

Анализ и синтез подсистем СОИ ПКА
Часть 1. Подсистема аварийно-предупредительной
световой и звуковой сигнализации – ПАПС
 Ю.А. Тяпченко, заслуженный машиностроитель РФ, снс, ктн

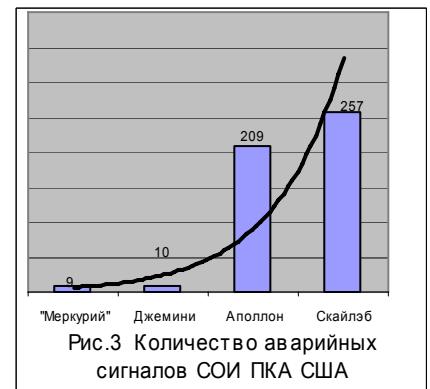
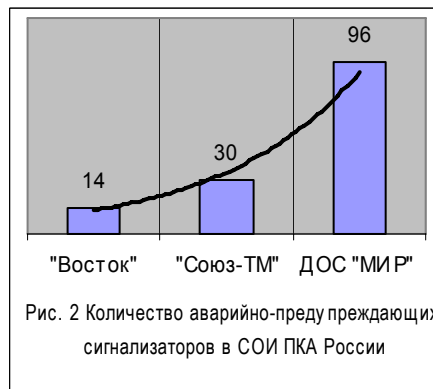
Функционально СОИ ПКА состоят из следующих подсистем

1. Подсистема аварийно-предупредительной световой и звуковой сигнализации – ПАПС.
2. Подсистема ручного контура управления системами и процессами ПКА – ПРКУ.
3. Подсистема контроля параметров систем и окружающей среды – ПКП.
4. Подсистема отображения пилотажно-навигационной информации - (ППНИ).
5. Подсистема обмена информацией с бортовым вычислительным комплексом (БВК) - или пульты управления БВК – ПУ БВК.
6. Подсистема обеспечения космонавтов программно-временной информацией – ППВИ.
7. Информационно-поисковая система – ИПС, как элемент системы поддержки операторов (СПО).
8. Подсистема оперативного управления космонавтов - ПОУК.

Настоящей статьей открывается серия статей, первая из которых будет посвящена анализу и синтезу ПАПС.

В системах отображения информации особое место занимают средства и методы предупреждения операторов о критических ситуациях. Критические ситуации возникают или могут возникнуть в системе деятельности в результате отказов аппаратуры, снижения ниже заданных уровней запасов топлива, кислорода, воды и др.

Количество аварийных сигналов в СОИ зависит от сложности объектов и требований к безопасности. Подтверждением этому являются данные по объектам США и СССР, представленные на рис.1 – 3.



В рамках СОИ многих сложных объектов указанные средства объединены в подсистему аварийно-предупредительной сигнализации (ПАПС) СОИ.

Основными составными частями ПАПС являются:

- средства световой сигнализации, конструктивно оформленные в виде одиночных или групповых табло,
- центральный огонь (ЦО), как основное или дополнительное средство привлечения внимания операторов к средствам СОИ с целью уменьшения времени реакции операторов на парирование возникшей критической или нештатной ситуации,
- средства генерирования электрических сигналов звуковых частот в соответствии с требованиями нормативно-технической документации,
- средства преобразования электрических сигналов в звуковые: звуковые динамики, располагаемые в пультах, на рабочих местах и в шлемофонах операторов,
- средства логической обработки сигналов и управления средствами световой и звуковой сигнализации.

В пилотируемой космонавтике структура и требования к ПАПС формировались на основе общетехнических и авиационных инженерно-психологических требований к средствам световой и звуковой сигнализации.

В процессе эволюции СОИ техническая реализация ПАПС изменялась. Так, в СОИ ПКА "Восток" и "Союз-7К" отсутствовали ЦО, не в полной мере обеспечивались требования НТД в части логики работы световой аварийной сигнализации.

Конструктивно ПАПС подвергалась значительным изменениям:

- В СОИ ПКА "Восток" аппаратно ПАПС была распределена («размыта») в пульте и приборной доске.
- В СОИ кораблей "Союз-7К" она была реализована в одном блоке. Выносными были и являются автономные динамики и динамики в шлемофонах космонавтов.
- В СОИ кораблей "Союз-Т", «Союз-ТМ», "Зонд", "Н-ЛЗ" и станций "Салют", "Алмаз" звуковая сигнализация разрабатывалась и применялась в виде отдельных приборов.
Средства логической обработки сигналов и управления звуковой сигнализацией, ЦО и световыми сигнализаторами, как правило, включались в общие блоки логической обработки сигналов СОИ.
- В СОИ корабля "Союз-ТМА" звуковые сигналы формировались аппаратно с помощью прибора звуковой сигнализации, а при его отказе - программно с помощью ЭВМ пульта.

Наиболее важные аварийные сигналы представляются на отдельных сигнализаторах аварийного табло, звуковой прибор включается блоком логиче-

ской обработки сигналов. Другая часть аварийных сигналов отображается на форматах видеомониторов пульта. При этом прибор звуковой сигнализации включается от ЭВМ пульта.

Функционально в состав ПАПС входит будильник бортовых комбинированных часов (БЧК).

На рис. 4 показана схема ПАПС СОИ "Нептун" ПКА "Союз-ТМ", которая является типовой для первых 4-х поколений СОИ.



Центральный огонь

Рис. 5. Фрагмент пульта ПСА СОИ «Нептун» ПКА «Союз-ТМ».

