

О возможности переноса технологий пилотируемой космонавтики в области систем отображения информации в другие отрасли

Ю.А Тяпченко

В докладе рассматриваются возможные направления использования в других отраслях промышленности (ДОП) результатов работы по системам отображения информации (СОИ) пилотируемых космических объектов (ПКО).

СОИ – это человеко-машинный интерфейс (ЧМИ) технической системы (ТС). ЧМИ состоит из двух интерфейсов: аппаратного (АИ) и эргономического (ЭИ).

ЭИ современных СОИ обеспечивается программным обеспечением компьютеризированной диалоговой системы (КДС), средствами представления информации в световой, звуковой, речевой, тактильной и иных формах (СПИ), органами управления (ОУ), компоновкой СПИ и ОУ на панелях пультов.

АИ - это устройства сопряжения СПИ и ОУ с объектом управления (устройства ввода-вывода - УВВ), вычислительными средствами (ВС), устройствами преобразования информации (УПИ).

В соответствии с этим возможны несколько направлений поиска объектов для применения в ДОП. Это: организационно-технические методы (ОТМ) создания СОИ, средства АИ, средства ЭИ, принципы и методы построения КДС ЭИ, принципы и методы структурной организации СПИ и ОУ на панелях пультов.

Показано, что по части направлений в отечественной пилотируемой космонавтике имеются достижения мирового уровня. Приводятся примеры их применения в энергетике.¹

Введение

Совершенно очевидно, что космонавтика базируется на новых технологиях. Новые технологии требуют значительных вкладов, поэтому, финансируя отрасль, в которой они начинают применяться, ин-

¹ Настоящая статья – копия статьи автора, опубликованной в трудах “1-ая Международная конференция-выставка “Малые спутники, новые технологии, достижения, проблемы и перспективы международного сотрудничества в новом тысячелетии. 16-20 ноября 1998г. Г. Королев Московской области”. В статье заменен рисунок 1 на два аналогичных рисунка, дана оценка прогнозам, которые сделал автор в докладе и представлен фрагмент доклада, который автор сделал по просьбе Э.П.Козубова на совещании в кризисном центре атомной энергетики.

вестор вправе рассчитывать на возврат вложенных средств в виде прямых результатов космической деятельности, или в виде доходов от внедрения новых технологий в других отраслях промышленности (ДОП) или при производстве товаров народного потребления (ТНП).

СОИ, как человеко-машинный интерфейс (ЧМИ), является одной из наиболее специфических составных частей системы управления (СУ) большой системы (БС), в том числе пилотируемого космического объекта (ПКО). СОИ - это система обеспечения деятельности операторов БС.

Современные СОИ - сложная часть радиоэлектронной бортовой аппаратуры (РЭА), при создании которой используются разнообразные технологии.

Конструктивно СОИ представляют собой пульта управления (ПУ), приборные доски (ПД), щитки (щиты) управления (ЩУ). В состав СОИ входят средства представления информации (СПИ), органы управления (ОУ), устройства ввода-вывода информации (УВВ), устройства преобразования информации (УПИ), вычислительные средства (ВС), источники питания и другие типы РЭА.

Как ЧМИ, СОИ состоит из двух интерфейсов:

- аппаратный интерфейс (АИ) и
- эргономический интерфейс (ЭИ).

АИ - это "железо" или тело системы, в состав которого входят устройства сопряжения СПИ и ОУ с объектом управления (устройства ввода-вывода - УВВ), вычислительные средства (ВС), устройства преобразования информации (УПИ), СПИ, как средства РЭА, каркасы пультов и приборных досок и средства механической защиты от воздействия вибраций и ударов (амортизаторы).

СПИ – одна из основных частей тела СОИ. Основными средствами СПИ являются МФИ - многофункциональные экранные индикаторы, 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 и др.

ЭИ - это компьютеризированная диалоговая система (КДС), информация в световой, звуковой, речевой и других формах, размеры, форма и цвет органов управления и отображения, компоновка средств на панелях пультов и приборных досок, цвет и свет всех элементов рабочего места оператора, другие элементы дизайна и эргономики.

Информационное (ИО) и соответствующее ему программное обес-

печение (ПО) КДС – «душа» СОИ, интеллектуальная часть ЭИ. Современные 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 т.д.).

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. Такая двойственность приводит к необходимости учета большого количества факторов. Эта же двойственность делает СПИ одними из дорогостоящих средств РЭА. По уровню развития таких средств можно оценивать уровень развития того или иного общества, давать оценку отношения государства к человеку.

ЧМИ присутствует в любой технической системе (ТС). Средства представления информации и органы управления являются основой аудио и видео техники, персональных ЭВМ, современной бытовой техники, игровых автоматов и т.д. Это создает благоприятные предпосылки для решения проблемы возврата вложенных средств или для оценки влияния космонавтики на развитие аналогичных средств в ДОП и ТНП.

В соответствии со сказанным задача оценки возможности переноса космических технологий в области СОИ в другие отрасли является актуальной.

Основные результаты работ по СОИ, полученные, в рамках пилотируемой космонавтики

В истории пилотируемой космонавтики выделяется пять поколений СОИ, которые отличаются уровнем сжатия команд-информации и методами представления информации:

1. СОИ ПКА Восток, Восход.
2. СОИ экспериментального корабля ЗКВ №6.
3. СОИ кораблей Союз, станций Салют, Алмаз.
4. СОИ станций МИР и ВКС Буран.
5. СОИ модернизируемого корабля Союз-ТМА и МКС "Альфа".

Особенности каждого поколения систем представлены в 1998г. в докладе автора на 25-х юбилейных общественно-научных чтениях, посвященных памяти Ю.А. Гагарина и здесь не рассматриваются.

