

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО
ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ**

**НАЦИОНАЛЬНЫЙ
СТАНДАРТ
РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ**

**ГОСТ Р МЭК
61772 – 2011**

**АТОМНЫЕ СТАНЦИИ
Пункты управления.
Применение дисплеев**

**IEC 61772:2009
Nuclear power plants —
Control rooms —
Application of visual display units (VDUs)**

(IDT)

Издание официальное

**М о с к в а
Стандартинформ
2011**

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 на основе аутентичного перевода на русский язык стандарта, указанного в пункте 4, который выполнен 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 61772:2009 «Атомные станции. Пункты управления. Применение дисплеев» [IEC 61772:2009 Nuclear power plants – Control rooms – Application of visual display units (VDUs)].

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

5 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

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.

© Стандартиформ, 2011

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	3
3	Термины, определения и сокращения.....	4
4	Требования к проекту	6
4.1	Планируемая цель и использование	6
4.1.1	Общие положения.....	6
4.1.2	Количество и расположение дисплеев.....	8
4.1.3	Размещение, позволяющее избежать проблем, возникающих от естественного и искусственного освещения	9
4.2	Основные пользователи	10
4.3	Критерии отказа	11
4.4	Требования к системе.....	13
4.5	Информационные потребности и процедуры применения дисплеев ...	15
4.5.1	Общие положения.....	15
4.5.2	Оснащение дисплеями существующего БПУ.....	16
4.5.3	Проектирование нового БПУ	16
5	Проектирование и реализация форматов представления данных на дисплее	17
5.1	Проектирование	17
5.2	Общие требования.....	20
5.2.1	Представление информации.....	20
5.2.2	Доступность информации.....	20
5.2.3	Удобочитаемость	20
5.3	Согласованность	Ошибка! Закладка не определена.
5.3.1	Понятность.....	21
5.3.2	Совместимость дисплейных форматов с остальной частью ЧМИ	21
5.3.3	Взаимная согласованность дисплейных форматов	21
5.4	Форма представления информации	22
5.4.1	Основные правила	22
5.4.2	Использование символов и графики	24
5.4.3	Мнемосхемы.....	24
5.4.4	Форматирование информации	25

6	Разработка и внедрение экранов коллективного пользования	26
6.1	Цель ЭКП	26
6.2	Обзор вопросов проектирования ЭКП	28
6.3	Расположение ЭКП в БПУ	29
6.3.1	Общие положения	29
6.3.2	Расположение относительно зон восприятия операторов	30
6.4	Информационное содержание видеокадров ЭКП	32
6.4.1	Общие положения	32
6.4.2	Исполнение экрана и изображения	33
6.4.3	Проектирование видеокадров для ЭКП	33
6.4.4	Вопросы использования цвета в видеокадрах ЭКП	36
6.5	Управление изменением содержимого, отображаемого на ЭКП	38
7	Верификация	38
8	Валидация	39
	Приложение А (справочное) Достоинства и недостатки отображения информации на дисплее	41
	Приложение В (справочное) Примеры форматов, их типичного использования и некоторых характеристик	44
	Приложение С (справочное) Основы проектирования и реализации видеокадра	47
	Приложение D (справочное) Примеры методов доступа	48
	Приложение E (справочное) Верификация и валидация дисплеев	50
	Приложение F (справочное) Метод проектирования дисплейного видеокадра с представлением информации о состоянии станции и оборудования	54
	Рисунок E.1 – Создание и верификация видеокадра	53

ВВЕДЕНИЕ

а) Техническая справка, основные вопросы и организация настоящего стандарта

В процессе работы над созданием стандарта по проектированию пунктов управления для атомных станций (АС) стало очевидным, что объем подобного стандарта будет очень большим. Поэтому этот стандарт был разделен на один основной (МЭК 60953 с приложением) и несколько дополнительных стандартов. Настоящий стандарт является одним из таких дополнительных стандартов.

Предполагается, что настоящий стандарт будет использоваться организациями, эксплуатирующими АС (промышленностью), проектирующими организациями, специалистами, осуществляющими оценку систем, и надзорными органами.

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

МЭК 61772 является документом третьего уровня, в котором обсуждаются общие вопросы использования дисплеев в блочном пункте управления (БПУ) АС.

МЭК 61772 необходимо читать в комплексе с МЭК 60964, который является соответствующим документом подкомитета МЭК ПК 45А, содержащим общие требования, касающиеся проектирования БПУ АС. Кроме того, совместно с настоящим стандартом должны применяться МЭК 61227, МЭК 61771, МЭК 62241 и МЭК 61839.

Более подробная структура серии стандартов подкомитета МЭК ПК 45А приведена в пункте d) 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.

d) 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 МЭК 61513. Он содержит общие требования к системам и оборудованию для контроля и управления, используемым 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 МЭК 61508-1, МЭК 61508-2 и МЭК 61508-4 применительно к ядерной отрасли. Поэтому согласованность с МЭК 61513 облегчит соответствие требованиям МЭК 61508 в их толковании для ядерной промышленности. 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 GS-R-3) 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 руководстве по безопасности NS-G-1.3, касающимся систем контроля и управления, важных для безопасности АЭС. Термины и определения, используемые в стандартах SC 45А согласованы с теми, что используются в документах МАГАТЭ.

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

АТОМНЫЕ СТАНЦИИ Пункты управления. Применение дисплеев

Nuclear power plants.
Control rooms.
Application of visual display units (VDUs)

Дата введения – 2011 – –

1 Область применения и назначение

Настоящий международный стандарт дополняет МЭК 60964. Он устанавливает требования к применению дисплеев в БПУ АС.

Для 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. Кроме того, совместно с настоящим стандартом должны также рассматриваться МЭК 61227, МЭК 61771, МЭК 62241 и МЭК 61839.

Настоящий стандарт призван помочь разработчику в планировании применения дисплеев (включая дисплеи на индивидуальных рабочих станциях и большие экраны для групповой работы или восприятия на расстоянии) вместе или вместо традиционных приборов (приборных панелей), для чего стандарт:

- констатирует преимущества, обеспечиваемые возможностями дисплеев;
- предоставляет примеры апробированных решений и рекомендации, позволяющие разработчику избежать ошибок проектирования.

Настоящий стандарт содержит:

- а) требования к отбору необходимой информации, формулируемые с учетом:
 - решаемых с помощью этой информации задач, например, эксплуатация, техническое обслуживание, защита,
 - размера необходимого пространства, например, при компоновке и размещении оборудования,
 - использования иерархии и/или взаимосвязей,

- избегания лишней информации,
- уверенности в том, что выводимая информация является существенной;

б) требования к качественному представлению информации, такие как:

- яркие с отсутствием мерцания дисплеи с соответствующей частотой обновления изображения,
- обеспечение достаточного пространства для отображения и оптимальной компоновки,
- выбор адекватных размеров форматов и символов,
- использование, наряду с алфавитно-цифровой информацией, образных и символьных форм отображения,
- использование унифицированных общепринятых символов и обозначений,
- компоновка, выполненная с учетом требований инженерной психологии и эргономики требований, например, с учетом стереотипов населения,
- использование методов группирования и кодирования,
- согласование направлений изображаемых потоков среды,
- обеспечение необходимых уровней абстракции в соответствии с требованиями различных потенциальных пользователей;

с) методы организации простого и быстрого доступа к определенной информации, требуемой в данный момент времени:

- путем простого выбора одного формата или набора форматов в соответствии с информационными задачами,
- путем использования меню различных типов (например, иконки для информации одного уровня) или других методов доступа (возврат к предыдущему формату, выбор экрана и др.) с помощью виртуальных органов управления, изображенных на или вне экрана дисплея, либо курсоров,
- путем использования программируемого вывода информации (инициируемого любым двоичным сигналом, таким как срабатывание сигнализации);

d) критерии проектирования, обеспечивающие достижение соответствующей надежности всех функций, необходимых для решения определенных информационных задач.

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 существующих пунктов управления или других постов управления, необходимо обратить особое внимание на то, что некоторые сделанные в нем допущения (такие как уровень автоматизации) могут быть неприменимы.

Если в ходе работы возникает необходимость отступления от данного стандарта, то причины такого отступления должны быть документированы.

2 Нормативные ссылки

Перечисленные ниже документы 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).

МЭК 60964:2009 Атомные станции. Пункты управления. Проектирование (IEC 60964:2009 Nuclear power plants – Control rooms – Design)

МЭК 61226:2005 Атомные станции. Системы контроля и управления, важные для безопасности. Классификация функций контроля и управления (IEC 61226:2005, Nuclear power plants – Instrumentation and control systems important to safety – Classification of instrumentation and control function)

МЭК 61227:2008 Атомные станции. Пункты управления. Органы управления оператора (IEC 61227:2008 Nuclear power plants – Control rooms – Operator controls)

МЭК 61513 Атомные станции. Контроль и управление системами, важными для безопасности. Общие требования к системам (IEC 61513 Nuclear power plants – Instrumentation and control for systems important to safety – General requirements for systems)

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 61839:2000 Атомные станции. Проектирование пунктов управления. Функциональный анализ и распределение функций (IEC 61839:2000 Nuclear power plants – Design of control rooms – Functional analysis and assignment)

МЭК 62241:2004 Атомные станции. Блочный пункт управления. Функции и представление сигнализации (IEC 62241:2004 Nuclear power plants – Main control room – Alarm functions and presentation)

ИСО 11064 (все части) Эргономическое проектирование центров управления [ISO 11064 (all parts) Ergonomic design of control centres]

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, определения и сокращения

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

3.1 ассоциированная информация (associated information):
Дополнительная или вспомогательная информация к основному информационному содержанию одного или нескольких видеокладов. Существование такой дополнительной информации может указываться с помощью специальных значков (объектов навигации, встроенных в отображаемую информацию), активация которых приведет к отображению отдельных форматов, меню, состоящих из значков или, там где это удобно, алфавитно-цифровых меню.

3.2 экран коллективного пользования [Large Screen Display (LSD)]:
Большой дисплей любого типа, предназначенный для группового восприятия, поддержки коллективных действий, восприятия на расстоянии и т.п.

3.3 объект навигации (navigation target):
Область на экране дисплея, обеспечивающая переход к другим форматам или видеокладам в результате наведения на эту область курсора или другого указателя и выполнения соответствующего управляющего действия.

3.4 основной дисплей (primary display): Один или несколько дисплеев, используемых для отображения информации, помогающей операторам выполнять основные задачи контроля и управления. К размещению основных дисплеев предъявляются более строгие требования, направленные на то, чтобы оператор мог эффективно использовать их со своего рабочего места.

3.5 вспомогательный дисплей (secondary display): Дисплей, выполняющий вспомогательную роль, например поддержание общей осведомленности о ситуации, облегчение группового взаимодействия во время перемещения по БПУ, контроль общего состояния в промежутках между выполнением более конкретных задач.

