
**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО
ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ**



**НАЦИОНАЛЬНЫЙ
СТАНДАРТ
РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ**

**ГОСТ Р МЭК
62241 – 2012**

**Атомные станции
Блочный пункт управления
Функции и представление сигнализации**

**IEC 62241:2004
Nuclear power plants –
Main control room–
Alarm functions and presentation
(IDT)**

Настоящий проект стандарта не подлежит применению до его утверждения

**Москва
Стандартинформ
2012**

Предисловие

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

Сведения о стандарте

1 Подготовлен Открытым акционерным обществом «Всероссийский научно-исследовательский институт атомных электростанций» (ОАО «ВНИИАС») 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 62241:2004 «Атомные станции. Блочный пункт управления. Функции и представление сигнализации» (IEC 62241:2004 Nuclear power plants – Main control room – Alarm functions and presentation).

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	2
3	Термины и определения	3
4	Исторические предпосылки	8
4.1	Проблемы, связанные с системами сигнализации.....	8
4.2	Объекты функционального проектирования	9
4.3	Другие элементы.....	10
5	Основные функциональные требования	12
5.1	Функции сигнализации.....	12
5.2	Сигналы	13
5.3	Обработка сигналов.....	14
5.4	Подготовка сигнализации к отображению.....	15
5.5	Управление и организация сигнализации	16
5.6	Представление сигнализации и интеграция средств отображения информации и органов управления	17
5.7	Человеческий фактор	18
5.8	Оценка	19
6	Определение перечня сигнализации	19
6.1	Общие положения.....	19
6.2	Наиболее ответственная сигнализация	20
6.3	Необходимая сигнализация	21
7	Обработка сигналов.....	22
7.1	Общие положения.....	22
7.2	Проверка достоверности сигнала.....	22
7.3	Формирование сигнализации и обработка с целью сокращения её количества	23
7.4	Обработка последовательности событий и использование временной задержки.....	26
7.5	Обработка первого сработавшего сигнала	27
8	Подготовка сигнализации к отображению.....	27
8.1	Общие положения.....	27
8.2	Групповая сигнализация	28
8.3	Подавление сигнализации	29
8.4	Принцип «тёмной панели»	30

9	Управление и организация сигнализации	31
9.1	Общие положения.....	31
9.2	Звуковое оповещение и съём звукового сигнала	31
9.3	Мигание и возобновление мигания	32
9.4	Подтверждение приема сигнализации	33
9.5	Отбой	34
9.6	Сброс	34
10	Представление сигнализации и интеграция органов управления и средств отображения информации.....	36
10.1	Общие положения.....	36
10.2	Панели и табло сигнализации	43
10.3	Отображение протокола сигнализации на дисплее	44
10.4	Звуковое оповещение.....	48
11	Надёжность, испытания и ремонтпригодность	49
11.1	Надёжность	49
11.2	Испытания	49
11.3	Ремонтпригодность.....	50
12	Регистрация сигнализации.....	51
13	Процедура реакции на сигнализацию	52
13.1	Общие положения.....	52
13.2	Содержание.....	52
13.3	Формат	53
Приложение А (справочное) Проблемы, связанные с системами сигнализации ..		54
Приложение В (справочное) Источники сигналов, используемых для формирования сигнализации		56
Приложение С (справочное) Примеры алгоритмов логической обработки сигналов и динамического установления приоритетов		58
Приложение D (справочное) Примеры группирования и классификации сигнализации		61
Приложение E (справочное) Необходимость различения сигнализации и информации о состоянии.....		64
Приложение F (справочное) Примеры организации табло сигнализации		66
Приложение G (справочное) Примеры факторов, принимаемых во внимание при отнесении сигнализации к классу безопасности		68

ГОСТ Р МЭК 62241–2012

Приложение ДА (справочное) Сведения о соответствии ссылочных международных стандартов ссылочным национальным стандартам Российской Федерации	70
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----

Введение

Техническая справка, основные вопросы и организация стандарта

Стандарт МЭК 60964:1989 был разработан для обеспечения требованиями, предъявляемыми к проектам пунктов атомных станций (АС). В первой редакции стандарта МЭК 60964, весьма интенсивно использовавшейся в ядерной промышленности, тема систем сигнализации была раскрыта в разделе, занимающем одну страницу. Учитывая накопленный во всем мире опыт по данному вопросу, стало очевидным, что по системам сигнализации необходим отдельный всесторонний стандарт.

Настоящий стандарт предназначен для применения в тех проектах новых блочных пунктов управления АС, которые согласуются со стандартом МЭК 60964 и создание которых начнется после опубликования данного документа. Он может служить в качестве справочного издания в ходе усовершенствования и модернизации уже существующих пунктов управления. При его применении к резервным пунктам управления и местным постам управления следует уделить особое внимание определению затрагиваемых им областей.

Положение дел с существующими стандартами в серии стандартов подкомитета МЭК ПК 45А

МЭК 62241 непосредственно упоминается во второй редакции стандарта МЭК 60964 и является документом третьего уровня охватывающим отдельно тему систем сигнализации.

Более подробная структура серии стандартов подкомитета МЭК ПК 45А приведена ниже в пункте «Описание структуры серии стандартов подкомитета МЭК ПК 45А».

Рекомендации и ограничения применения данного стандарта

Настоящий стандарт дополняет пункт 4.6.4 стандарта МЭК 60964:1989 и, следовательно, заменяет руководство, приведенное в пункте А.4.6.4 приложения А к первой редакции стандарта МЭК 60964:1989.

При классификации систем сигнализации необходимо принимать во внимание классы безопасности, определяемые стандартом МЭК 61226.

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

Документом верхнего уровня серии стандартов подкомитета МЭК ПК 45А является стандарт МЭК 61513. Он содержит общие требования к системам контроля и управления и к оборудованию этих систем, используемому для реализации функций, важных для безопасности АС. МЭК 61513 структурирует серию стандартов подкомитета МЭК ПК 45А.

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

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

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

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

ГОСТ Р МЭК 62241–2012

изложенные в правилах МАГАТЭ по безопасности АС и в серии руководств по безопасности МАГАТЭ, в частности в NS-R-1 и в руководстве по безопасности NS-G-1.3. Термины и определения, используемые в стандартах ПК 45А, согласованы с теми, что используются в документах МАГАТЭ.

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

АТОМНЫЕ СТАНЦИИ
Блочный пункт управления
Функции и представление сигнализации

Nuclear power plants.
Main control room.
Alarm functions and presentation

Дата введения – 2012 – –

1 Область применения и назначение

Настоящий международный стандарт определяет функциональные требования к системам сигнализации блочного пункта управления (БПУ) атомной станции (АС). Здесь представлены определения терминов, используемых для описания функций сигнализации. Также настоящим стандартом устанавливаются эргономические требования и руководство по проектированию представления сигнализации в БПУ АС.

Примечание — Функции сигнализации могут выполняться отдельной специализированной системой (системой сигнализации) или, что предпочтительнее, входить в состав системы человеко-машинного интерфейса (ЧМИ) БПУ.

Настоящий стандарт определяет функции сигнализации, включая отбор и формирование перечня исходных, обработку сигналов (например, обработка цепочки событий, установление статических и динамических приоритетов), подготовку сигнализации к отображению (например, подавление сигнализации), использование соответствующих устройств отображения информации (например, дисплея, традиционной панели сигнализации, видеостены), процедуры квитирования и сброса сигнализации, а также другие связанные с этим вопросы.

В условиях нарушений нормальной эксплуатации или в переходных режимах работы АС многочисленная сигнализация срабатывает одновременно. По этой причине при реализации функций сигнализации в БПУ АС необходимо уделять особое внимание конфигурации системы и эргономическим качествам для того, чтобы исключить неправильное понимание оператором ситуации и обеспечить его достаточной информацией. Таким образом, область применения настоящего стандарта охватывает функции представления сигнализации, реализуемые с учётом человеческого фактора и обеспечивающие контроль и управление АС. В

рамки данного стандарта не входят специализированные системы сигнализации неоперативного контура, такие как пожарная и охранная сигнализация.

Настоящий стандарт предназначен для достижения единого международного представления об основных принципах функционального проектирования систем сигнализации для пунктов управления, охватывающих соответствующие функциональные требования, эргономические требования и рекомендации по проектированию функций и представления сигнализации в БПУ АС.

Таким образом, целью настоящего стандарта является предоставление рекомендаций, позволяющих избежать проблем, возникавших в ходе прошлого опыта: пропуск важных сигналов, несвоевременное обнаружение важных сигналов, возросшая рабочая нагрузка, которая может повлиять на качество других, не связанных с сигнализацией видов операторской деятельности, игнорирование часто срабатывающей сигнализации, известной как «шумящая сигнализация», путаница, связанная с неправильным толкованием связей между сигнализацией, а также важности сигнализации.

2 Нормативные ссылки

Перечисленные ниже документы, на которые имеется ссылка в настоящем стандарте, являются обязательными при использовании настоящего стандарта. Ссылки, содержащие дату, касаются именно той редакции документа, которая соответствует этой дате. При отсутствии даты должна использоваться последняя редакция цитируемого документа (включая любые поправки).

МЭК 60964:1989, Атомные станции. Пункты управления. Проектирование (IEC 60964:1989 Design for control rooms of nuclear power plants)

МЭК 61226 Системы контроля и управления, важные для безопасности. Классификация функций контроля и управления (IEC 61226 Nuclear power plants – Instrumentation and control systems important for safety –Classification)

МЭК 61771 Атомные станции. Блочный щит управления. Валидация и верификация проекта (IEC 61771 Nuclear power plants – Main control room – Verification and validation of design)

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

МЭК 61839, Атомные станции. Проектирование блочных щитов управления. Анализ и распределение функций (IEC 61839 Nuclear power plants – Design of control rooms – Functional analysis and Assignments)

3 Термины и определения

В данном документе используются термины и определения, приведенные в МЭК 60964, а также нижеприведённые определения.

Примечание — Когда один и тот же термин определяется в стандарте МЭК 60964 и в данном стандарте, то используется определение, приведенное в данном стандарте.

3.1 сигнализация (alarm): Единица диагностической, прогностической или рекомендательной информации, используемая для предупреждения оператора и привлечения его внимания к отклонениям в технологическом процессе или в системах.

Примечание — Характерной информацией, отображаемой с помощью сигнализации, является наличие аномалии, для устранения которой могут потребоваться корректирующие действия, а также причина и возможные последствия этой аномалии, общее состояние станции, корректирующее действие для устранения аномалии или результат корректирующих действий.

Можно выделить два типа отклонений:

- незапланированные – нежелательные отклонения технологического процесса и неисправности оборудования;
- плановые – отклонения параметров технологического процесса или состояния оборудования, являющиеся ожидаемыми, но при этом, возможно, являющиеся признаком нежелательных состояний станции.

3.2 подтверждение приёма (квитирование) сигнализации (alarm acknowledgement): Действие, которое должны выполнить операторы для доказательства того, что они распознали представленную им сигнализацию.

3.3 лавинообразная сигнализация (alarm avalanche): ситуация, когда большое количество сигнализации появляется за короткий промежуток времени со скоростью, превышающей возможности оператора принять ее к сведению.

3.4 кодирование сигнализации (alarm coding): Способ выделения необходимого объекта визуально или при помощи звука с целью привлечения к данному объекту внимания оператора.

3.5 управление сигнализацией (alarm control): Набор функций, управляющих представлением сигнализации и помогающих оператору правильно и своевременно распознать состояние сигнализации.

Примечание — Типичными примерами управления сигнализацией являются подтверждение приёма сигнализации, съём звукового сигнала и сброс сигнализации.

3.6 подготовка сигнализации к отображению (alarm display processing): Функции или механизмы обработки сигналов, используемые для управления или улучшения представления сигнализации, например, для образования групповой сигнализации или для подавления сигнализации.

Примечание — Подготовка к отображению касается той сигнализации, которая уже сформирована в результате логической обработки сигналов.

3.7 панель сигнализации (alarm fascia): Средство отображения сигнализации, состоящее из набора табло сигнализации.

3.8 фильтрация или снижение объёма сигнализации (alarm reduction or filtering): Функция или механизм обработки сигналов, нацеленные на сокращение количества сигнализации, предъявляемой оператору.

Примечание — Термины «фильтрация» и «снижение объёма» означают один и тот же процесс.

3.9 формирование сигнализации (alarm generation): Функция или механизм обработки сигнала, используемые для формирования сигнализации на основе логической комбинации заранее определённых сигналов об отклонениях и дискретных сигналов, не связанных с отклонениями (например, сигналов о состоянии оборудования).

Примечание — См. также «логическая обработка сигналов».

3.10 название сигнализации (alarm legend): Надпись, описывающая сигнализацию.

3.11 сигнальное сообщение (alarm message): Фраза, описывающая сигнализацию и обычно используемая в случае представления сигнализации на дисплеях.

Примечание — С таким сообщением может выводиться дополнительная информация, например, время срабатывания сигнализации, уставки, а также тенденция изменения соответствующего технологического процесса. Сигнальное сообщение также используется для расшифровки речевых уведомлений, описывающих сигнализацию и содержащей инструктивную или другую дополнительную информацию.

3.12 установление приоритетов сигнализации (alarm prioritization): Функция или механизм обработки сигналов, подразделяющие их на группы с различными приоритетами по важности.

Примечание — Приоритет может определяться заранее или устанавливаться динамически в зависимости от ситуации на станции. См. также «логическая обработка сигналов».

3.13 регистрация сигнализации (alarm recording): Постоянная фиксация данных, например, распечатка на бумаге или запись на долговременный магнитный или оптический носитель, обеспечивающая возможность последующего изучения и анализа названия, времени срабатывания и времени исчезновения каждого сигнала и элемента сигнализации.

3.14 сигнал (alarm signal): Дискретный сигнал, используемый в системе сигнализации и подлежащий обработке с целью формирования сигнализации. В качестве этих сигналов могут выступать как сигналы непосредственно от станционных датчиков, так и сигналы, поступающие от систем контроля и управления (СКУ).

3.15 обработка сигналов (alarm signal processing): Логика или механизмы, которые применяются к сигналам перед тем, как будет сформирована соответствующая сигнализация и она поступит на подготовку к отображению для последующего предъявления операторам.

Примечание — Обработка сигналов может использоваться для проверки их достоверности, для формирования сигнализации, для снижения количества сигнализации или для установления приоритетов сигнализации.

3.16 проверка достоверности сигнала (alarm signal validation): Функция или механизм обработки сигнала, которые определяют, насколько верно сигнал отражает реальное состояние соответствующего технологического процесса или системы.

3.17 съём звукового сигнала (alarm silence): Действие, выполняемое для прекращения звукового сигнала или оповещения, связанного с сигнализацией.

3.18 подавление сигнализации (alarm suppression): Функция представления сигнализации, которая отключает свечение или предотвращает отображение сообщений о сигнализации, не имеющей значимости для эксплуатации в данный момент.

