

Выбор подходов к модернизации систем отображения информации сложных объектов.

Тяпченко Ю.А. (e-mail: typhenko@progtech.ru)

В жизненном цикле больших и дорогостоящих систем возникает ряд специфических проблем, связанных с необходимостью продления срока службы систем управления и их составных частей, повышения их безопасности и эффективности, учета новых требований по экологии и др.

Одной из важнейших составных частей СУ является система отображения информации (СОИ).

Модернизация СОИ может проводиться одновременно с модернизацией всей СУ или самостоятельно. В качестве самостоятельной задачи она возникает, например, в следующих случаях:

- при очевидном несоответствии СОИ требованиям человеческого фактора,
- при экономической нецелесообразности дальнейшего производства средств отображения для поддержания работоспособности СОИ действующих объектов,
- при необходимости существенного повышения безопасности объекта за счет человеческого фактора,
- при расширении задач и функций системы деятельности.

В пилотируемой космонавтике накоплен определенный опыт решения задач модернизации СОИ пилотируемых кораблей и станций. Так, на кораблях «Союз» в течение 35 лет их воспроизводства СОИ трижды была подвергнута глобальной модернизации и дважды - частной.

Имелись планы и подходы к модернизации СОИ ВКС «Буран», станций «Салют». В ФГУП НИИАО завершены работы по очередной частной модернизации СОИ корабля «Союз-ТМА».

Накопленный опыт модернизации СОИ позволяет сделать некоторые обобщения, которые могут представлять определенный интерес для тех, кто принимает решения о проведении соответствующей работы на объектах иного назначения.

В данной работе модернизация СОИ рассматривается в качестве самостоятельной задачи, так как это наиболее сложный случай модернизации системы деятельности.

Особенности СОИ

Современные системы отображения информации (СОИ) - являются специфической частью радиоэлектронной бортовой аппаратуры (РЭА), при создании которой используются разнообразные технологии.

Конструктивно СОИ представляют собой пульта управления (ПУ), приборные доски (ПД), щитки (щиты) управления (ЩУ).

СОИ это человеко-машинный интерфейс (ЧМИ) объекта (системы). Как ЧМИ, СОИ состоит из двух интерфейсов: аппаратного (АИ) и эргономического (ЭИ).

АИ - это "железо", аппаратура или тело системы. В состав АИ входят:

- устройства ввода-вывода (УВВ) или устройства сопряжения СрОИ и ОУ с объектом управления,
- вычислительные средства (ВС),
- устройства преобразования информации (УПИ),
- средства представления информации, как средства РЭА,
- каркасы пультов и приборных досок,
- средства механической защиты от воздействия вибраций и ударов (амортизаторы).

СрОИ – одна из основных частей тела СОИ. Основными средствами СрОИ современных СОИ являются многофункциональные экранные индикаторы (МФИ) , цифровые компьютерные видеомониторы, светосигнальные табло, звуковые и речевые синтезаторы и устройства, факсимильные и телеграфные аппараты.

Органы управления (ОУ) – другая часть тела СОИ. К ОУ относятся тумблеры, кнопки и кнопочные переключатели, галетные переключатели, рычаги, устройства типа электронной мыши, джойстики и др.

Эргономический интерфейс (ЭИ) – это панель пульта, щита управления, на которой представлены (скомпонованы) в определенном порядке средства отображения и органы управления и поясняющие надписи к ним и информационное (ИО) и соответствующее ему программное обеспечение (ПО), которое реализуется с помощью средств вычислительной техники на многофункциональных средств отображения.

ИО и соответствующее ему ПО – «душа» СОИ, интеллектуальная часть ЭИ. Основой ЭИ современных СОИ являются компьютеризированные диалоговые системы (КДС).

КДС – это графические, звуковые или речевые системы обработки и представления информации. В них входят электронные системы поддержки операторов (СПО), электронные инструкторы, электронные библиотеки, экспертные системы и др.

ИО, реализованные средствами компьютерной техники в дальнейшем именуется человеко-компьютерным интерфейсом (ЧКИ).

К ЭИ предъявляются специфические требования – соответствие требованиям человеческого фактора. Это требования, определяемые возможностями зрительного, слухового, тактильного, двигательного аппаратов человека.