3.6 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.

3.7 дисплей [Visual Display Unit (VDU)]: Средство отображения информации, включающее в себя экран, на который выводится изображение, формируемое компьютером.

[IEC 60964]

3.8 Сокращения

АС – атомная станция

БПУ – блочный пункт управления

ЖК – жидкокристаллический

ОУ – орган управления

СОИ – средство отображения информации

ЭКП – экран коллективного пользования

ЭЛТ – электронно-лучевая трубка

4 Требования к проекту

4.1 Планируемые цель и использование

4.1.1 Общие положения

Процесс проектирования дисплейной системы должен соответствовать требованиям МЭК 60964.

В процессе проектирования системы отображения должны быть определены ее цели, например обеспечение безопасности, эффективности и работоспособности АС.

Если дисплейная система внедряется на действующую АС, то в этом случае должны быть определены рамки применения требований настоящего стандарта и МЭК 60964.

Требования к работоспособности должны определяться, исходя из класса системы, определяемого в соответствии с МЭК 61226 и МЭК 61513.

Дисплейная система должна проектироваться так, чтобы операторы могли быстро и правильно выполнять свои задачи. Необходимо обратить внимание на взаимосвязь между отображаемой информацией и любыми связанными с ней органами управления.

Необходимо проанализировать вопрос интеграции средств отображения информации (СОИ) и органов управления (ОУ), а также выбор типа эксплуатационных процедур (событийно-ориентированные, симптомно-ориентированные или основанные на состоянии).

При выборе типа дисплея для его последующего использования, необходимо учитывать особенности отображения выводимой информации.

Для обеспечения простоты работы и минимизации ошибок операторов – как преднамеренных, так и случайных, в ходе проектирования должны применяться эргономические правила.

Учитывая, что информация, отображаемая на дисплеях, составляет основной источник данных и вносит вклад в общую рабочую нагрузку оператора, во избежание информационной перегрузки дисплеи должны проектироваться так, чтобы свести к минимуму вклад в рабочую нагрузку таких процессов, как контроль, принятие решений и выполнение действий.

При проектировании дисплейной системы должны быть сформулированы и документированы четкие определения планируемых целей использования дисплеев, их роли в обеспечении безопасности и требования к их основным рабочим характеристикам.

На границы применения, структуру и возможности системы в целом оказывают существенное влияние следующие факторы:

- планируется ли ее применение в новом проекте или для усовершенствования существующего;
- относится ли система к классу важных для безопасности или не влияющих на безопасность и подлежит ли она лицензированию;
- каков уровень автоматизации станции;
- каковы возможности и потребности основных пользователей;
- предназначена ли система только для отображения информации или она будет поддерживать управление, реализуемое с помощью виртуальных ОУ.

Система может внедряться сразу или поэтапно, в зависимости от финансирования, временных рамок, накопления опыта или изменения состояния дел в области технического и программного обеспечения, а также изменений различных аспектов, способных повлиять на роль операторов.

В приложении А к настоящему стандарту приводятся некоторые вопросы усовершенствования систем отображения благодаря использованию дисплеев.

Настоящий стандарт содержит общие рекомендации, однако если в ходе проектирования потребовалась их детализация, то для каждого конкретного проекта должны быть разработаны руководства по проектированию и по стилям¹⁾. Для этого настоящий стандарт также содержит указания, гарантирующие, что разрабатываемое для конкретного проекта руководство обеспечит создание конструкции, в

¹⁾ Прим. пер.: руководство по стилям обычно устанавливает принципы кодирования информации – используемые цвета, размеры, формы, шрифты и др.

которой взаимно увязано применение дисплеев, систем, старого и нового оборудования.

4.1.2 Количество и расположение дисплеев

Обычно одним из первых проектных решений является определение конфигурации пункта управления в целом, т.е.

- количество и расположение компьютеризованных рабочих станций и их техническое оснащение, включающее в себя дисплеи, клавиатуры и др.;
- количество и расположение другого оборудования, такого как сигнализация и органы управления.

Чтобы свести к минимуму изменения, вносимые в проект в будущем, анализ операторских задач, проводимый на ранней стадии проекта, должен охватывать:

- анализ информации, подлежащей представлению операторам;
- получение исходных данных от оперативных смен.

При проектировании новой АС в группу разработчиков должны входить:

- персонал, имеющий опыт оперативной работы на АС предшествующих проектов;
- персонал, имеющий опыт оперативной работы с похожими системами;
- представители от будущих операторов.

При определении необходимого количество дисплеев следует проанализировать

- информацию, которая может одновременно понадобиться операторам;
- организацию информации по видеокадрам;
- организацию видеокадров по различным дисплеям;
- способы доступа к информации.

Нужно также учитывать необходимость координации действий членов оперативной смены.

4.1.3 Размещение, позволяющее избежать проблем, возникающих от естественного и искусственного освещения

Для данного раздела уместны общие требования и рекомендации, вытекающие из обычных правил проектирования пунктов управления.

Основная проблема организации освещения состоит в том, чтобы обеспечить достаточное количество света для освещения печатных и рукописных материалов и избежать освещенности экранов дисплеев (включая ЭКП) и нежелательного снижения контрастности экрана.

В целом, общее освещение пункта управления должно быть непрямым и слегка рассеянным.

Отделка помещения и цвета обстановки играют важную роль в определении общего внешнего вида рабочего пространства.

Отражательная способность архитектурных поверхностей должна способствовать рассеянию света, однако при этом не вызывать чрезмерное снижение контраста дисплеев и ЭКП.

Схема освещения и выбор осветительных приборов должны рассматриваться в комплексе с остальными проектными решениями.

Каждый новый источник света или блестящая поверхность, добавляемые в помещение пункта управления, потенциально могут стать причиной множества проблем. Например:

- незапланированное заранее дополнительное освещение может вызвать блики и отражения на экранах дисплеев;
- не спланированное общее освещение может вызвать избыточную освещенность или попадание рассеянного света на ЭКП, снижающего
 - контрастность;
 - цветовую насыщенность;
 - читаемость.

Необходимо отметить, что проекционные экраны с относительно низкой яркостью свечения больше подвержены перечисленным выше проблемам, чем экраны с более высокой яркостью.

Окна, через которые поступает естественный свет, также создают особую проблему для ЭКП.

Может потребоваться обеспечить персонал возможностью тщательного управления распределением света.

Проекторы прямой засветки должны располагаться так, чтобы они не вызывали бликов и отражений на дисплеях рабочих станций операторов.

Необходимо уделить внимание выбору цветов с учетом условий освещения. Следует отметить, что

- ненасыщенные цвета трудноразличимы в ярко освещенном помещении;
- близкие цвета трудно отличить в слабо освещенном помещении.

Осветительные приборы должны иметь нейтральный цвет для обеспечения нормальной цветопередачи

Если в пункте управления используется цветовое кодирование, то окружающее освещение должно быть бесцветным.

Не следует использовать лампы накаливания, искажающие цветопередачу.

Если в пункте управления предусмотрено аварийное освещение, при котором операторы могут продолжать работать с дисплеями, то оно также должно обеспечивать хорошую цветопередачу.

4.2 Основные пользователи

Частью спецификации проектных требований является определение основных пользователей для каждой группы дисплеев. Ими могут быть оператор реактора и другие операторы станции, начальник смены, ремонтный и обслуживающий персонал или руководители. При наличии ЭКП различные пользователи или группы пользователей могут находиться в разных зонах БПУ.

Степень сложности отображаемой информации должна в первую очередь соответствовать мыслительным возможностям операторов БПУ, а видеокadres должны с самого начала разрабатываться при их активном участии. Это объясняется тем, что операторы БПУ обычно являются основными пользователями информационной системы АС в нормальных режимах, при нарушениях нормальной эксплуатации и в аварийных ситуациях. Именно они являются единственным персоналом, постоянно присутствующим и несущим ответственность.

Наряду с основной информацией, для начальников смен, инженеров по безопасности и других, в соответствии со сложившейся в отрасли практикой, стационарных и внешних консультантов персонала БПУ должно

быть предусмотрено отображение более абстрактной или сфокусированной на каком-либо вопросе информации. Она может касаться анализа и принятия стратегических решений в сложных ситуациях, развивающихся в течение продолжительного времени. Подобная информация может также выводиться на ЭКП, если одной из его задач является поддержание общей осведомленности о ситуации или облегчение группового взаимодействия.

Целью проектирования должно быть усиление роли оператора как лица, ответственного за обеспечение безопасности и оптимизацию эффективности, что достигается за счет использования и поддержки его мыслительных способностей и экспертных знаний.

Опыт применения дисплеев на АС показывает, что оперативному и ремонтному персоналу необходим доступ через дисплеи рабочей станции ко всей станционной информации – как непосредственно измеряемой, так и получаемой в результате обработки данных, а также специальные средства, позволяющие отображать следующую информацию:

- логические алгоритмы управления;
- уставки срабатывания защиты;
- уставки срабатывания сигнализации;
- масштабирующие коэффициенты сигналов;
- назначения входов

и другие характеристики, используемые для определения качества функционирования дисплейной системы. Такие средства имеют особую значимость во время ввода станции в эксплуатацию и в процессе пуска после модернизации.

4.3 Критерии отказа

Требования к надежности и критерии отказа должны формироваться в результате отнесения системы к определенному классу безопасности в соответствии с МЭК 61226 и исходя из требований к безопасности АС, источником которых являются, среди прочих, надзорные органы. Отказ информационной системы означает снижение качества, недостаточность или недостаточную точность информации, предназначенной для понимания или выполнения надлежащим образом задач, связанных с

обеспечением безопасности. Единичный отказ внутри системы представляет собой отказ любого из ее элементов, например датчика, процессора или дисплея.

Дисплеи могут применяться в качестве:

а) индивидуальных экранов, ЭКП и других средств отображения, не имеющих непосредственного отношения к безопасности и используемых для облегчения понимания определенных ситуаций или раннего обнаружения нарушений путем, например, информирования о действиях автоматики, представления балансов и потоков энергии и вещества и сообщения о незначительных выбросах радиоактивности или о течах;

б) ЭКП или экранов для отображения информации и осуществления управляющих действий, потенциально имеющих отношение к безопасности, например, для информации и действий, которые необходимы при исполнении процедур, связанных с обеспечением безопасности в проектных и запроектных режимах эксплуатации станции;

с) экранов для представления информации о безопасности, аналогичных специализированным панелям безопасности;

д) виртуальных органов управления, являющихся частью интегрированной информационно-управляющей системы.

Подобное применение возможно как для новых проектов, так и для модернизируемых пунктов управления.

Для случая а):

- резервирование обычно не является существенным и допускается случайный отказ информационной функции системы.

Для случая б):

- должно быть обеспечено резервирование, гарантирующее, что единичный отказ элемента системы не повлияет на исполнение ею своей основной функции;
- работоспособность функций отображения (уже собранной информации) должна обеспечиваться согласно соответствующим документально описанным требованиям безопасности.