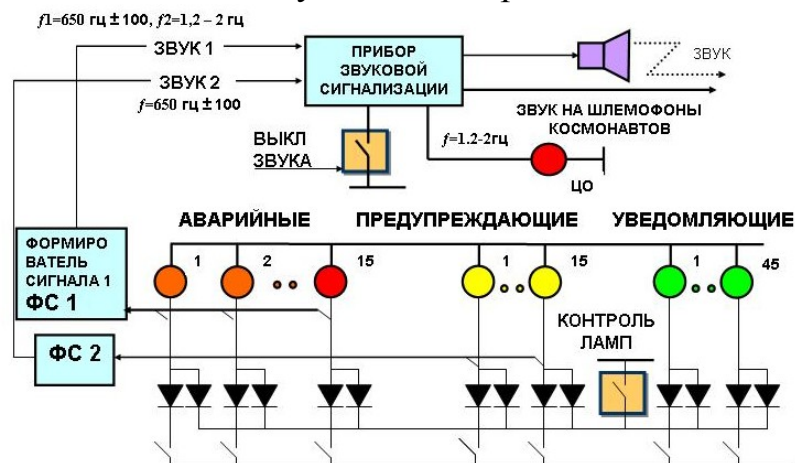


Рис. 4 Функциональная схема ПАПС СОИ "Нептун" ПКА «Союз-Т» и "Союз-ТМ"

В этой схеме аварийная сигнализация сопровождается работой в проблесковом режиме центрального огня (ЦО) и звуком. Звук и ЦО выключаются после нажатия кнопки выключения звука.

На рис. 5 показано расположение ЦО на пульте ПСА СОИ "Нептун" ПКА «Союз-ТМ».

В СОИ "Плутон" ДОС "МИР" ПАПС представлена в виде отдельного пульта, который показан на рис. 6. Общее количество сигнализаторов на этом пульте 162, т.е. более чем в десять раз больше, чем в СОИ "Нептун-МЭ".

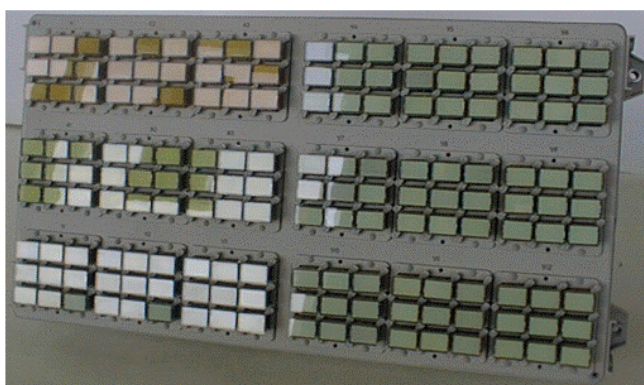


Рис. 6 Пульт аварийно-предупредительной сигнализации СОИ «Плутон» ДОС «МИР»

В этой ПАПС отсутствует ЦО, но каждый вновь входящий сигнал сопровождается проблеском соответствующего ему сигнализатора и звуком, которые выключаются также, как и в предыдущем случае.

В рамках космических программ создано большое разнообразие приборов световой и звуковой сигнализации. Некоторые из них показаны на рисунках 7-9

Основные типы приборов созданы СОКБ ЛИИ г. Жуковский, НИИАА, МЭЛЗ г. Москва, ОКБ ТиЗ г. Санкт-Петербург, Ульяновским КБ приборостроения .

Первые табло были вы-



Рис.8 Сигнальное табло СОИ ПКА "Восток" на основе ламп накаливания

В СОИ "Вега-1" РМ1 и 2 ВКС "Буран" для орбитального участка полета применялись ЭЛИ, а для этапа спуска и посадки - лампы накаливания с встроенной системой регулировки яркости /1/.

В рамках программы «Энергия – Буран» были созданы приборы на основе вакуумной люминесценции. При модернизации СОИ «Нептун» табло и модули полей с ЭЛИ были заменены на сигнализаторы со светодиодными матрицами.



Рис.7 Одиночные сигнальные индикаторы на основе электролюминесценции и светодиодов

полнены на лампах накаливания, все последующие - на основе электролюминесценции.

С 1999-2000 г.г. электролюминесцентные индикаторы были заменены на светодиодные.



Рис.9 Табло сигнальные электролюминесцентные

Как следует из диаграмм рис. 1-3, с усложнением объектов количество аварийных и аварийно-предупреждающих сигналов существенно увеличивается. Это общая тенденция развития больших систем.

Увеличение количества аварийных сигналов приводит к усложнению деятельности космонавтов особенно на космических станциях, на которых основной задачей экипажа является проведение научных исследований.

Космонавты могут находиться в различных отсеках, на различных рабочих местах. В таких распределенных системах роль ПАПС непрерывно возрастает. Существенная роль ПАПС отводится в системах повышенной опасности, каковыми являются объекты ракетно-космической, авиационной техники, атомной энергетики и др.

Во многих источниках утверждается, что причиной большинства аварий самолетов, кораблей, объектов энергетики является человеческий фактор. Учитывая это, в авиации, атомной промышленности и других отраслях большое внимание уделялось поиску путей повышения эффективности работы операторов в осложненных условиях.

Так, начиная с середины 60-годов в России (Филиал ЛИИ, СОКБ ЛИИ, МАИ, Уфимский авиационный институт, Институт психологии АН СССР, академии им. Жуковского и Можайского и др.) в рамках ряда НИР, в том числе НИР "Авангард", проводился цикл работ по созданию электронных инструкторов или систем поддержки операторов (СПО).

В основу многих систем были положены методы экспертных систем. Интенсивно развивались аппаратные средства СПО:

- речевые информаторы,
- многофункциональные средства отображения и др.

На этом пути были получены хорошие результаты.

Так, в рамках проекта тяжелого межпланетного корабля (1962-1963 г.г.) в Филиале ЛИИ под руководством Д.Н Лаврова была реализована система речевого оповещения экипажа с использованием магнитофона.

Под руководством автора в отделении 6 ЛИИ впервые был создан бортовой речевой информатор /2/ и др.

Однако, на практике ни одна из систем не была внедрена в СОИ ПКА.

В ВВС многих стран системы речевых сообщений начали применяться для предупреждения летчика о приближении к предельным аэродинамическим нагрузкам, о критических режимах работы двигателя и топливной системы. С конца 1980 г. подобные системы начали устанавливаться на всех самолетах F-15 /3/.