Примечание — Подавленное состояние сигнализации может определяться и другими способами.

3.19 система сигнализации (alarm system): Система, созданная для извещения операторов о наличии нарушения в работе (т.е. отклонения в

технологической системе или процессе), для устранения которого могут потребоваться корректирующие действия.

Примечание — Обычно система сигнализации является подсистемой СКУ, особенно, если речь идёт о цифровых СКУ, однако, она может представлять собой отдельный комплекс оборудования, как это было в СКУ с жесткой логикой.

3.20 уставка срабатывания сигнализации (alarm threshold): Значение технологического параметра или состояние технологической системы, используемые в качестве исходной точки для формирования сигнала.

Примечание — В качестве других названий применяются предел, порог.

3.21 табло сигнализации (alarm tile): Устройство отображения сигнализации, состоящее из выгравированного на табло текстового описания, подсвечиваемого сзади при возникновении причины срабатывания данной сигнализации.

3.22 извещение (alerting): Процесс оповещения с помощью визуальных и звуковых сигналов, целью которого является привлечение внимания оператора.

3.23 принцип «тёмной панели» (dark-board): Принцип организации отображения сигнализации, направленный на то, чтобы в условиях нормальной эксплуатации станции сигнализация отсутствовала.

3.24 индикатор расхождения (discrepancy indicator): Средство отображения информации, которое совмещено с переключателем, управляющим некоторой единицей оборудования, и которое загорается в случае, если состояние отличается от последнего состояния, заданного этим переключателем, или от позиции, в которой находится переключатель.

3.25 динамическое кодирование сигнализации (dynamic alarm coding): Функция или механизм подготовки сигнализации к отображению, используемые для динамического изменения кодирования сигнализации (например, цвета представления сигнализации).

Примечание — Примером динамического кодирования отображения является подсвечивание окна сигнализации разными цветами в соответствии с динамически определяемыми приоритетами.

3.26 первый сработавший сигнал (first-up alarm): Сработавшая первой сигнализация, за которой последовало формирование связанного с ней множества другой сигнализации.

Примечание — Часто используется в качестве первого сигнала, вызывающего срабатывание системы защиты реактора или систем безопасности. Другое название — «первый поступивший сигнал».

3.27 групповая сигнализация (grouped alarm): Сигнализация, являющаяся логической комбинацией нескольких элементов сигнализации.

Примечание — Обычно для формирования групповой сигнализации используется простой оператор ИЛИ. Иногда называется «общая сигнализация».

3.28 группирование (grouping): Физически или функционально сгруппированная сигнализация.

Примечание — Примером физического группирования является размещение группы сигнализации в определённом, визуально выделяющемся месте.

3.29 навигация (navigation): Функция информационной системы с отображением информации на дисплеях, посредством которой операторы определяют местонахождение необходимой информации, а также выбирают требуемые дисплейные форматы.

3.30 шумящая сигнализация (nuisance alarm): Сигнализация, который периодически срабатывает и исчезает, отвлекая при этом внимание и раздражая персонал пункта управления.

Примечание — Другое название – «повторяющаяся сигнализация».

3.31 возобновление мигания (reflash): Мигание названия сигнализации или ее повторное представление на дисплее с мигающим символом, свидетельствующее о том, что данная сигнализация сработала вновь после исчезновения, либо о том, что в групповой сигнализации сработал новый сигнал.

3.32 сброс (reset): Функция управления сигнализацией, используемая для возврата системы сигнализации в определенное исходное состояние путём удаления исчезнувшей сигнализации со средств отображения.

3.33 отбой (ringback): Функция представления сигнализации, используемая для указания того, что причина сигнализации исчезла.

3.34 квитированная сигнализация (standing alarm): Сигнализация, которая сработала и квитирована, т.е. ее прием был подтвержден операторами.

3.35 пиктограмма (telp): Короткое сообщение или символ, часто включающий в себя число, представленные в нижней или верхней строке экрана дисплея и предназначенные для обращения внимания пользователя на какой-либо другой формат или для информирования пользователя о некотором факте, например о количестве сработавшей сигнализации.

4 Исторические предпосылки

4.1 Проблемы, связанные с системами сигнализации

Известно, что неудовлетворительно выполненная система сигнализации зачастую приводит к проблемам в области человеческого фактора, которые могут угрожать работоспособности и безопасности станции. Типичными проблемами такого рода являются:

- пропуск важной сигнализации;
- несвоевременное обнаружение важной сигнализации;
- возросшая рабочая нагрузка, которая может повлиять на качество других, не связанных с сигнализацией видов операторской деятельности;
- игнорирование часто срабатывающей сигнализации;
- путаница, связанная с неправильным толкованием связей между сигнализацией, а также важности каждой сигнализации;
- несвоевременное представление сигнализации, когда операторы уже знают, что изменения в работе станции произошли. Такая ситуация подрывает веру операторов в работоспособность сигнализации.

Известно, что перечисленные проблемы в области человеческого фактора обусловлены следующими основными причинами:

- В переходных режимах срабатывает большое количество сигнализации и операторы не могут сразу же подтвердить ее прием. Данная проблема известна как «лавинообразная сигнализация». Кроме того, значительная часть этой сигнализации не представляет никакой ценности с точки зрения управления станцией и является следствием другой сигнализации с более высокой значимостью.
- Шумящая сигнализация и квитированная сигнализация.
- Сигнализация, срабатывание которой происходит в режимах нормальной эксплуатации.
- Большое количество сигнализации, срабатывающей во время аварийных остановок, ремонтных работ или периодических испытаний.
- Стили работы операторов. Чтобы преодолеть проблемы человеческого фактора, операторы стремятся выработать свой собственный стиль работы. Например, некоторые операторы не спешат квитировать сигнализацию сразу после возникновения переходного режима. Это позволяет смягчить проблему

возросшей рабочей нагрузки, однако может привести к запаздыванию в обнаружении важной сигнализации.

– Конструктивные ограничения существующей системы сигнализации в части обработки сигналов и подготовки сигнализации к отображению.

Более глобально уменьшить влияние перечисленных проблем можно только в том случае, если все разработчики системы возьмутся за решение следующих задач:

– должна быть четко определена ценность каждого сигнала с точки зрения управления станцией в данной конкретной ситуации;

– должны быть выявлены динамические взаимосвязи между различной сигнализацией;

– должна применяться соответствующая логическая обработка сигналов и методы подготовки сигнализации к отображению.

Основное назначение настоящего стандарта состоит в представлении четко сформулированных функциональных требований и рекомендаций по их реализации, направленных на ослабление указанных проблем в области человеческого фактора.

Дополнительная информация представлена в приложении А.

4.2 Объекты функционального проектирования

Концептуальная схема функционального проектирования систем сигнализации, включающая в себя элементы, обсуждаемые в рамках настоящего стандарта, представлена на рисунке 1. При этом, реальные аппаратные средства и программное обеспечение могут различаться в зависимости от архитектуры СКУ, выбора разработчиков и других факторов.

Настоящий стандарт рассматривает следующие пять основных объектов проектирования системы сигнализации:

– определение перечня сигнализации;

– обработка сигналов;

– подготовка сигнализации к отображению;

– управление и организация сигнализации;

– представление сигнализации и интеграции средств отображения информации и органов управления.

4.3 Другие элементы

Другими важными объектами функционального проектирования системы сигнализации, рассматриваемыми в рамках настоящего стандарта, являются:

- надёжность;
- испытания;
- ремонтпригодность;
- функция регистрации;
- процедуры реакции на сигнализацию.

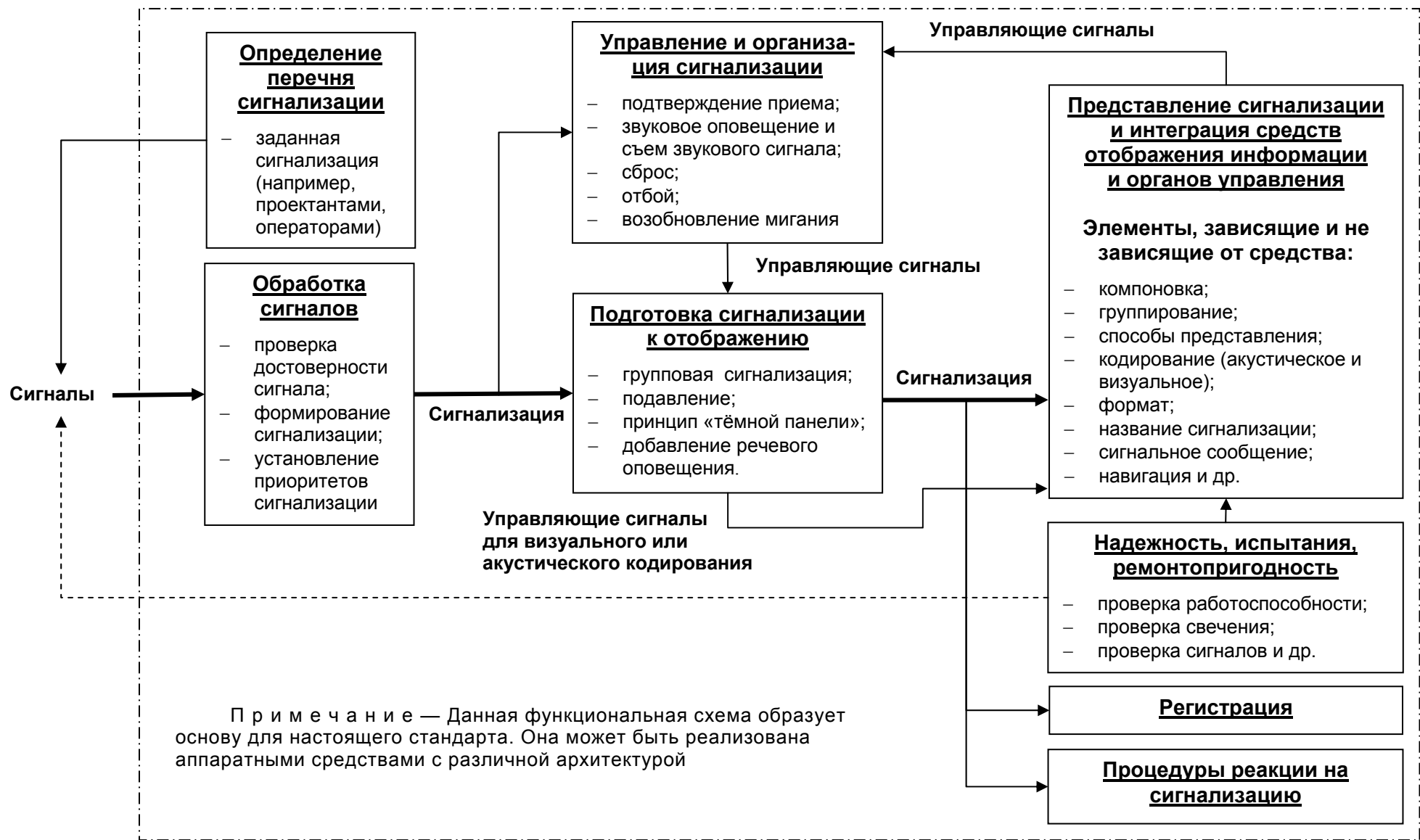


Рисунок 1 – Элементы функционального проектирования системы сигнализации

МЭК 1419/04

5 Основные функциональные требования

5.1 Функции сигнализации

Система сигнализации должна выявлять нежелательные изменения в работе станции с целью выдачи сигнализации, проводя при этом последовательно обработку сигналов, подготовку сигнализации к отображению и собственно ее отображение.

Сигнализация должна в достаточной мере предупреждать оператора и указывать ему на угрозу для безопасности и угрозу возникновения аварийной ситуации, на отклонения в работе станции, на выход из строя оборудования и на другие события, которые могут помешать достижению целей эксплуатации станции. Более конкретно, функции сигнализации состоят по крайней мере в выполнении следующих основных задач:

- извещать оператора о наличии отклонений от нормального состояния для того, чтобы были предприняты соответствующие корректирующие действия;
- информировать оператора о повреждениях, отклонениях и непредвиденных событиях, происшедших на станции и ведущих к изменению эксплуатационного режима или состояния технологических систем станции;
- обеспечивать оператора информацией, необходимой для последующей диагностики и понимания оповещаемого события с тем, чтобы помочь ему в планировании и выполнении корректирующих действий;
- констатировать оператору общую ситуацию на станции.

При проектировании системы представления сигнализации в целом должны приниматься во внимание следующие дополнительные функции:

- обеспечивать оператора информацией о причинах и последствиях оповещаемых событий;
- направлять оператора к определенным точкам входа общей информационной системы пункта управления;
- обеспечивать оператора соответствующими ссылками на эксплуатационные процедуры.

В дополнение к этому, должно уделяться внимание минимизации отвлекающих факторов, шумящей сигнализации и рабочей нагрузки оператора, порождаемой непосредственно системой сигнализации. Для

системы сигнализации должны быть сформулированы требования к показателям функционирования.

В последующих подразделах приведены основные функциональные требования, которые должны удовлетворяться для выполнения перечисленных выше основных функций, а в дальнейших подразделах даются рекомендации для каждой из этих функций.

5.2 Сигналы

5.2.1 Общие положения

Сигналы, в основе которых обычно лежат либо дискретные переменные, имеющие два состояния, либо факт обнаружения достижения уставки аналоговыми переменными, используются для формирования сигнализации и ее подготовки к отображению с целью удовлетворения приведенных в подразделе 5.1 функциональных требований. Перечень сигналов может определяться разработчиками проекта станции, однако если предполагается, что эти сигналы всегда будут формировать сигнализацию, которая будет отображаться всякий раз, когда она срабатывает, то можно ожидать появление проблем в области человеческого фактора, связанных с пропуском важной сигнализации и лавинообразной сигнализацией. Следовательно, для формирования сигнализации необходима обработка таких сигналов, а также дальнейшая обработка, обеспечивающая их надлежащее отображение.

5.2.2 Основные требования к сигнализации

Сигнализация и вспомогательная информация, предусмотренные для станции, должны отображаться в таком объеме и иметь такой охват, чтобы обеспечивать эксплуатационные потребности и техническую согласованность.

В соответствии с МЭК 61839 определение перечня сигнализации должно следовать из функционального анализа.

Вся сигнализация, необходимая для безопасной и эффективной эксплуатации станции, должна обеспечиваться системой сигнализации.

Для обеспечения надлежащей логической обработки сигнализации, охватывающей ремонтные режимы, аварийные остановки, режимы

останова и другие режимы, сигналы должны отражать как состояние станции, так и состояние ключей управления.

Подробнее эти требования изложены в разделе 6.