Для случая с):

- отказ одного дисплея не должен повлиять на действия оператора, необходимые для обеспечения безопасности. Для этого необходимо

использовать избыточность и принцип разнообразия информационных и управляющих средств;

- информация, необходимая для работы в аварийных ситуациях, должна исходить от средств измерения соответствующего класса безопасности, имеющих достаточную избыточность, однако при этом она может дополняться и другой информацией;
- вероятность отказа информационной функции должна анализироваться с учетом соответствующих документированных требований безопасности.

Для случая d):

- отказ одного дисплея должен рассматриваться в соответствии с критериями безопасности и работоспособности для случаев a), b) и c), в зависимости от того, к какому из этих случаев относятся управляющие действия.

4.4 Требования к системе

Подразделы 4.1 – 4.3 позволяют разработчику определить требования к дисплеям. Настоящий документ устанавливает лишь требования верхнего уровня.

Подробные рекомендации, касающиеся времени реакции, углов обзора и др., должны содержаться в руководстве по стилям.

Детальные требования должны быть разработаны по следующим вопросам:

- объем и структура вычислительных ресурсов и памяти;
- необходимая избыточность, разнообразие и сложность информации;
- условия окружающей среды и требования к дисплеям и ЭКП.

Требования, предназначенные главным образом для проектирования дисплеев рабочих станций, должны определять следующее:

- размер знаков и символов, отображаемых на дисплее;
- число пикселей, достаточное для формирования различимых символов в случае использования точечной матрицы;
- требования к максимальному углу обзора (между линией взгляда и перпендикуляром к поверхности экрана дисплея) для основного и второстепенного дисплея;

- требования к контрастности знаков и символов по отношению к фону при наличии возможности регулирования яркости;
- частоту обновления информации, представленной в цифровом виде.

Кроме того, при проектировании дисплеев рабочих станций предъявляются следующие требования:

- время вывода любого элемента (или множества элементов) видеокadra должно отвечать требованиям к представлению информации на дисплее, вытекающим из анализа задач;
- время вывода любого элемента (или множества элементов) видеокadra должно отвечать потребностям оператора, связанным с представлением информации, рассматриваемым с точки зрения эргономики и инженерной психологии;
- частота обновления информации, представленной в цифровом виде, должна быть такой, чтобы обеспечить их легкое и точное считывание оператором без отображения быстрых изменений цифр низших разрядов, независимо от того, находится ли АС в стабильном состоянии или в переходном режиме;
- размеры знаков и символов, отображаемых на дисплее, должны соответствовать эргономическим рекомендациям по обеспечению удобочитаемости.

Должны быть установлены требования к самим дисплеям, охватывающие:

- цвета, используемые для кодирования информации;
- частоту обновления изображения на экранах;
- спектр установленного в помещении освещения;
- устойчивость люминофора для дисплеев, основанных на ЭЛТ. Свои специфические требования могут предъявляться и к другим технологиям, таким как ЖК или проекционные.

Кроме того, для дисплеев как таковых предъявляются следующие требования:

- необходимо избегать мигания текста или значений параметров;
- должны быть выполнены соответствующие измерения, позволяющие убедиться, что отражения других источников света на экране находятся

на уровне, который не повлияет на исполнение задачи или не вызовет зрительный дискомфорт;

- виртуальные ОУ должны предусматривать механизм обратной связи, предоставляющий информацию о том, было ли исполнено или нет запрашиваемое действие. Критические действия должны быть защищены от непреднамеренного случайного инициирования.

Более подробная информация о виртуальных ОУ приводится в МЭК 61227.

4.5 Информационные потребности и процедуры применения дисплеев

4.5.1 Общие положения

Информация, подлежащая отображению, должна быть определена в целом, а затем и в подробностях с помощью анализа потребностей операторов и других пользователей, появляющихся в различных эксплуатационных режимах.

В процессе проектирования должны быть собраны точки зрения и мнения опытных операторов.

Видеокадры должны быть основаны на «пользовательской модели». Представители промышленности и даже отдельные подгруппы специалистов могут иметь свои собственные ассоциации и устоявшиеся стереотипы в таких вопросах, как:

- система трубопроводов;
- потоки сред;
- состояние сигнализации.

Пользовательские модели могут также зависеть от того, каким оборудованием оснащались АС и какими традиционными панелями пользовались операторы ранее. Нельзя автоматически полностью заменять эффективные традиционные панели на дисплеи просто потому, что сегодня с их помощью можно организовать ЭКП.

Пользовательская модель формируется в результате

- обучения,
- тренировки и

- оперативного опыта.

Пользовательская модель включает в себя:

- знания о взаимосвязях между системами АС, позволяющие делать умозаключения о том, как среды могут перемещаться из одной системы в другую;
- знания о законах изменения массы и энергии в системе, позволяющие прогнозировать влияние на зависимую систему.

4.5.2 Оснащение дисплеями существующего БПУ

Добавление дисплеев или замена традиционных приборов дисплеями может сделать возможным представление информации, которую невозможно легко и просто отображать на традиционных приборах, особенно в случаях, когда при отображении информации требуется гибкость, например:

- вывод результатов компьютерных вычислений и сравнений;
- представление обзорной информации, содержащей вычисленные значения, групповую сигнализацию, тренды, интегральные параметры, отражающие общее состояние станции и др.;
- построение двухмерных диаграмм, демонстрирующих соотношение двух переменных x и y , например параметров или критических функций безопасности;
- построение двухмерных графиков, отражающих поведение переменной x во времени t ;
- отображение трендов (включая долговременные) с возможностью изменения масштаба;
- отображение мнемосхем систем с информацией о состоянии, обновляемой в режиме реального времени;
- объединение различной информации, например, изображение картограммы активной зоны на четырех экранах;
- представление эксплуатационных процедур с информацией о состоянии, обновляемой в режиме реального времени.

4.5.3 Проектирование нового БПУ

Необходимо следовать итерационной процедуре, включающей в себя

а) исследование и подробное описание основных целей (методом нисходящего проектирования), таких как:

- обеспечение информацией для контроля над станцией и выполнения автоматических действий;
- обеспечение информацией для принятия решений (при действиях, производимых вручную);

б) упорядочение требований к отображению информации о состоянии и тенденции изменения состояния станции и систем автоматического управления, включая системы защиты (методом восходящего проектирования);

с) определение взаимосвязей между видеокадрами. При этом должны учитываться:

- взаимодействующие видеокадры,
- связанная друг с другом информация;
- видеокадры, рассматривающие одно явление с разных точек зрения;

д) уточнение проекта в результате повторения перечисленных шагов проектирования и добавления большего количества деталей.

Примеры различных форматов, их типичное использование и некоторые их характеристики представлены в Приложении В

5 Проектирование и реализация форматов представления информации на дисплее

5.1 Проектирование

Для выявления потребностей предполагаемых пользователей в информации и ОУ необходимо использовать системный подход к функциональному проектированию пункта управления (см. раздел 6 МЭК 60964 и МЭК 61839).

В новом проекте для общей организации управляющего комплекса необходимо выявить:

- перечень функций, выполняемых системами БПУ;
- информацию о рабочих задачах, выполняемых с БПУ;
- информацию о задачах, выполняемых за пределами БПУ теми лицами, которые смогут беспрепятственно вникать в работу БПУ;

- предварительное описание оборудования, которое будет установлено в БПУ.

Если в ходе модификации, реконструкции или усовершенствования предлагаются изменения способов выполнения работы, то необходимо провести обзор существующих рабочих задач и анализ ограничений, которые должны быть соблюдены.

Требования к дисплею или комплексу дисплеев должны определяться в результате всестороннего системного анализа того, как предполагается использовать отображаемые на них данные.

Для каждой предполагаемой единицы информации разработчик должен принимать во внимание следующие моменты:

- сколько пользователям необходимо ее отображение;
- для какой цели или целей (например, контроль, управляющее действие или техническое обслуживание) необходимы эти данные и насколько надежными они должны быть;
- требуются ли сопоставление или сравнение этой информации с другой, находящейся на видеокадрах данного или других дисплеев;
- в каких случаях, насколько часто и как быстро потребуются эти данные, например в связи с действиями оператора;
- точность, с которой эти данные должны считываться (например, считывание с определенного расстояния для общего контроля состояния, восприятие с близкого расстояния при выполнении точных и конкретных задач);
- характеристики данных, такие как скорость изменения, шум и др.;
- ошибки в интерпретации, которые может допустить оператор и которые можно предвидеть, проанализировав:
 - соответствуют ли элементарные единицы информации или информация, вычисляемая на основе нескольких измерений, задачам оператора?
 - какая информация – аналоговая или дискретная более уместна?
 - обеспечена ли однозначность интерпретации этой информации?

- требуемая степень детализации или обобщенности (например, дисплей для обзора общего состояния станции, дисплей на индивидуальной рабочей станции);
- время, в течение которого событие повлечет за собой существенные изменения состояния.

Данные, необходимые конкретному оператору, не должны перемешиваться с данными, важными для других пользователей. В основной части системы отображения должны быть представлены только те данные, которые требуются оператору для контроля, принятия решений и исполнения управляющих действий. Примерами такой информации являются:

- обзор, состояние систем и ОУ и производимые управляющие действия;
- первопричина и ход протекания нарушений;
- справочная информация и советы для оператора.

Дисплейная система должна также обеспечивать отображение и других данных, относящихся к задачам технического обслуживания или анализа, однако доступ к ним может быть организован с помощью специальных средств вне основной иерархии видеокadres. Примерами являются:

- явные и скрытые нарушения, отмеченные при выполнении автоматических действий;
- данные контроля усталостных нарушений;
- количество срабатываний и продолжительность работы оборудования;
- данные, связанные с поддержанием работоспособности компьютеров, например подробные сообщения об ошибках, поступающие от компьютеризованной дисплейной системы.

При размещении дисплейных средств отображения информации необходимо учитывать предполагаемые уровни укомплектованности оперативного персонала, распределение оперативной ответственности и функций, а также необходимость оптимизировать количество дисплеев в соответствии с укомплектованностью операторами каждой рабочей станции. Последующие решения будут зависеть от антропометрических факторов, таких как:

- угол обзора;
- расстояние восприятия;
- близость расположения связанных ОУ и индикаторов;
- количество необходимой информации.

Для обеспечения необходимого количества рабочих станций в любой момент времени, их число должно определяться с учетом разделения функций, а также возможных ремонтов, поломок и отказов оборудования.

5.2 Общие требования

5.2.1 Представление информации

Отображение должно быть настолько простым, ясным и понятным, насколько это возможно.

При необходимости представления сложной или сильно детализированной информации, она должна быть хорошо организована и структурирована.