С развитием электроники функции речевых систем усложнялись. В работах по созданию речевых систем принимают участие ведущие в области авионики фирмы США Rockwell, Sperry, McDonnell Douglas Electronics Co. и др. В настоящее время речевые системы широко используются не только в военной, но и в гражданской авиации в том числе и авиации РФ.

Комплексное рассмотрение средств и методов оповещения операторов о наступлении критических ситуаций позволяет рассматривать их как самостоя-

тельную подсистему СОИ сложных объектов – подсистему обеспечения безопасности полета или безопасности системы деятельности.

Основываясь на этом подходе в ЛИИ, как представляется автору, впервые была поставлена задача создания централизованной системы сигнализации -ЦСС.

В СОКБ ЛИИ под руководством С.Г. Даревского такая система была создана для самолета МИГ-23. Основным средством отображения в этой ЦСС был электронно-оптический индикатор. Аварийные сигналы подвергались ранжированию. На экране выдавались короткие рекомендации по локализации отказов. По различным причинам, а точнее по организационным, многие достижения в этой области не были внедрены в СОИ ЛА и ПКА.

Централизованные системы сигнализации предусматривались в СОИ второго этапа станций "Алмаз" и "МИР", ВКС «Буран».

В рамках проекта международной космической станции СОКБ КТ была предложена централизованная система сигнализации на основе средств вычислительной техники и многофункционального индикатора. Однако, на практике были разработаны ПАПС, пульт ПСС и структура которой показаны рис. 10 - 11



Рис.10 Пульт системы сигнализации МКС

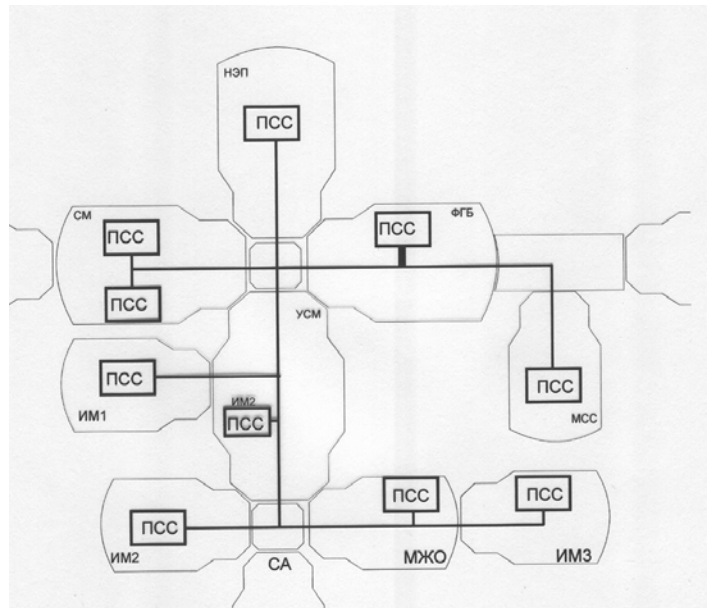


Рис.11 Структура системы аварийно-предупредительной сигнализации российского сегмента МКС

Проектом предусмотрено объединение всех ПСС в единую систему. Основными аварийными событиями в этой системе являются:

- Пожар,
- Давление ниже нормы,
- Скорость падения давления более допустимой.

Другие аварийные события отнесены к категории «Другие».

Космонавты могут передавать в сеть сигналы об основных авариях вручную путем нажатия кнопок на пультах ПСС, которые имеют защитные крышки для исключения несанкционированного доступа.

По поступлению сигнала в контур ПАПС на пультах включаются соответствующие типу аварии сигнализаторы и звуковые сигналы и сигнализатор с наименованием модуля станции, в котором происходит событие.

На практике схема ПАПС и структура пульта оказались не приспособленными к изменениям, недостаточно устойчивой к помехам по цепям питания и др.

Учитывая это, а также с целью дальнейшего развития средств СОИ автором была предложена и затем при участии в части тренажеров А.Ф. Еремина была разработана «Программа научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ НИИ авиационного оборудования в области систем отображения информации и тренажеров для пилотируемых космических объектов на период 2001-2005г.г. в рамках Федеральной космической программы».

С.А. Бородиным с участием автора, данная программа в кратчайшие сроки была согласована с РКК «Энергия» и РГНИИ ЦПК им. Ю.А. Гагарина и 12.09.2000 г. утверждена первым заместителем Генерального директора Росавиакосмоса В.В. Алавердовым.

В дальнейшем на основании этой программы было разработано ТЗ на ОКР «МКС-Взор-ПКО» (дополнение к ТЗ ОКР "МКС") и заключен Госконтракт № 040-5667/01 от 30.05.2001 г. с Росавиакосмосом.

Основными целями ОКР являлось создание:

- а) бортовых многофункциональных полноцветных средств отображения информации (МФИ) для интегрированных пультов управления (ИнПУ) пилотируемых космических объектов, удовлетворяющих требованиям работоспособности в условиях разгерметизации ПКО,
- б) централизованной системы сигнализации, как системы обеспечения безопасности экипажа в условиях космического полета,
- в) технических и программных средств человеко-компьютерного интерфейса интегрированных СОИ,
- г) средств и методик проектирования и разработки информационного и программного обеспечения человеко-компьютерного интерфейса.

На одном из первых этапов данной ОКР под руководством автора обобщены и представлены требования к системам световой, речевой, звуковой и тактильной видам аварийно-предупредительной сигнализации ПКА.

Анализ функций ПАПС показывает, что эта подсистема должна развиваться в сторону интеграции сигнальных функций с функцией интеллектуальной поддержки операторов (СПО).