5.3 Обработка сигналов

5.3.1 Общие положения

Обработка сигналов необходима для получения из этих сигналов, являющихся для нее входными, достоверной информации, подлежащей оповещению. Сигнализация должна отражать только те фактически имеющие место ситуации, в которых от оператора требуется выполнение некоторого действия или внимание. Обработка сигналов необходима для выявления таких ситуаций и, следовательно, для упрощения требуемой от оператора деятельности. Для предотвращения использования ложных сигналов, их достоверность должна проверяться. Эксплуатационный режим станции и другие причины сигнализации, имеющие место на момент появления или исчезновения сигнала, подвергаются анализу и логической обработке, необходимым для формирования из этих сигналов сигнализации.

5.3.2 Основные требования к обработке сигналов

Признаками ситуации, для которой действительно необходима сигнализация, могут быть одно или несколько из следующих явлений:

- функциональное нарушение в работе станции, требующее немедленной или в течение короткого промежутка времени реакции со стороны оператора пункта управления;
- срабатывание автоматики, направленное на управление или уменьшение серьезного или опасного отклонения в работе станции;
- отказ оборудования, требующий проведение ремонтных работ или общестанционных действий, направленных на восстановление функции, выполняемой данным оборудованием.

Другие ситуации, на которые могут указывать сигналы, должны быть тщательно проанализированы, прежде чем они войдут в перечень сигнализации, действительно необходимой в пункте управления.

Работа с наиболее важными сигналами должна осуществляться на основе единой системной методики. Она может включать в себя одну или несколько следующих функций:

- проверка достоверности сигнала;
- формирование и снижение количества сигнализации;
- установление приоритетов сигнализации.

Обработка сигналов предназначена для выявления из сигналов тех специфических ситуаций, которые действительно требуют оповещения, после чего выполняется подготовка сигнализации к отображению.

Подробнее эти требования изложены в разделе 7.

5.4 Подготовка сигнализации к отображению

5.4.1 Общие положения

Подготовка сигнализации к отображению может способствовать оптимизации восприятия сигнализации оператором благодаря ее ясному отображению, группированию, подавлению шумящей сигнализации, обеспечению возможности выборочного подавления квитированной сигнализации, цветовому и другому кодированию отображения. Может использоваться пространственное группирование панелей и табло сигнализации. Цель состоит в сокращении объема отображаемой сигнализации до того количества, которое требуется для безопасной и эффективной эксплуатации станции в каждом эксплуатационном режиме.

5.4.2 Основные требования к подготовке сигнализации к отображению

Подготовка сигнализации к отображению должна выполняться для облегчения оценки операторами важности сигнализации. Это становится возможным в результате выполнения следующих функций:

- отображение названия сигнализации или сигнального сообщения во время срабатывания сигнализации, сопровождаемого миганием светового сигнала или соответствующего символа, а также звуковым сигналом;
- обработка и отображение лавинообразной сигнализации;
- обработка квитированной сигнализации;
- обработка шумящей сигнализацией;

- группирование сигнализации в соответствии с технологическим делением станции или по другим признакам;
- отображение и регистрация сигнализации, включая время ее срабатывания и исчезновения.

Подробнее методы реализации этих функций представлены в разделе 8.

5.5 Управление и организация сигнализации

5.5.1 Общие положения

Управление и организация сигнализации включают в себя функции, связанные с подтверждением приема сигнализации, звуковым оповещением, сбросом сигнализации с панелей сигнализации или дисплейных страниц, а также с реализацией определенных функций отображения на дисплее. Отображение сигнализации при возобновлении ее мигания после повторного срабатывания или при ее повторном появлении после исчезновения требует использования органов управления.

5.5.2 Основные требования к управлению и организации сигнализации

Управление представлением сигнализации должно быть организовано так, чтобы была уверенность в том, что операторы заметили каждый сигнал. Должны быть предусмотрены следующие функции управления сигнализацией:

- съем звукового сигнала, возникающего при появлении сигнализации;
- подтверждение приема каждого сигнала при его появлении;
- отбой, указывающий на исчезновение причины сигнализации;
- сброс, осуществляемый для удаления исчезнувшей сигнализации;
- возобновление мигания, когда уже отображаемая сигнализация появляется снова.

Подробнее методы реализации этих функций представлены в разделе 9.

5.6 Представление сигнализации и интеграция средств отображения информации и органов управления

5.6.1 Общие положения

Для операторов необходимо, чтобы представление сигнализации осуществлялось в рамках целостного подхода как часть общей информационной системы, и чтобы сигнализация служила отправной точкой для принятия решений и управления с целью обеспечения безопасности и достижения целей эксплуатации станции. Средства представления сигнализации включают в себя традиционные панели и табло, дисплеи, экраны коллективного пользования и видеостены. Для обеспечения четкости и простоты работы с сигнализацией необходимо уделить особое внимание выбору и компоновке средств отображения, организации работы с органами управления средствами отображения сигнализации, названиям сигнализации и сигнальным сообщениям, а также детальным алгоритмам отображения в случае использования компьютерных дисплеев.

5.6.2 Основные требования к представлению сигнализации и интеграции средств отображения информации и органов управления

Для реализации функций и удовлетворения требований, приведенных в 5.1 совместно с функциями и методами, перечисленными в 5.3 – 5.5, с особой тщательностью должны прорабатываться способы физического представления сигнальных сообщений, их компоновка и группирование.

В частности, способ представления сигнализации должен гарантировать, что основные функциональные возможности системы обеспечиваются в условиях наивысшей интенсивности сигнализации. Иначе говоря, сигнализация, требующая немедленной реакции со стороны оператора, или сигнализация, свидетельствующая об угрозе критическим функциям безопасности станции (высокоприоритетная сигнализация), должна быть представлена так, чтобы способствовать быстрому обнаружению и пониманию оператором при любой интенсивности сигнализации. Ниже приведены общие требования, вытекающие из этого:

- для высокоприоритетной сигнализации должно быть выделено определенное место;

– сигнализация в пределах данного средства отображения должна быть сгруппирована, предпочтительно по функциональному признаку, по технологическим системам станции или в соответствии какой-то другой логической организацией.

Более того, в ходе проектирования необходимо уделять должное внимание следующим вопросам детальной проработки представления сигнализации:

- кодирование;
- характеристики отображения (например, для дисплейного формата);
- чёткость и согласованность названия и сообщений;
- средства навигации.

Подробнее методы реализации этих функций представлены в разделе 10.

5.7 Человеческий фактор

Конструкция системы сигнализации должна соответствовать стандартам и соглашениям, принятым для остальной части человеко-машинного интерфейса. Она также должна быть согласована с соответствующими эксплуатационными процедурами. Таким образом, разработчики должны формировать сигнализацию не автономно, а как неотъемлемую часть общей информационной системы с надлежащим учетом интересов как со стороны эксплуатации, так и со стороны человеческого фактора.

Ниже приведены конкретные моменты, требующие проработки:

- информационное содержание и степень охвата;
- термины и аббревиатуры, например, ясность и согласованность представления информации на дисплеях и на табло сигнализации;
- принципы кодирования и другие нормы и соглашения в области эргономики, например согласованность кодирования сигнализации на дисплеях и на табло сигнализации.

При проектировании системы сигнализации необходимо сформировать эргономические критерии и руководства, которые в дальнейшем должны неукоснительно применяться. Должна быть выполнена подборка соответствующих эргономических стандартов и руководств.

Разработку системы сигнализации следует вести в рамках проектной группы блочного пункта управления (БПУ). Для проектирования системы сигнализации может быть назначен координатор. При этом, должны быть обеспечены учёт человеческого фактора и надлежащее рассмотрение вопросов безопасности.

В процессе проектирования необходимо выбрать основной метод привлечения внимания оператора к сигнализации и определить действие по квитированию (подтверждению приема сигнализации). Обычно для обеспечения однозначной идентификации и регистрации используется протокол сигнальных сообщений. В протоколах сигнальных сообщений, на мнемосхемах и схемах процесса должны использоваться одни и те же символы и соглашения, как для описания оповещаемой ситуации, так и для отображения изменения состояния самой сигнализации (переход из одного состояния в другое – в активное состояние или исчезновение).

5.8 Оценка

Чтобы удостовериться в том, что запланированные показатели функционирования системы успешно достигаются, должна быть произведена их оценка, выполняемая в соответствии с МЭК 61771. В частности, должны быть выявлены ситуации, вызывающие лавинообразную сигнализацию, а система должна продемонстрировать способность предъявить эту сигнализацию оператору, не выходя при этом за определенные рамки временной задержки.

6 Определение перечня сигнализации

6.1 Общие положения

Функции сигнализации должны классифицироваться в соответствии с МЭК 61226. В приложении G приведены примеры признаков, которыми следует руководствоваться при классификации сигнализации, и которые затем определяют класс оборудования, с помощью которого реализуется данная сигнализация.

Состав сигнализации, источники информации, а также принципы, в соответствии с которыми они будут выбираться и реализовываться, должны определяться на ранней стадии проектирования станции. При пересмотрах этих положений в ходе переоснащения системы объем

сигнализации будет определяться первоначальным проектом. В процессе пересмотра необходимо обеспечить согласованность с принципами, принятыми в первоначальном проекте, и включить новые источники информации, следуя чётко определённым принципам пересмотра.

Принципы отбора информации для формирования сигнализации должны обеспечивать гарантированное включение сигналов, позволяющих контролировать:

- состояние критических функций безопасности;
- потенциальную опасность для персонала;
- повреждение или отказ оборудования, выполняющего функцию безопасности;
- ситуации на станции, оказывающее неблагоприятное влияние на достижение целей ее эксплуатации.

Примечание — Типичные критические функции безопасности приведены в приложении А.3.1.1 МЭК 60964, в котором перечислены такие функции, как управление реактивностью, обеспечение запаса теплоносителя, отвод тепла от активной зоны, сброс избыточного тепла, целостность системы теплоносителя первого контура, целостность контеймента, а также в руководствах МАГАТЭ.

6.2 Наиболее ответственная сигнализация

Функции сигнализации должны быть реализованы в рамках оборудования СКУ, соответствующего тому классу безопасности, к которому отнесены эти функции. Если для выполнения основных функций сигнализации используется оборудование, которое не соответствует наивысшему из требуемых классов безопасности, то возможным решением является перенос некоторой части сигнализации на оборудование, имеющее более высокий класс, что позволит обеспечить следующие функции:

- продолжительную безопасную эксплуатацию станции в стационарном режиме в период неработоспособности информационно-вычислительной системы станции или основной системы сигнализации;
- выполнение безопасной остановки станции при появлении любой из наиболее ответственной сигнализации в период неработоспособности информационно-вычислительной системы станции или основной системы сигнализации;
- проверку и подтверждение того, что достигнуто безопасное остановленное состояние.

Данный подход может также применяться в том случае, если было выявлено, что информационно-вычислительная система станции и интегрированная с ней система сигнализации не обладают достаточной надежностью для обеспечения безопасной эксплуатации и остановки станции тогда, когда это необходимо.

6.3 Необходимая сигнализация

Потребность в сигнализации и ее важность должны определяться и обосновываться с точки зрения будущей эксплуатации, а не только с точки зрения проектировщика отдельной технологической системы. События, которые должны порождать сигналы, поступающие на логическую обработку, в ходе которой формируется сигнализация, подлежащая представлению, включают в себя:

- выход за пределы нормальной эксплуатации тех параметров, по которым принимается решение о продолжении работы станции, или которые являются критическими для безопасности станции;
- выход параметров за многоуровневые уставки, которые позволяют выявить отклонение от нормальных стационарных режимов или развитие нарушений нормальной эксплуатации, приводящих к аварийной остановке станции и срабатыванию систем безопасности;
- неадекватное состояние электрического и механического оборудования, такого как клапаны, насосы и др.;
- отказы срабатывания автоматики, нарушение программы ее срабатывания или неполное срабатывание (обнаруживаемые, например, благодаря встроенному контролю функций автоматики, динамической проверке выполнения программ автоматического управления или фактов отсутствия сигнализации в тех случаях, когда ее появление ожидалось);
- несоответствие требуемого и реального состояния какой-либо технологической системы станции (например, система управления с обратной связью не выдаёт ожидаемого результата, автоматический выключатель не замыкает цепь после того, как соответствующий ключ управления был установлен в позицию «включить» или «замкнуть»);
- нарушения в работе или отказы цифрового и другого измерительного оборудования, систем обработки и отображения сигнализации, систем управления и защиты, а также результаты самодиагностики;

– потеря секции электропитания информационно-вычислительной системы, потеря избыточности или полная потеря информационно-вычислительной системы или других основных систем, обеспечивающих сигнализацию.

Сигналы, не требующие внимания или реакции со стороны операторов, не должны вызывать сигнализацию в БПУ.

Система сигнализации должна обладать резервными возможностями и оборудованием для внесения изменений.

В Приложении В приведены типичные источники сигналов.

7 Обработка сигналов

7.1 Общие положения

Обработка сигналов должна гарантировать, что для представления в режиме реального времени выбраны только достоверные и уместные сигналы и что появление не относящейся к делу сигнализации ограничено во всех режимах эксплуатации станции.

Обработка сигналов должна гарантировать надлежащее выявление и регистрацию сигнализации.

7.2 Проверка достоверности сигнала

Достоверность датчиков и входных сигналов должны проверяться в режиме реального времени для недопущения формирования сигнализации с использованием ложной информации, возникающей вследствие отказов датчиков или оборудования, формирующего входные сигналы.

Удобным методом проверки достоверности аналоговых сигналов в режиме реального времени является проверка нахождения электрического сигнала и измеряемого значения в допустимом диапазоне. Для проверки достоверности состояния контакта или дискретных сигналов в режиме реального времени может использоваться оборудование для обнаружения разрывов цепи и замыкания на землю, а также методы фильтрации дребезга контактов.

Сигнализация или информация, зависящие от любого недостоверного входного сигнала или неисправного оборудования, формирующего входные сигналы, при отображении должна помечаться как недостоверная с использованием определенных меток или других способов.

7.3 Формирование сигнализации и обработка с целью сокращения её количества

7.3.1 Требования к формированию сигнализации и обработке с целью сокращения её количества

Логическая обработка сигналов должна выполняться для формирования сигнализации и ограничения или снижения её количества до уровня, значимого для управления станцией, используя следующие функции:

- распознавание эксплуатационного, ремонтного режима или режима останова и определение на его основе информации и способа отображения сигнализации, порождаемой данным сигналом;
- назначение приоритетов сигналам и сформированной сигнализации путем определения для каждого сигнала заранее фиксированного уровня приоритета, динамического определения уровня приоритета или определения относительного приоритета по сравнению с остальной сигнализацией;
- сокращение количества сигналов до такой степени, чтобы оставалась только та сигнализация, которая является значимой с точки зрения эксплуатации станции в данный момент времени;
- обработка с целью снижения количества сигнализации при возникновении условий для формирования лавинообразной сигнализации, имеющих место при аварийных остановках или в других ситуациях.