К основным достижениям в области СОИ, которые были получены впервые в мировой практике, относятся:

- Организация работ по созданию СОИ, или организационно-технические методы проведения работ по СОИ.
- Создание уникальных бортовых средств отображения информации. Так, впервые в мировой практике были созданы и применены средства отображения на основе вакуумных электронно-лучевых трубок, светодиодов, жидкокристаллических цифровых индикаторов, дискретных и матричных электролюминесцентных, катодлюминесцентных, плазменных индикаторов и мониторов, многошкальных и двухкоординатных приборов со световым отсчетом и др.
- Создание впервые в мировой практике бортовых компактных ручек управления движением летательного аппарата, кнопочных органов управления и применение их на летательных аппаратах, в том числе в СОИ ПКО.
- Создание впервые в России бортовой электроннооптической информационно-поисковой системы (ИПС) и применение ее на станции Салют 3.
- Создание впервые в мировой практике дисплейных систем с использованием видеоконтрольных устройств телевизионного типа в СОИ кораблей Союз-7к (ВНИИ телевидения г. С/П, НИИР НПО "Фазотрон" г. Москва, СОКБ ЛИИ г. Жуковский), в СОИ станций Салют комплекса Алмаз (СОКБ ЛИИ г. Жуковский) и в СОИ станции МИР с использованием газоразрядных матричных мониторов (НПО "Элас" г. Зеленоград, НИИ ГРП г. Рязань) и использование их в качестве основных средств обеспечения деятельности операторов больших систем при управлении движением объекта и обслуживании бортового комплекса.
- Разработка методов программно-временного управления бортовыми системами и разработка на этой основе принципов построения диалоговой системы электронных СОИ больших систем.

К безусловным достижениям космонавтики следует отнести создание легких сварных и клепаных конструкций пультов и приборных досок и средств защиты от механических воздействий.

Можно утверждать, что в области СОИ сложных объектов советская пилотируемая космонавтика способствовала выходу России в этой области на мировой уровень.

Высокий уровень работ по СОИ подтверждается наличием боль-

шого количества изобретений, многими наградами ведущих специалистов по СОИ и признанием во всем мире эргономики, как одного из ведущих научных направлений конца 20-го века и начала 21-го.

Выбор объектов для применения в ДОП и ТНП

Вышеуказанное представление и достижения в области СОИ позволяют рассматривать следующие объекты для применения в ДОП и ТНП.

1. Организационно-технические методы (ОТМ) создания аппаратной и программной частей СОИ.
2. Средства аппаратного интерфейса (АИ) СОИ.
3. Средства эргономического интерфейса (ЭИ) СОИ.
4. Методы представления информации и организации взаимодействия человека и машины.
5. Принципы и методы структурной организации СПИ на панелях пультов и приборных досок.

Оценка возможности использования достижений космонавтики в ДОП и ТНП

Организация работ по созданию СОИ.

Вышеуказанные достижения стали возможными благодаря принятой в российской пилотируемой космонавтике схеме организации работ по СОИ. Эта схема была одобрена ЦК КПСС и Советом министров СССР, поддержана АН СССР, министерствами военно-промышленного комплекса (ВПК), РКК "Энергия" им. С.П. Королева, ФНПЦ «НПО машиностроения» г. Реутов, ГКНПЦ им. М.В. Хруничева и рядом самолетных ОКБ.

В основу предложенной схемы была положена концепция, в соответствии с которой создание высокоэффективной СОИ, отвечающей требованиям космонавтики при ограничениях на материальные и финансовые ресурсы, возможно при условиях, что

- а) СОИ – это составная часть единой иерархической системы управления объектом, на верхнем уровне которой находится человек и
- б) СОИ – это единая система обеспечения деятельности операторов.

Такой подход предполагает возложение ответственности за созда-

ние СОИ на одно предприятие и единство научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ. В космонавтике эта функция была возложена СОКБ ЛИИ г. Жуковский.

Предложенный подход к СОИ позволил:

- создать специализированные подразделения и скоординировать их деятельность по созданию всех компонентов СОИ,
- научно обосновать эргономические и технические требования к СОИ и ее компонентам,
- создать моделирующие исследовательские стенды, которые затем стали основным средством начальной подготовки космонавтов,
- отработать технологию проектирования, изготовления, отработки и поставки СОИ, как единых интегрированных систем.

Принятая схема позволила создать СОИ для корабля Выход в течение одного года (от постановки задачи до поставки штатного комплекта). Столько же времени потребовалось для создания и отработки СОИ «Мирзам» для станции Салют и др. Основными организационно-техническими документами при создании космической техники являются положения по обеспечению качества ракетно-космической техники, ЕПСИ - единые планы создания изделий, КПЭО - комплексные планы экспериментальной отработки изделий и ПОНБ - планы (программы) обеспечения надежности и безопасности изделий.

Эффективность подхода к созданию СОИ, как к единой системе, была подтверждена опытом работы НИИАО при создании пилотажно-навигационных комплексов (ПНК) для самолетов ИЛ-96, ТУ-204, ИЛ-114 и совместно с одной из фирм США - для самолета БЕ-200. Моделирующие стенды отработки ПНК в НИИАО в последующем стали основными средствами подготовки экипажей новых самолетов.

Совместно с НПО АП г. Москва, ОКБ машиностроения г. Горький и предприятиями Минатома СССР схема работ, принятая в космонавтике, была предложена при создании автоматизированных систем управления (АСУ) технологическими процессами энергоблоков перспективных АЭС и при модернизации АСУ КлАЭС.

Эта схема может быть рекомендована для применения при создании СОИ АСУ ТЭЦ, ГЭС, различных объектов промышленного назначения.

Средства аппаратного интерфейса

Как было сказано выше, АИ - это тело системы, в состав которого входят УВВ, ВС, УПИ, СПИ, ОУ, как средства РЭА и каркасы пультов и амортизаторы.

Средства отображения визуальной информации.

Главными элементами современных СОИ больших систем являются их вычислительные системы (ВС) и многофункциональные средства отображения информации (МФСОИ или МФИ). Остальные средства РЭА СОИ являются зависимыми от ВС и МФИ.

Основой МФИ являются экранные индикаторы на основе электроннолучевых трубок (ЭЛТ), жидкокристаллических (ЖКИ), электролюминесцентных (ЭЛИ), газоразрядных (ГРИ) или плазменных и катодлюминесцентных (КЛИ) панелей.

Несмотря на отмеченные выше впечатляющие достижения российской космонавтики по бортовым средствам отображения информации, практически ни одно из них не нашло своего применения и развития в России и других странах СНГ. Основная причина этому отрыв космических технологий от уровня производств ТНП, их высокая стоимость и соответственно большие затраты на организацию массового производства. Эта ниша быстро была занята зарубежными странами. Конкурентоспособными остаются технологии катодлюминесцентных и плазменных индикаторов. Но для организации массового производства экранов на их основе требуются значительные инвестиции.

