
**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО
ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ**



**НАЦИОНАЛЬНЫЙ
СТАНДАРТ
РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ**

**ГОСТ Р МЭК
61227 – 2012**

АТОМНЫЕ СТАНЦИИ
Пункты управления
Органы управления оператора

IEC 61227:2008

**Nuclear power plants –
Control rooms –
Operator controls**

(IDT)

Издание официальное

М о с к в а
Стандартинформ
2012

Предисловие

Цели и принципы стандартизации в Российской Федерации установлены Федеральным законом от 27 декабря 2002 г. № 184–ФЗ «О техническом регулировании», а правила применения национальных стандартов Российской Федерации – ГОСТ Р 1.0—2004 «Стандартизация в Российской Федерации. Основные положения»

Сведения о стандарте

1 Подготовлен Открытым акционерным обществом «Всероссийский научно-исследовательский институт атомных электростанций» (ОАО «ВНИИАЭС») и Автономной некоммерческой организацией «Измерительно-информационные технологии» (АНО «Изинтех»)

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 322 «Атомная техника»

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от № - ст

4 Настоящий стандарт идентичен международному стандарту МЭК 61227 «Атомные станции. Пункты управления. Органы управления оператора» (IEC 61227:2008. «Nuclear power plants - Control rooms – Operator controls »).

5 Международный стандарт МЭК 61227 (второе издание) подготовлен подкомитетом 45А «Аппаратура контроля и управления ядерными объектами» технического комитета МЭК 45: Ядерное приборостроение.

Второе издание стандарта отменяет и заменяет первое издание, опубликованное в 1993 г., и является технически переработанным изданием. Оно содержит следующие важные изменения по сравнению с предыдущим изданием:

- a) принят во внимание тот факт, что за прошедшие годы существенно продвинулись вперед инженерные компьютерные технологии,
- b) учтены новые редакции документов МАГАТЭ NS-R-1 и NS-G-1.3 в части максимально возможного сближения определений;
- c) заменены, насколько это возможно, требования, связанные с изданиями стандартов, опубликованными после первого издания стандарта МЭК 61227, особенно со вторыми изданиями стандартов 60964 и 61772;
- d) пересмотрены существующие требования и обновлены термины и определения.

Данная публикация была подготовлена в соответствии с директивами ИСО/МЭК, часть 2.

Технический комитет 45 МЭК решил, что содержимое данной публикации останется неизменным вплоть до даты, указанной на сайте МЭК "<http://webstore.iec.ch>" в части данных, касающихся конкретной публикации. К этой дате публикация будет:

- утверждена,
- отозвана,
- заменена пересмотренной редакцией или
- исправлена.

6 При применении настоящего стандарта рекомендуется использовать вместо ссылочных международных стандартов соответствующие им национальные стандарты Российской Федерации, сведения о которых приведены в дополнительном приложении ДА

ВВЕДЕН ПЕРВЫЕ

Информация об изменениях к настоящему стандарту публикуется в ежегодно издаваемом информационном указателе «Национальные стандарты», а текст изменений и поправок – в ежемесячно издаваемых информационных указателях «Национальные стандарты». В случае пересмотра (замены) или отмены настоящего стандарта соответствующее уведомление будет опубликовано в ежемесячно издаваемом информационном указателе «Национальные стандарты». Соответствующая информация, уведомление и тексты размещаются также в информационной системе общего пользования – на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет

ГОСТ Р МЭК 61227–2012

Настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии

Содержание

1	Область применения и назначение	1
2	Нормативные ссылки	2
3	Термины и определения	2
4	Принципы проектирования	4
4.1	Основные положения	4
4.2	Типы ЧМИ	5
4.2.1	Физические ОУ	5
4.2.2	Виртуальные ОУ	6
4.3	Выбор устройства управления	7
5	Требования к проектированию	9
5.1	Индивидуальные органы управления и средства отображения	9
5.1.1	Компоновка пульта управления	10
5.1.2	Размещение групп	11
5.1.3	Компоновка устройств	12
5.1.4	Единообразие ориентации	13
5.1.5	Мнемосхемы	13
5.1.6	Кодирование	15
5.1.7	Защита от ошибочных воздействий на устройства управления	18
5.1.8	Совместимость с дисплейными форматами	20
5.2	Виртуальные ОУ	21
5.2.1	Дисплеи	22
5.2.2	Поля выбора	22
5.2.3	Поля ввода	23
5.2.4	Форматы ввода	23
5.2.5	Взаимодействие пользователя с системой	24
5.3	Специальные требования для сенсорных панелей	26
	Приложение А (справочное) Примеры организации физических ОУ	28
	Приложение ДА (справочное) Сведения о соответствии ссылочных международных стандартов ссылочным национальным стандартам Российской Федерации	31

Введение

а) Техническая справка, основные вопросы и организация стандарта

Настоящий стандарт посвящен органам управления оператора.

Предполагается, что он будет использоваться организациями, эксплуатирующими АС (промышленностью), аналитиками, осуществляющими оценку систем, и надзорными органами.

б) Положение дела с существующими стандартами в серии стандартов подкомитета МЭК ПК 45А

МЭК 61227 является документом третьего уровня, в котором обсуждаются общие вопросы органов управления оператора.

МЭК 61227 необходимо читать в комплексе с МЭК 60964 и МЭК 61772. МЭК 60964 является соответствующим основополагающим документом подкомитета МЭК ПК 45А по пунктам управления, в котором содержится руководство по их проектированию, а также ссылка на МЭК 61227, МЭК 61772 устанавливает требования по применению видеодисплеев.

Более подробная структура серии стандартов подкомитета МЭК ПК 45А приведена в пункте г) настоящего введения.

с) Рекомендации и ограничения применения данного стандарта

Важно отметить, что настоящий стандарт не устанавливает каких-либо дополнительных функциональных требований к системам безопасности.

Для того, чтобы данный стандарт оставался актуальным в течение последующих лет, наибольшее внимание в нем уделяется основным принципам, а не конкретным технологиям.

д) Описание структуры серии стандартов подкомитета МЭК ПК 45А и их взаимосвязи с другими документами МЭК и документами других организаций (МАГАТЭ, ИСО)

Документом верхнего уровня серии стандартов подкомитета МЭК ПК 45А является стандарт МЭК 61513. Он содержит общие требования к

системам контроля и управления и к оборудованию, используемому для реализации функций, важных для безопасности АС. МЭК 61513 структурирует серию стандартов подкомитета МЭК ПК 45А.

МЭК 61513 содержит ссылки непосредственно на другие стандарты подкомитета МЭК ПК 45А, раскрывающие основные вопросы, связанные с классификацией функций и систем, их характеристиками, обеспечением независимости систем, защитой от отказов по общей причине, программным и техническим обеспечением автоматизированных систем и проектированием пунктов управления. Упомянутые стандарты, образующие второй уровень, должны рассматриваться совместно с МЭК 61513 в качестве комплекта взаимосогласованных документов.

На третьем уровне стандартов подкомитета МЭК ПК 45А находятся стандарты, непосредственно не упоминаемые в МЭК 61513, т.к. они касаются конкретного оборудования, технических методик или определенной деятельности. Как правило, эти документы могут использоваться сами по себе, однако по общим вопросам в них содержится ссылка на стандарты второго уровня.

Четвертый уровень серии стандартов подкомитета МЭК ПК 45 образуют технические отчеты, не являющиеся нормативными документами.