Если проект требует формирования сигнализации, то должны быть выполнены следующие условия:

- все сигналы, на основе которых формируется новая сигнализация, должны быть четко определены;
- способ или логика формирования сигнализации должны быть документированы и доведены до сведения разработчиков и пользователей;
- количество сигнальных сообщений, представляемых оператору во время нарушений нормальной эксплуатации, должно сокращаться с помощью методов обработки сигнализации с целью поддержки способностей оператора к своевременному обнаружению, пониманию и действиям по всей сигнализации, важной в создавшейся на станции ситуации;
- должна применяться обработка сигнализации с целью ее подавления, снижения количества и установления приоритетов.

Обработка сигналов может выполняться для формирования индивидуальной и групповой сигнализации из сигналов, либо для снижения количества сигнализации. Для формирования сигнализации, ее группирования и для установления приоритетов сигнализации могут использоваться логические операторы «И», «ИЛИ» и «НЕ», «временные задержки» и другие логические конструкции. Логическая обработка сигнализации, включающая в себя анализ эксплуатационного режима станции или анализ причин различных сигналов, может выполняться для принятия решения о том рассматривать или не рассматривать какой-либо сигнал как сигнализацию с последующей ее подготовкой к отображению.

7.3.2 Установление приоритетов сигнализации

Цель установления приоритетов сигнализации состоит в обеспечении операторов средством определения относительной важности той или иной сигнализации. Установление приоритетов не должно служить основой для подавления сигнализации, т.к. это приведет к удалению значимой для управления информации о происходящих на станции изменениях, необходимой операторам для поддержания своей осведомленности об этих изменениях

Установление приоритетов может осуществляться путем назначения каждой сигнализации одного из нескольких уровней приоритета. Количество уровней должно быть небольшим, чтобы исключить путаницу (например, в диапазоне от трех до пяти уровней).

Определение приоритета сигнализации может быть частью процесса обработки сигналов. Наиболее важным фактором, определяющим приоритет сигнализации, является серьезность ситуации или последствий. Приоритет сигнализации может быть зафиксирован при проектировании системы или устанавливаться динамически.

Могут использоваться следующие методы назначения приоритетов:

- Назначается фиксированный приоритет, основанный на статической степени важности данной сигнализации. Каждая сигнализация классифицируется по степени важности, определяемой исходя из потенциального воздействия на станцию, возможности выброса радиоактивных материалов и срочности действий, требуемых от операторов.

– Назначается динамический приоритет, основанный на динамической степени важности данной сигнализации. Степень важности сигнализации определяется динамически с помощью логической обработки сигналов, используя взаимосвязи между сформированными сигналами и текущим режимом работы станции (т.е. во время нормальной эксплуатации, при нарушениях нормальной эксплуатации и в аварийных ситуациях). Различение более и менее важной в данный момент времени сигнализации осуществляется с помощью уровней приоритета.

Метод назначения фиксированных приоритетов является простым, однако с его помощью может оказаться невозможным добиться оптимального назначения приоритетов для всех режимов работы станции. Динамическое установление приоритетов может привести к более точным приоритетам. Однако при этом остается риск, что, несмотря на очень серьезные инженерные усилия, удовлетворительный результат так и не будет достигнут.

а) Назначение фиксированных приоритетов.

При использовании фиксированных приоритетов приоритет сигнализации может определяться в процессе проектирования по такой шкале, как высокий, средний и низкий, и в дальнейшем всякий раз использоваться при управлении процессом отображения.

Приоритет для некоторой части сигнализации может определяться нормативными или какими-либо другими требованиями и всегда оставаться на некотором определенном уровне, при этом такие требования должны быть учтены в логике формирования сигнализации. Приоритеты могут разделять сигнализацию на три уровня:

– сигнализация с наивысшим приоритетом, требующая исполнения определенных аварийных эксплуатационных процедур или перехода к поставарийному эксплуатационному режиму;

– сигнализация, указывающая на снижение работоспособности систем безопасности;

– прочая сигнализация.

б) Назначение динамических приоритетов.

При использовании динамических приоритетов процедура установления динамических приоритетов сигнализации должна обладать способностью динамически определять высокую или низкую степень

важности соответствующей сигнализации по сравнению с остальной сигнализацией или с учетом сложившейся на станции ситуации, причем эта важность может изменяться со временем. Значимость может определяться на основе следующих факторов:

- степень срочности, с которой должны предприниматься корректирующие действия;
- степень серьёзности причины сигнализации с точки зрения ее влияния на состояние станции в целом.

Степень серьёзности может устанавливаться в процессе проектирования, в то время как относительная срочность исполнения корректирующих действий обычно зависит от сложившихся оперативных обстоятельств, а потому должна определяться динамически. Установление динамических приоритетов разделяет сигнализацию по важности на три категории, в зависимости от последствий происшедшего отказа:

Группа сигнализации 1	Сигнализация, требующая от оператора выполнения соответствующих управляющих действий.
Группа сигнализации 2	Сигнализация, требующая от оператора подтверждения ситуации на станции.
Группа сигнализации 3	Сигнализация, не требующая от оператора обязательного выполнения соответствующих управляющих действий или подтверждения.

Дополнительная информация о методах, используемых для формирования сигнализации, динамического и относительного назначения приоритета, фильтрация и сокращение количества сигнализации представлена в приложениях С, D и E.

7.4 Обработка последовательности событий и использование временной задержки

Система сигнализации должна обладать способностью применения временных фильтров и временных задержек, позволяющих отфильтровать сигналы от шума и исключить появление ненужной кратковременной сигнализации.

Временные задержки могут применяться как в процессе формирования сигнализации, так и в процессе снижения её количества, а также для контроля последовательности событий. Примерами использования временной логики являются:

- задержка представления или установления приоритета для некоторой части сигнализации во время возникновения лавинообразной сигнализации до тех пор, пока состояние станции не стабилизируется;
- использование временных рамок, в которые должны уложиться запуск или остановка некоторого оборудования станции, такого как насос, позволяющих выявить сбой в работе;
- использование временных ограничений на выполнение шагов программы автоматического управления, позволяющих убедиться, что события развиваются по правильному пути, или получить предупреждение о неполадках.

Более подробная информация приведена в приложении Е.

7.5 Обработка первого сработавшего сигнала

Для поддержки диагностических процессов и анализа первопричины необходимо предусмотреть выявление исходного события, вызвавшего автоматическое срабатывание аварийной остановки станции, используя первый сработавший сигнал.

8 Подготовка сигнализации к отображению

8.1 Общие положения

После обнаружения сигнализация подлежит отображению, при этом с помощью соответствующего средства должно быть представлено название сигнализации или сигнальное сообщение (см. 10.1.2). Первое отображение сигнала должно сопровождаться миганием его названия или миганием некоторого символа до тех пор, пока его прием не будет подтвержден (см. 9.4), а также звуковым оповещением (см. 9.2) до тех пор, пока не будет выполнен съем звукового сигнала.

После исчезновения сигнализации, отображаемой на панели или табло, ее название либо сразу же исчезает, либо остается подсвеченным до тех пор, пока данная сигнализация не будет сброшена воздействием на соответствующий орган управления (см. 9.6), или пока не произойдет отбой данной сигнализации (см. 9.5). Для каждой сигнализации проект должен определять, какие из перечисленных действий к ней применимы, а в названии сигнализации должен присутствовать характерный символ, указывающий на это.

Если исчезает сигнализация, отображаемая на дисплее, то должен быть предусмотрен способ, однозначно указывающий, что данная сигнализация исчезла. Можно использованы и другие способы, однако делать это нужно осторожно.

К способам, снижающим риск возникновения путаницы, относятся:

- удаление сообщений из протоколов только в том случае, если они находятся в пределах видимости на дисплее и только в результате непосредственного действия оператора по управлению сигнализацией;

- переупорядочение или удаление сообщений, которые могут оставаться на дисплее после исчезновения сигнализации, может осуществляться только в результате непосредственного действия оператора по управлению сигнализацией, а не автоматически.

Подготовка сигнализации к отображению должна основываться на единых и взаимно согласованных методах логической обработки, используемых для управления представлением сигнализации.

8.2 Групповая сигнализация

Групповая сигнализация может использоваться для логического объединения нескольких сигналов в единое сообщение или название, используя логические операторы «И», «ИЛИ», «НЕ» и «временные задержки».

Каждая индивидуальная сигнализация должна быть отнесена к определенной группе, и при этом должны быть предусмотрены средства доступа из групповой сигнализации к каждой индивидуальной сигнализации.

Сигнализацию можно объединять в группу только в том случае, если вся она требует по существу одно и то же ответное действие. Группы могут формироваться:

- из сигнализации, отражающей одну и ту же причину для дублированного оборудования, и представленной в виде отдельных индикаторов, находящихся в непосредственной близости друг от друга;

- из всей сигнализации по данной системе или оборудованию, организованной так, что вся она имеет одинаковую относительную значимость и срочность ответных действий;

- из всей сигнализации по системе, ответным действием на которую является направление оператора на место происшествия с целью дальнейшего изучения ситуации;
- для формирования сигнализации, обобщающей набор одноходовых сигнализаций, представленных в других частях пункта управления.

8.3 Подавление сигнализации

8.3.1 Процесс подавления

Сигнализация может подавляться автоматически в ходе подготовки к отображению или вручную. Критерии, используемые для автоматического подавления, должны быть чётко определены. Для автоматического подавления могут использоваться следующие методы:

- понижение статуса квитированной сигнализации, которая определенное время назад была представлена и квитирована, до уровня информационного сигнала;
- понижение приоритета сигнализации, сформированной в результате обработки, до уровня информационного сигнала;
- временная задержка, применяемая перед отображением сигнализации, дающая возможность оператору сконцентрировать внимание на более важной сигнализации, например в условиях лавинообразной сигнализации;
- выявление в результате анализа достоверности недостоверного сигнала, что используется для подавления соответствующей сигнализации, формируемой в результате обработки;
- подавление сигнализации от некоторого заранее определенного оборудования.

Должны быть предусмотрены средства подавления сигнализации вручную, позволяющие выбрать сигнал и определить требуемую функцию подавления.

Должны быть предусмотрены средства, позволяющие проводить проверку, регистрацию, возврат в работу и подтверждение подавляемой сигнализации. Это эффективно реализуется в случае представления информации на экране дисплея.

Информация, представляемая в системе сигнализации, должна быть непротиворечивой. Конструкция системы не должна допускать подавление сигнализации на одном средстве отображения информации, в то время как

та же сигнализация отображается на другом средстве, т.к. это создает противоречия с точки зрения эксплуатации и возможно приведёт к ошибкам оператора при интерпретации истинного состояния станции.

8.3.2 Шумящая сигнализация

Должны быть предусмотрены средства, позволяющие оператору управлять подавлением сигнализации, которая повторяется и является шумящей. С момента подавления и до момента возврата в работу соответствующие сигналы не будут вызывать никаких изменений состояния средств отображения информации, однако информация об их состоянии должна быть доступна оператору по запросу.

8.3.3 Квитированная сигнализация

При отображении сигнализации на экране дисплея должен быть предусмотрен способ удаления квитированной сигнализации во избежание скапливания в отображаемых на дисплее протоколах слишком большого количества сигнализации. Такой способ должен позволять оператору отбирать одно или несколько сигнальных сообщений и удалять их из протоколов квитированной сигнализации или из других мест, где зарегистрирована данная сигнализация. При этом, по-прежнему должна осуществляться проверка соответствующих сигналов с тем, чтобы в случае исчезновения сигнализации или исчезновения с последующим возобновлением этот факт был бы показан на средствах отображения информации.

8.4 Принцип «тёмной панели»

При работе в номинальном режиме необходимо использовать принцип «темной панели», что также рекомендуется и для всех остальных энергетических режимов с меньшими уровнями мощности. Основным критерий состоит в том, что количество представляемой сигнализации должно быть минимизировано, не нарушая при этом требования обеспечения безопасности и сохранения работоспособности. Данный принцип в равной степени относится к панелям сигнализации, табло сигнализации на панелях, сигнализации на экранах коллективного пользования и к отображению на дисплеях.

9 Управление и организация сигнализации

9.1 Общие положения

Органы управления сигнализацией должны быть унифицированы для всех средств представления сигнализации (например, для панели сигнализации, табло сигнализации, дисплея, экрана коллективного пользования и др.).

Органы управления сигнализацией (например, кнопки, дисплейные меню, объекты для клика компьютерной мышью и др.) должны быть легко отличимыми друг от друга – по форме, цвету, размеру и другим характеристикам – с тем, чтобы минимизировать возможность случайного воздействия не на тот орган управления. Ниже приведены общие рекомендации:

- для съема звукового сигнала, подтверждения приема и сброса сигнализации должны быть предусмотрены отдельные органы управления;
- органы управления сигнализацией должны отчетливо кодироваться для облегчения их распознавания;
- каждая группа органов управления сигнализацией должна быть скомпонована так, чтобы одинаковые функции размещались одинаково друг относительно друга;
- конструкция органов управления сигнализацией не должна допускать, чтобы оператор мог сломать их.

Для любого средства представления сигнализации (например, и для панелей сигнализации и для компьютерных дисплеев, которые служат для представления сигнализации) должна использоваться одна и та же стандартная процедура управления сигнализацией.

Типовые последовательности управления и работы сигнализации приведены на рисунках 2 и 3.

9.2 Звуковое оповещение и съем звукового сигнала

9.2.1 Логика звукового оповещения и съема звукового сигнала

Появление сигнализации на средствах отображения должно сопровождаться звуковым оповещением до тех пор, пока не будет произведено ручное или автоматическое воздействие на орган управления для съема звукового сигнала или для подтверждения приема

сигнализации. Если сигнализация исчезает и затем снова появляется, то звуковое оповещение должно быть активировано еще раз, в зависимости от интервала между первоначальным и повторным срабатыванием сигнализации.

При разработке логики формирования звукового сигнала необходимо учесть ситуации, в которых за короткий период времени возникает большое количество сигнализации, чтобы предотвратить раздражающее воздействие на операторов.

Ручное отключение звукового оповещения должно быть невозможным, за исключением ситуации, когда конструкция органа управления для съема звукового сигнала позволяет отключать звук на заранее определённое ограниченное время.

9.2.2 Акустическое кодирование

Сигналы звукового оповещения не должны перекрываться ожидаемым окружающим шумом и должны быть легко отличимыми от звуковых сигналов, ассоциированных с другими системами, такими как физическая защита станции, оповещение об эвакуации вследствие возникновения радиационного заражения, оповещения о пожаре и других подобных опасностях. В целом достаточно, чтобы громкость звука превышала средний окружающий шум на 10 дБ. Должна иметься возможность регулирования в определенных границах громкости звукового сигнала.

Громкость звука или частота повторений могут отличаться в соответствии с важностью оповещаемой ситуации (например, для сигнализации или для оповещения о происшедшем событии).

Для отображения приоритета сигнализации могут использоваться несколько различных звуков, которые оператор способен отличить друг от друга. Во избежание путаницы со стороны операторов рекомендуется, чтобы в пункте управления было предусмотрено всего не более пяти разных звуковых сигналов оповещения.

