установки;
- проверку работы самолетных систем: топливной, электроснабжения, кондиционирования воздуха, кислородной, пожарной защиты, тормозной, противообледенительной, гидросистемы и пилотажно-навигационного комплекса;
- отображение положения управляющих поверхностей, механизации, шасси, дверей и люков;
- сигнализацию о выходе за пределы эксплуатационных ограничений;
- отображение карты контрольной проверки и разделов РЛЭ по особым ситуациям и т.д.

В настоящее время рынок бортового индикационного оборудования на плоских жидкокристаллических панелях и сопутствующих этому технологий и материалов достаточно широко представлен (см. табл.4) как в нашей стране, так и за рубежом. Большое количество компаний разработчиков стремятся представить аппаратуру, отвечающую современным представлениям о назначении, составе и функциональных возможностях.

Технологические лидеры в области разработки авиационного индикационного оборудования, сопутствующих технологий и материалов

Таблица 4

Основные разработчики авиационных систем индикации на основе активных жидкокристаллических панелей	
В нашей стране	За рубежом
ОАО «Авиаприбор-Холдинг», ОКБ «Электроавтоматика», НИИ АО, КБ «Дисплей», ЗАО «Транзас», ФНПЦ РПКБ «Раменское», ОКБ «Русская авионика» и др.	Astronautics corp. of America, Aerospace Display Systems inc., Display and Technologies Interface Product, Planar Advance inc., Systran corp., Thales и др.
Компании, занимающиеся интеграцией информационно-управляющие полей кабины экипажа современного летательного аппарата	
Rockwell Collins, Universal Avionics Systems corp., AlliedSignal Aerospace, Honeywell, Thales, Barco и др.	
Технологические лидеры в области разработки ЖК-экранов	
Sharp, Sanyo, Toshiba, Canon, Siemens, Sextant, Samsung Electronics, NEC, Philips и др.	

Сравнительные характеристики цветных индикаторов
на плоских ЖК-панелях различных отечественных
фирм-производителей авиационной техники

Таблица 5

Фирма Параметр	ОАО «Авиапри- бор- Холдинг»	ОКБ «Элек- тро- автоматика»	НИИ АО	ЗАО «Транзас»	РПКБ «Раменское»
Модель	ИМ-12	МФЦИ-0310	МФИ-2000-1	TDS-10PL	МФИ-10-6М
Напр. питания	+27В (100Вт)	+27В (100Вт)	+27В (70Вт)	+27В (65Вт)	+27В (7,5А)
Разрешение экрана	600x800 пикселей	640x480 пикселей	640x480 пикселей	640x480 пикселей	640x480 пикселей
Углы наблюдения	±50° (гор)	±80° (гор)	±60° (гор)	±60° (гор)	±60° (гор)
	+35°, - 50° (верт)	±80° (верт)	+35°, -15° (верт)	±60° (верт)	-35°, +15° (верт)
Яркость	400 кд/м ²	700 кд/м ²	685 кд/м ²	680 кд/м ²	1000 кд/м ²
Размеры	260x205x180 мм	280x200x160 мм	259x202x166 мм	255x205x120 мм	255x205x135 мм
Вес	8 кг	8 кг	7 кг	6 кг	6 кг
Наработка на отказ, ч.	Данных нет	6500	Данных нет	Данных нет	5000
Процессор	Данных нет	32-разр.	32-разрядный	32-разр.	Данных нет
Интерфейс- ные входы (число/вид)	20 ARINC 429 2 ARINC 708 2 MIL 1553 1 RGB 21 РК	12 ARINC 429 1 ARINC 708 1 MIL 1553 1 RGB 8 РК	16 ARINC 429 1 ARINC 708 1 MIL 1553 12 РК	16 ARINC 429 1 ARINC 708 1 RGB 8 РК	12 ARINC 429 1 MIL 1553 1 LVDS 1 Fiber Channel
Интерфейс- ные выходы (число/вид)	2 ARINC 429 1 RGB 8 РК	4 ARINC 429 1 RGB 8 РК	8 ARINC 429 12 РК	4 ARINC 429 2 РК	1 PAL 1 S-Video 1 ARINC 429