Таким образом, особенность СОИ состоит в том, что та ее часть, которая обращена к человеку, должна соответствовать требованиям человеческого фактора, а часть, обращенная к объекту и его системам, – требованиям, предъявляемым к РЭА объекта назначения.

Выбор объектов СОИ для модернизации

Итак, СОИ состоит из двух принципиально различных интерфейсов: ЭИ и АИ. Следовательно, объектами модернизации (ОМ) могут быть АИ и ЭИ раздельно и АИ и ЭИ совместно.

Рассмотрим подходы к модернизации АИ и ЭИ для трех классов объектов:

- объекты, находящиеся в длительной эксплуатации (объекты длительного существования и трудно доступные для наземного обслуживания (ОДСтд), например, космические орбитальные станции,
- объекты, находящиеся в длительной эксплуатации (объекты длительного существования, доступные для наземного обслуживания (ОДСд), например, корабли многоразового использования – корабли самолетного типа
- объекты, которые непрерывно воспроизводятся в течение длительного времени (объекты длительного воспроизводства (ОДВ) - транспортные корабли).

Модернизация аппаратного интерфейса.

Для ОДСтд, как правило, задача модернизации средств АИ не ставится, если не расширяются функции самой ОДС, например, за счет доставки новых модулей на станцию. Ставятся задачи:

- обеспечения работоспособности систем при отказах их составных частей
- продления срока службы (Тсс).

Первая решается путем замены приборов из ЗИП. Вторая - путем анализа возможности работы комплектующих изделий и ЭРИ за пределами, которые установлены технической документацией на них. Если нет физических ограничений на элементы, то продление Тсс решается в зависимости от

текущего состояния технических средств, т.е. по состоянию. Если есть ограничения, то путем замены из состава ЗИП.

Таким образом, главной проблемой ОДСтд является не проблема модернизации, а проблема создания необходимого ЗИП.

Поддержание ЗИП на заданном уровне возможно двумя путями:

- первый – путь изготовления и поставки полного комплекта ЗИП на весь срок существования объекта или
- второй – путь пополнения ЗИП по мере его расходования.

При использовании первого пути происходит консервация средств, а второго - консервация технологий и производства на длительный период, второго - сдерживание внедрения новой техники.

Выбор пути – дело каждого поставщика оборудования. По мнению автора наиболее рационален первый путь. Однако его реализация зависит от способа финансового обеспечения эксплуатации ОДСтд. Можно определенно сказать, что путь воспроизводства устаревающей продукции неперспективен особенно в рыночных условиях. Это подтверждает опыт зарубежных фирм, которые непрерывно обновляют продукцию одного и того же назначения.

Известно, что космические станции наращиваются в процессе эксплуатации. В этом случае может возникнуть задача стыковки существующей СОИ с новыми объектами или системами с целью обеспечения деятельности экипажа с центрального поста управления. Задача решается, если проектом была предусмотрена соответствующая этой задаче система обмена информацией. Если такая система не была предусмотрена проектом, то в этом случае задача модернизации существенно усложняется. Поэтому для космических посещаемых ОДСтд важным показателем качества является приспособляемость СОИ к изменениям в процессе длительной эксплуатации ОДСтд.

Для ОДСд и ОДВ правомерна постановка задачи замены устаревающей элементной и приборной базы. В этом случае производится поэлементная (или поприборная) модернизация СОИ. Путь поприборной модернизации широко использовался в авиации путем замены пилотажно-навигационных и других электромеханических индикаторов на электронные, в частности, на жидкокристаллические.

В космонавтике этот путь использовался при модернизации:

- бортовых часов космических – замена электромеханических часов на электронные,

- индикатора навигационного космического – введение шкал широты и долготы, затем индикации времени до входа в тень и выхода из тени и др.,
- комбинированного электронного индикатора - замена электромеханического шкального устройства на электронный способ формирования шкал в аппаратуре
- системы контроля аналоговых параметров – замена аппаратуры «Стрелка» СОИ «Нептун» ПКА «Союз-Т» на аппаратуру «Стрелка-ВМ СОИ «Нептун» ПКА «Союз-ТМ»,
- сигнальных табло ТСЭ и командно-сигнальных полей – замена электролюминесцентных индикаторов на светодиодные в СОИ «Нептун» ПКА «Союз-ТМ»,
- индикатора ручного ввода информации - замена электролюминесцентных цифровых индикаторов на светодиодные в СОИ «Нептун» ПКА «Союз-ТМ»,
- замена электролюминесцентных мониторов на жидкокристаллические и др.