В МЭК 61513 был использован тот же формат представления, что и в основном документе по безопасности МЭК 61508, посвященном общей структуре жизненного цикла безопасности и систем. Однако МЭК 61513 трактует общие требования стандартов МЭК 61508-1, МЭК 61508-2 и МЭК 61508-4 применительно к ядерной отрасли. Поэтому согласованность с МЭК 61513 облегчит соответствие требованиям стандарта МЭК 61508 в их толковании для ядерной отрасли. С этой точки зрения МЭК 60880 и МЭК 62138 соответствуют МЭК 61508-3 в части использования для ядерной отрасли.

В МЭК 61513 имеются ссылки на документы ISO и МАГАТЭ 50-C-QA (в настоящее время этот документ заменен на 50-C/SG-Q) по вопросам, связанным с обеспечением качества.

Серия стандартов подкомитета МЭК ПК 45А последовательно проводит в жизнь и детализирует принципы и основные аспекты безопасности, изложенные в правилах МАГАТЭ по безопасности АС и в серии руководств по безопасности МАГАТЭ, в частности в NS-R-1, устанавливающим требования по безопасности, закладываемые в проект АС, и в руководство по безопасности NS-G-1.3, касающимся систем контроля и управления, важных для безопасности АС. Термины и определения, используемые в стандартах ПК 45А согласованы с теми, что используются в документах МАГАТЭ.

**АТОМНЫЕ СТАНЦИИ
Пункты управления.
Органы управления оператора**

Nuclear power plants.
Control rooms.
Operator controls

Дата введения – 2012 – –

1 Область применения и назначение

Настоящий стандарт дополняет МЭК 60964, применяемый для проектирования пунктов управления атомных станций (АС), и устанавливает требования к человеко–машинному интерфейсу (ЧМИ) в части индивидуальных органов управления (ОУ), традиционных систем избирательного управления и компьютеризованных виртуальных ОУ. Для блочных пунктов управления (БПУ) АС МЭК 60964 содержит общие требования к компоновке, методам анализа потребностей пользователей, верификации и валидации, и потому эти вопросы не будут повторяться в настоящем стандарте. В то же время, МЭК 61772, посвященный дисплеям, также содержит некоторое руководство по средствам отображения информации и индикаторам, которые необходимы для корректного применения требований к управлению.

Предполагается, что настоящий стандарт будет применяться к тем новым БПУ АС, проектирование которых начнется после опубликования данного документа и будет выполняться в соответствии с МЭК 60964. При желании использовать его для резервных и местных пунктов управления, а также для существующих пунктов управления или проектов, необходимо обратить особое внимание на то, какие допущения в нем делаются, например, возможно ли достижение определенного уровня автоматизации.

2 Нормативные ссылки

Перечисленные ниже документы, на которые имеется ссылка в настоящем стандарте, являются обязательными при использовании данного стандарта. Если ссылка содержит дату, то должна использоваться только указанная редакция документа. Если ссылка не содержит дату, то должна использоваться последняя редакция цитируемого документа (включая любые поправки).

ГОСТ Р МЭК 60073-2000 Интерфейс человеко–машинный. Маркировка и обозначения органов управления и контрольных устройств. Правила кодирования информации (IEC 60073, Basic and Safety principles for man-machine interface, marking and identification – Coding principles for indicators and actuators)

МЭК 60964 Атомные станции. Пункты управления. Проектирование блочного пункта управления (IEC 60964, Nuclear power plants – Control rooms – Design of main control room)

МЭК 61771 Атомные станции. Блочный пункт управления. Верификация и валидация проекта (IEC 61771, Nuclear power plants – Main control room – Verification and validation of design)

МЭК 61772 Атомные станции. Блочный пункт управления. Применение дисплеев [IEC 61772, Nuclear power plants – Main control room – Application of visual display units (VDU)]

МАГАТЭ NS-G-1.3 Системы контроля и управления, важные для безопасности АС (IAEA NS-G-1.3:2002, Instrumentation and control systems important to Safety in Nuclear Power Plants)

3 Термины и определения

В настоящем документе применяются термины и определения, данные в МЭК 60964, а также следующие определения:

3.1 переключатель с индикацией расхождения (discrepancy control and indication): Переключатель, обеспечивающий управление двумя состояниями и индикацию расхождения установленного и реального состояния объекта управления.

3.2 индивидуальный орган управления (discrete (individual) controls): Устройства, дающие оператору возможность управлять оборудованием АС, таким как насосы, задвижки, регуляторы. При этом каждый орган управления имеет единственную функцию и предназначен для управления единственным элементом оборудования АС.

3.3 избирательный орган управления (multiplexed): Орган управления, используемый для различных целей в разные моменты времени. Например, ключ пуска-остановки может быть с помощью другого устройства, связанного с определенным количеством оборудования АС, назначен и использован для пуска-остановки именно того оборудования, которое выбрано в данный момент.

3.4 органы управления оператора (operator controls): Устройства, используемые оператором для посылки управляющих сигналов системам управления и оборудованию АС.

3.5 индикатор семафорного типа (semaphore): Электромеханическое устройство, которое отображает состояние оборудования АС (например, положение «открыто» или «закрыто») с помощью углового положения некоторого видимого элемента.

3.6 виртуальный орган управления (soft control): Устройство, предназначенное для ввода команд оператора и их передачи системе управления с помощью программного обеспечения, а не непосредственной физической связи. Таким образом, функции виртуального ОУ могут варьироваться в зависимости от обстоятельств, а не оставаться статическими и определенными раз и навсегда.

Примечание – Обычно виртуальные устройства управления выполняются с использованием дисплеев, на которых отображаются объекты ввода, и устройств управления курсором, таких как трекбол, мышь, сенсорные устройства или световое перо, предназначенных для выбора объекта.

3.7 сенсорная панель (touch panel): Виртуальный орган управления, в котором имеется устройство для определения позиции пальца оператора, указывающего на определенный объект, изображенный на дисплее. В качестве альтернативы для указания объекта может применяться световое перо или перемещение курсора по экрану дисплея. В качестве указываемого объекта может выступать ссылка на оборудование АС или управляющее действие.

4 Принципы проектирования

4.1 Основные положения

При проектировании ЧМИ необходимо придерживаться системного подхода. Стандарт МЭК 60964 устанавливает требования к конструкции системы БПУ в целом, требования, обеспечивающие безопасность и эффективность АС, ограничения со стороны пользователя, а также подход к функциональному проектированию системы в целом. Для каждого конкретного случая разработчик должен продумывать свои цели и относительную значимость различных факторов, влияющих на проектирование.

Органы управления оператора должны быть спроектированы таким образом, чтобы операторы могли правильно и беспрепятственно выполнять свои задачи. При выборе органов управления, необходимо учитывать тип эксплуатационной процедуры и форму ее представления, а также уделять внимание интеграции органов управления и средств отображения информации (СОИ). Особое внимание следует обратить на необходимость обеспечения оператора простыми, защищенными от ошибок устройствами, оптимизирующими его деятельность в любых ситуациях. Для обеспечения простоты использования и минимизации ошибок оператора, состоящих в невыполнении или в неправильном выполнении действия, конструкция этих устройств должна основываться на эргономических принципах. При использовании традиционных устройств управления, их механические характеристики, такие, как размер, усилие при воздействии, тактильная обратная связь и другие должны соответствовать возможностям и характеристикам человека, указанным в базе антропометрических данных.