9.3 Мигание и возобновление мигания

Вся сигнализация должна сопровождаться мигающим визуальным сигналом, инициируемым при возникновении причины сигнализации. Не рекомендуется мигание целиком текста сообщения, отображаемого на дисплеях.

Может использоваться частота мигания от 5 до 1 Гц. Сигнал с более высокой частотой можно использовать для индикации того, что программа автоматического управления была некорректно прервана или не исполнена. Мигание табло сигнализации и панелей должно быть синхронизировано со всеми мигающими элементами, используемыми в пункте управления.

Возобновление мигания – это функция автоматического управления сигнализацией, используемая для повторного формирования сигнального сообщения в случае, если сигнализация срабатывает снова после исчезновения или подтверждения его приема.

Функция возобновления мигания должна быть предусмотрена для всей групповой сигнализации. Групповая сигнализация должна возобновить мигание, если любой участвующий в ее формировании сигнал перешел в состояние, указывающее на снижение уровня безопасности.

Сигнальное сообщение, отображаемое на дисплее, должно быть снабжено новым мигающим символом, если оно появилось снова после исчезновения (и при этом не было сброшено и всё ещё присутствует в протоколе сигнализации) и при условии, что данное сигнальное сообщение все еще находится в видимой в настоящий момент части протокола. В противном случае оно должно выводиться так же, как и вновь появившаяся сигнализация, либо на него должна указывать пиктограмма, размещаемая в видимой в настоящий момент части протокола.

9.4 Подтверждение приема сигнализации

Подтверждение приема (квитирование) – это функция управления, которая должна быть предусмотрена для всех групп сигнализации, таких как сигнализация на панели сигнализации или группа табло сигнализации, или для воздействия на сигнализацию, отображаемую на ближайшем дисплее.

После квитирования сигнализация должна перестать мигать и перейти на ровное свечение. Квитирование может также использоваться для одновременного съема звукового сигнала.

Квитирование должно осуществляться только с тех мест, где соответствующая сигнализации находится в зоне видимости операторов. Орган управления квитированием не должен вызывать квитирование той

сигнализации, которая находится вне зоны отображения или которая скрыта за другими дисплейными форматами.

9.5 Отбой

Отбой – это автоматическая функция управления сигнализацией, предназначенная для информирования оператора звуковыми и/или визуальными способами о том, что причина, сигнализации исчезла, и соответствующая сигнализация может быть сброшена.

Отбой необходимо использовать в тех случаях, когда важно в явном виде проинформировать операторов об устранении хотя бы однажды возникшего нарушения нормальной эксплуатации.

Отбой должен с осторожностью применяться для сигнализации, отображаемой на дисплеях, т.к. это может привести к чрезмерному количеству сигнальных сообщений и может вызвать обманчивое маскирование другой сигнализации.

9.6 Сброс

Сброс – это функция управления, которая должна быть предусмотрена для всех групп сигнализации, таких как сигнализация на панели сигнализации или группа табло сигнализации, или для воздействия на сигнализацию, отображаемую на ближайшем дисплее.

Орган управления сбросом должен переводить соответствующую исчезнувшую сигнализацию в определенное исходное состояние. Это может быть гашение подсветки табло сигнализации, удаление сообщений или символов из протокола сигнализации или удаление элемента из пиктограммы и др.

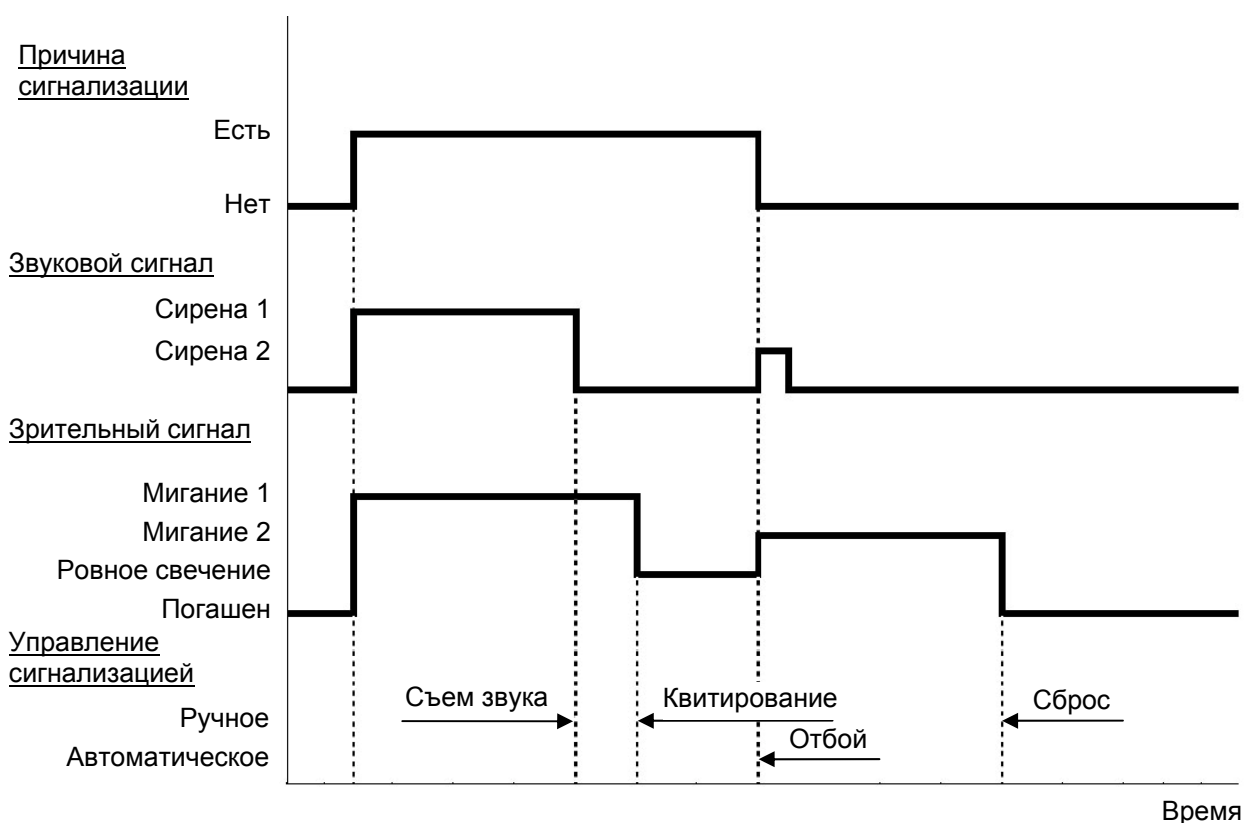
Сброс сигнальных сообщений с дисплея должен быть организован в соответствии с процедурой, используемой для панелей сигнализации. Инициирование данной функции может вызывать сброс сообщений с той страницы, которая отображается в данный момент, или сброс из всего обновляемого при этом протокола сигнализации. В результате сброса должны удаляться сообщения об исчезнувшей сигнализации, однако отображение должно быть организовано так, чтобы избегать резких изменений содержимого страниц, отображаемых в данный момент. Во избежание этого явления, удаление исчезнувших сигнальных сообщений

из тех частей протокола, которые в настоящий момент не отображаются, может быть отложено до тех пор, пока эти части не появятся на экране.

Любая сигнализация, находящаяся в группе, по отношению к которой производится операция сброса, но при этом все еще являющаяся активной, должна по-прежнему отображаться.

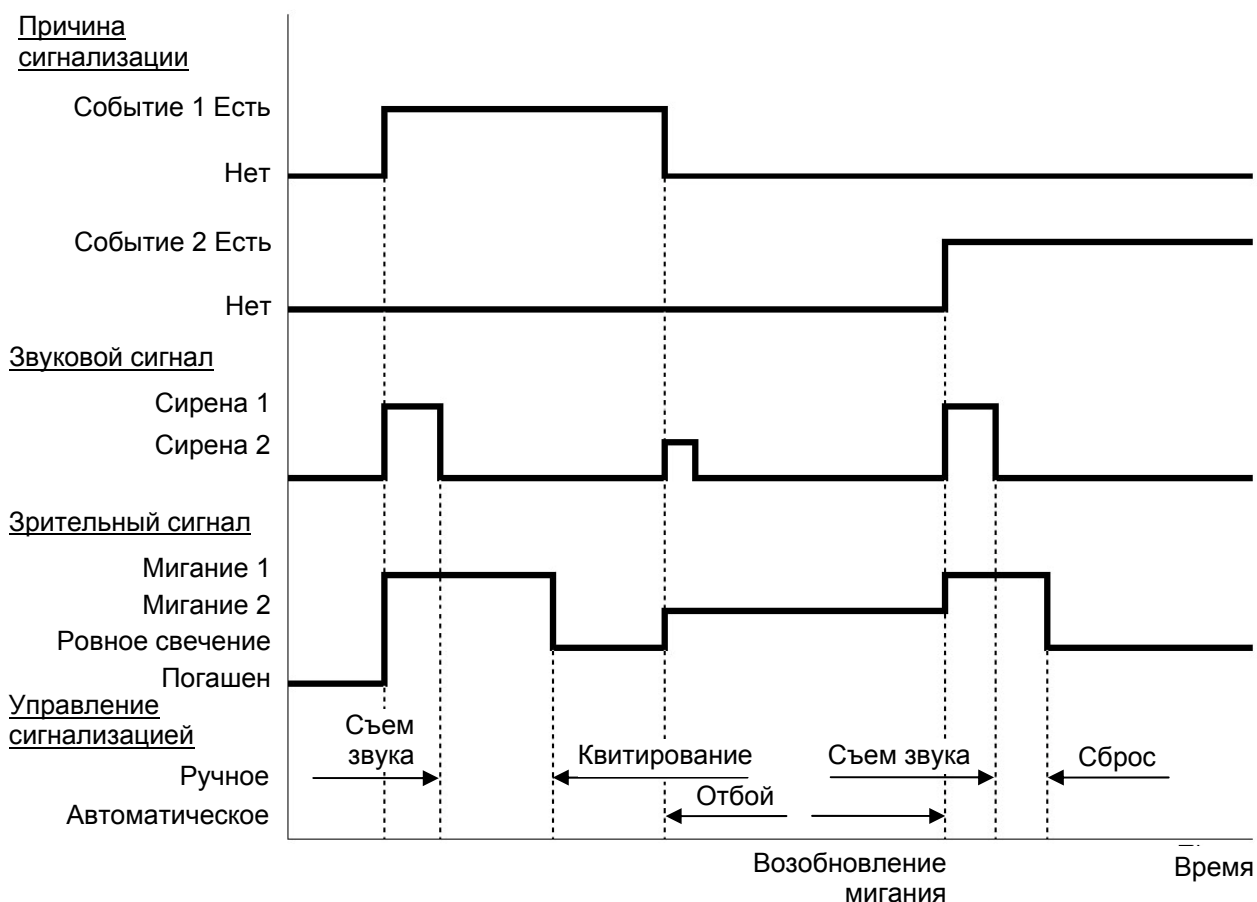
Сброс вручную должен применяться в случаях, когда важно, чтобы оператор убедился, что сигнализация исчезла. Однако, если оператор вынужден реагировать на многочисленную сигнализацию или если необходимо быстро перезапустить систему, то можно предусмотреть автоматический сброс.

Функция сброса должна быть доступна только в тех местах, находясь в которых стационарный персонал знает, какую сигнализацию он сбрасывает.



Примечание — Сирена 1 и сирена 2 могут быть идентичными; мигание 1 и мигание 2 могут быть идентичными

Рисунок 2 – Типичная процедура управления сигнализацией



Примечание — Событие 1 и событие 2 образуют групповую сигнализацию. Возобновление мигания возникает при срабатывании сигнализации 2. В данном примере после исчезновения сигнализации 1 сброс не производится.

Рисунок 3 – Типичная процедура управления групповой сигнализацией

10 Представление сигнализации и интеграция органов управления и средств отображения информации

10.1 Общие положения

10.1.1 Функции

Функции сигнализации, перечисленные в п.п. 5.1-5.6, реализуются путем представления сигнализации, являющегося результатом обработки сигналов, подготовки сигнализации к отображению, ее компоновки, визуального и акустического кодирования. Более конкретно, функции представления состоят в следующем:

- ясно указывать на наличие причины сигнализации;

- в самом начале привлекать внимание оператора к нарушениям и побуждать оператора к оценке ситуации с помощью звукового оповещения, мигающей подсветки или мигающего маркера на дисплеях;
- гарантировать, что информация о нарушении сформулирована в сообщении правильно, лаконично и недвусмысленно;
- обеспечить представление сообщения в соответствующем месте и в соответствующем окружении для того, чтобы облегчить оператору оценку ситуации и принятие решения;
- ясно показывать состояние самой сигнализации (например, новая, квитированная, исчезнувшая, подавленная);
- отображать приоритет (например, срочность требуемых от оператора действий или важность для безопасности станции);
- показывать простым способом взаимосвязь с другой сигнализацией и соответствующим оборудованием;
- помогать оператору правильно реагировать на каждую сигнализацию;
- обращать внимание оператора на необходимость использования других средств отображения информации для проверки или уточнения состояния сигнализации;
- помогать всему оперативному персоналу в поддержании его осведомленности о состоянии станции и её основных функций.

10.1.2 Выбор основных способов представления

Основные способы представления сигнализации должны определяться на ранней стадии проектирования в соответствии с функциональными целями, указанными в 5.1 – 5.6. В качестве средств представления сигнализации следует рассматривать:

- панели сигнализации;
- табло сигнализации;
- индикаторы расхождения;
- световая индикация;
- дисплеи с возможностями выполнения запросов;
- представление на экране коллективного пользования;
- видеостены, включая и те, которые управляются информационно-вычислительной системой.

Система сигнализации должна быть функционально целостной настолько, насколько это возможно, особенно, если в ней используется комбинация различных средств представления, разбросанных по разным зонам БПУ (например, дисплей, экран коллективного пользования, специальные панели). Это означает, что система сигнализации должна быть не простым объединением двух (или более) независимых подсистем, а результатом хорошо продуманной функциональной интеграции и унификации работы.

Панели сигнализации, табло сигнализации и индикаторы расхождения позволяют реализовать принцип «тёмной панели». В особых случаях, когда принцип «тёмной панели» неуместен, могут использоваться индикаторы расхождения и световая индикация. Они могут применяться для индикации состояний, которые в определенных ситуациях не несут никакой опасности, однако становятся небезопасными в других эксплуатационных ситуациях, например, для индикации правильного или ложного запуска или нежелательного отказа технических средств обеспечения безопасности. На сегодняшний день на многих станциях вся сигнализация представлена на дисплеях, за исключением небольшого количества наиболее ответственной сигнализации, необходимой в случае серьёзного нарушения в работе информационно-вычислительной системы. На станциях может иметься большая обзорная мнемосхема, представленная на экране коллективного пользования или на видеостене, используемых совместно с индивидуальными дисплеями и управляемых через компьютер.