В таком варианте в состав ПАПС должны входить:

- датчики первичной информации о предельных и недопустимых значениях выходных параметров систем, процессов, среды;
- вычислительная система ПАПС,
- сеть сбора и доставки информации в вычислительную систему ПАПС,
- средства световой, звуковой и тактильной сигнализации о наступлении критических ситуаций;
- многофункциональные средства представления рекомендаций по локализации критических ситуаций на основе современных цифробуквенных табло или компактных видеомониторов, например на основе ЭЛИ, ВЛИ или ЖКИ;
- алгоритмы и соответственно программное обеспечение функций СПО.

По-прежнему наиболее сложной является задача разработки СПО, так как для ее решения требуется проведение всесторонних исследований влияния различных отказов и ситуаций на безопасность полета и разработку методов парирования критических ситуаций.

Предлагаемая структура и состав позволяют наращивание функций СПО программным способом на всех этапах жизненного цикла комплексов, больших систем и изделий. Главное необходимо уйти от примитивного представления о ПАПС, как о сигнальном табло и нескольких звуковых сигналах.

Литература

1. Тяпченко Ю.А, Шитов В.М., Воронин М.И. Система регулировки яркости средств отображения СОИ КА // Научно-технический сборник. Вопросы авиационной науки и техники / НИИАО. – г. Жуковский. –1987. – Вып. №6. – С.81-94
2. Разработка системы автоматической звуковой сигнализации САС-1: Отчет об ОКР №321-62 / предприятие п/я 12; Руководитель С.Г. Даревский. - г. Жуковский, 1962.- 38с.- Отв. исполн. Ю.А. Тяпченко, А.Ф.Фокин, Ю.И. Мартынов, Б.Л.Иванов.
3. Милов В.П., Горбатов В.П., ктн Янышев Ю.А. Применение речевых информационных систем на борту летательных аппаратов//Проблемы безопасности полетов. Ежемесячный бюллетень/ВНИИТИ.- М. – 1982. – вып.3. – С.44 -51.

Приложение¹:

Требования к системам аварийно-предупреждающей сигнализации.

1 Общие положения.

Система сигнализации предназначена для оповещения:

- о возникновении отказов, приводящих к опасной ситуации, или появлении неисправностей, препятствующих выполнению задания;
- о наступлении критических и опасных режимов полета или невыполнении предписанного алгоритма работы членами экипажа или системами;
- о правильности выполнения действий, предусмотренными алгоритмом работы или программой.

-

1.1 Требования настоящего раздела распространяются на средства сигнализации, установленные на ЛА и предназначенные для оповещения членов экипажа с помощью следующих видов средств сигнализации - визуальных, звуковых и тактильных - о возникшей на ЛА ситуации.

Визуальные средства сигнализации предназначены для выдачи сигналов с помощью сигнальной информации, отображаемой на экранных индикаторах светосигнальных устройств, переключателей со световой сигнализацией (ламп-кнопок).

Звуковые средства сигнализации предназначены для выдачи тональных звуковых сигналов (например, с помощью сирены, звонка, зуммера...) или речевых сообщений.

Тактильные средства сигнализации предназначены для передачи необходимой информации членам экипажа путем воздействия на механорецепторы кожи и мышечно-суставные рецепторы.

1.2 Средства сигнализации обеспечивают выдачу информации трех категорий: аварийной, предупреждающей и уведомляющей.

Основным критерием для выбора категории сигнальной информации должна быть степень опасности сигнализированной ситуации и время, которым может располагать экипаж с момента появления сигнальной информации об отказе или возникновении критической ситуации до момента, когда еще можно предотвратить или прекратить ее опасное развитие - t_p (располагаемое время).

1) К категории аварийной сигнальной информации относится информация о событиях, связанных с возможностью возникновения особых ситуаций, требующих немедленных действий со стороны экипажа. В качестве аварийных принимаются сигналы, характеризующие приближение или достижение эксплуатационных ограничений по параметрам ЛА.

¹ Ответственный исполнитель приложения ведущий специалист НИИАО по эргономическому обеспечению СОИ ПКА Е.А. Батурина

2) К категории предупреждающей сигнальной информации относится информация о нарушениях и отказах в работе систем и агрегатов или о приближении к критическим режимам, что предполагает выполнение определенных действий членами экипажа.

Предупреждающая информация требует немедленного привлечения внимания, но не требует быстрых действий.

3) К категории уведомляющей сигнальной информации относится информация, указывающая на нормальную работу систем, выполнение алгоритма работы членов экипажа, а также информация о реализации программы. По величине располагаемого времени уведомляющая информация не регламентируется.

2 Общие требования.

2.1 Система сигнализации должна выполнять следующие функции:

1) Своевременно привлекать внимание членов экипажа к возникшему состоянию (происшедшему событию). Для этого в современных ЛА используются следующие сигналы сильного привлекающего действия:

- визуальные сигналы центрального сигнального огня (ЦСО) и светосигнализаторов, работающих в проблесковом режиме;
- пульсирующие светящиеся индексы, стрелки и символы на экранных индикаторах;
- речевые сообщения;
- однотональные (типа зуммер) и многотональные звуковые сигналы различного тембра и длительности;
- тактильные сигналы.

2) Раскрывать смысл случившегося, т.е. сигнальная информация должна быть определенной. Для этого используются:

- текстовые сигнальные сообщения, символы и другие элементы индикации экранных индикаторов;
- надписи и символы светосигнальных устройств;
- надписи переключателей со световой сигнализацией;
- тексты речевых сообщений;
- тональность, тембр, длительность звуковых сигналов;
- тактильные сигналы.

3) Способствовать организации действий, необходимых в данной ситуации.

Для этого используются:

- текстовые сообщения на экранных индикаторах;
- надписи и символы светосигнальных устройств;
- тактильные сигналы;
- тексты речевых сообщений.

4) Уведомлять экипаж о включенных и (или) подготовленных режимах отдельных наиболее важных систем.

2.2 Правильное восприятие информации, выдаваемой средствами сигнализации, должно обеспечиваться на всех этапах и режимах полета в условиях воздействия окружающей среды (шум, вибрация, условия освещенности и т.п.)