Конструкция панелей и органов управления должна быть согласована с конструкцией всей системы и должна соответствовать требованиям, установленным МЭК 60964, в частности следующими разделами этого стандарта:

- а) Компоновка панели;

- b) Средства, облегчающие поиск СОИ и ОУ;
- c) Информационные и управляющие системы;
- d) Интеграция ОУ и СОИ;
- e) Системы коммуникаций;
- f) Прочие требования.

Любая система должна обеспечивать немедленную обратную связь, информирующую оператора о том, что его управляющая команда принята, например, в виде загорания индикатора или появления отметки на дисплее. Кроме того, соответствующая обратная связь от станции должна показать, что команда была выполнена, например, задвижка закрылась.

4.2 Типы ЧМИ

Способы организации ЧМИ для ввода управляющих воздействий можно разбить на две группы:

- a) физические устройства, включающие в себя традиционные избирательные и индивидуальные ОУ;
- b) виртуальные ОУ.

Характеристики ОУ каждой группы представлены ниже, а в подразделе 4.3 описана методика анализа задач, используемая для выбора наиболее подходящего типа в каждом конкретном случае.

4.2.1 Физические ОУ

Недостаток индивидуальных ОУ состоит в том, что они присутствуют даже тогда, когда они не нужны, увеличивая тем самым размер пульта управления в целом и создавая «помехи» для других ОУ во время их применения.

Индивидуальные ОУ особенно уместны в случаях, если они находятся в постоянном использовании, например ключ управления электрической мощностью, либо если особую важность имеет надежность и обеспечение немедленного доступа к ним, например, кнопка аварийной остановки. Требования к их компоновке приведены в п. 5.1.1.

Избирательные ОУ образуют подмножество физических ОУ и представляют собой один орган управления, предназначенный для

выполнения одной и той же функции по отношению к нескольким единицам оборудования. Это позволяет уменьшить количество ОУ на пульте или панели, сделав их более компактными, что в свою очередь позволит пододвинуть органы управления ближе к оператору. Однако в этом случае оператор вынужден выполнять операцию выбора, в результате чего количество операций возрастает, увеличивая при этом возможности для ошибки и время реакции оператора.

Избирательные ОУ должны проектироваться так, чтобы оператор был обеспечен хорошей обратной связью о выбранной им функции, что позволит ему исправлять ошибки. В частности, избирательные ОУ уместны для управления редко используемыми системами, которые не требуют спешки, например, для заполнения баков, а также системами, для которых последствия ошибок не столь серьезны, а в случае совершения ошибки есть время на ее исправление.

4.2.2 Виртуальные ОУ

Эти ОУ являются разновидностью избирательных устройств и могут выполнять различные функции в разные моменты времени. Обычно виртуальные ОУ реализуются с помощью одного (или двух) дисплея и устройства управления курсором (например, мышь, трекбол, световое перо, сенсорные устройства), либо в виде комбинации дисплея и набора индивидуальных ОУ. Управляющее воздействие выполняется следующим способом:

- выбор объекта управления с помощью устройства управления курсором;
- представление на экране дисплея доступных команд в виде меню или условных значков, размещенных на всплывающем окне или на отдельном дисплее;
- выбор и активация команды, подлежащей выполнению, осуществляемые с помощью устройства управления курсором.

Характеристики этих устройств во многом схожи с характеристиками традиционных избирательных ОУ, однако данная технология позволяет собрать вместе ОУ, имеющие отношение к определенной задаче, не предлагая при этом оператору те ОУ, которые непригодны или неуместны

для данной задачи, что в свою очередь способствует совершению оператором правильных действий. Вся информация, требуемая оператору для выполнения правильного управляющего действия, должна представляться ему по мере необходимости на сенсорном экране или на вспомогательном видеокадре, расположенном рядом с основным.

Следствием плохо спроектированной системы может стать рост частоты ошибок выбора, а также удлинение процедуры доступа к ОУ, отсутствующему в данный момент на экране дисплея, обусловленное необходимостью вызова нескольких иерархически организованных видеокадров при выполнении требуемой последовательности команд. Однако можно использовать единственный видеокадр со сменяемыми окнами для выполнения нескольких управляющих действий.

Часто бывает трудно выбрать оптимальное расположение дисплея, выполняющего сразу две функции – контроль и сенсорное управления. Для этого могут потребоваться два экрана. Альтернативным решением является использование устройств управления курсором, не встроенных в экран (например, трекбол или световое перо).

Виртуальные ОУ могут оказаться особенно полезными, если задача управления выполняется оператором.

При использовании виртуальных ОУ необходимо обратить должное внимание на удовлетворение требований, предъявляемых к ЧМИ, например, требований к времени выбора виртуального ключа, частоте ошибок выбора ключей или времени отклика системы. На экране дисплея может отображаться мнемосхема системы, содержащая информацию, запрошенную оператором, который указывает компьютеру то, что ему нужно, и использует сенсорную панель, виртуальный ключ управления или устройство управления курсором для достижения желаемого результата.

Более подробная информация и требования к ЧМИ, содержащему виртуальные ОУ, приведены в подразделе 5.2.

4.3 Выбор устройства управления

Процесс выбора и детальной проработки системы управления должен начинаться с обзора имеющихся на рынке технологий и отзывов с других станций.

В ходе данного процесса следует различать выбор «системы управления в целом» и отбор подходящего типа ОУ для каждого конкретного технологического оборудования или функции.

Необходимо также помнить, что с точки зрения отказов по общей причине для выполнения одной и той же функции можно брать две различные системы управления.

Принципиальной частью проектирования БПУ является анализ задач, отчет о котором должен быть оформлен так, чтобы из него следовали требования к органам управления в части:

- a) частоты их использования;
- b) группирования и взаимосвязей с другими органами управления;
- c) требуемой скорости доступа (в случае, если ОУ еще не используется);
- d) надежности;
- e) допустимости отказов по общей причине;
- f) важности последствий ошибочного выбора;
- g) сложности объекта управления;
- h) предполагаемого типа СОИ (дисплей или индивидуальные приборы);
- i) предполагаемого типа управляющего оборудования;
- j) класса функций управления с точки зрения их важности для безопасности;
- k) типа процедур, в которых они используются (например, нормальная эксплуатация, проверка, аварийные процедуры).

Принимая во внимание характеристики типов устройств управления, определенных в подразделе 4.2, разработчик должен выбрать наиболее подходящий вид каждого ОУ и спроектировать его, следуя рекомендациям, приведенным в подразделе 5.1. Затем предложенная конструкция должна пройти валидацию, процедура которой изложена в МЭК 60964 и подробно описана в МЭК 61771. При проектировании и валидации важно, чтобы были учтены все соответствующие исходные данные для проекта ЧМИ. Они включают в себя данные, полученные от:

- a) организации-проектировщика АС;
- b) разработчика оборудования системы управления;

- c) разработчика информационной системы;
- d) специалистов по надежности и безопасности;
- e) специалистов по отдельным предметным областям (например, специалиста по радиационной защите, химика и т.п.);
- f) оперативного и ремонтного персонала;
- g) существующих проектных ограничений (в случае переоснащения или расширения);
- h) специалиста по человеческому фактору и эргономике.

На практике, детальная проработка интерфейса зависит от тщательности проведения анализа задачи.