Панели сигнализации, экраны коллективного пользования, видеостены и табло сигнализации способны эффективно оповещать операторов о происшедшем событии, решая одновременно различные задачи. Это позволяет им обеспечить общее понимание и распознавание признаков нарушения, включая такое распознавание нарушений, которое зависит от взаимосвязи или сопоставления нескольких сигналов.

Дисплей – это основное устройство контроля для целостного отображения связанной информации. Он способен отображать сигнализацию постоянно или по мере необходимости, а также может отображать пиктограммы в верхней или нижней части экрана. Кроме того,

он способен упорядочить отображение хронологически, в порядке срабатывания сигнализации.

Общий или коллективный дисплей может функционировать как устройство для представления сигнализации, работающее параллельно и в связке с другими средствами отображения. Для формирования такого параллельного представления могут использоваться выделенные области на экранах коллективного пользования, средства отображения информации, продублированные в нескольких местах, совместно используемые дисплеи и панели сигнализации, обзорные панели и другие средства.

Взаимодополняющие качества панелей сигнализации и дисплеев могут быть объединены при использовании компьютеризованной системы сигнализации, позволяющей извлечь преимущества сильных сторон обоих способов представления. Дисплеи дают возможность легко выполнить перекомпоновку сигнализации, определенным образом систематизируя и группируя её и сохраняя при этом определенное месторасположение, что облегчает быстрое восприятие оператором. С помощью дисплейных систем можно также организовать отображение сигнализации параллельно и во взаимодействии со станционной системой централизованного контроля.

В качестве основного устройства отображения сигнализации обычно следует использовать дисплей; использование дисплея и взаимодополняющее использование панели и дисплея может оказаться эффективным для обеспечения оператора достаточной информацией. При представлении сигнализации на дисплеях, для ее отображении, наряду с сигнальными сообщениями, можно использовать символы или всплывающие информационные окна на фоне мнемосхем или схем процесса.

10.1.3 Компоновка

Размещение и тип средств отображения сигнализации и сигнальных сообщений должны обеспечивать следующее:

- каждый член оперативного персонала должен иметь сигнализацию, необходимую ему или ей для выполнения своей задачи;

– весь оперативный персонал имеет возможность видеть сигнализацию, существенную для функционирования станции в целом; это может быть наиболее ответственная сигнализация, описанная в разделе 6.

В разных эксплуатационных режимах, например, в нормальном и аварийном, может участвовать персонал, различающийся по структуре и численности. Для каждого эксплуатационного режима на соответствующих рабочих местах должен быть обеспечен доступ к средствам отображения сигнализации.

Компоновка средств отображения сигнализации должна быть согласованной с общим подходом к организации БПУ. Особое внимание необходимо уделять компоновке средств отображения сигнализации в многоблочном пункте управления (например, в случае, если некоторая сигнализация дублируется на нескольких блоках).

С целью облегчения понимания оператором сообщений, они должны размещаться на устройстве представления с учетом привычного местоположения.

10.1.4 Пространственное группирование

Правила группирования должны быть четкими и согласованными с операторской практикой.

Физическое группирование сигнализации на панелях управления или ее ассоциирование друг с другом на дисплейных средствах должны облегчать оператору определение того, какая функция или технологическая система станции затронута нарушением.

В соответствии с функциональным подходом, являющимся основой для проектирования пункта управления (см. МЭК 61839), сигнализация должна быть пространственно сгруппирована в соответствии с технологическими функциями, работоспособностью станции и функциями безопасности, к которой относится вся сигнализация, объединяемая в одну группу.

Другими способами пространственного группирования является группирование сигнализации в соответствии с технологическими системами или организация сигнализации в соответствии с некоторой логической структурой. Для полной организации сигнализации могут быть определены дальнейшие уровни группирования, создающие подгруппы

сигнализации. Гипотетический пример такой организации приведен в приложении D.

10.1.5 Форма названия сигнализации и сигнального сообщения

Название сигнализации, сообщения или надписи должны быть простыми, легко понимаемыми, должны использовать стандартную терминологию и описывать ситуации настолько точно, чтобы оператор мог прочитать и понять данные сообщения.

Названия сигнализации и сигнальные сообщения должны быть уникальными и должны четко указывать на проблемное оборудование станции и природу дефекта или ситуации (например, на технологические параметры, оборудование). Сигнальное сообщение должно включать в свой состав идентификатор исходного или вторичного сигнала, а также собственный уникальный код.

Названия сигнализации должны использоваться на всей станции единообразно. Названия сигнализации и сигнальные сообщения должны быть взаимно согласованными для всей сигнализации.

Названия сигнализации или сигнальные сообщения должны подчиняться некоторой системе изложения. С учетом порядка, принятого в английском языке, это может быть – группа оборудования верхнего уровня и ее идентификатор, группа оборудования нижнего уровня и ее идентификатор, ситуация или параметр, суть нарушения.

При стремлении к точному и недвусмысленному определению сигнализации на атомной станции названия сигнализации становятся длинными и подробными и, следовательно, может быть признано целесообразным ограничить длину сообщений, как для табло сигнализации, так и для отображения на дисплее. Для фраз, выводимых на дисплей, ограничение накладывается самим оборудованием и составляет около 40 символов латинского алфавита, включая пробелы, за исключением случаев, когда на фразу отводятся две строки.

Не следует использовать сокращения, за исключением случаев, когда пространство, имеющееся для размещения названий сигнализации и сигнальных сообщений, сильно ограничено. Сокращения можно использовать в случае длинного названия или сообщения, однако сообщение при этом должно оставаться ясным и понятным. При

использовании сокращений, они должны подчиняться единой системе правил.

Правила для образования сокращений должны быть сформулированы и использованы в следующих случаях:

- сокращения, описывающие универсальные признаки, такие как повышение давления, снижение уровня;
- идентификация энергоблока, комплекта оборудования, номера оборудования и др.;
- использование в тексте сообщений укороченных вариантов обычных слов; возможный способ образования сокращения состоит в использовании слова в исходном написании, после чего из него удаляется одна и затем две гласные.

Сигнальные сообщения и названия сигнализации, определенные на стадии проектирования, должны систематически пересматриваться экспертами в области человеческого фактора и представителями оперативного персонала с целью их уточнения и улучшения формулировки.

10.1.6 Кодирование отображаемой сигнализации

Кодирование отображаемой сигнализации должно быть согласовано с принятым для станции подходом к кодированию информации и должно единообразно применяться для всех средств отображения сигнализации.

Кодирование отображаемой сигнализации должно обеспечивать быстрое обнаружение и интерпретацию сигнализации операторами в любых рабочих ситуациях, складывающихся в пункте управления.

Кодирование сигнализации (например, частое мигание или яркое свечение) следует использовать для той сигнализации, которая требует от оператора быстрых действий. Приоритет по важности может представляться цветом.

Например, для выделения важной сигнализации в ситуации, когда сформировано множество сигналов, в качестве средства отображения, обеспечивающего динамическое назначение приоритета, можно использовать трехцветное табло. Важная сигнализация, независимо от ее местонахождения, может быть показана красным цветом, в то время как другая информация отображается жёлтым или зелёным.

Операторы должны иметь возможность легко оценить приоритет отображаемой сигнализации. Для каждого уровня важности можно предусмотреть свой отдельный дисплей, на котором будет отображаться только сигнализация, имеющая данный уровень важности.

10.2 Панели и табло сигнализации

10.2.1 Название сигнализации

Названия сигнализации на панели и табло должны соответствовать нормам, приведенным в 10.1.5.

Названия сигнализации на панели могут быть сгруппированы под единым заголовком, описывающим всю группу сигнализации, представленную на панели, и содержащим, например, название технологической области станции, затронутой нарушением. Это позволяет укоротить названия сигнализации по сравнению с полными сигнальными сообщениями.

Для надписей на табло сигнализации, размещенных на мнемосхеме или скомпонованных вместе с органами управления на панели, можно использовать упрощенные формулировки, такие как «повышение давления», т.к. их точное распознавание обеспечивается образным представлением или географией размещения.

10.2.2 Компоновка панелей и табло сигнализации

Для предотвращения неверной оценки ситуации идентификация табло сигнализации на панели должна быть упрощена с помощью таких средств, как компоновка табло, цветовое кодирование, группирование, акустическое кодирование и групповая сигнализация.

Для облегчения оценки уровня важности при срабатывании большого количества сигнализации можно использовать изменяющие цвет трехцветные табло, позволяющие реализовать динамическое отображение приоритета. Это предотвратит зашумление сигнализации и сведет к минимуму ее пропуск или неправильное распознавание операторами. Для отображения групповой сигнализации, временной последовательности срабатывания сигнализации и пиктограмм должен использоваться дисплей.

При отображении сигнализации на панелях для выявления сигнализации с наивысшим приоритетом или выявления первой сработавшей сигнализации среди существующего множества можно использовать только жесткую логику, не предусматривающую изменения уже имеющейся активной сигнализации.

Панели сигнализации и подсвечиваемые табло можно использовать для отображения состояния станции, указывая при этом ее работоспособность или правильность функционирования. С их же помощью можно также показывать состояние систем автоматического управления реактором и систем безопасности. Для формирования сигнализации может понадобиться обработка сигналов, в результате которой выявляется подобная информации о состоянии. Более подробные сведения даны в приложении Е.

10.3 Отображение протокола сигнализации на дисплее

10.3.1 Общие положения

На станциях, где используются компьютерные дисплеи, их применение для отображения сигнализации позволяет объединить отображение сигнализации с отображением большого количества другой информации, необходимой в пункте управления. Это дает возможность оператору делать прямой переход от просмотра сигнализации к просмотру связанной с ней информации о состоянии станции, что помогает ему в диагностике и принятии решения о необходимых действиях.

Индивидуальная и групповая сигнализация, представленная на панелях или табло сигнализации, также должна быть представлена на дисплеях. Система должна позволять получать подробности о сигналах, используемых для формирования каждой групповой сигнализации, посредством воздействия на соответствующие органы управления, такого как наведение на сигнальное сообщение курсора и клик мышью или прикосновение к сенсорному экрану.

При представлении сигнализации в такой форме, как протоколы сообщений на дисплее, необходимо предусмотреть достаточную область отображения, обеспечивающую одновременный просмотр всей высокоприоритетной сигнализации. В противном случае должны быть предусмотрены другие способы ее обзора или способы, обеспечивающие

быстрое получение высокоприоритетной сигнализации. Наилучшим решением здесь могут быть средства отображения информации или панели, размещенные в специально отведенных местах. Для прокрутки или листания протоколов сигнализации должны быть предусмотрены простые способы, позволяющие быстро показывать наиболее свежую сигнализацию.

10.3.2 Сигнальные сообщения, отображаемые на дисплее

Сообщения, отображаемые на дисплее или экранах коллективного пользования, должны соответствовать нормам, приведенным в 10.1.5.

Сигнальные сообщения, отображаемые на дисплее, и сообщения, распечатываемые на принтере, должны быть согласованы друг с другом. Для предотвращения путаницы операторов необходимо разработать список используемых аббревиатур и их расшифровку и сделать его доступным на экране по запросу.

При представлении сигнализации на экранах в виде хронологически последовательного отображения должно указываться время срабатывания и исчезновения каждого сигнала, необходимое для анализа сигнализации в контексте других форм представления (например, графиков, журналов событий).

10.3.3 Организация отображения сигнализации на дисплеях

Отображение сигнализации с использованием дисплеев должно позволять представление хронологического порядка срабатывания сигнализации. Это можно сделать с помощью протокола поступившей сигнализации, разделенного на страницы. По умолчанию на экране может быть представлена страница, содержащая самую свежую, только что сработавшую сигнализацию (в настоящем документе такая страница называется «верхней»), снабженную мигающим символом, размещенным около соответствующего сигнального сообщения.

Протоколы активной сигнализации должны быть доступны в различных видах. Их отображение может определяться с помощью соответствующих органов управления, позволяющих выбирать способ упорядочения или определенный протокол, хранящийся в памяти компьютера. Эти протоколы могут содержать:

- хронологически упорядоченную сигнализацию, относящуюся к каждому из иерархических уровней отображения – от общего обзорного представления до детализированного представления станции;
- сигнализацию, имеющую определенный уровень приоритета;
- подавленную сигнализацию или «шумящую» сигнализацию, которая была выведена из работы;
- сигнализацию, удалённую из какого-либо хронологического протокола, вследствие того, что она уже известна, ее прием подтвержден и она была активной в течение длительного периода времени;
- сигнализацию, связанную с определенным участком станции и упорядоченную по идентификаторам, по технологическим признакам или по хронологии;
- сигналы в том виде, в котором они существуют до обработки и в котором они поступают в систему сигнализации;
- сигнализацию какого-то определенного типа.

Сигнализация, не поместившаяся на верхней странице, может быть представлена на следующих страницах. Если сигнализация, прием которой еще не подтвержден, находится на других страницах, не отображаемых в данный момент, то для привлечения внимания оператора к наличию такой сигнализации вне поля отображения должны использоваться как звуковая, так и визуальная индикация, например, пиктограмма.

Использование компьютеризованных дисплейных систем позволяет реализовать операцию «удержания изображения» до тех пор, пока позднее не будет дана команда показать «последнюю несквитированную сигнализацию» для отображения наиболее свежей сигнализации, прием которой еще не подтвержден. В обычных ситуациях это позволяет сохранить преимущество быстрого автоматического отображения приоритетной сигнализации, в то время как в критических ситуациях это поможет предотвратить автоматически происходящую перекомпоновку изображения и затем немедленно получить приоритетную сигнализацию.

Отображение сигнализации на дисплеях должно содержать некоторую область, позволяющую оператору мгновенно увидеть наиболее значимую сигнализацию или группу сигнализации и быстро перейти в нужное место

для получения подробностей о произошедшем нарушении в работе станции.

Система отображения сигнализации на дисплеях должна предусматривать отображение в явном виде сигналов, из которых в результате логической обработки формируется сигнализация. Эта функция должна давать возможность выявлять составные части любой активной сигнализации и должна быть интегрирована в систему навигации и отображения по всей станции в целом. Дополнительная информация приведена в приложении В и МЭК 61772.

Использование дисплеев должно обеспечивать отображение по запросу. Примерами таких запросов, которые могут использоваться, являются:

- наведение курсора и клик мышью по групповому сигнальному сообщению для открытия окна с сигнализацией, образующей эту группу;
- клик мышью по отображаемой величине для открытия окна с уставками срабатывания сигнализации и состоянием сигнала;
- клик мышью по сигнальному сообщению для прямого перехода к отображению соответствующей информации о состоянии станции;
- клик мышью по сигнальному сообщению для вывода меню и запуска управляющей функции, такой как подавление или возврат в работу досаждающей или постоянно присутствующей сигнализации;
- ввод с помощью клавиатуры условия поиска, такого как идентификатор сигнализации, оборудования станции или идентификатор типа прибора, позволяющего выбрать и распечатать всю соответствующую этому условию сигнализацию.