2.3 Представление сигнальной информации, обеспечиваемое различными способами и законами ее формирования, а также сочетаниями различных средств ее отображения, должно учитывать категорию сигнальной информации и соответствовать возникшему на борту состоянию.

2.4 Объем сигнальной информации, выдаваемый каждому члену экипажа на всех этапах и режимах полета, должен быть достаточным и в то же время минимально необходимым для надежного выполнения экипажем всех эксплуатационных задач и обеспечения безопасности полета.

Объем этой информации на критических этапах полета должен быть ограничен.

Рекомендуется использовать интегральные сигнализаторы и районирующее табло, особенно на режимах взлета и посадки, а также для контроля силовой установки и функциональных систем.

Для привлечения внимания и выдачи информации о конкретной ситуации или отказе по одному параметру должно использоваться одновременно не более трех сигнальных устройств.

2.5 Если сигнальная информация должна быть представлена в обработанном виде, освобождая экипаж от выполнения логических операций, то система сигнализации должна осуществлять:

- формирование интегральных сигналов как логических функций от входной информации;
- установление в случае необходимости причины появления интегрального сигнала.

2.6 Система сигнализации для каждого рабочего места члена экипажа должна включать в себя:

- средства отображения сигнальной информации, в том числе сигналов привлекающего действия;
- устройства централизованного управления и контроля системой сигнализации (допускается управление и контроль по функциональным зонам и (или) средствам сигнализации).

2.7 Визуальная сигнальная информация должна являться основным видом выдачи сигнальной информации членам экипажа, поскольку основная масса полетной информации поступает человеку через зрительный канал. Звуковые и тактильные сигналы, а также речевые сообщения должны использоваться совместно с визуальными сигнализаторами.

2.8 Аварийная сигнальная информация должна включать в себя сигналы сильного привлекающего действия. При этом должно использоваться не менее двух видов сигнальных средств, воздействующих на разные рецепторы членов экипажа.

2.9 Аварийная сигнальная информация должна выдаваться не менее чем двум членам экипажа, если членов экипажа более одного. При этом аварийные светосигнальные устройства должны устанавливаться на рабочих местах не менее двух членов экипажа.

2.10 Аварийная сигнальная информация и, по возможности, предупреждающая сигнальная информация должны представляться в обработанном виде, освобождая экипаж от выполнения логических операций.

2.11 Должны использоваться сигналы, характеризующие неготовность ЛА к выполнению основных режимов и операций полета.

При таких состояниях систем и агрегатов ЛА, которые могут привести на взлете к ситуации более тяжелой, чем усложнение условий полета.

Должна использоваться сигнализация о неготовности ЛА к посадке, которая информирует экипаж, как минимум, о непосадочной конфигурации ЛА.

2.12 При выборе варианта сочетания средств отображения информации следует учитывать роль сигнальной информации в процессе решения экипажем эксплуатационных задач и в обеспечении безопасности полета, тип и назначение ЛА, интенсивность потока информации, алгоритм работы оператора в процессе управления ЛА.

2.13 Средства сигнализации и управления ими должны быть построены так, чтобы исключить возможность ошибок, приводящих к невыдаче сигналов или невозможности их восприятия в случае срабатывания.

Регулировка громкости звуковых сигналов не допускается.

2.14 Экипажу должна быть обеспечена возможность проведения контроля исправности всех входящих в систему средств сигнализации.

2.15 Должна быть обеспечена возможность прекращения выдачи сигналов сильного привлекающего действия с сохранением визуальной сигнальной информации о возникшей ситуации в случае, когда сигнальная информация опознана и воспринята, а причина ее появления не может быть устранена.

При этом должен быть обеспечен автоматический возврат схемы в исходное положение для получения другого управляющего сигнала.

Для ситуаций, которые должны быть обязательно устранены экипажем в течение короткого времени (выход на определенные эксплуатационные огра-

ничения и критические режимы) следует исключить возможность выключения сигналов сильного привлекающего действия.

2.16 Сигнальная информация, выдаваемая с помощью различных средств сигнализации, должна быть согласована между собой подбором текста надписей на светосигнальных устройствах, текста сигнальных сообщений на экранных индикаторах и речевых сообщений, а также должна быть согласована с показаниями соответствующих приборов (не должна им противоречить).

2.17 Тексты сигнальных сообщений на экранных индикаторах, тексты надписей на светосигнальных устройствах, а также тексты речевых сообщений должны удовлетворять следующим требованиям:

- должны обеспечивать однозначное восприятие экипажем характера возникшего состояния или события;
- по возможности максимально совпадать друг с другом по формулировке и построению фраз.

При разработке структуры текстов сообщений рекомендуется:

- сообщение, предписывающее выполнение определенных действий, начинать с описания действий (с глагола), а затем указывать объект воздействия (система, агрегат и пр.);
- сообщения информационно-осведомительного характера относительно состояния объекта контроля начинать с наименования объекта, а затем называть результаты контроля;
- аналогичные сообщения о происходящем процессе (событии) начинать с наименования процесса с последующим названием объекта процесса или другого уточняющего слова;
- предупреждения о выходе текущего значения параметров за допустимые пределы начинать с наименования параметра с последующим указанием характера отклонения;
- сообщения о результате завершения конкретного действия начинать с наименования системы или устройства объекта действия;
- информация о готовности к определенному этапу полета, о разрешении (завершении) какого-то действия начинать с названия соответствующего этапа полета или действия;
- определения, содержащиеся в тексте и относящиеся к процессу или состоянию, ставить после существительного, за исключением, когда определение несет в себе основной смысл сообщения.

Длина фраз (количество в них слов) должна выбираться исходя из резерва времени, которым располагает экипаж, конструктивного выполнения сигнального устройства и степени сложности предстоящей деятельности в возникшей ситуации.

3 Требования к визуальной сигнализации.