Если в соответствии с критериями безопасности, наряду с обработанной информацией требуется представлять исходные необработанные данные, то идентификация и организация их отображения должны обеспечивать различение этих типов информации.

5.2.2 Доступность информации

Необходимая информация должна быть представлена оператору, когда бы она не потребовалась и с необходимой избыточностью, например, на мнемосхемах наряду с другими формами отображения может быть показана сигнализация (см. МЭК 62241). С точки зрения удовлетворения определенным критериям отказа – см. подраздел 4.3 настоящего стандарта.

5.2.3 Удобочитаемость

Информация, отображаемая на дисплеях, должна быть ясной и недвусмысленно понимаемой в любых условиях эксплуатации. Текстовые и графические элементы должны применяться надлежащим образом.

Для достижения необходимой удобочитаемости дисплея, требования к видеокадрам должны основываться на справочных данных по

эргономике и инженерной психологии, приведенных, например, в подразделе 7.2 МЭК 60964.

5.3 Согласованность

5.3.1 Понятность

Дисплей должен представлять необходимую оператору информацию, не допуская при этом неоднозначность и потерю смысла.

Масштаб графиков и гистограмм должен позволять оператору считывать и адекватно понимать показания, при этом максимальное или текущее значение должно сопровождаться представлением в числовом виде.

Для численных форматов число знаков для отображении измерений должно выбираться так, чтобы, с одной стороны, обеспечить достаточную точность, а с другой – минимизировать количество цифр, изменяющихся при каждом обновлении данных в стабильных устойчивых состояниях АС.

При отображении изменяющейся величины цифры не должны обновляться чаще, чем раз в 0,3 сек.

5.3.2 Совместимость дисплейных форматов с остальной частью ЧМИ

См. п. 4.4.8 МЭК 61227.

Должна быть обеспечена совместимость между дисплейными форматами на индивидуальных рабочих станциях и форматами на ЭКП.

5.3.3 Взаимная согласованность дисплейных форматов

Стандартизация форматов может быть полезна, однако она не должна превалировать над более важными критериями, приведенными в настоящем стандарте.

Если взаимная согласованность в представлении информации не обеспечена, то необходимо документировать разумное обоснование допущенных отклонений.

Все элементы комплекта видеокadres, представляющие одну и ту же информацию, должны иметь одинаковые названия.

Если в разных видеокдрах используются одни и те же элементы, то они по возможности должны располагаться в одной и той же позиции внутри каждого видеокдра.

Должны единообразно применяться принципы группирования с использованием стандартизованных заголовков и единого стиля.

Должна быть обеспечена согласованность дисплейных форматов на индивидуальных рабочих станциях и форматов на ЭКП.

Представление информации и взаимодействие с ЭКП не должны входить в противоречие с индивидуальными рабочими станциями и другими элементами системы. Это необходимо для предотвращения внутренних конфликтов с тем, что было ранее освоено операторами, а также для облегчения быстрого поиска информации.

Необходимо отметить, что согласованность и совместимость ЭКП с другими системами:

- способствует их освоению и признанию;
- не препятствует разработке специальных дополнительных средств для задач обзора состояния, таких как абстрактная диаграмма и специальные знаки для общей оценки состояния, общий обзор последовательности срабатывания сигнализации и др.

5.4 Форма представления информации

5.4.1 Основные правила

5.4.1.1 Общие положения

Человек обладает способностью визуально сравнивать информацию и обнаруживать расхождения. Следовательно, отображение должно проектироваться так, чтобы извлечь пользу из этой способности. Поэтому может оказаться полезным отображать определенную информацию в виде некоторого множества, выводимого одновременно на несколько экранов, либо представлять одну и ту же информацию в разной форме на различных экранах.

При выборе формы отображения должно внимание должно уделяться тем преимуществам, которые имеют определенные формы представления для отображения определенной информации.

Предпочтение должно отдаваться аналоговым способам кодирования, таким как столбиковые диаграммы, графики и символы, дополняющие численное представление.

Использование таких графических средств, как мнемосхемы и символы снижает потребность в текстовой маркировке.

5.4.1.2 Цвета

Если цвет используется для кодирования информации о безопасности, то не следует всецело полагаться на него, а для достижения уверенности, что эта информация будет ясно воспринята операторами, необходимо использовать и другие способы кодирования, такие как положение, форма символа или текст («избыточное» кодирование).

При использовании цветового кодирования объектов фон должен иметь нейтральный цвет.

Решение об использовании цветового кодирования должно основываться на понимании того, что пользователь хочет делать.

Для кодирования объектов могут применяться не только цветовые, но и другие способы кодирования, такие как:

- форма;
- положение;
- яркость;
- мигание и др.

Выбор цвета должен быть осознанным. Использование цвета не должно осуществляться «по умолчанию», даже если это кажется наиболее простым путем.

Эстетические качества цвета должны рассматриваться как второстепенные, дополняющие использование цвета для кодирования информации или разметки экрана. Следует отметить, что

- всего лишь несколько неуместно выбранных цветов могут сделать изображение блеклым или чрезмерно пестрым;
- неуместно выбранные цвета могут снижать функциональную эффективность других используемых цветов (цветовой шум), даже

если изображение при этом выглядит более привлекательным для случайных зрителей;

- доводом в пользу цветных изображений может быть следование установившимся в течение длительного периода времени предпочтениям пользователей.

Если на видеокадре для общего обзора состояния планируется разместить важную качественную информацию, то для обозначения информации, имеющей важную и безусловную природу, должны использоваться насыщенные цвета.

Небольшие градации яркости, насыщенности или цветового тона могут использоваться для кодирования упорядоченной или квантифицированной (разбитой на интервалы) информации.

Менее важная информация, подлежащая постоянному отображению или не меняющаяся во времени, например, линии потоков и типы сред, может быть цветной, однако используемые цвета не должны быть насыщенными. Это позволяет разбивать изображение на слои и обеспечить эффективное восприятие цветов, используемых для действительно важной информации и изменений состояния.

5.4.2 Использование символов и графики

Символы должны быть унифицированы.

Риск неоднозначной интерпретации символа должен быть сведен к нулю, за исключением случаев, когда новая интерпретация возникает вследствие использования символа в комбинации с другим специальным символом.

Номенклатура размеров символов должна быть ограничена до такого набора величин, при котором можно легко распознать различающиеся размеры.

5.4.3 Мнемосхемы

Связанные друг с другом элементы АС должны быть скомпонованы так, чтобы показать их связи с соответствующей степенью обобщения, позволяющей избежать усложнения изображения.

Пути движения технологических сред и последовательность событий в общем случае должны быть направлены:

- слева направо, или;
- сверху вниз, или;
- в соответствии со стереотипами населения.

Дальнейшие рекомендации по компоновке мнемосхем приведены в п. 4.4.5 МЭК 61227.

5.4.4 Форматирование информации

Конструкция предложения и сообщения должна быть синтаксически грамотной.

Конструкция предложения и сообщения не должна содержать непонятные слова.

По возможности должна использоваться унифицированная иерархическая структура сообщений.

Компоновка информации должна отражать последовательность (при наличии таковой), в которой она используется.

При представлении информации в табличном виде, строки обычно должны разделяться на группы в количестве не более пяти строк в группе.

Представление должно быть совместимым с другими связанными формами отображения информации, расположенными в том же месте.

Для облегчения восприятия отображаемой информации необходимо применять методики группирования и кодирования. Критерии группирования и кодирования приведены в подразделе 7.5 МЭК 60964.

Для всей информация, хранящейся и обрабатываемой в информационной системе, должна быть предусмотрена возможность отображения в соответствующий момент и в надлежащем виде и организации.

Большая часть информации должна запрашиваться и упорядочиваться оперативным персоналом.

Некоторая информация может выдаваться автоматически или может быть рекомендована к представлению с помощью автоматически появляющегося меню.

При наличии отдельных видеокадров или информации на событийно- или симптомно-ориентированных видеокадрах, которая должна выдаваться в течение очень короткого времени после вызова, могут потребоваться оптимальные механизмы вызова видеокадров (например,

специальные кнопки вызова), что должно быть ясно сформулировано в проектной документации.

В зависимости от многообразия информационных потребностей и диагностических стратегий, должен быть обеспечен параллельный доступ к соответствующим видеокадрам и гибкая работа с ними.

Видеокадры должны быть спроектированы так, чтобы минимизировать количество переходов для доступа к информации.

Некоторые примеры методов доступа показаны в Приложении D.

6 Разработка и внедрение экранов коллективного пользования

6.1 Цель ЭКП

Наиболее общая цель ЭКП состоит в поддержке общей осведомленности о ситуации и взаимодействия путем предъявления одной и той же информации для одновременного восприятия несколькими лицами. Следовательно, с точки зрения проектирования БПУ АС, основной целью ЭКП является повышение эффективности групповой работы. Дополнительным преимуществом ЭКП является то, что они предоставляют общую информацию о станции лицам, не являющимся операторами БПУ, не отвлекая при этом самих операторов от работы. ЭКП могут также внести свой вклад в эффективность работы отдельных членов смены, хотя они при этом и не заменяют основной операторский дисплей (предусмотренный конструкцией индивидуальной рабочей станции).

Большие экраны могут также использоваться для компенсации некоторых недостатков, характерных для дисплеев по сравнению с устаревшими, но большими задними вертикальными приборными панелями. Недостатками использования индивидуальных дисплеев без вертикальных панелей или дополнительных ЭКП, которые могут компенсировать эти недостатки, являются:

- сложность поддержания осведомленности об общем состоянии станции;
- сложность и временная задержка доступа к компьютеризованным ОУ и видеокадрам;

- сложность поддержания осведомленности о действиях, предпринимаемых другими членами смены;
- сложность коммуникации.

Конечно, дисплеи и ЭКП должны проектироваться в соответствии с эргономическими правилами, которые во многих случаях нуждаются в адаптации. Полностью задачи и требования к ЭКП должны быть сформулированы разработчиком.

Типичными задачами, решаемыми при проектировании ЭКП, являются следующие:

- отображаемая информация должна повышать осведомленность о ситуации и понимание общего состояния станции;
- видеокадры ЭКП должны восприниматься с расстояния, по крайней мере, на общем уровне, без считывания текстовых деталей;
- управление ЭКП должно входить в обязанности только одного оператора;
- ЭКП должен поддерживать осведомленность о ситуации для всей смены БПУ в целом;
- ЭКП должен также выполнять функцию справочного дисплея для проведения совещания или групповой работы;
- задержки при обработке отображаемой информации и изменениях состояния не должны быть существенными;
- несущественная информация должна опускаться; предполагается, что для выяснения подробностей операторы будут использовать свои персональные рабочие станции;
- ЭКП должен быть эффективным источником информации о текущем состоянии одновременно для многочисленных членов смены;
- ЭКП должен позволять членам смены наблюдать влияние своих действий на задачи, выполняемые другими операторами;
- ЭКП должен облегчать мониторинг для начальника смены.