Однако такой подход, по крайней мере в пилотируемой космонавтике, не приводил к повышению эффективности системы управления и повышению безопасности систем деятельности, тормозил внедрение новых компьютерных и информационных технологий, и поэтому является не только не перспективным, но и тормозящим развитие систем деятельности.

Модернизация эргономического интерфейса

Как было отмечено выше, в ЭИ выделяются две составные части. Это:

- панель пульта, приборной доски вместе с панелями индикаторов, надписями, организованными в определенном порядке и
- человеко-компьютерный интерфейс (ЧКИ).

Совершенно очевидно, что модернизация первой составной части - панели пульта - возможна в ограниченном объеме, так как требует значительных затрат.

Что же касается второй составляющей, то следует иметь в виду, что до 90-х годов понятие ЧКИ на практике не применялось. Оно появилось с началом применения новых компьютерных и информационных технологий в СОИ. СОИ, в которых отсутствуют вычислительные средства, практически не приспособлены к модернизации ЭИ. Так, попытки внедрения различных электронных систем поддержки операторов или экспертных систем путем их наложения на действующие системы, приводили к усложнению, а не к улучшению взаимодействия человека и машины.

С появлением новых компьютерных и информационных технологий появилась возможность создания программно реализуемых диалоговых систем, а следовательно, по-новому решать задачи взаимодействия человека и машины. При переходе на компьютерные технологии возможности модернизации ЧКИ не ограничены или, точнее сказать, зависят от уровня эргономического обеспечения конкретной системы деятельности.

Опыт показывает, что модернизация ЭИ без перехода на новые компьютерные технологии и современные вычислительные средства в СОИ не только космонавтики, но и на промышленных объектах не целесообразна.

Модернизация аппаратного и эргономического интерфейсов действующих объектов

Предлагается следующий подход к модернизации СОИ больших систем:

1. На основе перспективных информационных и компьютерных технологий, тенденций развития средств и методов отображения информации, эргономики и дизайна обосновывается принцип построения перспективной СОИ (щита управления) для конкретного класса объектов.
2. Разрабатывается реальный проект панели пульта СОИ, поэтапная реализация которого в обозримое время может обеспечить достижение перспективного проекта.
3. Разрабатывается проект сопряжения средств панели пульта и обслуживающих их вычислительных средств и средств обработки и преобразования информации с существующим приборным интерфейсом с учетом перспективных информационных технологий.
4. Разрабатывается проект человеко-компьютерного интерфейса с учетом поэтапного или эволюционного перехода от действующего человеко-машинного интерфейса к перспективному человеко-компьютерному.

Наиболее важным является первый этап. В его основу положен принцип ориентации на перспективные технологии. Уровень работ на этом этапе полностью определяется научно-техническим уровнем соответствующей отрасли знаний и техники.

Принцип ориентации на перспективные технологии был предопределен высокими требованиями к массе, надежности, энергопотреблению, устойчивости к факторам космического полета ракетно-космической техники и теми немалыми средствами, которые выделялись на ее развитие.

Применительно к СОИ пилотируемых космических аппаратов этот принцип впервые был апробирован в середине 60-х годов в Филиале ЛИИ

под руководством С.Г. Даревского /1/ при создании СОИ «Звезда» для межпланетного корабля и наземного экспериментального комплекса НЭК.

В дальнейшем этот путь стал основным для автора данной работы. Впервые результаты этой работы были представлены в кандидатской диссертации в 1983г и в открытой печати в /2/. В этой работе было предопределено поэтапное развитие командно-сигнальных пультов, синтезирована панель пульта интегрированной СОИ, показан путь интеграции командных и информационных полей.

На основе современных информационных и компьютерных технологий решена задача синтеза панели пульта СОИ. В последней версии структура панели интегрированной СОИ представлена на рис. 1.