При выборе и разработке форматов и управляющих действий должны быть проведены консультации с представителями оперативного персонала. Настоятельно рекомендуется проведение натурных испытаний на полномасштабном тренажере.

Наиболее значимая информация о качестве проекта может быть также получена по результатам опытной эксплуатации. Однако, необходимость привыкания пользователей и ограничения, диктуемые эксплуатационными факторами, сводят такую обратную связь в большей степени к выявлению тех моментов, которые способны создать существенные проблемы в ходе работы и ремонта, чем к анализу отдельных деталей.

5 Требования к проектированию

5.1 Индивидуальные органы управления и средства отображения

Существуют три основных варианта сочетаний СОИ и ОУ, подлежащих рассмотрению:

- a) индивидуальные приборы и органы управления;
- b) дисплей и индивидуальные органы управления, и
- c) только дисплей.

Индивидуальные приборы и ОУ должны компоноваться в соответствии с принципами, описанными ниже, и должны располагаться

поблизости от дисплея, на котором отображается соответствующая информация. Расположение дисплея описано в МЭК 61772 (см. также п. 5.1.8).

5.1.1 Компоновка пульта управления

Формальные правила компоновки устройств управления и отображения на поверхностях пульта и панели описаны в МЭК 60964 в виде распределенного по стандарту набора требований, привязанных к соответствующим объектам. Компоновка панелей и пультов управления с использованием индивидуальных ОУ и СОИ должна подчиняться едиными принципам, принятым для данного проекта.

Невозможно сформулировать единые правила проектирования, которые будут применимы при всех возможных обстоятельствах проектирования и эксплуатации. Применение некоторых правил будет зависеть от точного соотношения целей для каждой конкретной части операторского интерфейса. В зависимости от ситуации приоритет будет отдаваться тем или иным принципам проектирования. Рекомендации, приводимые ниже, были сформулированы с целью охвата большинства возможных ситуаций.

Основная классификация устройств управления и отображения на пульте или панели базируется на их принадлежности тому оператору, который ответственен за их использование (если некоторая часть информации необходима более чем одному пользователю, то должна быть рассмотрена возможность дублирования СОИ). Этот фактор вместе с назначением и частотой использования определит, главным образом, размещение устройства.

Компоновка пункта управления в целом будет определять функции ОУ и СОИ, исходя из функций соответствующих пультов и панелей. Компоновка устройств должна подчиняться некоторой логической последовательности. Наиболее универсальную последовательность задает конструкция самой станции, т.е. ее мнемосхема, однако могут рассматриваться и другие принципы, такие как последовательность использования приборов.

В пределах некоторой конструкции (пульта или панели) устройства управления должны быть размещены таким образом, чтобы они образовывали функциональные группы, независимо от природы представляемой ими информации. Функциональная группа должна формироваться с целью выполнения заданной функции или управления заданным процессом. Для некоторого оборудования АС, например насосов, «функциональное» группирование может соответствовать группе механического оборудования АС. Группирование должно выполняться с учетом «систем», т.е. совокупности оборудования АС, объединенного некоторыми функциональными связями, например система трубопроводов для перекачки жидкости, система электрических соединений, или совокупности оборудования, установленного для достижения или поддержания определенной функции АС, например основные и вспомогательные устройства остановки АС (эти две группы устройств могут быть функционально независимыми, однако при этом приводить к одному и тому же конечному результату, т.е. переводу реактора в подкритическое состояние).

Компоновка одной группы на панели должна быть аналогичной компоновке соседних функциональных групп.

Сформированные таким образом группы ОУ и СОИ обычно должны располагаться в соответствии с последовательностью их использования, однако если они накладываются на мнемосхему, то место их расположения должно определяться этой мнемосхемой.

5.1.2 Размещение групп

Оптимальное размещение группы на пульте или панели должно подбираться с учетом следующих факторов:

а) порядок их использования должен подчиняться некоторому простому принципу, такому как слева направо при пуске или подъеме мощности, или в соответствии с потоком энергии от источника, находящегося слева, к потребителю, расположенному справа. Это должно согласовываться с установившимися стереотипами населения;

б) порядок не должен быть привязан к редким эксплуатационным ситуациям;

с) устройства, важные для безопасности или постоянно используемые в нормальных условиях, должны размещаться вблизи от того места, с которого оператор ведет наблюдение, причем это правило составляет исключение из правила, описанного в пункте а);

д) могут существовать приборы, которые должны быть доступны для обзора с нескольких рабочих мест, например, приборы, дающие информацию обзорного характера, либо приборы, которые должны легко и надежно опознаваться в нештатной ситуации. Если такие приборы устанавливаются на пульте, то предпочтительнее их размещать на вертикальной, а не на горизонтальной поверхности;

е) если имеется несколько функциональных групп, соответствующих идентичным единицам оборудования АС, например, парогенераторам, то такие группы должны быть одинаковым образом скомпонованы и расположены в алфавитно-цифровом порядке.

5.1.3 Компоновка устройств

Для компоновки устройств внутри группы необходимо подробно проанализировать взаимосвязи между ними и последовательность их использования. Оптимальная компоновка должна подбираться с учетом следующих факторов:

а) в группах, для которых существует единственно возможная последовательность использования устройств, эти устройства должны размещаться слева направо в последовательности их использования с учетом общих требований, связанных с безопасностью и необходимостью обзора, приведенных в п. 5.1.2;

б) органы управления должны располагаться под приборами или, если это неудобно, справа от прибора. Это неприменимо для органов управления, являющихся общими для многих устройств, таких как «проверка ламп».

с) при отсутствии однозначной последовательности использования устройства должны размещаться слева направо в порядке маркировки оборудования или в соответствии с потоком энергии.

Следует избегать «зеркальной» компоновки элементов, если это не обосновано специалистом по человеческому фактору и эргономике. При

компоновке также следует избегать компромисса, на который идут просто ради экономии места.

Компоновка мнемосхемы может препятствовать соблюдению всех этих требований.

5.1.4 Единообразие ориентации

Сходные по внешнему виду элементы управления и устройства должны работать одинаковым образом и обеспечивать схожую процедуру выбора команд. Управляющие движения должны согласовываться со стереотипами населения, типичные примеры которых приведены в приложении А.

5.1.5 Мнемосхемы

В случаях, когда устройства отображения и управления размещаются на диаграмме или на схеме (обычно называемой мнемосхемой), вышеперечисленные правила применяются лишь к функциональным группам ОУ и СОИ с учетом ряда дополнительных соображений.

Схематическое представление должно соответствовать той мысленной модели АС, которую могут использовать операторы. Эта модель формируется под влиянием протекающих на АС физических явлений и общей компоновки АС, компоновки ОУ и СОИ в пункте управления и на местных панелях, а также наиболее часто используемых чертежей и схем. Необходимо принимать во внимание все эти три фактора. Например, если исходить только из физической компоновки оборудования первого контура, разделенного на четыре петли, то это может привести к мнемосхеме, отображающей эти петли в зеркальном виде. В то же время, существует общее правило о нежелательности зеркальной компоновки, которую следует избегать. ОУ и СОИ должны располагаться так, чтобы отражать физическое расположение соответствующего им оборудования АС.

Во всех идентичных ситуациях соответствующая информация должна размещаться в одной и той же относительной позиции. Этот подход применяется для пультов управления и поэтому элементы, отображающие четыре петли реактора, должны быть спроектированы идентично, отличаясь при этом лишь названиями, маркировкой или цветом. Такая

унифицированная компоновка, например для насосных групп, облегчает их распознавание операторами.