3.1 Средства визуальной сигнализации для каждого рабочего места должны включать в себя:

- средства отображения визуальной сигнальной информации, в том числе сигналы привлекающего действия;
- устройства централизованной регулировки яркости светосигнальных устройств (допускается по функциональным зонам и (или) средствам сигнализации);
- устройства централизованного контроля исправности (допускается по функциональным зонам и (или) средствам сигнализации);
- устройства отключения ЦСО и перевода световых сигналов из режима "Проблеск" в режим постоянного свечения;
- устройство управления работой экранных индикаторов.

3.2 Световая сигнальная информация должна быть легко различима и не должна оказывать слепящего действия на членов экипажа.

Яркость знаков выбирают с учетом общей освещенности, частоты и диапазона изменения освещенности, перепадов яркости в поле зрения оператора и светового контраста.

3.3 Должен обеспечиваться централизованный перевод яркости светосигнальных средств из режима "день" в режим "ночь" и обратно, осуществляемый автоматически и (или) вручную. При этом требуется исключить возможность произвольного перевода яркости световых сигналов в режим "ночь".

Для аварийных световых сигналов регулировка яркости не рекомендуется. Допускается регулировка яркости светосигнальной информации по зонам рабочего места члена экипажа.

3.4 В средствах визуальной сигнализации должны применяться следующие цвета:

- красный - аварийный сигнал;
- желтый - предупреждающий сигнал;
- зеленый - уведомляющий сигнал.

Дополнительно к указанным цветам могут использоваться для уведомляющих сигналов белый, синий и голубой цвета.

В обоснованных случаях допускается применение монохроматической экранной сигнализации.

3.5 Аварийные и предупреждающие сигналы, а также сигналы ЦСО и сигнальных табло должны выдаваться в проблесковом режиме.

Пороговая частота мельканий - 6 Гц.

Проблесковый режим работы световых сигналов должен осуществляться с частотой от 1 до 5 Гц.

3.6 Время срабатывания световой сигнализации должно быть не более 0,2 с для аварийной сигнальной информации и не более 0,5 с для сигнальной информации других категорий.

В обоснованных случаях время выдачи может быть увеличено.

3.7 При отображении сигнальной информации на экранных индикаторах сигнализация экипажу о выходе на опасные режимы полета должна выдаваться на индикаторах, по которым контролируется правильность выдерживания этих режимов, с обязательным дублированием сигналов сильного привлекающего действия.

4 Требования к сигнальной информации, отображаемой на экранных индикаторах в структуре человеко-компьютерного интерфейса.

4.1 При отображении сигнальной информации на экранных индикаторах должно быть обеспечено:

- 1) представление сигнальной информации в виде текстовых сообщений, мнемознаков, символов и индексов;
- 2) приоритетность выдачи сигналов по категориям, определяемым в пункте 1.2 настоящего отчета;
- 3) отображение признака начала текста каждого сигнала;
- 4) отображение признака "Очередь" при недостатке места на экране для всех имеющихся на данный момент сигналов;
- 5) сброс предъявляемой информации, сопровождаемый появлением признака "Память", с одновременным выведением на экран информации, стоящей в "Очереди";
- 6) вызов сброшенной информации.

4.2 Организация отображения информации на экране.

Информация, представляемая оператору на экране, распределяется по зонам.

Зона приоритетной информации отображается в верхней части экрана.

Зона оперативно-предъявляемой, кадровой информации размещается в центральной части экрана.

Зона меню и директивного управления режимами отображения размещается в нижней части экрана.

Информация представляется в пределах определенных областей отображения.

Разные типы областей отображения: панели, окна, диалоговые блоки, всплывающие меню - предназначены для обеспечения связи между совокупностью данных и целью их представления на экране.

Панели экрана используются для представления информации, необходимой для решения задачи поддержки оператора и функции безопасности.

На панелях в зоне приоритетной информации должна быть представлена интегральная информация о состоянии объекта, которая сохраняется при работе в любом формате.

Различают три панели, используемых в человеко-компьютерном интерфейсе на рабочих местах космической станции.

Это:

- панель информации "дата-время";
- панель сигнализации об аварийных и предупреждающих ситуациях;
- панель системных сообщений.

4.3 Панели размещения сигнальных сообщений.

Местоположение сигнальных сообщений на экране индикатора должно быть строго-определенным.

Аварийные и предупреждающие сообщения отображаются на панели сигнализации об аварийных и предупреждающих ситуациях, которая располагается в верхней части экрана, в зоне приоритетной информации.

Системные сообщения отображаются на панели системных сообщений, размещенной в нижней части экрана.

Панели никогда не должны перекрываться или затеняться другими областями отображения (окнами, диалоговыми блоками, всплывающими меню).

4.4 Представление сигнальной информации в зоне центральной кадровой информации.

Сигнальная информация отображается в зоне центральной кадровой информации в виде изображений, текстов, символов и мнемознаков (меток, индексов, шкал или других элементов).

4.5 Панель сигнализации об аварийных и предупреждающих ситуациях.

На панели сигнализации об аварийных и предупреждающих ситуациях отображают сообщения и средства управления для представления аварийной и предупреждающей информации выполнения необходимых действий. Аварийно-предупредительные сообщения могут быть дополнены информацией представленной в окнах.

С помощью кнопки "корректировка работы" окно вызывается в центральную зону кадровой информации (минуя процесс перемещения по оконной иерархии через станционное меню), которое содержит информацию, необходимую для деятельности оператора в аварийных и опасных ситуациях. При этом автоматически помечается текущее окно, которое могло находиться в тот момент в зоне кадровой информации.

4.5.1 Аварийные и предупреждающие сообщения.

Каждая аварийная и предупреждающая информация предъявляется экипажу на экране индикатора в виде сообщений и регистрируется в БЦВК.

Информация аварийного и предупреждающего сообщения строится в следующем порядке: - источник аварии - время, когда сообщение об аварийной и предупреждающей ситуации было передано БЦВК - текст, раскрывающий содержание аварийной или предупреждающей ситуации.