Выбор видеомониторов СОИ зависит не только от их физической основы, но и от способа формирования изображения. Здесь мы выделяем три класса видеомониторов: видеомониторы телевизионного типа (ТВ-мониторы, ТВ-приемники), специализированные видеомониторы с функциональным методом формирования изображения на экране и видеомониторы типа VGA, SVGA с аналоговыми и цифровыми входами.

Основным достижением космонавтики явилось использование ТВ-мониторов для отображения разнообразной информации и совмещение ее с ТВ-информацией. Это достижение позволяло создавать в течение многих лет высокоэффективные СОИ и решать задачи, которые другим методам были недоступны.

В настоящее время встал вопрос: развивать ТВ-мониторы и на них отображать дисплейную информацию или использовать те матричные мониторы, которые используются в персональных компьютерах, и на них отображать ТВ-информацию и решать задачу ее совмещения с дисплейной.

Несмотря на неоспоримые достижения в рамках первого пути,

здесь предлагается второй, т.е. решение задачи отображения ТВ-информации на мониторах персональных компьютеров.

Соответственно, СОКБ КТ НИИАО и ТОО «СОБИ Видеоскан» г. Москва предлагают в формате микро-РС бортовые и наземные устройства преобразования ТВ-информации, совмещение ее с дисплейной информацией и вывод совмещенной информации на VGA- видеомониторы.

Вычислительные системы СОИ.

В космонавтике, авиации, ядерной энергетике и других отраслях промышленности для решения задач СОИ создавались специализированные вычислители. Это приводило к параллелизму в работе, необоснованным затратам, невозможности широкого использования достижений одной отрасли в другой. В конце 80-х годов мы обосновали целесообразность перехода к использованию наземных технологий для решения задач отображения информации в системах специального назначения. В качестве базовой предложена концепция, ориентированная на создание вычислительных средств, аппаратно и программно совместимых со средствами IBM PC. Основываясь на этой концепции, создаются СОИ для модулей российского сегмента международной космической станции и корабля-спасателя Союз-ТМА. С учетом возможности использования наземного программного обеспечения для решения задач отображения, этот путь может оказаться оптимальным. В свою очередь наземные технологии будут обогащаться достижениями военно-ориентированных отраслей.

Таким образом, для уменьшения затрат на создание специализированных СОИ и создание условий для быстрого возврата средств, вложенных в военно-ориентированные отрасли предлагается отказаться от дорогостоящих специальных разработок и перейти к использованию наземных компьютерных и информационных технологий.

Средства световой сигнализации

Для систем сигнализации ПКА были созданы сигнализаторы на основе электролюминесценции (ЭЛИ). Этот тип сигнализаторов широко использовался в пультах всех отечественных ПКО, в том числе безотказно в течение более 13 лет на станции МИР. ЭЛИ могли бы найти широкое применение в промышленности, но в России все работы в этом направлении прекращены, а восстановление их производства требует инвестиций. Для применения в промышленности целесообразно рассмотреть сигнализаторы на основе вакуумной или катодлюминес-

ценции (ВЛИ), технология которой в России поддерживается на высоком уровне.

Органы управления.

Органы управления (ОУ) - это средства воздействия на объект управления и диалоговую систему. Это рукоятки управления движением, тумблеры, кнопки и кнопочные и галетные переключатели, рычаги и др.

Отечественная космонавтика оказала прямое влияние на переход в авиации и в робототехнических системах к компактным, так называемым боковым, ручкам управления движением самолетов, роботами и манипуляторами. Боковые ручки управления вместо штурвала впервые появились на корабле Восток. Как ни покажется странным, широкое применение в отечественной авиации боковых ручек началось после появления их на зарубежных самолетах. До этого они широко и эффективно применялись на вертолетах.

Современные ручки управления – это эргономически сложные устройства. И очевидно, сложность их будет непрерывно возрастать, поэтому для их развития требуются инвестиции, как в рамках космических программ, так и в рамках программ развития авиации и робототехники.

Кнопочные ОУ, вместо тумблеров и других типов ОУ, стали основным средством управления в авиации, СОИ промышленных объектов, компьютерной технике и др.

Средства эргономического интерфейса

ЭИ современных СОИ – это, прежде всего, компьютеризированная диалоговая система (КДС) обеспечения деятельности оператора большой системы и централизованная система аварийной и предупредительной световой, звуковой и речевой сигнализации (ЦСС).

Как было сказано выше, в качестве основного технического средства КДС предлагаются средства на основе ПК, аппаратно и программно совместимых с ПК типа IBM PC. Создание СОИ на основе подобного типа ПК ведется в рамках международной космической станции и для корабля-спасателя Союз-ТМА.

Работы по обоснованию принципов построения ЦСС ведутся многими научными коллективами во многих странах под различными наименованиями: электронные инструкторы (ЭИ), системы поддержки операторов (СПО), экспертные системы (ЭС) и др. Анализ задач и

функций ЦСС показывает, что они могут быть реализованы на средствах, аналогичных средствам КДС.

Основой КДС ЭИ является информационное (ИО) и соответствующее ему программное обеспечение (ПО) КДС. ИО и ПО КДС – это интеллект СОИ, и он индивидуален для каждого типа объектов. Общими могут быть принципы построения диалогов и методы проектирования ИО и ПО.

СОКБ КТ НИИАО совместно с РКК "Энергия" в рамках программы МКС «Альфа» ведут работы по созданию ПО бортовой диалоговой системы. При этом перспективным направлением считается создание пользовательского интерфейса, который по эффективности не уступал бы интерфейсам Microsoft

Такая ориентация сделана потому, что доминирующими средствами стали персональные компьютеры с открытой архитектурой (аппаратный интерфейс) и пользовательские интерфейсы, принятые, например, в ОС Norton Commander, Windows и др. Достижения наземных технологий предлагается использовать при создании бортовых СОИ. Кроме космонавтики, в настоящее время к такому выбору склонны многие отечественные и зарубежные фирмы применительно к объектам различного назначения, в том числе в авиации. Совершенно очевидно, что результаты этой работы в последующем могут найти применение в других отраслях промышленности и на подвижных объектах различного назначения.

Методы представления информации и организации взаимодействия человека и машины.