Если принято решение о целесообразности применения ЭКП на строящейся станции или при ее модернизации, то перед тем, как внедрять его, необходимо разрешить наиболее важные вопросы, такие как:

- количество, конфигурация и расположение ЭКП;

- информация, подлежащая представлению на ЭКП;
- управление информационным содержанием экранов;
- управление или настройка освещения с учетом типа дисплея (эта проблема в большей степени зависит от конкретных выбранных технологий, нежели от других факторов).

Эти вопросы рассматриваются в подразделах 6.2 – 6.5.

6.2 Обзор вопросов проектирования ЭКП

Для управления ЭКП и их содержанием необходимо решить:

- кто имеет право изменять состав отображаемой информации?
- как эти изменения должны осуществляться (вручную или автоматически)?

Видеокадр ЭКП должен быть нацелен на разрешение конкретных проблем, выявленных, например, в результате

- анализа опыта эксплуатации;
- ситуационного анализа существующей системы.

В каждом проекте должны быть определены конкретные проблемы, которые должен разрешить разработчик.

Типовые проблемы, выявляемые в ходе анализа пунктов управления, включают в себя:

- неплановые остановки в результате несвоевременного вмешательства персонала пункта управления;
- сложность поддержания осведомленности о состояниях станции;
- ошибки человека, допускаемые из-за конструкции пункта управления, неадекватной для задач контроля, оценки ситуации и обнаружения;
- ситуации, угрожающие безопасности, возникающие, например, из-за взаимоисключающего толкования ситуации операторами;
- трудности интеграции и обеспечения быстрого доступа к информации с помощью существующих систем;
- пожелания по усовершенствованию способов коммуникации, исходящие от оперативного персонала.

Система ЭКП должна предусматривать наличие отображаемого на экране указателя (курсора), управляемого оператором. Это необходимо для облегчения групповой работы, обсуждений и взаимодействия.

Оператор должен иметь возможность управлять указателем, сидя в своей обычной рабочей позе.

ЭКП должны использоваться, если их наличие вносит конкретный позитивный вклад в совместную оценку ситуации и взаимодействие между операторами пункта управления, либо необходимо для допущенных на БПУ лиц, использующих обобщенную информацию, представленную на ЭКП.

В любом случае, применение ЭКП должно быть обосновано с точки зрения соотношения затрат и полезности, а также по сравнению с другими возможными решениями.

6.3 Расположение ЭКП в БПУ

6.3.1 Общие положения

Перед тем, как начать детальное планирование представления информации, в проекте должны быть рассмотрены следующие вопросы:

- количество ЭКП;
- конфигурация ЭКП.

Эргономические характеристики, такие как обзор и реакция операторов, должны анализироваться до принятия решения о конфигурации.

Разработчик должен рассмотреть, какую подробную информацию должны видеть пользователи. Следовательно, разработчик должен проанализировать:

- должны ли пользователи вникать во все детали?
- будет ли некоторая или вся информация, представляемая на ЭКП, доступна на других дисплеях?

Пользователи должны быть также способны вникнуть во все важные для них детали со своего максимального расстояния восприятия.

6.3.2 Расположение относительно зон восприятия операторов

Разработчик должен определить, какие области пункта управления могут рассматриваться в качестве зон восприятия ЭКП без нарушения рекомендаций, касающихся максимального расстояния восприятия.

Определение максимального расстояния восприятия может быть основано на том:

- кто является пользователем?
- каковы информационные потребности пользователя?
- информация какого типа подлежит отображению?
- каким образом пользователи используют эту информацию?

Угол взгляда на ЭКП с обычных рабочих позиций операторов в пункте управления не должен быть слишком большим.

Обычная зона работы каждого из основных пользователей ЭКП должна находиться в пределах допустимого угла обзора, определяемого относительно перпендикуляра к поверхности данного ЭКП.

ЭКП должны располагаться относительно основных пользователей так, чтобы они не заслонялись другими людьми.

ЭКП должны располагаться так, чтобы избежать частых поворотов головы при каждом взгляде на ЭКП.

Правила размещения ЭКП относительно оператора не должны быть слишком жесткими, т.к. операторы иногда передвигаются по БПУ и могут сидеть не на своем месте.

Если для ЭКП сложно найти подходящее место, то возможно следует найти другое, более лучшее решение, состоящее, например, в следующем

- отображать меньше информации;
- использовать больший по размеру экран или большее количество экранов;
- продублировать дисплеи;
- выводить несколько копий видеокладов.

При оценке углов обзора для вторичных дисплеев приемлемым считается их расположение внутри горизонтального сектора $\pm 80^\circ$ от нормальной линии взгляда.

При оценке углов обзора для вторичных дисплеев приемлемым считается их расположение внутри вертикального сектора $\pm 45^\circ$ от нормальной линии взгляда.

Если обычные рабочие позиции двух пользователей смещены в обе стороны от ЭКП, то информации, важная для обоих из них, должна располагаться на пересечении или рядом с пересечением зон восприятия этих операторов, что позволит им видеть и воспринимать эту информацию. Разработчик должен рассмотреть совместное влияние следующих факторов:

- взгляд сбоку;
- снижение яркости из-за неравномерной отражательной способности экрана;
- потеря цветопередачи, яркости или контрастности в периферийных зонах, в зависимости от типа дисплея.

По отношению к каждому конкретному пользователю экран должен располагаться на расстоянии не ближе, чем половина его ширины или высоты, в зависимости от того, какое измерение больше. Исходя из данного критерия, определяется также и минимальное расстояние восприятия.

При оценке видимости ЭКП необходимо учитывать возможности и ограничения операторов. Сюда входят следующие вопросы:

- поворот головы;
- угол взгляда;
- наличие препятствий;
- совместное использование;
- высота символов.

Совместно используемые экраны должны быть видимы при взгляде вверх оборудования рабочих станций.

Верхняя граница экранов общего пользования определяется линией взгляда человека небольшого роста, находящегося в ближайшей к экрану позиции.

Находящиеся вблизи пользователи должны быть способны видеть все изображение и при этом не должны видеть его элементы (точки, линии, межпиксельные промежутки на экранах видеопроектора).

Более подробные требования содержатся в ИСО 11064.

6.4 Информационное содержание видеокадров ЭКП

6.4.1 Общие положения

Видеокадры для ЭКП должны разрабатываться специально и должны дополнять видеокадры, представленные на основных рабочих станциях.

Видеокадры ЭКП не должны быть копиями видеокадров с основных рабочих станций, даже если на этих рабочих станциях уже имеются обзорные видеокадры, изготовленные специально для использования отдельными операторами.

Изображения, спроектированные для обычных дисплеев, не должны переноситься в системы ЭКП без предварительной оценки их приемлемости.

Несмотря на внедрение ЭКП, операторы должны по-прежнему иметь доступ ко всей информации, необходимой для полноценного выполнения своих задач, непосредственно в своей рабочей зоне, т.к. ЭКП являются скорее вспомогательным средством, а не заменяющим индивидуальные компьютерные дисплеи.

Информация, представленная на ЭКП, должна быть в значительной мере полезна для нескольких пользователей, находящихся одновременно в данном пространстве.

Максимальное расстояние восприятия может быть различным, в зависимости от разных типов информации, представленной на дисплее. Например, высокоуровневые показатели состояния могут быть предназначены для восприятия с больших расстояний по всему пункту управления.

При определении приемлемого размера текста должен учитываться тип информации и обстановка, в которой эта информация будет использоваться. Критерии определения минимального размера необязательно должны одинаково применяться для всех областей дисплея.

Пользователи должны быть способны распознать все важные детали изображения с максимально возможного расстояния восприятия.

6.4.2 Исполнение экрана и изображения

ЭКП должен работать постоянно. Пользователи не должны быть способны различить:

- строки развертки;
- границы пикселей;
- символные матрицы;
- границы между несколькими поверхностями, на которые проецируется изображение;
- области пересечения проецируемых изображений.

Разработчик экрана должен сглаживать изогнутые или наклонные края изображений с помощью градаций цвета или оттенков серого. В зависимости от расстояния восприятия, это обстоятельство может усложнить использование некоторых устаревших проекторов и проекционных технологий (например, проекторов с низким разрешением, проекторов с эффектом «москитной сетки»²⁾).

Выводимое изображение не должно иметь заметных геометрических искажений.

Размер площади, занимаемой символом, проецируемым в любой части ЭКП, не должен отличаться более чем на 10 % по высоте или ширине от эргономических рекомендаций (в данном случае могут преобладать эстетические требования)

6.4.3 Проектирование видеок кадров для ЭКП

Основные элементы обзорных видеок кадров не должны, насколько это возможно, требовать умственной обработки и арифметических вычислений. Необходимо избегать представления информации, которую невозможно воспринять, бросив на нее быстрый взгляд.

²⁾ Прим. пер.: эффект «москитной сетки» (screen-door effect) – это наличие на изображении четко различимых пикселей, создающих ощущение взгляда на изображение через москитную сетку.

Второстепенные числовые данные могут быть представлены на основных элементах, составляющих обзорные видеокadres, только если это не противоречит другим правилам, однако эти данные не должны быть основным источником обзорной информации.

Видеокادر не предназначен главным образом для количественной оценки.

Видеокادر должен способствовать быстрому сопоставительному анализу, т.е. визуальному сравнению:

- с нормальными значениями;
- с заданными значениями;
- с уставками срабатывания сигнализации и защиты;
- между компонентами оборудования, которые должны иметь одинаковые параметры.

Следует избегать представления подробной информации на ЭКП.

Детали должны быть вынесены на индивидуальные дисплеи операторов.

«Утяжеление» и визуальное усложнение элементов изображения, не несущее информации, должно быть минимизировано. Нагромождения и пестрота могут быть уменьшены за счет применения менее насыщенных цветов и удаления ненужных линий вокруг областей видеокадра.

ЭКП должен давать четкие и быстро применимые ссылки на то, где можно найти дальнейшую информацию, например номер рисунка или ссылка.

Различные группы и категории информации должны быть отделены и размещены на разных уровнях или слоях представления, если это возможно. Таким образом, наиболее важная для решения задачи информация должна бросаться в глаза, в то время как детали и объекты, отражающие менее значимую информацию, располагаются на визуально более отдаленных или «нижних» уровнях.

Формирование слоев может использоваться в случае, если представляемая информация имеет природу, подобную карте, такую как, например, обобщенная мнемосхема станции. Разделение на слои может выполняться следующими способами:

- пространственным разделением;

- с помощью графических рамок;
- различием в яркости;
- контрастом;
- цветом.

Например:

- насыщенные цвета используются только для привлечения внимания к таким событиям, как сигнализация;
- работающие системы окрашиваются в натуральные ненасыщенные цвета;
- остановленные системы окрашиваются бесцветным тоном (градация серого).