Текст сообщения - это буквенно-цифровая строка, используемая для описания объекта аварии оператору. Текст об аварии содержит описание проблемы, участвующие компоненты и идентификатор параметров.

Аварийные сообщения не должны содержать более 80 символов.

Если аварийный сигнал поступил от системы полезного груза, то в названии источника аварийного сигнала сначала будет наименование этой системы или присвоенный полезному грузу идентификатор в буквенном виде.

Формат клише времени аварийного сообщения должен быть следующим:

дата:	час:	мин:	с
2 знака	2 знака	2 знака	2 знака

Информация в текстовой части аварийного сообщения должна выдаваться в таком порядке: проблема (например, ПЕРЕГРЕВ), связанные с аварией компоненты (например, Первичный Контур Охлаждения) и текущее значение параметра (например, 20 градусов).

Для обеспечения простоты считывания, изложение проблемы (например, ПЕРЕГРЕВ) должно отображаться прописными буквами.

4.6 Панель системных сообщений.

На панели системных сообщений представляют текстовое сообщение и средства управления для отображения уведомляющих сигналов и выполнения необходимых действий.

Системные сообщения обеспечивают обратную связь с членами экипажа. Они регистрируются в БЦВК.

Системное сообщение может быть дополнено диалоговым блоком, который появляется поверх отображения в зоне центральной информации.

Целью представления диалогового блока в сочетании с системным сообщением является поддержка взаимодействия системы человек-машина в ситуациях, когда для принятия решения по системному сообщению может потребоваться ввод команд пользователем.

4.6.1 Системное сообщение.

Каждая рекомендация и руководство по программным средствам или системам излагаются в виде сообщения, которое отображается оператору.

Каждое сообщение состоит из: источника сообщения - времени передачи сообщения - и текста сообщения.

Возможно сочетание системного сообщения с всплывающим меню и (или) диалоговым блоком.

Диалоговый блок следует использовать в сочетании с системным сообщением только, когда сообщение требует каких-то действий со стороны поль-

зователя, которые пользователь может предпринять, руководствуясь подсказками, содержащимися в диалоговом блоке.

Уведомляющие сообщения должны отображать действительное функциональное состояние.

4.7 Методы кодирования при формировании сигнальной информации.

4.7.1 Кодирование цветом.

1 При отображении сигнальной информации применяются следующие цвета:

- красный цвет только для отображения аварийных ситуаций;
- желтый цвет - для предупреждения;
- зеленый цвет - для уведомления.

Красный и желтый цвет предназначены для выдачи аварийных и предупреждающих сообщений на панели сигнализации об аварийных и предупреждающих ситуациях. А также для кодирования объектов изображения, связанных с наличием аварийных, опасных и предупреждающих ситуаций.

2 Минимальный размер объекта, кодируемого цветом, должен быть 16 угловых минут (2,31 мм).

3 Объекты, кодируемые цветом высокой насыщенности, не следует размещать ближе 2,5 см один от другого.

4.7.2 Звуковое кодирование.

Звуковое кодирование обеспечивается представлением специальных тональных сигналов для быстрого привлечения внимания оператора к панели сигнализации об аварии и к панели системных сообщений.

Виды звуковых сигналов регламентируются ГОСТ 21786-76.

4.7.3 Использование проблеска.

Кодирование проблеском обеспечивает вспыхивание элементов изображения для быстрого привлечения внимания пользователя к определенной области изображения.

Частота мигания, связанная с аварийной ситуацией - 2 Гц

Частота мигания для предупреждения об опасности - 1 Гц.

Использование проблеска ограничено для графики, связанной с отображением информационных кадров предупреждения об аварии. Число одновременно мелькающих знаков должно быть не более 3.

Следует избегать искажения восприятия контура мелькающего знака. Для этого целесообразно, чтобы мелькал не весь знак, а его внутренняя часть.

4.7.4 Кодирование местоположением.

Кодирование местоположением состоит в последовательном заранее определенном использовании зон экрана для представления информации. Кодирование местоположением может быть использовано и для текстовой и для графической информации.

4.7.5 Выделение информации обрамлением, окантовкой.

Выделение информации обрамлением (окантовкой) состоит в помещении информационных текстовых полей и графического образа в прямоугольник (рамку) и может быть использовано для:

- выделения единичного значения из таблицы данных;
- выделения и группирования набора взаимосвязанных текстовых полей или графических символов;
- для выделения одного графического изображения или символа в группе графических образов и символов.

Для выделения следует применять один из двух типов обрамления (окантовки):

- сплошной линией шириной 0,5 мм;
- обрамление сплошной линией удвоенной ширины 1 мм.

Цвет обводки должен выбираться из условий читаемости и общего композиционного решения.

4.7.6 Выделение текстом.

Привлечение внимания обеспечивается за счет внешнего вида используемого шрифта. Этот прием применяют, когда необходимо направить внимание пользователя на определенный элемент в алфавитно-цифровом текстовом наборе (например, использование простого и полужирного шрифта).

4.7.7 Кодирование текстурированием (рисунком фона).

Заполнение (штриховка) областей поэлементным текстурированным рисунком используется для указания областей, представляющих интерес для наблюдателя (например, нормальной, граничной и опасной зон на шкале) и сокращения времени поиска. Можно использовать следующие виды заполнения зон: сплошное заполнение, без заполнения или область, заполненная текстурированным рисунком.

4.7.8 Кодирование формой.

Кодирование формой состоит в использовании символов или геометрических форм для предъявления объектов, классов объектов или типов функций.

4.7.9 Общая плотность изображения (информационная плотность).

Общая плотность изображения характеризуется общим количеством информации, содержащейся в одном кадре.

Обычно, изображения должны содержать количество информации, достаточное для ее интерпретации оператором без обращения к дополнительным источникам.