В космонавтике были предложены принципиально новые подходы к построению СОИ, как человеко-машинного интерфейса (ЧМИ). Эти подходы основаны на следующих принципах:

- возможность программного представления целей и задач деятельности любой сложной системы;
- возможность представления в виде иерархического дерева любой сложной системы деятельности
- возможность программного представления целей и задач функционирования систем, подсистем, блоков и т.д. большой системы

Возможность программного представления любой заданной наперед цели является научной гипотезой, которая доказана советским ученым Г.В.Корневым. Основываясь на этой гипотезе, мы говорим, что

для достижения заданной цели необходимо разрабатывать программы, направленные на их достижение, и ограничения, накладываемые на программы. При этом число программ, направленных на достижение заданных целей, конечно.

Программа это последовательность исполняемых команд, в результате которых включаются (переключаются или выключаются) агрегаты, задаются уставки на отклонение осей двигателя, регулируется подача топлива и т. д. При отклонении параметров от заданных значений происходит переключение на другие программы.

При программном представлении целей и задач системы деятельности, в задачу операторов входит контроль исполнения программ и ограничений, выдача команд при их неисполнении в автоматическом режиме или переключение на другие программы при выходе за заданные ограничения

Рассмотрим некоторые примеры.

Автомобиль и автомобилист.

Автомобиль является средством передвижения или транспортирования груза. Водитель решает транспортную задачу, соблюдая правила дорожного движения и обеспечивая меры безопасности. Ему необходима та информация, которая позволила бы прибыть из точки А в точку Б в заданное время и при заданных ограничениях. Таким образом, для достижения заданной цели необходимы данные о времени, маршруте передвижения с учетом ограничений на движение (одностороннее движение, ограничения по массе и скорости и др.) и информация об ограничениях на эксплуатацию автомобиля (остаточный запас горючего, температура двигателя, давление масла и др.). Исходя из изложенного, оптимальным было бы представление карты с оптимальным маршрутом движения, на котором указаны все ограничения на движение.

В качестве дополнительной для автомобилиста важна информация о наличии заторов на пути следования и подсказка возможных путей объезда заторов. Эту функцию уже частично решает, например, М-радио в Москве, которое, таким образом, является элементом системы поддержки автомобилистов. Несложно представить себе дальнейшее развитие информационной системы поддержки автомобилистов. Это спутниковая навигационная система, информационная вычислительная сеть с передачей информации о состоянии дорог по различным направлениям, изменениям на трассах и рекомендациям и других данных непосредственно на компьютеры автомобиля.

При возникновении нештатных ситуаций задача водителя меняется. Например, топливо на исходе. Главной целью становится дозаправка. Следовательно, водитель переключается на новую программу - программу поиска заправочной станции и заправки. Выбор заправочной должен осуществляться с учетом оставшегося запаса топлива, расстояния до заправочной, стоимости и т.д.

При возникновении критических ситуаций, после которых эксплуатация автомобиля становится опасной вновь, меняется программа действий водителя: он переходит к задаче обслуживания автомобиля. Решает он эту задачу сам или с помощью сервисной службы принципиального значения не имеет, так как в обоих случаях необходимо найти неисправность и затем ее устранить, а для этого необходима новая программа - программа поиска неисправности и ее устранения. Если для устранения неисправности требуются запчасти, неплохо бы иметь информацию о наличии ЗИП в ближайшем сервисном центре или магазине, ее стоимости. Таким образом и здесь мы приходим к необходимости создания единой информационной сети, единой базы данных для создания системы поддержки водителя.

Самолет

Задача летчика - доставить пассажиров из пункта А в пункт Б. Он должен управлять процессом: ввести необходимые навигационные данные, включить необходимые агрегаты, двигатели, вырुлить на полосу, разогнать самолет, взлететь, выйти на заданный маршрут, осуществить полет по заданному маршруту с соблюдением правил воздушного движения, войти в зону аэродрома, осуществить посадку и т.д. При возникновении опасной ситуации его задача спасти любой ценой пассажиров и не нанести непоправимого ущерба людям на земле. Поэтому важным требованием к СОИ самолета, как и автомобиля и любой другой системы, является оповещение экипажа о наступлении критических ситуаций формирование программ выхода из этих ситуаций. Это и есть функция СПО, которая при данном подходе является неотъемлемой частью человеко-машинного интерфейса (ЧМИ).

Космический корабль.

С точки зрения управления цель полета - доставка экипажа на станцию и по окончании работ - возврат его на землю.

Полет корабля состоит из ряда последовательных этапов. В задачу космонавтов входит ввод начальных данных для каждого из этапов, запуск соответствующих программ и контроль их исполнения, контроль

расхода ресурсов корабля, при необходимости контроль и управление режимами работы бортовых систем, ведение связи с землей и др.

Основываясь на вышеуказанном подходе к построению ЧМИ, СОКБ КТ совместно с РКК "Энергия" впервые в мировой практике приступили к созданию одноэкранных диалоговых СОИ для модернизируемого корабля Союз-ТМА и ручного контура управления бортовыми системами российского сегмента МКС.

В настоящее время определены технология разработки информационного обеспечения СОИ, структура и состав главного и вспомогательных меню, основные форматы отображения, обоснована постоянно отображаемая часть информации и др.

Принципы и методы структурной организации СПИ на панелях пультов и приборных досок.

Одним из научных и практических достижений космонавтики является решение задачи синтеза компактных СОИ больших систем (БС). До космонавтики СОИ БС создавались на основе параллельных способов представления и ввода информации. СОИ, построенные подобным образом, например, на блочных щитах объектов энергетики занимают несколько десятков квадратных метров. Громоздкостью отличались СОИ самолетов.

В рамках космических пилотируемых программ были решены основные проблемы синтеза компактных СОИ. На этой основе были созданы все отечественные системы ручного контура управления, в том числе комплекса Алмаз, станций Салют и МИР, ВКС Буран. Общий вид обобщенной панели интегрированного пульта СОИ приведен в ряде работ, в том числе в работе ¹.

Основываясь на вышепредставленной концепции синтеза современных компьютеризированных СОИ, нами совместно с НПЦ автоматики и приборостроения имени академика Н.А. Пилюгина, ОКБ машиностроения г. Нижний Новгород были предложены интегрированные СОИ АСУ объектов энергетики², **примеры которых приведены на рис. 1 и 2.**

В 90-х годах синтезирована одноэкранный СОИ для модернизируемого корабля Союз-ТМА. Это принципиально новый результат. Его достижение стало возможным благодаря последним достижениям эргономики, электроники, компьютерной графики и новому подходу к организации человеко-машинного интерфейса. Внедрение полученных

результатов в других отраслях промышленности может привести к большой экономии технических и программных средств и способствовать существенному повышению эффективности работы операторов и в целом безопасности больших систем деятельности.