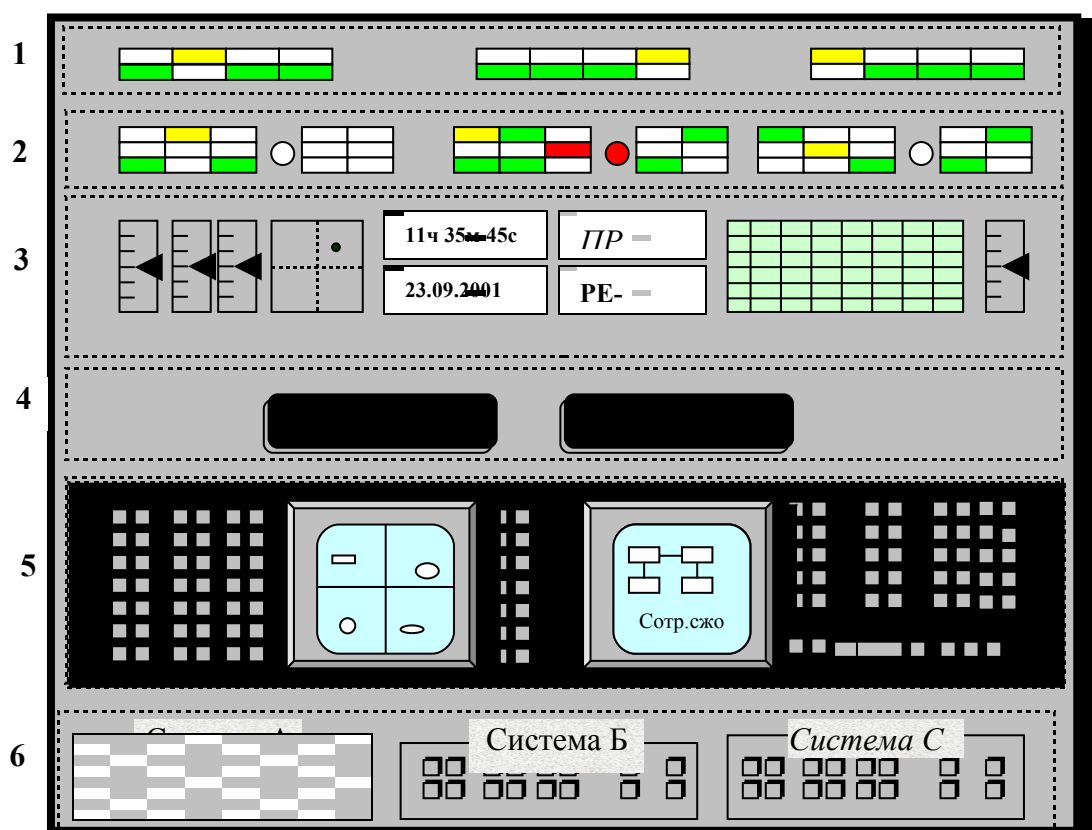


Рис. 1 Структура панели пульта системы отображения информации интегрированной СОИ

1. Панель отображения обобщенного состояния систем объект
2. Панель безопасности. Отображение аварийных событий
3. Панель отображения главных параметров, процессов, ограничений
4. Панель отображения заявок на обслуживание систем, процессов
5. Панель диалоговой системы. Многофункциональные индикаторы. Многофункциональные устройства ввода-вывода информации
6. Панель оперативного управления главными процессами, локализация особых ситуаций

Условно она состоит из шести панелей, каждой из которых поставлен в соответствие один из шести уровней отображения информации

- Первый уровень - уровень отображения обобщенного состояния систем объекта, например, по принципу: работает — не работает, соответствует-не соответствует заданным параметрам функционирования. Иногда этот уровень отображения называют линией спокойствия.

К этому уровню относится информация, необходимая для поддержания психофизиологического состояния операторов на определенном уровне комфортности, например, текущее время, время суток, нахождение в зонах видимости радиосредств и другие. Этому уровню соответствует панель обобщенного состояния систем объекта.

- Второй уровень - уровень отображения аварийно-предупредительной информации. Ему соответствует панель контроля безопасности объекта. Как правило, на этом уровне информация обеспечивается с помощью сигнальных табло, центрального аварийного сигнализатора, аварийно-предупредительных тоновых и речевых звуковых сигналов

- Третий уровень - отображение главных параметров целей деятельности системы в целом и ее составных частей и ограничений, накладываемых на их значение. Это панель отображения главных параметров и ограничений.