Кроме мыши и курсора могут использоваться и другие способы выбора интересующего сигнального сообщения или сигнала, такие как многопозиционный переключатель, клавиатура или сенсорный экран.

10.3.4 Компоновка и форматы отображения сигнализации

На всех экранах дисплеев должны отображаться краткие визуальные подсказки (например, пиктограммы), свидетельствующие о наличии сигнализации. Эти подсказки могут находиться в нижней или в верхней строке на каждом экране. Они могут отражать количество активной сигнализации или количество несквитированной сигнализации, номер

экрана, на котором должна быть просмотрена сигнализация и другие подобные указатели. Эти визуальные подсказки должны регулярно обновляться, например, каждую секунду, и тогда, когда сигнализация появляется или квитируется.

При отображении сигнальных сообщений на дисплее после каждых четырех-пяти строк можно помещать какой-нибудь разделитель (например, пустую строку или горизонтальную линию), позволяющий уменьшить вероятность путаницы при восприятии двух смежных строк сообщений.

10.3.5 Управление

Управление работой сигнализации на дисплее должно быть частью управления, принятого для всех дисплеев информационно-вычислительной системы в целом. Органы управления должны быть прочными, надёжными, долговечными и подходящими для применения в условиях пункта управления технологическим процессом станции. Цепочки управляющих действий должны быть короткими – предпочтительно, чтобы достижение любой цели осуществлялась «в одно касание». В качестве подходящих для этого средств могут использоваться:

- «железные» кнопки и ключи, расположенные рядом с каждым дисплеем;
- стандартная алфавитно-цифровая или специально разработанная клавиатура, расположенная рядом с каждым дисплеем;
- наведение курсора и клик с помощью трэкбола или мыши по меню или областям активных объектов на дисплеях.

Количество операций, требуемых для вызова необходимого видеокadra, должно быть минимизировано настолько это возможно – до рекомендуемых двух или менее действий. Также должен быть возможен вызов релевантных видеокadров одним воздействием на орган управления или кнопку вызова соответствующего видеокadra. Руководство по представлению информации на дисплеях приводится в МЭК 61772.

10.4 Звуковое оповещение

Звуковое оповещение, включая речевое, может использоваться для привлечения внимания операторов, чтобы они не пропустили событие, о котором оповещает сигнализация.

Речь является подходящим средством для представления информации в человеко-машинном интерфейсе, а использование речи также и для представления информации о сигнализации может создать ряд преимуществ. В то же время, для представления информации о сигнализации не рекомендуется использование одного только речевого оповещения. Необходимо избегать активного использования речевых оповещений, т.к. это может отвлекать внимание или вызвать раздражение оперативного персонала.

11 Надёжность, испытания и ремонтпригодность

11.1 Надёжность

Надёжность интегрированной системы сигнализации должна определяться важностью для безопасности функций, выполняемых сигнализацией. Единичный отказ такой системы не должен приводить к многочисленным сбоям сигнализации. Рекомендуется вводить необходимую избыточность и функции самодиагностики, позволяющие выявлять отказы системы.

Если в качестве основного средства отображения сигнализации используется дисплей, то операторы должны иметь возможность доступа к сигнализации более чем с одного дисплея.

11.2 Испытания

Работоспособность каждого элемента сигнализации должна испытываться на месте после монтажа двумя способами – от сигнала, инициируемого оборудованием системы сигнализации, и от сигнала с того оборудования, которое в действительности должно инициировать этот сигнал. Это необходимо для того, чтобы убедиться в полной исправности и работоспособности сигнализации до ввода станции в эксплуатацию.

Необходимо предусмотреть орган управления для проверки ламп в панелях и табло сигнализации, а также способ проверки функции мигания.

Во время ввода станции в эксплуатацию для каждой сигнализации, отображаемой с помощью дисплея, необходимо продемонстрировать, что она корректно отображается вместе с правильным названием, надлежащей логикой обработки и соответствующей информацией. Это можно сделать путем перекрестного тестирования, при котором отдельно

демонстрируется корректность работы устройства, инициирующего сигнал, который подается на вход оборудования системы сигнализации, и корректность формирования сигнализации на основании этих входов.

Вся сигнализация, важная для безопасности, должна испытываться на месте от устройств, инициирующих эту сигнализацию с целью демонстрации того, что данная сигнализация отображается корректно, причем протоколы испытаний должны быть сохранены.

Во время ввода системы в эксплуатацию, смонтированная система сигнализации должна пройти испытания с целью демонстрации, что все функции обработки сигналов и подготовки сигнализации к отображению выполняются. Необходимо проверить, что все объемные группы сигналов, возникающие за короткий промежуток времени, корректно обнаруживаются и запоминаются, и что соответствующая сигнализация формируется и отображается (соответствующее испытание может, например, состоять в симуляции события, вызывающего формирование нескольких сотен сигналов за несколько секунд, с последующей проверкой результата работы системы).

11.3 Ремонтпригодность

Система сигнализации должна быть сконструирована таким образом, чтобы мероприятия по ее техническому обслуживанию можно было осуществлять с минимальными помехами для деятельности операторов. При выводе из работы какой-либо сигнализации необходимо обеспечить следующее:

- индикацию выведенной из работы сигнализации – полный вывод сигнализации из работы должен требовать наложения запрета на инициирование соответствующих именно этой сигнализации визуального и звукового сигналов. Более того, в проекте системы должны быть предусмотрены условные признаки, позволяющие быстро распознавать выведенную из работы сигнализацию;

- индикацию отказа системы сигнализации – операторы должны быть немедленно проинформированы об отказе системы сигнализации или ее основных подсистем с точной локализацией дефекта.

В отношении панелей или табло сигнализации необходимо предусмотреть следующие явления:

- продолжительное свечение – табло или панель сигнализации, которые в режимах нормальной эксплуатации должны долгое время находиться в активизированном состоянии из-за ремонта или замены оборудования, должны содержать какой-либо подходящий для этого отличительный признак, предусмотренный административными процедурами и обеспечивающий правильное распознавание такой сигнализации в течение данного периода времени;
- переустановка крышки табло – если замена лампы требует удаления названия табло, то должна быть предусмотрена процедура, дающая уверенность, что крышка возвращена в правильное место;
- предотвращение опасности – замена ламп не должна представлять угрозу поражения электрическим током;
- помощь оператору при замене лампы – при замене лампы оператору в случае необходимости должна быть предоставлена помощь.

12 Регистрация сигнализации

Вся сигнализация, важная для безопасности, должна регистрироваться для последующего анализа. Регистрация может осуществляться путём распечатки сигнализации сразу же после её получения или после её хранения в буфере, а также с помощью любых пригодных для этого систем хранения, таких как магнитный диск, магнитная лента или оптический носитель с возможностью однократной записи и многократного чтения, позволяющих выводить записанную информацию для отображения или печати. Должны быть предусмотрены возможности поиска и выборки части записанной информации или истории определенных сигналов.

Должна быть предусмотрена возможность печати зарегистрированной информации о сигнализации и сигналах, которые изменили свое состояние, а также распечатки истории сигнализации и для выбранных технологических систем станции.

Регистрируемая информация о сигнализации должна включать в себя время и последовательность срабатывания и исчезновения сигнализации вместе с последовательностью других дискретных сигналов и изменениями аналоговых величин.

Некоторые станции могут быть оснащены системами для регистрации быстротечных цепочек событий, способными различать и регистрировать изменения состояния, происходящие со скоростью 10 мс и быстрее и являющиеся следствием выхода из строя основного электрооборудования.

13 Процедура реакции на сигнализацию

13.1 Общие положения

Процедуры реакции на сигнализацию должны быть предусмотрены для всех без исключения сигналов.

Оператор должен иметь доступ к процедурам реакции на сигнализацию в том месте, с которого читаются сигнальные сообщения.

Информация в процедурах реакции на сигнализацию должна быть согласована с информацией на пультах управления, в системе сигнализации, в процедурах, используемых для корректировки уставок сигнализации, в регламентных документах, устанавливающих значения уставок (например, в технические спецификации и в документах по анализу аварийных ситуаций), а также в других станционных процедурах и технических документах.

13.2 Содержание

Рекомендуется включать в процедуры реакции на сигнализацию следующую информацию:

- технологическую систему/функциональную группу, к которой относится данная сигнализация;
- точное сигнальное сообщение, текст или название;
- источник сигнализации (например, датчик или датчики, посылающие сигнал, включая логику проверки достоверности сигнала и одно или несколько устройств приведения сигнализации в действие со ссылкой на схему, по которой можно найти эти устройства);
- уставки срабатывания сигнализации;
- приоритет (важность для безопасности);
- потенциальные причины, вызвавшие срабатывание данной сигнализации (например, снижение уровня воды – недостаточный в долгосрочной перспективе расход питательной воды);

- срочные действия, требуемые от оператора, включая действия, которые оператор может предпринять, чтобы убедиться в наличии ситуации, о которой оповещает данная сигнализация;
- действия, которые выполняются автоматически при срабатывании данной сигнализации (и в исполнении которого оператор должен убедиться);
- последующие действия;
- ссылки, уместные в данных обстоятельствах;
- советы по диагностике, необходимой для определения причины данной сигнализации;
- описание прогнозируемого поведения станции.

13.3 Формат

Формат процедур реакции на сигнализацию должен удовлетворять следующим требованиям:

- процедуры реакции на сигнализацию, размещенные на каждой странице документа, надлежащим образом обозначены;
- важные пункты соответствующим образом показаны;
- назначение информации, размещенной в одном и том же месте на каждой странице, легко определить;
- информация во всех процедурах реакции на сигнализацию согласована между собой;
- необходимость для операторов перелистывать страницы назад и вперед для получения информации минимизирована.

Приложение А (справочное)

Проблемы, связанные с системами сигнализации

Примеры, представленные в этом приложении, основаны на реальном опыте.

А.1 Нормальный и лавинообразный темп возникновения сигнализации и изменения информации

Нормальной темп появления на атомной станции информационных сигналов, обычно обрабатываемых системой сигнализации и используемых для формирования сигнализации, может за один день составлять несколько сотен сигналов об изменениях. При аварийных остановках и глубоких возмущениях входная информация, используемая для формирования сигнализации, может изменяться очень быстро по многим параметрам, что выглядит как «лавина» или «поток» изменений. Опыт показывает, что станции, на которых не предусмотрена соответствующая логическая обработка, испытывают сложности при запоминании и обработке такого потока информации. В таких условиях только тщательное и аккуратное выделение сигнализации из потока информации позволит избежать проблемы информационной перегрузки операторов на станциях.

Было доказано, что операторы не способны прочитать с дисплея информацию о сигнализации быстрее, чем примерно один заголовок сигнализации за 10 с и, при этом, анализ смысла активной сигнализации занимает намного больше времени – до нескольких минут на один сигнал. Следовательно, процессы формирования сигнализации необходимо проектировать так, чтобы сигнализация, требующая вполне определенных действий, выделялась и представлялась операторам так, чтобы не перегружать их способности по восприятию, и при этом оставалась под их контролем даже в условиях высокого темпа изменения входной информации, используемой для формирования сигнализации.

По опыту, темп поступления информации об изменениях, происходящих на атомных станциях при наиболее серьезных аварийных остановках реактора, технологических систем и электрической части, составляет около 1000 изменений в течение нескольких секунд. Вплоть до

одного часа после инициирования остановки возникновение изменений может продолжиться со скоростью более 200 изменений в минуту однократно в течение нескольких минут или несколько раз.

Для обычной станционной сигнализации частота опроса и время обработки изменений информации и сигналов должны составлять 200 мс, в то время как для определенных коммутационных систем, генерирующих последовательность событий, это время должно составлять 10 мс.

А.2 Шумящая сигнализация

Станции, где используются компьютеризованные системы сигнализации, испытывают сложности, связанные с возникновением ложных сигналов, с неверными уставками или настройками гистерезиса, приводящими к периодическому формированию и исчезновению сигнализации. Такие «шумящие» изменения обычно происходят в интервале от 10 с до 10 мин. Для выявления подобных проблем проводится анализ протоколов регистрации изменений этих сигналов. Для устранения данной проблемы может понадобиться ремонт неисправных контактов в технологическом оборудовании, либо уточнение уставок сигнала или настроек его гистерезиса. Однако этого не всегда достаточно для устранения шума, который сопровождает работу операторов. В компьютеризованных системах обычно необходимо и относительно просто реализовать подавление такой сигнализации, сохраняя при этом ее регистрацию и возвращая ее в работу после устранения источника шума.

**Приложение В
(справочное)**

**Источники сигналов, используемых для
формирования сигнализации**

На атомных станциях источниками информации, используемой в качестве сигналов, подлежащих логической обработке с целью формирования сигнализации и ее последующей подготовки к отображению, являются:

- сигналы от контактов реле, управляющих контактов распределительных устройств или от концевых выключателей;
- выходные контакты полупроводниковых логических устройств, бесконтактные датчики, датчики состояния арматуры, температурные выключатели;
- аналоговые сигналы, проверяемые относительно нижней и верхней уставок (т.е., настроек гистерезиса);
- состояние органов управления и переключателей, переключателей автоматического и ручного режимов, используемое в качестве условной информации при обработке сигналов;
- состояния систем безопасности и защиты, обрабатываемые системой безопасности или другим способом совместно с логическими сигналами в зависимости от интенсивности нейтронного потока, эксплуатационных запретов и режима;
- результаты расчетов на основе аналоговых сигналов, позволяющие выявить нарушения, такие как температурные перекосы на выходе из активной зоны реактора;
- результаты расчетов с использованием аналоговых и дискретных сигналов, например для обнаружения рассогласования положения управляющего стержня и положения рабочей группы, в которую он входит;
- внутренние состояния компьютера или логики, выводимы непосредственно или опосредованно из информации о состоянии станции;
- группирование или другая логическая обработка состояний и сигнализации для формирования другой сигнализации.

Для типичного энергоблока атомной станции с одним реактором и турбиной характерно наличие около 10.000 аналоговых сигналов и, по

ГОСТ Р МЭК 62241–2012

меньшей мере, 10.000 контактов и дискретных сигналов, на основе которых можно сформировать минимум 20.000 единиц сигнализации.

Приложение С (справочное)

Примеры алгоритмов логической обработки сигналов и динамического установления приоритетов

С.1 Методы логической обработки сигналов

К числу успешно применяемых методов относятся:

– Логическая обработка может применяться для сигнализации по системам безопасности, в которых каждый из дублированных комплектов оборудования может одновременно формировать сигнализацию. Для таких сигналов может успешно применяться простое группирование. Для непрерывного определения эксплуатационного режима может быть сформирована более сложная условная логика, использующая информацию о блокировках на малых и промежуточных уровнях мощности, сигналы требующие или инициирующие аварийную остановку или срабатывание систем безопасности, а также другие сигналы. На некоторых станциях использовался ключ, с помощью которого оператор задавал эксплуатационный режим для логики. Затем этот эксплуатационный режим вместе с соответствующей булевой логикой использовался для управления подавлением сигнализации и разделения представления сигнализации от системы безопасности и других источников. Похожий алгоритм группирования с учётом зависимости от времени был разработан для идентификации условий остановки реактора и функционирования дублированного оборудования безопасности, а также для идентификации того, что это оборудование не запустилось, хотя должно было.