Потоки должны быть показаны как можно лаконичнее и, в целом, должны идти слева направо и сверху вниз. В случае замкнутых систем, разработчик должен решить, какое направление будет более приемлемым – по часовой стрелке или, наоборот, против часовой стрелки, хотя при этом сохраняются приведенные выше рекомендации. Направление потока на разных мнемосхемах должно быть согласовано. Обычно, наиболее насыщенная или наиболее важная часть потоков должна быть показана слева направо. Направление потока должно сохраняться в пределах всех функциональных областей АС.

Должны учитываться и определенные физические аспекты системы. Так, для систем, в которых большую роль играет гравитация, например, система воды низкого давления, мнемосхема должна отражать это качество путем определенного размещения резервуаров и насосов и др. Аналогичным образом, крупные физические объекты, такие как парогенераторы или турбогенераторы, должны быть представлены в форме, соответствующей их внешнему виду.

Для графического дизайна применяются обычные правила, благодаря которым изображение должно плавно «вести» взгляд пользователя вдоль мнемосхемы. Наклонные линии могут вести взгляд пользователя в конкретную точку на дисплее, однако в целом мнемосхемы должны представлять собой прямолинейную конструкцию, аналогично той, что используется в потоковых диаграммах. Соединения должны быть показаны так, чтобы не терялось общее направление потока, а пересечения должны быть сведены к минимуму. Если линии потоков не соединяются, то они не должны соприкасаться. Менее существенная линия потока должна быть пунктирной, чтобы как-то отличаться от основных линий. Если обе линии равнозначны, то вертикальная линия должна разрываться при пересечении.

Организация мнемосхемы в целом должна позволять пользователю отождествить ее со станцией и быстро найти на схеме информацию, дающую ему ясное представление о том, что происходит на АС, а также обнаружить расположение сенсорных панелей и управляемых элементов.

Когда несколько агрегатов АС работают параллельно друг другу, например, группа парогенераторов или насосов, то сопоставление их рабочих характеристик упрощается, если ключевые параметры этих агрегатов отображаются рядом с ними и образуют линии или колонки.

5.1.5.1 Панели с мнемосхемами для электрических систем

Все символы выключателей должны размещаться на вертикальных участках цепей, а органы управления ими и устройства отображения их состояния должны располагаться рядом с соответствующим символом.

Цепи, входящие в распределительное устройство, должны примыкать к верхней части символа устройства. Цепи, исходящие из распределительного устройства, должны идти вниз от символа устройства.

Взаимосвязи между распределительными устройствами должны быть показаны горизонтальными линиями, разорванными при пересечении с вертикальными частями схемы. Выключатели на этих линиях устанавливаются в соответствии с общим для выключателей правилом. Порядок размещения выключателей на мнемосхеме не должен отражать их физическое расположение в помещениях электрооборудования. Преимущество должно отдаваться простоте и ясности схемы. Однако необходимо отметить, что данное правило неприменимо, если схема находится в том же помещении, где расположено реальное электрооборудование. Необходимо предусмотреть достаточное расстояние между изображением цепей, которое будет зависеть от физического размера самого большого используемого элемента. Это может быть, например, выключатель или амперметр. Должно быть также предусмотрено достаточное расстояние между соседними коммутационными устройствами, обеспечивающее необходимую степень визуального различия не связанных друг с другом цепей.

5.1.6 Кодирование

При проектировании органов управления должно применяться кодирование, согласованное со всеми соответствующими системами и оборудованием.

Формы визуального кодирования, применяемые для человеко-машинного интерфейса пункта управления, включают в себя (в порядке значимости для разработчика):

a) Текст

С помощью текстовых форм кодирования выполняется маркировка функций устройств, наносимая либо на само устройство, либо рядом с ним (при условии унификации относительного расположения этой надписи). Формирование и использование обозначений и сокращений выходит за рамки настоящего стандарта, в то время как правила их размещения рассматриваются ниже.

b) Позиция

Конструкция пульта и панели может основываться на идее «темной панели», при которой нормальным условиям функционирования соответствует полностью погашенная панель. При этом, состояние оборудования АС отображается положением таких устройств, как индикатор расхождения и индикатор семафорного типа.

c) Свет

Необходимость повышения пропускной способности интерфейса в части представления информации и стремление к увеличению возможностей оператора по контролю АС привели к использованию световых индикационных систем. В целом, световые индикаторы и философия «темной панели» не должны одновременно применяться на одной и той же панели или пульте. Развитие световых индикаторов и возрастающая автоматизация привели к более интенсивному использованию подсвечиваемых кнопок по сравнению с поворотными переключателями.

Нарушения нормальной эксплуатации могут отображаться непрерывным свечением, например переход на ручное управление – подсвечиванием кнопки ручного управления, в то время как мигание может использоваться для кодирования факта необходимости привлечения внимания оператора к опасному событию или к изменению состояния АС.

d) Кодирование формой

Для индивидуальных поворотных ключей следует использовать кодирование формой, преимущество которого состоит в обеспечении оператора обратной связью, позволяющей ему убедиться в том, что он выбрал надлежащий орган управления. Переключатели могли бы иметь стреловидную рукоятку, ясно указывающую на выбранную позицию, тогда как органы управления, служащие для уменьшения или увеличения параметра, могут использовать Т-образную рукоятку, а выключатели электрической цепи – рукоятку типа «спускового крючка».

е) Кодирование цветом

Цветовое кодирование является удобным, однако использование цвета в качестве единственного способа кодирования чревато проблемами из-за нарушений цветового восприятия, субъективной интерпретации цветов и избытка «стандартов» относительно использования цветов. Цветовое кодирование должно применяться только в качестве дополнительного средства. Почти во всех случаях это достигается применением в дополнение к цвету таких способов кодирования как форма, знак, размер или дополнительный текст. Алфавит кодирования должен применяться единообразно для всех ОУ в рамках данной АС.

Современный опыт применения цветов на дисплеях описан в МЭК 61772, а для ручных ОУ можно воспользоваться МЭК 60073.

Особое внимание необходимо уделять использованию в качестве кода красного и зеленого цветов. Так, если красный и зеленый используются для кодирования состояния выключателя, то их уже нельзя применять для кодирования какой-либо другой информации, такой как готовность и неисправность оборудования.

ф) Кодирование размером

Кодирование размером может применяться для привлечения внимания к часто требуемым элементам или к элементам, важным для безопасности и требующим быстрой реакции. Однако в обычных случаях кодирование размером не столь эффективно как другие способы.

5.1.7 Защита от ошибочных воздействий на устройства управления

Чтобы предотвратить события, возникающие по вине человека, необходимо свести к минимуму ошибочные воздействия на ОУ. Для защиты от случайного или неправильного воздействия на устройство управления используются такие способы, как определенное размещение устройства, его физическая защита и встроенные в него средства защиты, реализуемые следующими методами.

а) Соответствующее размещение: ОУ должны быть расположены так, чтобы оператор не мог их случайно задеть или изменить их состояние, выполняя любую из возможных последовательностей управляющих движений. Для снижения риска непреднамеренного воздействия, такие устройства, как устройства остановки реактора, турбины или управления защитными клапанами, которые оказывают немедленное и серьезное влияние на состояние АС, должны располагаться в верхней или дальней части пульта управления.