В отличие от более старого принципа использования набора максимально различающихся цветов, разделение на слои позволяет людям быстрее найти на обзорном видеокадре то, что они хотят.

Текстовая маркировка графических элементов и символов загромождает видеокадр ЭКП и необходима на нем меньше, чем на подробных видеокадрах индивидуальных рабочих станций.

При использовании ЭКП потребность в текстовой маркировке значительно уменьшена, т.к. видеокадры ЭКП обычно всегда видимы и, следовательно, очень хорошо изучены.

Использование текстовой маркировки, которая будет восприниматься на расстоянии, должно быть сведено к минимуму. Однако, могут существовать менее заметные надписи для отображения количественных величин, которые предназначены для считывания с близкого расстояния. Полезным может оказаться использование клавиши или другого способа управления, позволяющего отображать или скрывать детали.

Необходимо отметить, что:

- более светлый фон менее подвержен снижению контраста в результате попадания на него рассеянного света;
- при неправильно подобранном фоне могут возникать проблемы в восприятии ненасыщенных цветов с большого расстояния;

Если проектом предусмотрено, что какие-то участки экрана должны иметь одинаковую яркость свечения, то их реальная воспринимаемая яркость действительно должна одинаковой. Это означает, что:

- при смещении от центральной точки проекции к краям ЭКП яркость свечения экрана не должна падать более чем на 50%. Данная проблема не характерна для современных проекторов;
- яркость свечения в центре экрана при максимальном угле взгляда должна составлять не менее половины максимальной яркости. Это должно выполняться для рабочих позиций всего персонала, который регулярно или постоянно пользуется ЭКП.

Учитывая вышесказанное, материал, из которого изготовлен проекционный экран, может ограничить использование данного экрана или существенно повлиять на его полезность.

6.4.4 Вопросы использования цвета в видеокадрах ЭКП

При необходимости цвет можно использовать для:

- выделения определенных объектов на обзорном видеокадре (насыщенные цвета);
- выдачи предупреждающих сигналов, которые привлекают внимание к обзорному видеокадру;
- обозначения физического состояния оборудования или систем, представленных на ЭКП;
- выделения областей видеокадра ЭКП (ненасыщенные цвета);
- группирование и объединение определенной информации в пределах всей области представления информации на ЭКП;
- создания эстетической привлекательности как при продолжительном восприятии, так и для случайных пользователей ЭКП в БПУ.

Цветовое кодирование должно по возможности соответствовать требованиям задач, решаемых с помощью ЭКП.

Видеокадр не должен предусматривать необходимость выявления каких-либо важных отличительных признаков, закодированных с помощью близких по оттенку цветов, если они будут расположены далеко друг от друга на ЭКП.

Пользователь не ожидает, что на ЭКП с помощью цвета или насыщенности будет кодироваться количественная информация, предназначенная для количественного считывания (для таких целей используется рабочая станция).

Далекие друг от друга цвета цветового спектра, попадающие в центр поля зрения, вызывают постоянную перефокусировку глаз, что может привести к утомлению зрения при демонстрации на ЭКП статичного изображения.

С особой осторожностью следует использовать цвета для создания визуальных акцентов на видеокдрах ЭКП. Использование слишком выделяющегося цвета снизит эффективность ЭКП как средства для быстрого обзора и вызовет недовольство пользователей загруженностью и пестротой. Невозможно утверждать, что для привлечения внимания в периферийном поле зрения один цвет лучше другого – более важным фактором является контраст. Необходимо отметить, что:

- для небольших объектов должны использоваться цвета, отстоящие от чисто синей части цветового спектра;
- небольшие объекты легче обнаружить, если они имеют «теплый», а не «холодный» цвета;
- цветные символы и значки, имеющие близкую к фону яркость или светлоту (например, синий или зеленый на красном фоне), создадут большие трудности при восприятии;
- если различие формы является важным, то изображение и фон должны иметь разную светлоту (глаз выделяет форму больше благодаря перепаду светлоты, чем цветовому тону);
- следствием неудачного выбора цветов является потеря контраста, что в свою очередь приводит к ошибкам;
- наряду с цветом, яркостный контраст является очень важным для восприятия текста;
- оттенок (цветовой тон) и насыщенность цвета текста и фона вообще говоря не играют никакой роли (с некоторым оговорками);
- в соответствии с рекомендациями стандартов, между текстом и фоном должен быть обеспечен яркостный контраст, по меньшей мере, 3:1

(различие в яркости необходимо для выявления краев – для этого недостаточно только различия цветов).

6.5 Управление изменением содержимого, отображаемого на ЭКП

В ходе проектирования необходимо определить степень, до которой будет автоматизирован выбор уместного в данной ситуации видеокadra ЭКП (если их будет несколько). Это осуществляется на основе:

- анализа задач;
- требований.

При решении данной задачи разработчик должен учитывать, что:

- автоматическое управление может снизить время реакции персонала и «интерфейсную рабочую нагрузку»;
- операторы будут не в восторге, если система выполнит некорректный выбор видеокadra;
- полностью ручное управление позволяет операторам сделать свой выбор, однако это увеличит их рабочую нагрузку и может отвлечь их от своих основных видеокadров (выводимых на их рабочие станции).

Решением может быть организация автоматического выбора с возможностью ручного вмешательства, при этом принятие решения возлагается на начальника смены. Можно ввести набор условий, зависящих от ситуации или состояния станции. Следует отметить, что

- ни одна критическая информация, выводимая на ЭКП, не должна при этом стираться или изменяться;
- управление сменой видеокadra должно быть вменено в обязанность определенных пользователей, которые будут делать это в соответствии с установленными процедурами или распоряжениями вышестоящего оператора;
- если какой-то пользователь хочет вывести информацию, которая интересна прежде всего только ему, то он должен использовать отдельный дисплей, например свою рабочую станцию.

7 Верификация

Верификация дисплейной информационной системы должна выполняться с помощью данных, характеризующих тщательно отобранное

множество эксплуатационных состояния, включая нарушения нормальной эксплуатации и отказы.

Должны быть предусмотрены испытания, выполняемые как в автономном испытательном режиме, так и в рамках комплексных испытаний системы контроля и управления.

В фазе интеграции должны быть предусмотрены испытания полномасштабного тренажера.

Процедура и общие критерии верификации должны вытекать из соответствующих требований, приведенных в подразделе 6.4 и разделе 8 МЭК 60964 и в МЭК 61771.

Особое внимание должно уделяться обеспечению согласованности в тех случаях, когда параметры одновременно отображаются в нескольких местах.

Временные задержки, обусловленные различными периодами опроса или трудоемкой предварительной обработкой данных, должны быть выявлены, оценены с точки зрения последствий и четко документированы.

Может оказаться полезным использование для процедуры верификации специальных средств. Практический пример верификации приведен в приложении Е к настоящему стандарту.

Опыт показывает, что некоторая информация или даже некоторые видеокadres являются очень полезными в любой ситуации. Такая информация или видеокadres могут отображаться постоянно, например, на обзорных дисплеях или на ЭКП, либо включаться в качестве составной части в другие наиболее важные видеокadres.

Ключевые видеокadres или наборы форматов должны пройти тщательную верификацию и валидацию, т.к. они по определению содержат только обобщенную информацию, на которую оператор может положиться как на источник первоначального обнаружения нарушений нормальной эксплуатации.

8 Валидация

Валидация дисплейной информационной системы должна выполняться на основе определения репрезентативных сценариев нормальной эксплуатации, нарушений или аварийных режимов, а также информационных задач различных пользователей системы.

Испытания могут осуществляться с помощью:

- бумажных выкладок;
- автономных рабочих станций;
- частичной имитации;
- полномасштабной имитации.

Процедура и общие критерии валидации должны вытекать из соответствующих требований, приведенных в подразделе 6.5 и разделе 8 МЭК 60964 и в МЭК 61771 (см. также приложение Е к настоящему стандарту).

Приложение А **(справочное)**

Достоинства и недостатки отображения информации на дисплее

А.1 Достоинства

а) Применение дисплеев позволяет использовать новые типы отображения информации. Это приводит к новым возможностям сжатия и обобщения информации, которые нельзя реализовать с помощью прежних традиционных приборов.

б) Относительно небольшой размер дисплеев и возможность легко представлять информацию в зависимости от ситуации (нормальная эксплуатация, нарушения нормальной эксплуатации, перегрузка топлива, испытания и др.) позволяют минимизировать размер современного БПУ.

с) Для полного отображения всей информации, необходимой для решения определенной информационной задачи, может оказаться достаточным лишь один экран, однако установка нескольких дисплеев позволит собрать вместе более сложную информацию, обеспечивающую оптимальный обзор и возможность отображения одной и той же ситуации в разных ракурсах.

д) Тщательно продуманная композиция, передающая сущность основной информации, предназначенной для решения одной информационной задачи, позволяет избежать отображения ненужной информации.

е) Дисплейная система, обладающая соответствующими возможностями, позволяет вести эффективный диалог, который может осуществляться с одной рабочей позиции (без необходимости перемещаться по БПУ).

ф) Многочисленные дисплейные форматы могут быть соотнесены друг с другом оптимальным образом, в зависимости от конкретной ситуации; все компоновки в любой момент времени могут быть легко перестроены с помощью соответствующих средств. Кроме того, то, что представляет наибольший интерес, может быть помещено в центр экрана.

г) Размещение качественно спроектированных видеокладов на нескольких экранах делает возможным одновременное наблюдение за ними

нескольких пользователей, которые могут совместно мыслить и обсуждать, исходя из одной и той же информации (ход дискуссии может направляться курсором).

h) Содержимое одного видеокadra может быть представлено в несколько слоев. Используя фон и несколько слоев переднего плана, можно легко добиться более высоких уровней концентрации и обобщения информации.

i) Не всю информацию, представленную в одном видеокadre, необходимо отображать в любой момент времени. Режим отображения может переключаться вручную с помощью физических или виртуальных ключей, либо в соответствии с четко определенными условиями.

j) Записи трендов в различных масштабах и графики, отображающие историю, помогают проанализировать предшествующую информацию с целью диагностики. Рассмотрение истории в обратную сторону с помощью диаграмм и кривых на графиках может привести к исходной причине нарушения. Экстраполируя ранее полученную информацию, можно довольно просто оценить будущее поведение процесса.

k) Повторение отображения переходного процесса в медленном темпе (сразу же или после стабилизации поведения станции) может способствовать лучшему пониманию его развития оперативной сменой, а также персоналом, обеспечивающим поддержку и консультирование.

l) Большие возможности и гибкость дисплейной системы позволяют операторам получить как общее представление об имеющей место ситуации, так и просмотреть различную информацию о станции (не вставая со своего постоянного рабочего места), что в свою очередь способствует раннему обнаружению даже незначительных отклонений параметров. Это может также использоваться в случае переменных, зависящих от времени, нагрузки или ситуации.

m) Данные преимущества могут использоваться особенно при внедрении продвинутых систем поддержки оператора (см. подраздел 7.7 МЭК 60964).