Рис. 1. Интегрированный БЦУ АЭС. Технические предложения

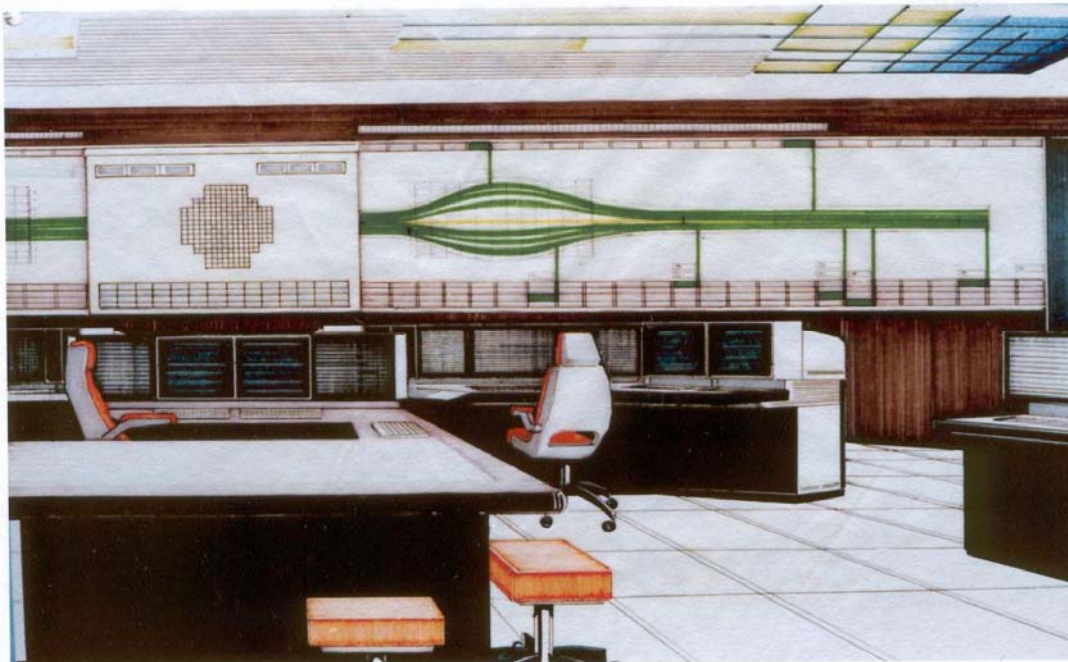


Рис. 2. Предложения по модернизации БЦУ одной из АЭС

Выводы

1. Космонавтика способствовала интенсификации работ по созданию средств обеспечения деятельности человека в больших системах, решению задачи синтеза интегрированных СОИ, разработке принципов построения компьютеризованных интеллектуальных СОИ диалогового типа.
2. Для широкого использования в промышленности и энергетике могут быть рекомендованы отработанные в рамках космических программ:
 - 2.1. Организационные принципы создания СОИ больших систем.
 - 2.2. Принципы построения интеллектуальных диалоговых, в том числе одноэкранных СОИ.
 - 2.3. Технические и программные средства совмещения ТВ и дисплейной информации и представления ее на VGA-мониторах.
 - 2.4. Средства преобразования цифровой дисплейной информации и отображения ее на ТВ-мониторах.
3. Применение наземных компьютерных и информационных технологий в СОИ промышленных и различного рода подвижных объектов будет способствовать существенному уменьшению затрат на их создание и повышению эффективности работы операторов и в целом безопасности больших систем деятельности.

¹ Ю.А. Тяпченко Подходы к синтезу систем отображения информации энергоблока/ Прикладная эргономика. Специальный выпуск: Эргономика в энергетике// М.: Ассоциация прикладной эргономики. Вып.3, 1993

² Ю.А. Тяпченко Generic Information Display System for the Center of the Nuclear Power Station Unit Operator Systems in Nuclear Power Plants /Proceedings of the Special Meeting held in Moscow, Russian Federation, 17-21 May 1993. IAEA. Pp.165-176// International Atomic Energy Agency. IAEA-TECDOC-726; ISSN 1011-4289. IAEA, Vienna 1994/

Январь 2006 год. Дополнение к докладу и статье автора 1998г.

1. Правильность выводов по п. 1 подтверждается как последующими работами, выполненными под руководством автора в интересах больших систем различного назначения, так и работами других коллективов.
2. Автор не отказывается от рекомендаций по п.п. 2.1, 2.2, а по пунктам 2.3, 2.4 приходится констатировать, что происходит интеграция телевизионных и дисплейных форматов отображения. При этом основными средствами СОИ постепенно становятся дисплеи компьютерных систем, и обеспечивается ввод телевизионной, радиолокационной и других видов информации для отображения на компьютерных видеомониторах.
3. В нашей стране и за рубежом, как правильно отмечено в п.3 выводов, основная тенденция – это переход к использованию наземных компьютерных технологий во всех отраслях промышленности и народного хозяйства. Эти технологии получили название COTS-технологий. В настоящее время для России – это очевидно наиболее рациональный путь развития и модернизации систем управления любого уровня.

За период после доклада под руководством автора были завершены:

- работы по созданию интегрированных СОИ для ПКА “Союз-ТМА” и пульта для международной космической станции;
- в соответствии с предлагаемой концепцией построения интегрированных СОИ и с учетом ранее выполненных работ в интересах атомной промышленности подготовлены предложения по направлениям модернизации и развития БЩУ АЭС, которые были доложены на совещании в кризисном центре концерна “Росатомэнерго”. К сожалению эта работа дальнейшего развития не получила, как думается по вине автора ;
- под руководством автора ведется работа по созданию интегрированного пульта руководителя полетов стартово-командного пункта одного из перспективных кораблей. В этом проекте автор пытается реализовать основные принципы построения ЧКИ. В этой работе участвуют талантливые специалисты с системным мышлением как со стороны

заказчика, так и со стороны исполнителя, а также выдающиеся летчики и ученые морской авиации.