ОУ, оказывающие серьезное влияние на работу АС, такие как органы управления важными клапанами или ключи воздействия на управляющие стержни, наряду с их расположением, исключаящим непреднамеренное воздействие, должны быть оборудованы еще и съёмными защитными приспособлениями (откидывающимися колпачками), которые необходимо поднять, чтобы обеспечить доступ к устройству. Другие ОУ должны утапливаться, закрываться щитком или окружаться другими физическими барьерами. Для снижения подверженности непреднамеренному воздействию незащищенных кнопок должны применяться выступающие цилиндрические гильзы.

б) Приоритет запуска: сигналы запуска систем безопасности, поступающие от автоматики, должны иметь приоритет над сигналами ручного включения. Любые исключения должны быть четко обоснованы.

с) ОУ с блокировкой: ОУ могут оснащаться блокировками, предусматривающими, например, дублирование воздействия, встроенную логику разрешения действия или одновременное нажатие двух независимых кнопок. Если какая-либо кнопка является общей для нескольких независимых ОУ и используется в качестве общей кнопки подтверждения управляющего

воздействия, то контакт этой кнопки должен быть импульсного типа, а не залипающим, что позволит предотвратить исполнение последовательностей несанкционированных управляющих действий.

Во избежание непреднамеренного воздействия и с целью обеспечения адекватной тактильной обратной связи необходимо подбирать устройства, требующие соответствующего усилия для поворота или нажатия. Использование устройств, требующих двойного воздействия, комбинации устройств или, в особых случаях, устройств с блокировочным замком также часто позволяет уменьшить количество ошибочных действий. Такие устройства, как ключи с индикацией расхождения, предполагающие цепочку нажатие-поворот-нажатие, снижают вероятность непреднамеренного воздействия, однако не слишком помогают избежать проблемы поворота ключа в ошибочную позицию.

Если для разных систем или комплектов используются похожие ОУ, то они должны быть отделены друг от друга или хорошо различимы, например, с помощью цвета.

d) Ручное дублирование: в случае неисправности сложных автоматических систем ответственность за управление может быть возложена на оператора. Даже при наличии необходимых ОУ и информации существует возможность человеческой ошибки в том случае, если требуемые операции не являются простыми и легко распознаваемыми и оператор не обучен надлежащим образом. Для приведения задачи в соответствие с возможностями человека может потребоваться дублирование со стороны автоматики или использование альтернативных систем, обеспечивающих соответствующую индикацию.

e) Индивидуальные отказы оператора: оборудование или программное обеспечение системы управления не должно вызывать срабатывание устройства, управляемого с помощью виртуального ОУ. Единственным способом удовлетворения этого требования является разрешение воздействия с помощью виртуального ОУ на работу устройства только при условии поступления и от оператора, и от системы управления двух независимых и достоверных команд (например, выбор оборудования и управление оборудованием).

5.1.8 Совместимость с дисплейными форматами

При проектировании ЧМИ, включающего в себя как компьютерные дисплеи, так и традиционные индивидуальные СОИ, важно, чтобы данный интерфейс рассматривался как единое целое. Согласованность между компьютерными дисплеями и индивидуальными СОИ может рассматриваться с четырех позиций:

а) Компоновка: должна быть проанализирована взаимосвязь между ОУ и СОИ, расположенных как на поверхностях пультов и панелей, так и на экране дисплея. Обычно дисплей служит больше для отображения, нежели в качестве активного устройства управления, однако при наличии в системе сенсорных дисплеев, на них могут быть выведены органы управления, непосредственно связанные с одним или более элементами информации.

Подробные рекомендации по компоновке информации на экранах дисплеев выходят за рамки настоящего стандарта, однако их можно найти в МЭК 61772, посвященном проектированию дисплейных форматов. В целом, описанные в нем правила размещения применимы как для элементов, отображаемых на дисплее, так и для традиционных индивидуальных СОИ.

Если для традиционных элементов ЧМИ более значимыми являются физические и антропометрические ограничения, то для компьютерных дисплеев ограничивающим фактором являются правила размещения текста и др. При применении компьютерной информационной системы необходимо сделать акцент на использовании схем и таблиц, однако в случае организации ОУ на сенсорных дисплеях необходимо уделить повышенное внимание компоновке элементов управления на экране дисплея (см. также подраздел 5.2, посвященный виртуальным ОУ).

б) Обозначения: принятые на станции обозначения, сокращения и т.п. должны единообразно использоваться как для традиционных СОИ, так и для компьютерных дисплеев. Нехватка места, зачастую характерная для компьютерных дисплеев, может привести к необходимости разработки более лаконичных форм по сравнению с теми, что используются в традиционной части интерфейса.

с) Символы: в случае представления информации на мнемосхемах, набор символов, используемых для обозначения оборудования АС, должен быть единым. Учитывая, что традиционные приборы и компьютерные дисплеи представляют собой два различных по физической природе средства отображения информации – первые обычно воспринимаются в отраженном свете, в то время как вторые сами являются источником света, невозможно гарантировать, что используемые символы будут выглядеть одинаково. Этот фактор должен учитываться при определении формы некоторых символов, относительной толщины линий и т.д.

д) Цвет: в обеих разновидностях интерфейса должны применяться одни и те же цветовые коды. Природа свечения компьютерных дисплеев может приводить к тому, что одни цвета будут видны лучше других (например, оранжевый виден более отчетливо, чем красный), что может привести к отступлению от абсолютных стандартов. Цвета, которые могут быть использованы для традиционных элементов ЧМИ необходимо выбирать с учетом цветового контраста и различимости. Цвет фона для пультов и панелей должен выбираться таким образом, чтобы он обеспечивал необходимый цветовой контраст со всеми традиционно используемыми цветами. Для этой цели чаще всего применяется светло серый цвет. Иногда может потребоваться дополнительное усиление контраста, например использование контуров.

5.2 Виртуальные ОУ

Виртуальные ОУ образуют ЧМИ, который приводится в действие программным обеспечением, а не непосредственными физическими связями. Для разработки виртуальных ОУ применимы требования к проектированию, приведенные в 5.1.5 и 5.1.8, однако наряду с ними виртуальные ОУ имеют ряд специфических характеристик, отличающих их от традиционных ОУ. Например, традиционные ОУ имеют четко определенное пространственное местоположение, в то время как виртуальные ОУ имеют виртуальное положение. Все традиционные ОУ пребывают в своем неизменном местоположении в каждый момент времени. Виртуальные ОУ отображаются на дисплеях и зачастую их нельзя увидеть все сразу. Один и тот же набор виртуальных ОУ может также использоваться для разных режимов, выполняя в каждом из них различные функции. Наконец, интерфейсы, построенные на виртуальных

ОУ и реализуемые с помощью компьютерной программы, являются гибкими и могут быть переконфигурированы. Все эти специфические характеристики создают очевидные проблемы проектирования, требующие специального руководства. Данное руководство приведено в 5.2.1 – 5.2.5.

5.2.1 Дисплеи

Все дисплеи имеют ограниченный размер и, следовательно, не все компоненты системы управления могут быть представлены оператору одновременно. Тем не менее, в случае необходимости технология виртуальных ОУ должна обеспечить оператору доступ к каждому отдельному компоненту и предоставить информацию о его состоянии и об управляющих связях с другими компонентами. Необходимо предусмотреть достаточную площадь на экране, обеспечивающую выполнение кратковременных задач управления, не создавая при этом помехи исполнению более продолжительных задач. В противном случае, для обеспечения различных задач управления можно использовать несколько дисплеев. Более подробную информацию о требованиях к проектированию дисплеев можно найти в МЭК 61772.