Для повышения безопасности, эффективности и работоспособности станции должны обеспечиваться такие функции поддержки оператора, как функции контроля и представления параметров безопасности, функции диагностики АС, функции симптомно-ориентированного или событийно-

ориентированного направления действий оператора, функции автоматического проверки оборудования при работе на мощности. По мере возможности такие функции должны быть полностью интегрированы в общую конструкцию пункта управления.

Системы поддержки оператора могут быть основаны на знаниях экспертов в области ядерной энергетики и компьютерных технологий, а их функции могут варьироваться от:

- проверки достоверности и предварительной обработки сигналов (фильтрация, сравнение, вычисления);
 - создания интеллектуальных изображений путем:
 - представления основной цели и совета;
 - последовательного отображения инструкции по эксплуатации; других видов диаграмм;
 - отображения всех возможных поэтапных контрмер;
 - разделения информации на приоритетную, основную и фоновую;
- до обеспечения простого, легкого и гибкого доступа и фиксации информации.

п) Использование дисплеев позволяет эффективно внедрить виртуальные ОУ (более подробно см. МЭК 61227).

A.2 Недостатки

а) Всю информацию не всегда возможно представить в одном месте – эффект «замочной скважины».

б) Понимание интеллектуальной информации, представленной на дисплее, требует определенного уровня подготовки и некоторых знаний (например, видеокadres, спроектированные для опытных операторов смены, могут быть непригодны для посетителей).

с) Информация, отображаемая на дисплее, не отвечает способности человека к пространственному восприятию информации и к «информационному захвату» в той степени, в какой это делают традиционные панели.

д) Ресурс экрана более ограничен, чем у традиционных приборов.

Приложение В (справочное)

Примеры форматов, их типичного использования и некоторых характеристик

Применение

Преимущества/недостатки

В.1 Алфавитно-цифровые форматы

Представление сигнализации	Требует лишь незначительной интерпретации
Направляющие сообщения	Дают довольно полную информацию
Текст процедур	Требуют много места для отображения и длительного времени на чтение и осмысление
Эксплуатационная информация	
Информация о техническом состоянии	Полезна при проверке и оценке достоверности сигнала

В.2 Столбиковые диаграммы

Нормализованное представление для сравнения	Позволяет использовать унифицированный масштаб
Отображение реальных значений вместе с уставками (с изменением цвета при их достижении)	Упрощает сравнение; удобно для легкого и быстрого обнаружения достижения пределов

В.3 Временные графики

С различными унифицированными временными шкалами	Удобно для оценки зависимости от времени (особенно для коррелированных параметров; медленного или быстрого изменения во времени, повторяемости; стабильных режимов)
С относительными (нормализованными) процентными значениями	
С возможностью управления окном и изменения масштаба	
Представление подобных кривых для сравнения. Сведение вместе коррелированных параметров (например, расхода на входе, уровня и расхода на выходе)	Облегчают выявление схожего поведения и раннее обнаружение отклонений (сравнение реальных кривых с образцом)
Заранее определенные группы кривых, непосредственно доступные пользователю	Позволяют взглянуть на прошлое и прогнозировать будущее поведение
С возможностью свободной компоновки	Позволяет сравнивать с моделируемым или известным из опыта поведением

Применение**Преимущества/недостатки****В.4 Логические элементы**

Предпочтительны для обзора (обзор простых маркированных ячеек)	Удобны для понимания того, какие события к каким срабатываниям привели. Удобны для детального анализа неисправностей. Исключительно для детализированных изображений
--	--

В.5 Мнемосхемы: отображение структуры и состояния систем

Структура и все оборудование технологических систем	Удобны для обзора станции
Текущее состояние систем и оборудования АС (открыто/закрыто – включено/выключено – работает/стоит) (готовность, неисправность, в работе/отключено, в эксплуатации/выведено, демонтировано). Состояние систем управления (включая функции защиты)	Удобно для отображения «успешных путей»
Отображение параметров/диаграмм	Подробная информация, такая как пределы, уставки, границы
Результаты автоматических или ручных запусков	Быстрая обратная связь

В.6 X-Y графики

Двумерные зависимости. Многомерные зависимости	Удобны для более глубокого понимания функциональных зависимостей: например, пределов, уставок, границ, прогнозирования изменения параметров; понимания следствиями каких событий являются данные, почему они случаются в определенный момент времени, как долго и часто
---	---

Многоплановые композиции:

- на главном плане: текущие значения переменных (некоторые с историей),
- на заднем плане: графики с областями и линиями, отражающими проектные пределы эксплуатации станции,
- на переднем плане: отображение баланса (например, горизонтальные/вертикальные объекты, мигание, столбики и др.).

Динамические области: функциональное состояние средств управления.

Применение**Преимущества/недостатки****В.7 Обзорные видеокadres (ЭКП)**

Состояние технологических и управляющих систем	Удобны для поддержания общей осведомленности о ситуации, представления информации верхнего уровня и раннего обнаружения проблемы
--	--

В.8 Экранные поля выбора

Меню, преимущественно со значками	Удобны для быстрого доступа к различным видеокadres или наборам форматов; могут быть созданы специально для каждой отдельной информационной задачи, ситуации или формата
-----------------------------------	--

Приложение С (справочное)

Основы проектирования и реализации видеокадра

Проектирование видеокадра должно основываться на потребностях оператора и учитывать:

- проектное описание станционных систем;
- все эксплуатационные состояния станции, включая нормальную работу, нарушения нормальной эксплуатации, перегрузки топлива, ремонт, аварийные и опасные режимы;
- результаты моделирования режимов нормальной эксплуатации и нарушений;
- обратная связь о пуске и работе похожих АС, находящихся в эксплуатации (включая хранящиеся архивные данные, например на магнитных лентах).

Реализация должна включать в себя:

- краткое описание цели видеокадров (текстовое);
- предложение по его компоновке (рисунок);
- спецификацию необходимых сигналов (список);
- требования к предварительной обработке сигналов, к функциям отображения и соответствующим временным зависимостям (функциональная диаграмма), времени обновления информации;
- требования к скорости опроса для каждого сигнала;
- требования к испытаниям.

Приложение D (справочное)

Примеры методов доступа

Далее рассматриваются несколько примеров методов доступа к информации.

D.1 Доступ к отдельным форматам

Отдельные одиночные видеокadres могут быть выбраны различными способами:

- a) нажатием специальной кнопки;
- b) вводом определенного числа;
- c) вызовом алфавитно-цифрового меню и указанием определенного пункта меню с помощью трекбола, либо листанием вперед или назад с помощью кнопок;
- d) выбором в каком-либо из видеокadres специального навигационного объекта, который приведет к соответствующей информации на искомом видеокadre, либо выбором на специальном видеокadre, на котором показаны значки всех тех видеокadres, которые вместе образуют полный набор информации об определенной «информационной задаче»;
- e) вызовом одного видеокadre из списка последних видеокadres, выводимых на экран;
- f) вызовом «связанного видеокadre», дополняющего тот видеокadre, который только что отображался на экране, и содержащего:
 - схему для системы;
 - график для диаграммы;
 - логику для схем или систем.

D.2 Доступ к наборам форматов

Набор форматов можно вызвать нажатием одной кнопки, идентифицирующей данный набор, и другой кнопки, назначающей определенный дисплей для отображения верхнего левого формата из набора.

Набор форматов может быть композицией из одиночных форматов:

- объединяемых в соответствии с задачами эксплуатации, ремонта, ликвидации нарушений или аварий;
- обзорных форматов для основных станционных и вспомогательных систем или ситуаций, возникающих во всех режимах эксплуатации;
- содержащих смесь информации и текста любых видов процедур для событийно- и симптомно-ориентированного управления.

D.3 Доступ к информации для анализа переходного процесса

Информация о переходном процессе может быть представлена с помощью:

- перемещения вперед и назад по временным графикам с различными шкалами времени;
- списков сигнализации (и их листания);
- графического образа, который также отображает изменения во времени и направление изменения текущих значений параметров.

D.4 Другие возможности доступа

Ими могут быть управление окнами или масштабирование, однако при этом должно уделяться внимание обеспечению удобочитаемости.

Приложение Е (справочное)

Верификация и валидация дисплеев

Е.1 Верификация

Е.1.1 Общие положения

Дисплейные информационные системы в принципе отличаются от традиционной системы структурой, а также обработкой и отображением информации. Следовательно, процедура верификации также должна значительно отличаться. Верификация и валидация дисплейных систем по определению включает в себя верификацию и валидацию ЭКП как части общего комплекса, либо как вспомогательной системы по отношению к дисплейным рабочим станциям.

Верификация дисплейной системы, в которой отображение статической и динамической информации сведено вместе в любом, и особенно в сложном, видеокадре, требует, чтобы выявлялось и проверялось наличие соответствующих связей между различными наборами информации и, в частности, принимались во внимание большая изменчивость динамики процесса и влияние периода опроса на задержку, обусловленную временем обработки.

Каждая современная дисплейная система, которая была разработана на основе обширных компьютерных, экспериментальных или эксплуатационных знаний, предоставляет дополнительную информацию, связанную с каждым объектом видеокадра. Это информация представляется в рамках этого же видеокадра, либо на соседних дисплеях. Это дает возможность разработчикам предоставить полную информацию, ориентированную на достижение некоторой цели, однако требует проведения специальной дополнительной оценки.

Повторяющиеся тесты должны предпочтительно выполняться для всего диапазона условий на полномасштабном тренажере, по возможности, еще на стадии конструирования, однако может потребоваться перенос некоторых испытаний на стадию ввода в эксплуатацию.

Е.1.2 Экспериментальная верификация дисплейных видеокадров

Верификация очень сложных видеокадров может включать в себя несколько последовательных испытаний (см. рисунок. Е.1).

а) В компьютерном центре:

- проведение определенных тестовых сценариев в процессе реализации системы;
- лабораторные тесты, основанные на знаниях, проводимые разработчиком;
- тесты с использованием полномасштабного тренажера.

б) На площадке АС:

- испытания всех каналов передачи данных, как для отдельных сигналов, так и для «интегральных» – избыточных или комбинированных сигналов (испытания должны проводиться при различных значениях сигналов);
 - контрольные испытания, проводимые стационарными инженерами, принимающими АС в эксплуатацию, и/или разработчиками;
 - проведение и документирование приемо-сдаточных испытаний для таких режимов, как:
 - изменения и сброс нагрузки;
 - выход из строя оборудования АС и остановки;
 - потеря электроснабжения;
- с использованием:
- дисковой памяти ЭВМ (для продолжительных переходных процессов);
 - твердых копий (для некоторых стационарных режимов);
 - снимков экрана или фотографий (для переходных процессов);
 - дополнительных вычислений (для получения неизмеряемых параметров).