Примечание:

– данные в таблице 5 составлены по рекламным буклетам и проспектам, распространяемым на известных и регулярно проводимых авиакосмических салонах: Ле Бурже (Франция), Фарнборо (Великобритания), Москва (Россия), Бангалор (Индия), Джухай (Китай), Берлин (Германия) и т.д.;

– в графах интерфейсных входов/выходов приведены следующие обозначения и аналоги отечественных информационных протоколов обмена на борту летательных аппаратов: ARINC 429 – соответствует дискретному обмену по ГОСТ18977-79 и РТМ1495-75; MIL 1553 – соответствует мультиплексному обмену по ГОСТ 26765.52-87; RGB – соответствует обмену по ГОСТ 7845-92 (телевизионный канал связи); РК – входные и выходные разовые команды по ГОСТ18977-79 и РТМ1495-75; ARINC 708 – интерфейс метеорологической бортовой радиолокационной станции.

В табл.5 сведены основные параметры МФЦИ пяти отечественных фирм-производителей, уверенно занимающих сегодня лидирующие позиции в области индикационного приборостроения.

Отмеченные в работе [4] принципы и элементы построения базового комплекса бортового оборудования нашли применение в оборудовании самолетов СУ-27 и его модификаций, СУ-30 и его модификаций, ЯК-130, С-80ГП, СУ-25 и его модификаций и т.д., вертолетов МИ-28Н, МИ-8, Ка-52 и др.

Оснащение бортовой системы управления отечественного модернизированного истребителя СУ-27 дополнительным бортовым компьютером и цветными жидкокристаллическим дисплеями позволило, по мнению специалистов [1], решить важнейшую задачу его модернизации до категории многофункционального самолета, способного вести борьбу с сильным воздушным противником и уничтожать широкий спектр наземных целей высокоточным оружием.

Модернизированный самолет способен выполнять полеты на малых высотах с огибанием и обходом складок местности. При этом на индикаторы выводятся двумерное и трехмерное изображение карты местности (геоинформационная поддержка задач пилотирования и навигации). В ходе выполнения боевой задачи бортовая система управления анализирует тактическую информацию и в соответствии с полетным заданием представляет экипажу именно те данные, которые нужны ему на каждом конкретном участке полета.

Приведенные примеры бортовых систем индикации свидетельствуют о том, что внедрение цветных индикаторов для отображения синтезированной пилотажно-навигационной информации уже приобрело в отечественном авиаприборостроении массовый характер.

Литература

1. Годунов В.А., Степанов Д.А., Третьяков Д.А., Метелкина Т.В., Желамский М.В. Современные наשלемые системы целеуказания и индикации // Авиакосмическое приборостроение, 2003, №5, с.15-20.
2. Ефанов В.Н. Стеклокабина экипажа: тенденции и перспективы // Мир авионики, 2001, №1, с.20-26.
3. Парамонов П.П., Ган М.А., Суслов В.Д., Айвазян С.А., Эфрос А.И. Широкоугольные оптические системы для индикаторов на «лобовом стекле» // Датчики и системы, 2001, №8, с.4-7.
4. Третьяков Д.А. Системы кабинной индикации — мода или необходимость // Мир авионики, 2001, №1, с.27-29.
5. Феофанов В.К., Парамонов П.П., Суслов В.Д., Сабо Ю.И. Нашлемная система целеуказания и индикации на базе координаточувствительного фотоприемника «Мультискан» // Датчики и системы, 2001, №8, с.2-3.

Копорский Николай Сергеевич — заместитель директора ФГУП «Санкт-Петербургское ОКБ «Электроавтоматика», к.т.н.;

Видин Борис Викторович — заместитель главного конструктора ФГУП «Санкт-Петербургское ОКБ «Электроавтоматика», к.т.н.;

Жаринов Игорь Олегович — ведущий инженер ФГУП «Санкт-Петербургское ОКБ «Электроавтоматика», к.т.н.