5.2.2 Поля выбора

Поля выбора отображают множество элементов оборудования или параметров, которые могут быть выбраны для выполнения задачи управления. Для обеспечения выбора правильного объекта, оборудование и параметры, представленные в поле выбора, должны визуально отличаться друг от друга. В качестве общего формата для их представления может использоваться мнемосхема (см. 5.1.5). Поля выбора должны быть отчетливо скомпонованы и снабжены маркировкой, позволяющей операторам отличать объекты выбора друг от друга. Для обеспечения визуальной различимости и содействия операторам в правильном выборе объектов, компоновка и маркировка оборудования и параметров, составляющих поле выбора, должны выполняться на основе руководства, приведенного в настоящем стандарте, а также в МЭК 61772.

Должны быть проанализированы и урегулированы случаи одновременного доступа нескольких операторов к одному и тому же

оборудованию станции. Если одно и то же поле выбора используется на нескольких рабочих станциях, то система должна позволять одному оператору быть в курсе действий другого.

5.2.3 Поля ввода

Поля, предназначенные для ввода управляющего воздействия, должны быть спроектированы и промаркированы так, чтобы операторы могли определить, каким оборудованием АС они в настоящий момент управляют. При возникновении ошибок ввода оператору должно выводиться сообщение об ошибке. Управляющая информация может вводиться с помощью указания соответствующей функции меню или в виде алфавитно-цифровых символов (клавиши +/-, клавиши со стрелками, функциональные клавиши и др.).

5.2.4 Форматы ввода

Ниже описываются несколько типов форматов ввода, которые должны рассматриваться при проектировании виртуальных органов управления. Для каждого из них интерфейс должен ясно отражать, какое состояние или значение было выбрано:

а) интерфейс для дискретного управления следует использовать для выбора из множества отдельных состояний или значений. Каждая выбираемая альтернатива должна иметь ясную маркировку;

б) интерфейс для непрерывного управления необходимо применять, когда выбор осуществляется на непрерывном множестве или на очень большом количестве дискретных значений. Каждая выбираемая альтернатива должна иметь ясную маркировку;

с) виртуальный ползунковый задатчик можно использовать, если необходимо отображать весь диапазон возможных значений и место выбранного значения внутри этого диапазона. Диапазон значений ползункового задатчика должен быть показан в соответствии с правилами маркировки, описанными в настоящем стандарте. Численное значение, соответствующее текущему положению виртуального ползункового задатчика, должно отображаться на этом задатчике в цифровом виде;

д) кнопки со стрелками можно использовать в случаях, когда состояния или значения могут возрастать или уменьшаться шаг за шагом. При этом в

численном виде должен отображаться количественный показатель, отражающий текущее состояние. Каждое нажатие кнопки со стрелкой должно изменять состояние или значение легко предсказуемым образом. При срабатывании кнопки со стрелкой должна также обеспечиваться достаточно заметная обратная связь. Каждая кнопка со стрелкой должна иметь ясную маркировку;

е) поле с ячейками выбора можно использовать для непосредственного ввода команд, осуществляемого комбинированным способом, сочетающим чек-лист и алфавитно-цифровую строку (например, для непосредственного ввода идентификатора насоса без навигации по странице). После того, как выбор сделан, пользователю должно предъявляться стандартное окно для ввода управляющей команды, через которое осуществляется собственно управление.

Примечание – следует избегать использования ввода алфавитно-цифровых строк в качестве основного формата операторского интерфейса; такой формат может применяться только в качестве дополнительного средства в определенных случаях.

5.2.5 Взаимодействие пользователя с системой

Если устройство ввода или отображения проектируется для выполнения более чем одной функции, то это приведет к большому количеству возможных состояний и режимов виртуального ОУ. Работа оператора с многочисленными состояниями подвержена ошибкам. Они заключаются в том, что оператор, работая с виртуальным ОУ, предполагает, что интерфейс находится в одном состоянии, в то время как фактически он находится в другом. Уменьшение числа возможных состояний и режимов управления может снизить вероятность ошибок. Необходимо избегать использование чрезмерно большого числа состояний для виртуальных ОУ. Если многочисленные состояния неизбежны, то они должны быть указаны настолько ясно, чтобы оператор мог легко определить текущее состояние.

Для взаимодействия с виртуальными ОУ часто используются курсоры. Курсоры должны иметь отличительные визуальные черты, обеспечивающие их легкое обнаружение операторами. Если рабочая станция включает в себя несколько дисплеев, то система должна показывать, на каком из них курсор является активным. Курсор должен быть стабильным и иметь возможность перемещения от одного дисплея к

другому в случае многодисплейной рабочей станции. Управляющие действия, прилагаемые к устройству управления (например, к мыши), должны быть совместимыми с движениями курсора, наблюдаемыми на дисплее. Необходимо избегать использования нескольких курсоров на одном дисплее.

При вводе операторам должны выдаваться подсказки в виде ясной и конкретной информации или окна ввода. Эта информация может указывать, когда и где следует осуществить ввод, а также связанные с ним последствия и необходимые разрешения. Для подсказок, выдаваемых при вводе, должны использоваться стандартные символы.

ЧМИ должен обеспечивать операторам обратную связь по всем предпринимаемым действиям. Он может также позволять отменять действия до того, как они будут выполнены. ЧМИ должен также отображать состояние действия по мере его выполнения. Более подробную информацию об обратной связи и времени реакции системы можно найти в МЭК 61772. Оператору также должны выдаваться оповещения, из которых он может получить подробную информацию, описывающую, какое действие было исполнено, как оно было исполнено и почему оно было неуместным.

Должны быть предусмотрены средства самокоррекции, обнаруживающие и автоматически исправляющие ошибки, совершаемые операторами при вводе. Действия по самокоррекции вызывают дополнительную умственную нагрузку на операторов. Следовательно, автоматические средства самокоррекции не должны использоваться для действий, связанных с управлением станцией.

При выполнении цепочки последовательных действий ЧМИ должен позволять операторам быстро оценить состояние этой последовательности по ходу ее реализации. Выполнение шагов, требующих подтверждения, должно осуществляться после ответа оператора на предупредительное сообщение или совет (например, «Хотите ли вы продолжить?»). При использовании подтверждений, они должны содержать подробности о цели действия, а не только о самом действии. Например, должно требоваться подтверждение удаления конкретного файла, а не просто удаления как такового. Для всех действий

по управлению станцией, осуществляемых с помощью компьютерных интерфейсов, должны быть одинаково доступны функции отмены действия и возврата к предыдущему состоянию интерфейса.

Во избежание ошибочного или непреднамеренного управления (например, путаницы и заблуждения) при отправке команды необходимо соблюдать следующую общую последовательность действий:

- a) выбор органа управления,
- b) выбор команды,
- c) подтверждение команды.

Команды, которые не воздействуют непосредственно на процесс, не должны требовать подтверждения. Некоторые ОУ могут также требовать быстрого доступа (например, гашение сирены сигнализации).