Е.2 Валидация

Предлагаемый проект должен пройти валидацию в соответствии с общими оценочными критериями, принятыми для валидации (см. п. 6.5.3 МЭК 60964 и МЭК 61771). Процедура валидации должна быть сфокусирована на четко определенных целях частных процессов нисходящего проектирования и на ключевых видеокдрах, содержащих концентрированное абстрактное представление информации наивысшего уровня.

В ходе валидации должны учитываться результаты верификации, особенно в части оценки полноты необходимых функций, сигналов, содержания видеокдрах и номенклатуры видеокдрах.

Это должно быть сделано как по отношению к основной, так и по отношению к связанной с ней информацией видеокдра. Особое внимание должно быть уделено выявлению неприемлемых противоречий.

Большую пользу может также принести использование в качестве основного средства для валидации полномасштабного тренажера соответствующего энергоблока АС.

Результат того же качества может быть получен путем динамического «проигрывания» видеокдрах с использованием файлов данных, созданных на тренажере или даже записанных в ходе пуска похожего энергоблока.

Окончательная валидация должна проводиться в процессе ввода станции в эксплуатацию и включает в себя:

- тестирование ключевых дисплеев во время проведения некоторых или всех основных испытательных переходных режимов;
- проверку всех дисплеев при нескольких стационарных состояниях.

После модернизации валидации может подвергаться только соответствующий набор форматов, например

- для одной задачи – набор видеокдрах;
- для одной подзадачи – один видеокдр.

Как следствие, перечисленные выше требования должны применяться с ограничениями.

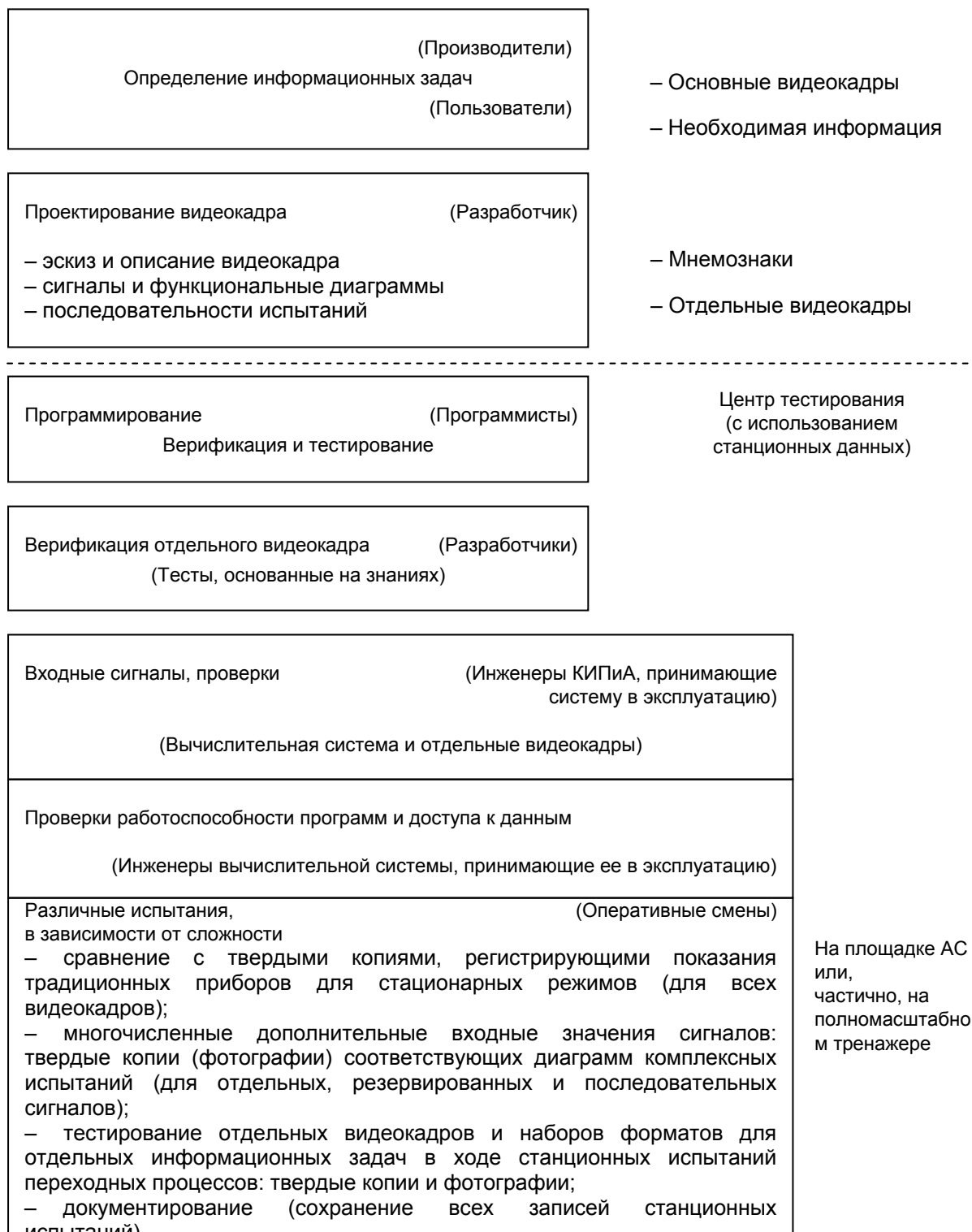


Рисунок Е.1 – Создание и верификация видеокадра

Приложение F **(справочное)**

Метод проектирования дисплейного видеокadra с представлением информации о состоянии станции и оборудования

Дисплеи широко используются для представления информации о состоянии станции и оборудования. Часто для этого изображается мнемосхема станции или оборудования, на которую накладываются значения и состояния, временные графики, сигнальные индикаторы и заголовки.

Далее следуют рекомендации, предлагаемые для проектирования данного конкретного типа дисплеев.

Используйте иерархическое представление, включающее в себя: общий обзор – представление энергоблока в целом – детальное представление энергоблока – подробное отображение сигналов и параметров.

Обеспечьте средства навигации, позволяющие переходить от одного видеокadra к другому, находящемуся как на том же уровне, так и на выше- или нижестоящем уровне иерархии.

Дисплеи, находящиеся на рабочей станции оператора, создают «замочную скважину» для обзора энергоблока (по сравнению с приборами, находящимися на традиционных панелях или с экранами коллективного пользования); не забывайте об этом, проектируя дисплейные видеокadры.

Предоставляйте по крайней мере два способа выбора каждой картинки, например с помощью мыши и клавиатуры, клавиш и навигационных иконок или кнопок – операторы обладают различными вкусами, поэтому один из методов может оказаться для некоторых непригодным.

Создавая программные иконки или кнопки для навигации, помните, что навигация имеет древовидную структуру.

Унифицируйте компоновки мнемосхем, которыми будет пользоваться оператор.

По возможности, проектируйте представление информации в соответствии с эксплуатационными инструкциями.

Для каждого видеокadra определите всю информацию, которая должна на него выводиться, до того как приступите к его детальной компоновке.

Включайте в каждый видеокادر только ту информацию, которая отвечает потребностям пользователя.

Создайте руководящий документ для разработчиков видеокadров, обеспечивающий единство заголовков, форматирования, размеров символов, цветов, мнемознаков. Опробуйте его, после чего доработайте.

Используйте стандартные большой, средний и маленький размеры символов для основных заголовков, надписей и дополнительных деталей.

Заголовки, выровненные по центру, воспринимаются быстрее, чем выровненные по левому или правому краю.

Не используйте надписи, выполненные ПРОПИСНЫМИ буквами, т.к. строчные буквы читаются легче.

Используйте цвет для улучшения читаемости, но при этом используйте его единообразно. Кроме того, для того, чтобы пользователь смог обнаружить неисправность дисплея или некорректное отображение цветов, в определенном месте экрана дисплея должны постоянно отображаться три основных цвета (красный, зеленый, синий).

Убедитесь, что люди, страдающие нарушением цветового зрения, смогут воспринять всю необходимую информацию.

Не применяйте цвет в качестве единственного способа кодирования, используйте мнемознаки, форму, положение, строки символов.

Было доказано, что использование зеркальной компоновки относительно вертикальной оси ненадежно, поэтому придерживайтесь единой ориентации.

Придерживайтесь единообразной схемы идентификации оборудования станции – не пишите в одном месте «Испарители А, В, С», а в другом «Парогенераторы 1, 2, 3».

Унифицируйте динамически изменяющиеся мнемознаки для отображения положения арматуры, состояния насосов (включенного/выключенного) и др., а также форматы для представления

цифровых показаний, включая унифицированное положение символов сигнализации, съема сигнала и т.п.

Может оказаться полезным переключатель, позволяющий активировать или убрать идентификаторы и подписи к сигналам.

подавляющую часть времени операторам может требоваться только общий обзор состояния станции или один – два основных видеокadra; сделайте их по-настоящему хорошо.

Операторы предпочитают временные графики параметров.

Операторам и пусковому персоналу необходимы все подробности по некоторым сигналам, так что предоставьте их.

На нижнем уровне отображения информации полностью выводите все надписи и значения измерений, оборудование энергоблока, состояние сигнализации и др., с указанием идентификаторов соответствующих датчиков.

На нижнем уровне отображения информации полностью выводите все надписи и состояния контактов и сигнализации, а также их маркировку.

Выполните эскиз видеокadra не только на бумаге, но и на магнитном носителе или с помощью автоматизированной системы проектирования, разместив на нем все идентификаторы сигналов и динамическую информацию.

Добейтесь того, чтобы информация, содержащаяся в эскизе видеокadra, автоматически извлекалась и была доступна для использования на компьютере в режиме реального времени.

Используйте средства управления версиями.

**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 60964:2009	–	*
МЭК 61226:2005	IDT	ГОСТ Р МЭК 61226-2011 «Атомные станции. Системы контроля и управления, важные для безопасности. Классификация функций контроля и управления»
МЭК 61227:2008	IDT	ГОСТ Р МЭК 61227-2011 «Атомные станции. Пункты управления. Органы управления оператора»
МЭК 61513	IDT	ГОСТ Р МЭК 61513-2011 «Атомные станции. Системы контроля и управления, важные для безопасности. Общие требования»
МЭК 61771	IDT	ГОСТ Р МЭК 61771-2011 «Атомные станции. Блочный пункт управления. Верификация и валидация проекта»
МЭК 61839:2000		
МЭК 62241:2004		
ИСО 11064 (все части)		
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>** 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>		

Обозначение ссылочного международного стандарта	Степень соответствия	Обозначение и наименование соответствующего национального стандарта
– IDT – идентичные стандарты.		

УДК

ОКС 27.120.20

Ключевые слова: атомная станция;

Президент АНО "ИЗИНТЕХ"

К.Н. Стась