Как всегда отмечалось, в интегрированных СОИ главным является проблема построения человеко-компьютерного интерфейса – проблема взаимодействия человека с системой, в которой компьютер сегодня – последнее дело. С технической стороны компьютерные СОИ не может делать только ленивый. А вот проблема ЧКИ остается на заднем плане даже у тех, в том числе и в космонавтике, кто принципиально несет юридическую ответственность за организацию деятельности человека в сложной или большой системе.

Так, несмотря на все усилия, которые предпринимал автор совместно с видными учеными и специалистами РКК “Энергия” и ЦПК им. Ю.А. Гагарина по приведению ЧКИ СОИ “Нептун-МЭ” корабля “Союз-ТМА” в соответствие с рекомендациями, он (ЧКИ) так и остался на примитивном докомпьютерном уровне.

Как и предупреждал автор игнорирование этого факта может привести не к повышению, а снижению эффективности работы космонавтов. Так по существу и произошло. Объем инструкций для космонавтов не уменьшился, а увеличился. Эффективность не повысилась, а проблем для пожилых космонавтов прибавилось. Все это едва ли не привело к возврату к прежней системе. Спасли ее иностранные космонавты.

К сожалению видные Советские эргономисты либо работают на инокомпании, либо переквалифицировались, либо уже не в состоянии исправить ситуацию в силу своего возраста. Молодые специалисты вынуждены заниматься бизнесом, иногда далеким от эргономики, в то время как в США проблема научного обоснования принципов построения ЧКИ является одной из фундаментальных.

Как приложение к данной работе без комментариев, приводятся основные слайды вышеуказанной презентации. Может быть, кому-то она окажется полезной.

ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ ИНТЕГРИРОВАННЫХ ЦЕНТРОВ УПРАВЛЕНИЯ ЭНЕРГОБЛОКОВ

(Презентация подготовлена в соответствии с договоренностью с Э.П. Козубовым для предварительного обсуждения о возможных путях построения центров управления вновь вводимых блоков АЭС)

В презентации использованы результаты работ, выполненных Ю.А. Тяпченко-руководитель по СОИ, Д.А. Румянцевым-дизайнер (ВНИИТЭ), Д.М.Рамендик-психолог (МГУ), Ю.Ф. Александровым-системный инженер, А.Л.Валовой-психолог, Н.А. Новиковой-эргономист (СОКБ КТ НИИАО), С.Л. Шацким-системный инженер (ОКБ машиностроения г. Н/Новгород), В.Н. Морозовым-руководитель работ по АСУ, Б. Лукьяновым-системный инженер (НИИАП г. Москва) при активном участии многих специалистов КЛАЭС и НИАЭП г.Н/Новгород. Концептуальные вопросы, вошедшие в данный доклад, представлялись: на технических совещаниях по вопросам реконструкции систем контроля и управления первой очереди Калининской АЭС (протокол от 07.08- 12.08. 1993 12.08.1993г и протокол от 01.02-3.02. 1994г, утвержденные Н.Н. Давиденко соответственно 12.08.93 и 3.02. 1994г.), в письме заместителю начальника ГНТУ Минэнергоатом РФ Ю.Г. Ткачуку (исх НИИАО 4/21 от 20.04.94), на совещании ЗГИ, нач. цехов ТАИ и представителей заинтересованных организаций по вопросам техперевооружения (модернизации) в концерне «Росэнергоатом» 18-21 октября 1994г, на заседании Координационного совета по АСУТП АЭС от 1-2 ноября 1994 в НИКИЭТ под председательством КС АСУТП АЭС М.Н. Михайлова (протокол утвержден Л.Д. Рябовым 27.11.1994г), на симпозиуме МАГАТЭ (Москва, 17-21 Мая 1993), международной конференции в г. Королев (16-20 ноября 1998г.), были опубликованы в печати.

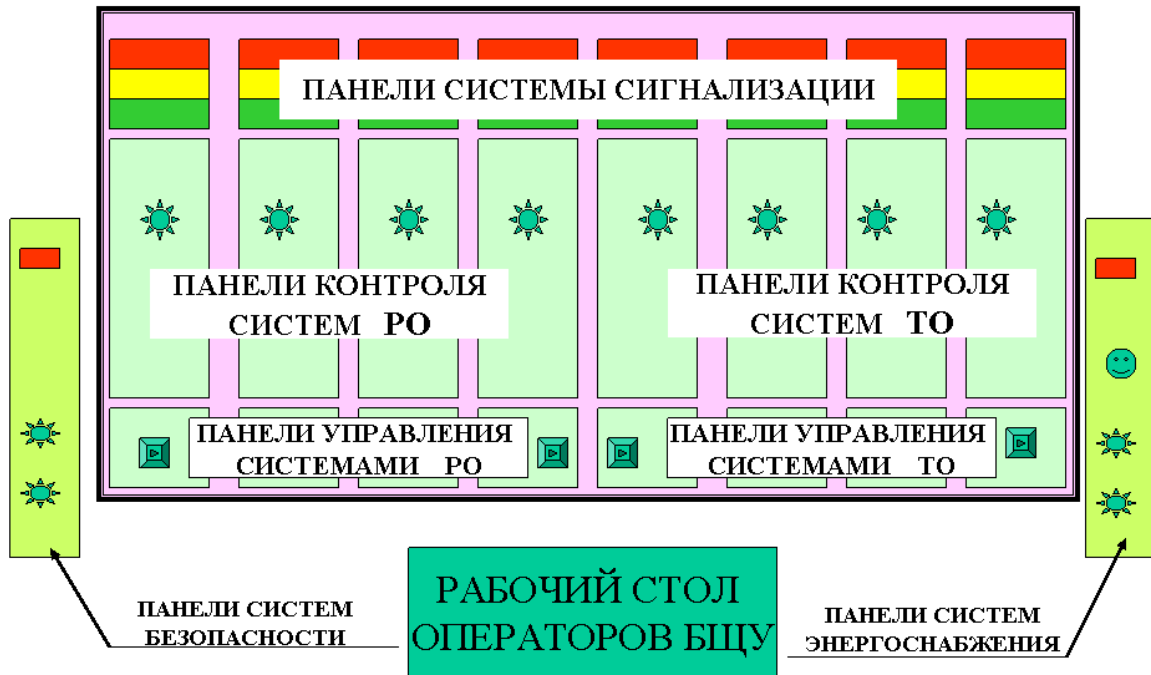
ЭТАПЫ РАЗВИТИЯ БЩУ или ЦЕНТРОВ УПРАВЛЕНИЯ ЭНЕРГОБЛОКАМИ АЭС

В ИСТОРИИ РАЗВИТИЯ БЩУ или ЦЕНТРОВ УПРАВЛЕНИЯ ЭНЕРГОБЛОКОВ АЭС ИМЕЮТ МЕСТО 4 ЭТАПА РАЗВИТИЯ:

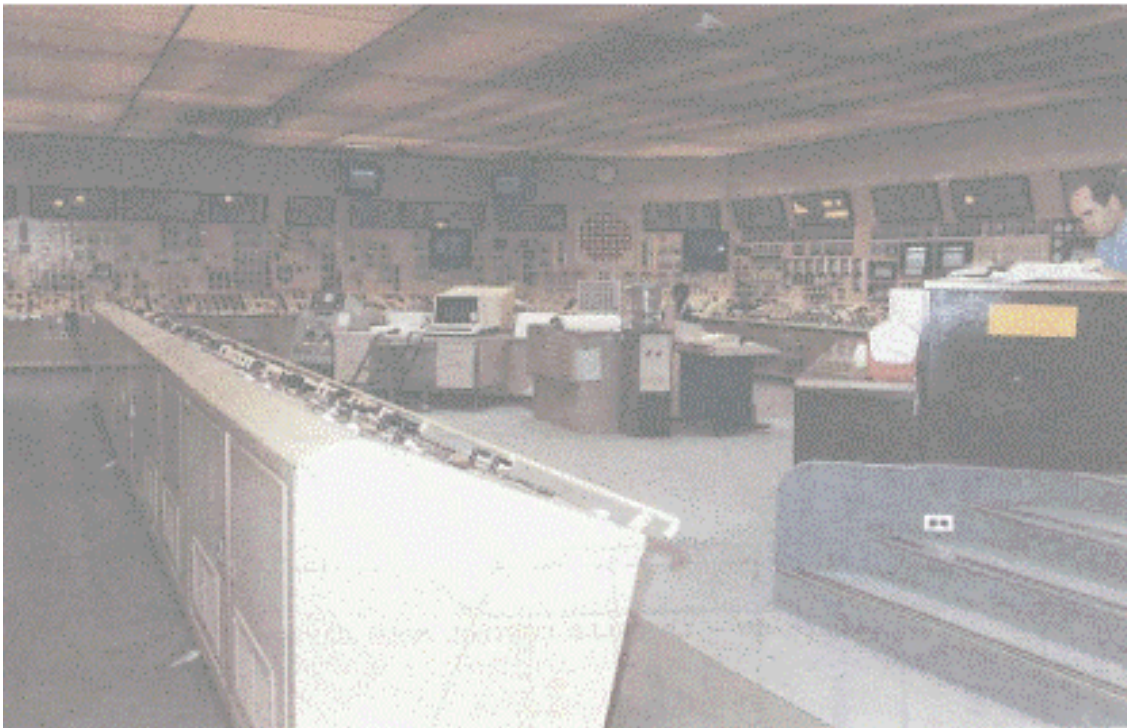
- 1. БЩУ с многоканальными способами представления информации и управления: каждому объекту управления свой индикатор состояния (параметр состояния) и свой орган (ключ, тумблер, кнопка и др.) для подачи команд, многоканальная система регистрации параметров, по-системная организация контроля и управления и по-системная организация панелей БЩУ.**
- 2. Та же структура панели БЩУ, но с использованием генеральных мнемосхем, избирательного (иерархического) способа вызова параметров на контроль на многофункциональные индикаторы.**
- 3. Та же структура панели БЩУ, что и на втором этапе, но с расширенным использованием дисплейных, в том числе графических, систем контроля больших объемов информации и с введением электронных систем поддержки операторов, реализуемых с помощью специализированных компьютеров.**
- 4. Многоканальный способ управления и полностью компьютеризированный способ контроля с дружественным человеко-компьютерным интерфейсом в режиме контроля и наблюдения.**

СОВРЕМЕННАЯ ТЕНДЕНЦИЯ: создание центров управления с использованием современных компьютерных и информационных технологий как для контроля, так и для управления