5.3 Специальные требования для сенсорных панелей

Сенсорные панели могут применяться там, где допустима задержка. Они должны располагаться так, чтобы удовлетворять эргономическим требованиям, предъявляемым и к контролю, и к управлению. Там где это уместно, можно рассмотреть использование нескольких экранов или внешних манипуляторов (трекбола или джойстика).

Дисплейные видеокадры и сенсорные панели должны обеспечивать рабочую область, которая является достаточно полной для запланированной задачи и которая направляет оператора на соответствующие действия. Должны быть также предусмотрены простые способы выбора новых форматов или перехода к другим рабочим областям, которые вероятно могут потребоваться. Хотя видимая область сенсорной панели и может занимать весь экран дисплея, действительно активные чувствительные области и промежутки между ними должны быть организованы так, чтобы активные области было легко выбрать и риск попадания на некорректную область был очень небольшим, особенно для критических действий. Должны быть предусмотрены соответствующие средства для сопоставления позиций пальца, обнаруженных чувствительной матрицей, и активных областей, размеченных на видеокадре.

Реакция оборудования должна быть надежной и единообразной, а оператор должен быть немедленно проинформирован о каждом обнаруженном касании изменением цвета, появлением символа, сообщения или звукового сигнала. В форматах должна быть предусмотрена индикация и сигнализация о недопустимых операциях (например, превышение параметром допустимого уровня), представляемая в удобном виде (например, отображением текущего значения, аварийной уставки или причины, по которой действие квалифицируется как недопустимое). Важные для станции необратимые операции должны требовать два касания, производимые в течение определенного промежутка времени. Дополнительные требования к виртуальным ОУ приведены также в подразделе 5.2.

Приложение А (справочное)

Примеры организации индивидуальных ОУ

а) Поворотные выключатели: положения ВЫКЛ / ВКЛ располагаются так, что положение ВЫКЛ находится на 12 часах, а положение ВКЛ – на 3 часах. Поворот по часовой стрелке инициирует запуск оборудования.

б) Выключатели с индикацией расхождения: если эти переключатели устанавливаются вне мнемосхемы, то применяется обычное правило расположения позиций ВКЛ / ВЫКЛ. Если они устанавливаются на мнемосхеме, то положение ВЫКЛ размещается под прямым углом к соответствующей линии мнемосхемы, а положение ВКЛ – вдоль линии. Подобные правила применяются и для индикаторов расхождения, будь то автоматические индикаторы семафорного типа или управляемые вручную.

с) Переключатели: положения двухпозиционных переключателей с состояниями, отличными от ВЫКЛ / ВКЛ, размещаются симметрично относительно вертикальной оси. Если какое-то из состояний может быть квалифицировано как превосходящее по сравнению с другим, т.е. такое состояние, в котором система более производительна или работает в автоматическом режиме, то соответствующая позиция размещается справа:

Например: Меньше – Больше,

Малый диапазон – Большой диапазон.

Трехпозиционные переключатели располагаются симметрично относительно вертикальной оси. Если имеется превосходящее состояние, то оно должно располагаться справа от центральной оси:

Например: Снижение – Отключено – Повышение,

Медленнее – Отключено – Быстрее.

Многопозиционные переключатели располагаются так, чтобы их положения находились симметрично относительно позиции 12 часов. Следует избегать других расположений, за исключением случаев, когда какое-то положение рассматривается в качестве исходного или нормального.

d) Кнопка и кнопка с индикатором: кнопки и индикаторы для управления двумя состояниями располагаются в виде горизонтально ориентированной пары. Более превосходящее состояние размещается справа:

Например: Открыто – Закрыто (электрический прерыватель),
Закрыто – Открыто (задвижка),
Выключено – Включено,
Сброс – Нормальная работа,
Удержание – Захват,
Ручное – Автоматическое,
Отказ – Исправно.

Иногда может потребоваться выбор или индикация трех состояний, на который также распространяется приведенное выше правило. В подобных случаях три элемента должны быть выстроены в соответствии со связанным с ними оборудованием.

e) Функции регулирования, с помощью которых осуществляется, например, плавное открытие задвижки или клапана, реализуются с помощью вертикально ориентированной пары устройств, где более превосходящее состояние размещается сверху:

Например: Больше Открыть Повысить уставку регулирования
Меньше Закреть Снизить уставку регулирования

Если устройство регулирования после воздействия на кнопку фиксируется в этом рабочем положении и предусмотрена функция сброса этой фиксации, то для регулирования должна использоваться вертикально ориентированная пара кнопок, а кнопка сброса располагается слева от нее на горизонтальной осевой линии, проходящей через центр вертикальной пары кнопок.

f) Если кнопки располагаются в виде матрицы по четыре, пять или шесть, то при их компоновке используются изложенные выше принципы размещения более превосходящего состояния и компоновки группы ОУ. Кнопки выбора и индикаторы состояний «Ручное» и «Автоматическое» должны занимать верхнюю горизонтально ориентированную пару позиций. Ниже размещаются две вертикально ориентированные пары устройств. Левая пара используется

для ручного управления, в то время как правая пара предназначена для ручного изменения уставки регулирования. В обоих этих случаях более превосходящее состояние располагается в верхней позиции (см., например, рисунок ниже).



IEC 57408

г) Если оборудование станции потребует дополнительных исполнительных механизмов, которые должны управляться, либо появится каскад контуров управления, перечисленные принципы должны соблюдаться, а дополнительные устройства размещаться в соответствующих позициях. Ограниченность пространства не может оправдывать нарушение описанных принципов размещения. Отдельно стоящие, не связанные с другими устройствами индикаторы или устройства управления располагаются по центральной оси соответствующего оборудования или группы оборудования. Если одно или более устройств изымается из матрицы, то в ней сохраняется обычное стандартное расположение, а освободившееся место не занимает. Это делается для того, чтобы сохранить смысловую нагрузку позиций, которая соответствует перечисленным выше правилам.

**Приложение ДА
(справочное)**

Сведения о соответствии ссылочных международных стандартов ссылочным национальным стандартам Российской Федерации

Т а б л и ц а ДА.1

Обозначение ссылочного международного стандарта	Степень соответствия	Обозначение и наименование соответствующего национального стандарта
МЭК 60073	IDT	ГОСТ Р МЭК 60073-2000 Интерфейс человеко-машинный. Маркировка и обозначения органов управления и контрольных устройств. Правила кодирования информации
МЭК 60964	IDT	ГОСТ Р МЭК 60964 Атомные станции. Пункты управления. Проектирование блочного пункта управления**
МЭК 61771	IDT	ГОСТ Р МЭК 61771 «Атомные станции. Блочный пункт управления. Верификация и валидация проекта»**
МЭК 61772	IDT	ГОСТ Р МЭК 61772 «Атомные станции. Пункты управления. Применение дисплеев» **
МАГАТЭ NS-G-1.3	–	***
<p>* Соответствующий национальный стандарт отсутствует. До его утверждения рекомендуется использовать перевод на русский язык данного международного стандарта. Перевод данного международного стандарта находится в Федеральном информационном фонде технических регламентов и стандартов.</p> <p>** - готовится к изданию.</p> <p>*** - текст документа на русском языке доступен на http://www.iaea.org/.</p> <p>Примечание – В настоящей таблице использованы следующие условные обозначения степени соответствия стандартов:</p> <p>– IDT – идентичные стандарты.</p>		

УДК

ОКС 27.120.20

Ключевые слова: атомная станция, оператор, органы управления,

Президент АНО "ИЗИНТЕХ"

К.Н. Стась