Плотность информации в зонах, используемых для решения задач, связанных с критическими ситуациями, должна быть сведена до минимума.

5 Требования к звуковым средствам сигнализации.

5.1 В системе сигнализации звуковые сигналы должны выдаваться в виде тональных звуковых сигналов или речевых сообщений в диапазоне звуковых частот 200-4000 Гц.

Несущая частота аварийных сигналов должна быть 800-2000 Гц, при длительности интервала 0,2-0,8 с, уровень звукового давления - 90-100 дБ.

Несущая частота предупреждающих сигналов должна быть 200-600 Гц при длительности интервалов между ними 1-3 с, уровень звукового давления - 80-90 дБ.

Несущая частота уведомляющих сигналов должна быть 200-400 Гц, уровень звукового давления - 30-80 дБ.

5.2 Предельно допустимые уровни звукового давления сигналов, а также превышение общего уровня звукового давления сигнала над акустическим шумом должны соответствовать требованиям ГОСТ 21786.

5.3 Общее число тональных звуковых сигналов должно быть таким, чтобы была обеспечена возможность безошибочного восприятия характера происшедшего события или возникшего состояния.

5.4 Сигнализатор тонального звукового сигнала должен обеспечивать:

- возможность его проверки;
- возможность отключения выдаваемого сигнала;
- время срабатывания не более 0,2 с для аварийных сигналов и не более 0,5 с для сигнальной информации других категорий, в обоснованных случаях время выдачи может быть увеличено.

5.5 Одновременная выдача речевого и тонального звуковых сигналов для сигнализации об одном событии или ситуации не допускается.

5.6 В звуковых сигнализаторах при наличии ручного отключения должен быть обеспечен автоматический возврат схемы в исходное положение для получения очередного управляющего сигнала.

5.7 Сигнализаторы речевых сообщений.

5.7.1 Сигнализатор речевых сообщений следует использовать для:

- привлечения внимания к срабатыванию визуальных сигнализаторов;
- дублирования визуальной сигнальной информации;
- выдачи информации о сложившейся ситуации и краткой рекомендации по действиям членов экипажа.

5.7.2 Сигнализатор речевых сообщений должен обеспечивать:

- поочередную выдачу речевых сообщений;
- передачу аварийных сообщений не менее двух раз;
- выдачу сообщений женским или синтезированным голосом;
- словесную разборчивость сообщений, воспроизведенных на борту, не менее 96% на фоне внутрикабинного; при этом уровень звукового давления речевого сообщения не должен превышать 115 дБ;
- исключение поступления ошибочных и случайных сообщений;
- время срабатывания для аварийной сигнальной информации не более 0.2 с (без учета времени срабатывания датчиков сигналов); в обоснованных случаях время выдачи может быть увеличено.

5.7.3 При использовании блока речевых команд рекомендуется:

- производить предварительные записи текста сообщений с привлечением квалифицированного фактора;
- использовать при составлении сообщения наиболее часто встречающиеся в профессиональной лексике слова и выражения;
- оптимальная длина фразы речевого сообщения должна составлять от 2 до 9 слов, максимальная длина фразы - не более 13 слов;
- употреблять простые повествовательные предложения, исключить употребление отрицательных сообщений и пассивных форм глагола;
- учитывать фонетические особенности слов и по возможности избегать звукосочетания, обладающие плохой помехоустойчивостью, содержащие шумовые звуки **ш, ч, п**, а также звуки **с, ф, ц, т, г**;
- обеспечивать синхронизацию времени поступления голосового и визуального сообщений.

Кроме того, должна быть обеспечена возможность:

- отключения передаваемого сообщения;
- повторения выданного сообщения при наличии соответствующего входного сигнала;
- проверки работоспособности сигнализатора речевых сообщений.

6 Требования к тактильной сигнализации

6.1 Тактильная сигнализация может использоваться для предупреждения членов экипажа о выходе на заданные или предельные режимы полета (например, по перегрузке, скорости и высоте полета) и организации требуемого управления ЛА в сложившейся ситуации.

6.2 Диапазон частот тактильных сигналов, выдаваемых непосредственно через ручку управления от 2 до 5 Гц. Диапазон частот для работы датчиков, установленных на ручке управления, а также для датчиков закрепленных на теле летчика под спецснаряжением 0-20 Гц.

6.3 Информация, выдаваемая тактильными сигнализаторами, должна восприниматься как при действии больших перегрузок, так и в условиях интенсивной тряски.

6.4 Должна быть предусмотрена возможность проверки работы тактильного сигнализатора перед полетом.

Перечень нормативно-технических документов

Обозначения	Наименования
1	2
Государственные стандарты (ГОСТ)	
<i>Система "Человек-машина" (СЧМ)</i>	
ГОСТ 21786-76	Сигнализаторы звуковые речевых сообщений. Общие эргономические требования.
ГОСТ 21829-76	Кодирование зрительной информации. Общие эргономические требования.
ГОСТ 22902-78	Отсчетные устройства индикаторов визуальных. Общие эргономические требования
Система стандартов безопасности труда	
ГОСТ 12.4.026-76	Цвета сигнальные и знаки безопасности
<i>Прочие государственные стандарты</i>	
ГОСТ 16600-72	Передача речи по трактам радиотелефонной связи. Требования к разборчивости речи и методы артикуляционных измерений.
ГОСТ 21090-78	Освещение и световая сигнализация самолетов и вертолетов. Термины и определения.
ГОСТ 23090-78	Аппаратура радиоэлектронная. Правила составления и текст пояснительных надписей и команд.
<i>Отраслевые стандарты</i>	
ОСТІ 00416-81	Система внутрикабинной сигнализации самолетов и вертолетов. Общие требования.
<i>Другие нормативно-технические документы</i>	
РЭО-80-ВАТ-СММ	Руководство по эргономическому обеспечению создания и эксплуатации военной авиационной техники.
РЭО-80-КТ-СММ	Руководство по эргономическому обеспечению создания и эксплуатации космической техники.