СТРУКТУРА БЩУ ПЕРВОГО ЭТАПА



ПРИМЕР БЩУ 1-го ПОКОЛЕНИЯ



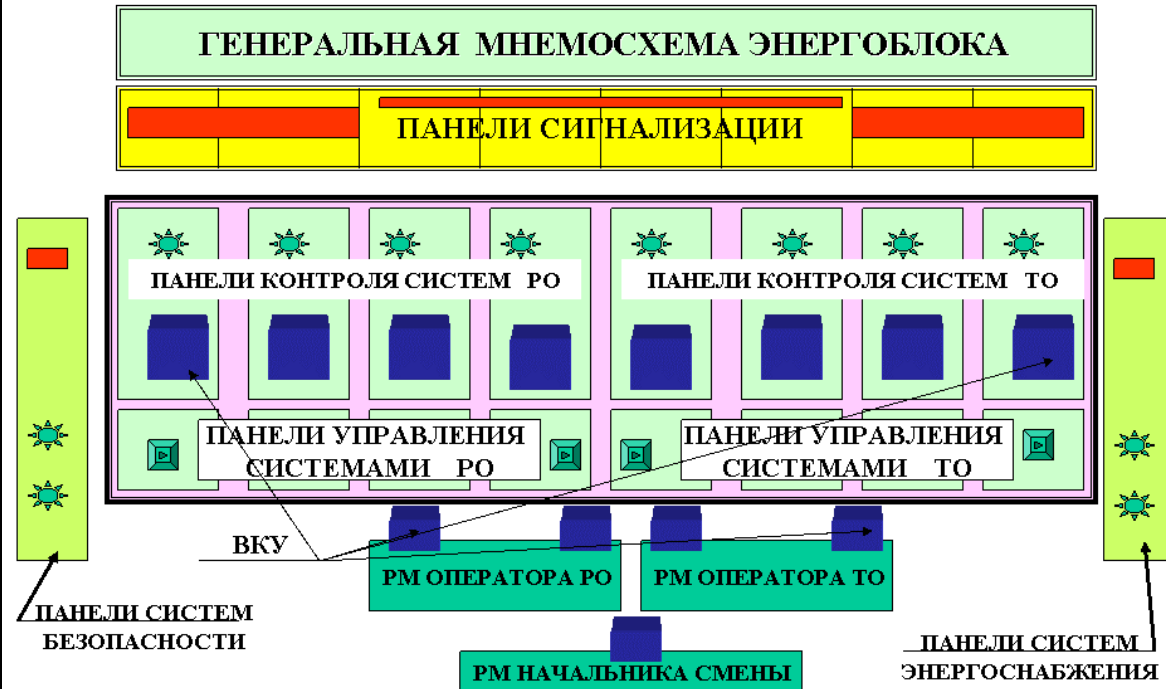
БЩУ блока 1 АЭС LA SALLE



ПРИМЕР БЩУ ВТОРОГО ЭТАПА



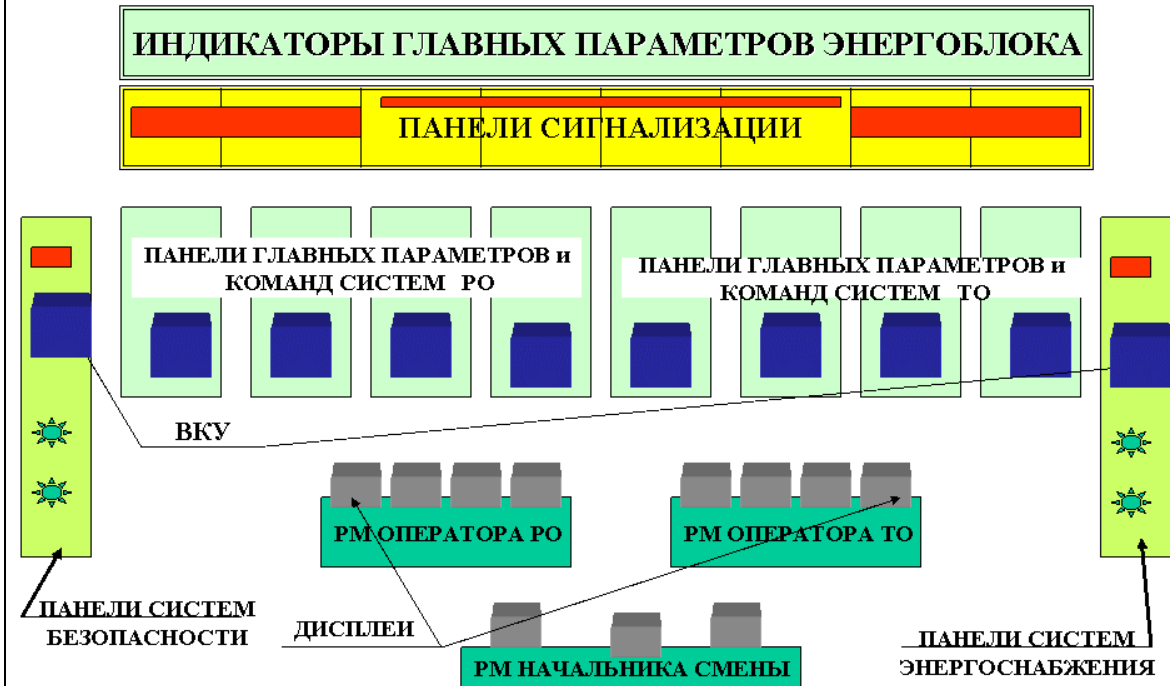
СТРУКТУРА БЩУ ТРЕТЬЕГО ЭТАПА



ПРИМЕР БЩУ ТРЕТЬЕГО ЭТАПА ЭТАПА



СТРУКТУРА БЩУ ЧЕТВЕРТОГО ПОКОЛЕНИЯ



ПРИМЕР БЩУ 4-го ПОКОЛЕНИЯ

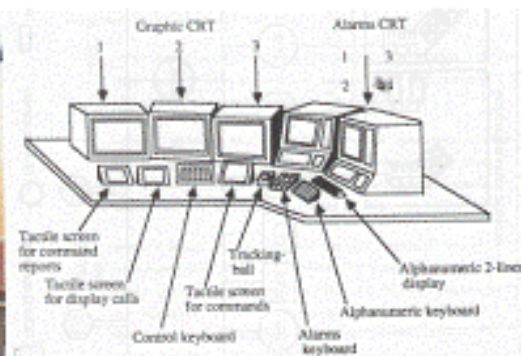


СТРУКТУРА БЩУ 5-го ПОКОЛЕНИЯ

ИНТЕГРИРОВАННАЯ СИСТЕМА КОЛЛЕКТИВНОГО ПОЛЬЗОВАНИЯ



ЦЕНТР УПРАВЛЕНИЯ 5-го ПОКОЛЕНИЯ



Франция. Пультовая с полностью компьютеризированными рабочими местами операторов. Для управления применены тактильные устройства ввода информации; дисплейные средства и средства управления нормальной эксплуатации и управления безопасностью разделены; в качестве системы коллективного пользования используется активная мнемосхема.

ПРОЕКТ БЦУ 5-го ПОКОЛЕНИЯ (1994г)



НЕДОСТАТКИ БЦУ С РАЗВЕРНУТОЙ ФОРМОЙ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ИНФОРМАЦИИ:

- 1. БОЛЬШИЕ ГАБАРИТЫ ПУЛЬТОВЫХ и УДАЛЕННОСТЬ ИЗМЕРИТЕЛЬНО-РЕГИСТРИРУЮЩЕЙ АППАРАТУРЫ**
- 2. НЕСООТВЕТСТВИЕ СТРУКТУРЫ ПАНЕЛЕЙ КОНТРОЛЯ И УПРАВЛЕНИЯ ЗАДАЧАМ ОПЕРАТОРОВ ПРИ УПРАВЛЕНИИ ПРОЦЕССАМИ**
- 3. НИЗКАЯ ПРИСПОСОБЛЯЕМОСТЬ К МОДЕРНИЗАЦИИ ЭРГОНОМИЧЕСКОГО И АППАРАТНОГО ИНТЕРФЕЙСОВ**
- 4. ОГРАНИЧЕННЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ НОВЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ ОПЕРАТОРОВ**
- 5. НЕДОСТАТОЧНЫЙ УРОВЕНЬ ЭРГОНОМИЧНОСТИ ПАНЕЛЕЙ и ИХ ЭЛЕМЕНТОВ (контрастность, освещенность, размеры элементов отображения и др.)**