- Четвертый уровень. Современные большие системы, как правило являются высокоавтоматизированными объектами, которые не требуют непрерывного обслуживания. Однако для операторов важной является информация о смене режимов функционирования систем, об изменении целей и задач системы деятельности. Для активизации деятельности человека вводится подсистема поддержки операторов, в частности подсистема отображения заявок на обслуживание систем, процессов и соответствующая ей панель отображения заявок на обслуживание.

- Пятый уровень. Это уровень, с помощью которого собственно организовывается управление процессами, системами, ведется связь, вводятся данные и др. На этом уровне используются многофункциональные индикаторы и устройства ввода вывода, вычислительные машины. В простейшем виде на этом уровне могут использоваться, например средства, аналогичные средствам персональных компьютеров в промышленном или специальном исполнении. Этому уровню поставлена в соответствие панель диа-

логовой системы. В задачу проектирования на этом уровне входит задача определения количества многофункциональных средств.

- Шестой уровень. На шестом уровне обеспечивается выдача наиболее важных или часто подаваемых команд, органы паррирования нештатных ситуаций. Этому уровню поставлена в соответствие панель оперативного управления главными процессами, локализации особых ситуаций

Приняв за основу модель панели пульта, представленную выше, задача модернизации СОИ сводится к задачам определения параметров и средств для каждого уровня панели пульта СОИ и проектирования человеко-компьютерного интерфейса. Но это тема другой статьи.

Предложенный подход использовался автором при создании систем отображения информации «Мирзам» и «Плутон» космических станций «Салют» и «МИР» /3/, интегрированного пульта служебного модуля МКС /4/, СОИ «Нептун-МЭ» ПКА «Союз-ТМА» /5/, а также при разработке предложений по модернизации СОИ ВКС «Буран», блочных и центральных щитов АЭС, рабочих мест операторов тепловых станций и АЭС /6/, интегрированного пульта стартового командного пункта руководителя полетов морской авиации.

Выводы

1. Объектами модернизации СОИ сложных объектов являются аппаратный и эргономический интерфейсы.
2. Модернизация аппаратного интерфейса не решает задачу повышения эффективности систем деятельности, а модернизация эргономического интерфейса в не компьютеризированных СОИ без аппаратного не имеет практического значения.
3. Повышение эффективности системы управления возможно при одновременной модернизации аппаратного и эргономического интерфейсов.
4. Модернизацию СОИ рекомендуется проводить на основе предложенного здесь подхода, ориентированного на последовательное приближение объекта модернизации к перспективной модели, научно обоснованной для данного класса объектов.

Литература.

1. Ю.А. Тяпченко. Сергей Григорьевич Даревский – первый главный конструктор СОИ ПКА и тренажеров для подготовки космонавтов/
<http://www.cosmoworld.ru/spaceencyclopedia/publications/dar.pdf>
2. Ю.А. Тяпченко. Разработка и исследование компактных систем отображения информации пилотируемых космических объектов//Кандидатская диссертация/ СОКБ ЛИИ, г. Жуковский, 1981, 193 стр.
3. Пульт управления заправкой станций «Салют» и «МИР»///Авионика России: Энциклопедический справочник. Научное издание/ Под общей научной редакцией С.Д. Бодрунова. СПб.: Национальная Ассоциация авиаприборостроителей, 1999 г., С.-471-472
4. Ю.А. Тяпченко, В.И. Безроднов. ПЭВМ на борту пилотируемого космического аппарата/ Современные технологии автоматизации СТА. ф. Прософт г. М. 1/97. стр. 34-37
5. Ю.А Тяпченко, Ю.Ф. Александров, Е.И. Бондарев и др. Патент на промышленный образец № 46998 «Система отображения информации и органов управления». Приоритет от 20.11.1999г.
6. Ю.А. Тяпченко. Подходы к синтезу систем отображения информации энергоблоков/ Прикладная эргономика. Специальный выпуск: Эргономика в энергетике //Ассоциация прикладной эргономики, М. 1993 вып. 3.
См. также
http://www.cosmoworld.ru/spaceencyclopedia/publications/soi_zyra.pdf