– С помощью обычных логических операторов («И», «ИЛИ», «НЕ», «таймер» и др.), реализуемых в виде программного обеспечения, может быть сформирован алгоритм обработки сигнализации, позволяющий выполнять фильтрацию сигнализации или определять, исходя из постулированных состояний станции (например, от полной мощности до остановки) и причины сигнализации, какая сигнализация должна быть подавлена, а какая – представлена и с каким приоритетом. Такой алгоритм не должен ограничиваться статическими состояниями и должен отслеживать динамику с тем, чтобы в любой момент времени изменения в активной сигнализации или несрабатывание ожидаемой сигнализации не повлияли на правильность его работы.

– Обработка сигнализации может быть основана на оценке относительной значимости пары одновременно активных сигналов, определяемой в ходе проектирования или на основе опыта эксплуатации. После срабатывания сигнализации компьютер проверяет наличие сигнализации, связанной с только что появившейся, используя при этом таблицу связей сигнализации. Если связанная сигнализация отсутствует, то появившийся сигнал классифицируется как значимый и отображается с высоким приоритетом или значимостью. Если связанная сигнализация уже имеется и, следовательно, уже была представлена операторам, то появившаяся сигнализация рассматривается как незначимая и отображается лишь в качестве информационного, а не тревожного сигнала.

Для управления лавинообразной сигнализацией, возникающей во время серьезных аварийных остановок станции или электрического оборудования, может быть разработан алгоритм, основанный на хронологическом отслеживании, осуществляемом программным обеспечением.

С.2 Динамическое установление приоритетов

С.2.1 Установление приоритета на основе причинно-следственных связей

Для сигнализации, отражающей основные причины, может устанавливаться более высокий приоритет.

Например, если аварийная остановка насоса привела к срабатыванию сигнализации об аварийной остановке насоса, сигнализации об отсутствии расхода или сигнализации о снижении уровня, то первая из них – остановка насоса имеет более высокий приоритет, т.к. она составляет корневую причину других событий, являющихся следствием данного.

Недостаток такой причинно-следственной цепочки состоит в том, что операторы могут интересоваться больше последствиями, которые они должны устранить, а не вызвавшими их причинами. Следовательно, корректное определение приоритета сигнализации, являющейся следствием другой сигнализации, зависит от порядка и типа действий, которые должны выполняться операторами. Если главное действие состоит в устранении причины и основная причина четко определена, то

сигнализации об этой причине должна получить более высокий приоритет. Возможно, дальнейшее подавление всей последующей сигнализации будет даже более уместным, чем уменьшение их приоритета.

С.2.2 Установление приоритета с учетом серьезности для сигнализации с многоуровневыми уставками

Для параметров, имеющих несколько уставок срабатывания сигнализации, более высокий приоритет устанавливается для сигнализации, отражающей наиболее серьезную ситуацию.

Например, сигнализация об очень сильном снижении уровня имеет более высокий приоритет, чем сигнализация об обычном снижении уровня.

С.2.3. Установление приоритета с учётом информационного содержания

Сигнализация, являющаяся естественным следствием некоторых предшествующих действий (например, аварийного останова станции) и отражающая, что соответствующее оборудование находится в нормальном состоянии, должна рассматриваться как информация о состоянии (т.е. о заранее предусмотренных отклонениях), а не информация о нарушении (т.е. незапланированных отклонениях). Для такой сигнализации может устанавливаться более низкий приоритет, и она не должна рассматриваться как реальная сигнализация.

Приложение D (справочное)

Примеры группирования и классификации сигнализации

Так как станция как технологический объект обычно анализируется и представляется в виде набора функций, которыми необходимо управлять (см. МЭК 61839), то для отражения общих проектных показателей производства электрической энергии при условии обеспечения безопасного поведения физических процессов архитектура системы сигнализации должна быть такой, чтобы организация сигнализации зеркально воспроизводила функциональную структуру станции.

Следовательно, сигнализация может быть сгруппирована в соответствии с функциями станции и, по мере углубления в детали, в соответствии с процессами, технологическими системами, оборудованием и т.п., создавая при этом иерархию, которая может использоваться для установления приоритетов и/или представления:

Функции станции => Процессы => Технологически системы => Оборудование => Средства обеспечения работы оборудования

Такая иерархия позволяет операторам различать несколько типов сигнализации:

- сообщения о том, что определенная функция на станции не достигает своих основных целей;
- сообщения об отклонениях в процессах управления функцией;
- сообщения о нарушениях в физических системах, предназначенных для обеспечения указанных процессов;
- сообщения об отказе определенных деталей оборудования в этих системах;
- сообщения о повреждении вспомогательных систем.

Самый верхний уровень группирования соответствует функциям станции; например, типичными управляющими функциями для энергетического реактора, охлаждаемого водой под давлением (PWR, ВВЭР) являются:

- управление реактивностью;
- управление запасом теплоносителя первого контура;
- управление турбиной;
- управление распределением электроэнергии и др.

Управление каждой функцией станции осуществляется несколькими способами; например, для изменения давления в реакторе можно изменить температуру в реакторе, изменить количество воды в реакторе с помощью компенсатора давления, изменить соотношение содержания воды и пара в компенсаторе давления и т.д. В соответствии с описанной выше иерархией, эти явления составляют второй уровень организации сигнализации, т.е. организации по технологическим процессам.

Обычно для реализации подобных технологических способов воздействия на функцию используются одна или более физических систем; например, добавление воды в первый контур может выполняться, в зависимости от конкретной ситуации, либо с помощью системы подпитки, либо с помощью системы аварийного впрыска. В соответствии с описанной выше иерархией, эти системы составляют третий уровень организации сигнализации, т.е. организации по технологическим системам.

В рамках каждой физической системы функционирует набор оборудования (насосы, подогреватели, задвижки, вентиляторы и др.), обеспечивающего достижение запланированных целей системы; функционирование этого оборудования, в свою очередь, обеспечивается множеством вспомогательных систем, делающих возможной надлежащую работу оборудования (например, электроснабжение, сжатый воздух, охлаждающая вода и др.). Эти две дополнительные области (оборудование и средства обеспечения его работы) образуют дальнейшие уровни организации сигнализации, т.к. организации в соответствии с оборудованием и средствами обеспечения его функционирования.

Как следствие, полученный в результате такого структурирования формат системы сигнализации, позволяет оператору наблюдать за нарушениями в очень наглядной форме, разгружая его от отбора важной информации, ее объединения и интерпретации результатов. Например, если функционирование какой-либо вспомогательной системы по некоторым причинам отклоняется от ожидаемого поведения, то оператор (с помощью подобного представления информации) сможет увидеть это нарушение с точки зрения функционирования соответствующего оборудования, входящего в состав определенной системы, которая, в свою очередь, обеспечивает протекание некоторого процесса, необходимого для управления конкретной функцией станции.

В то же время, при срабатывании сигнализации оператор с первого взгляда может определить (всегда, если представление должным образом структурировано), какая функция станции затрагивается в результате отклонения данного конкретного процесса (например, аномальное снижение давления затрагивает функцию регулирования давления теплоносителя в реакторе); затем он/она может выяснить, какая физическая система является источником данного конкретного отклонения (например, система компенсации давления), и наконец, какое оборудование и/или вспомогательная система неисправны (например, течь предохранительного клапана компенсатора давления). Благодаря исходному группированию и с помощью определенного представления информации, достигается более высокая степень наглядности информации для операторов.

Приложение Е (справочное)

Необходимость различения сигнализации и информации о состоянии

Обычно системы сигнализации представляют три различных вида информации о технологическом процессе на станции:

- информация о тревожных симптомах и отклонениях от нормы (т.е. реальное сигнальное сообщение, констатирующее, по возможности максимально точно, суть отклонения).

- информация о срабатывании автоматических систем (систем управления и защиты), например, о срабатывании аварийного впрыска (это ненормальное событие, так как срабатывание аварийного впрыска предусмотрено лишь для определенных ситуаций; однако, по существу, в таких ситуациях его срабатывание является нормальным, т.е. ожидаемым событием).

- информация о некотором установившемся состоянии сложных систем (например, о состоянии готовности системы безопасности к работе). Эти сообщения не указывают на аномалии, и, скорее, являются для оператора подтверждениями в ситуациях, требующих предусмотренного проектом (нормального) запуска этих систем.

Принимая во внимание эту классификацию, можно констатировать, что система сигнализации обычно предоставляет два вида информации:

- информацию о незапланированных ситуациях;
- информацию о запланированных ситуациях.

Эти два вида информации должны четко разделяться, т.к. они являются взаимодополняющими – отображение сообщений о нарушениях и отображение сообщений, которые не содержат нарушения, но при этом касаются состояния некоторой важной системы. В традиционных пунктах управления сообщения второго типа очень часто приравнивались к сигнализации, например, срабатывание системы безопасности ассоциировалось с началом аварийной ситуации. Информационное содержание сообщений о состоянии также является важным для операторов, однако, это не функция системы сигнализации. Следовательно, первое требование при проектировании системы сигнализации состоит в следующем.

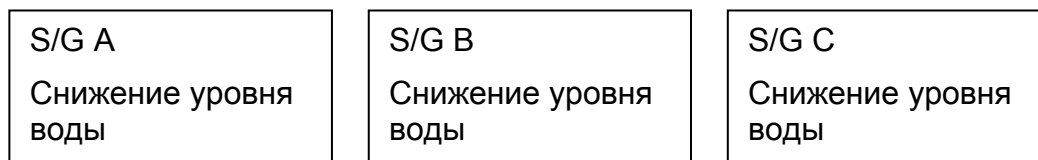
Данное требование нацелено на полное удовлетворение критерия «тёмной панели», который утверждает, что панель со средствами отображения сигнализации должна быть погашена (сигнальные сообщения отсутствуют), если станция функционирует в нормальном режиме, когда все системы находятся в своем ожидаемом и запланированном состоянии. Любое отклонение от этого принципа создаёт угрозу потенциальной перегрузки операторов.

Приложение F (справочное)

Примеры организации табло сигнализации

Обычно панели сигнализации размещаются на самом верхнем уровне приборной панели.

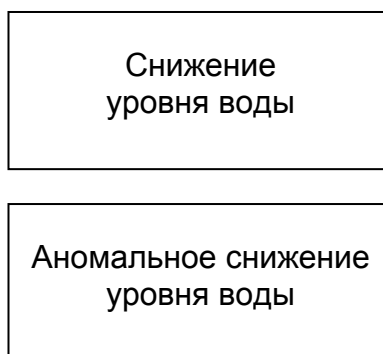
Идентичная сигнализация по одной и той же системе располагается слева направо в алфавитном порядке (см. рисунок F.1).



МЭК 1422/04

Рисунок F.1 – Горизонтальная компоновка табло сигнализации для дублированного оборудования

Для демонстрации развития ситуации в одной и той же системе в направлении повышения-понижения, подъема-снижения и т.п. сигнализация располагается вертикально – «сверху-вниз» (см. рисунок F.2). В других случаях сигнализация с более высоким уровнем важности располагается сверху.



МЭК 1423/04

Рисунок F.2 – Вертикальная компоновка табло сигнализации о развитии ситуации в одной и той же системе

Если элементы сигнализации имеют одинаковую значимость при обычном использовании, относятся к одной и той же системе, но отражают разные технологические параметры, то они, в принципе, могут быть

ГОСТ Р МЭК 62241–2012

скомпонованы «сверху-вниз» в следующем порядке: давление, уровень воды, температура и расход.

Приложение G
(справочное)

**Примеры факторов, принимаемых во внимание при отнесении
сигнализации к классу безопасности**

Обычно сигнализация относится либо к классу С, либо вообще не классифицируется в соответствии с МЭК 61226. Однако некоторая сигнализация может быть отнесена к более высоким классам.

При категоризации сигнализации должны учитываться следующие факторы:

а) Для определенных редко возникающих ситуаций может существовать сигнализация, необходимая с точки зрения безопасности. Ее необходимо рассматривать в привязке к временной шкале тех действий, которые требуются от оператора.

б) Для обеспечения успешного переходного процесса после срабатывания аварийной остановки может существовать сигнализация, требующая от оператора некоторых действий вручную. Эту сигнализацию также необходимо рассматривать в привязке к временной шкале тех действий, которые требуются от оператора.

в) Обычно существует сигнализация, которая оповещает о том, что система безопасности, оборудование для безопасности и обеспечивающие системы частично неработоспособны или повреждены, либо отказали при срабатывании, когда это потребовалось.

г) Может существовать сигнализация о действиях по обеспечению безопасности или по предотвращению ситуаций, чреватых повреждением реактора, например, сигнализация по системам автоматического управления для режимов нормальной эксплуатации на мощности или системами автоматического регулирования подачи питательной воды в аварийных ситуациях и при остановках.

е) Может существовать сигнализация, оповещающая персонал об опасности, связанной с технологическим процессом, или об утечке радиоактивности, например сигнализация от системы вентиляции и кондиционирования пункта управления или от системы мониторинга окружающей среды.

f) Следует изучить необходимость регистрации сигнализации для последующего анализа после аварийной остановки или неисправности реактора.

g) Большая часть сигнализации, поступающей от реакторного отделения и от системы электроснабжения его собственных нужд, не имеет прямого отношения к безопасности реактора, однако эта сигнализация может иметь некоторую связь со снижением вероятности возникновения неисправностей реактора.

h) Сигнализация от турбинного отделения и от системы электроснабжения его собственных нужд, а также от электрических систем, относящихся к выработке электроэнергии, обычно никак не связана с безопасностью реактора, однако она должна быть предусмотрена в проекте.

**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 60964:1989	IDT	ГОСТ Р МЭК 60964 – 2012 «Атомные станции»
МЭК 61226	IDT	ГОСТ Р МЭК 61226 – 2011 «Атомные станции. Системы контроля и управления, важные для безопасности. Классификация функций контроля и управления»
МЭК 61771 Атомные станции. Блочный щит управления. Валидация и верификация проекта	IDT	ГОСТ Р МЭК 61771-2012
МЭК 61772 Атомные станции. Блочный щит управления. Применение дисплеев	IDT	ГОСТ Р МЭК 61772-2012
МЭК 61839, Атомные станции. Проектирование блочных щитов управления. Анализ и распределение функций	IDT	ГОСТ Р МЭК 61839-2012
<p>*) В настоящей таблице использовано следующее условное обозначение степени соответствия стандартов: – IDT – идентичные стандарты.</p>		

УДК 621.311.25

ОКС 27.120.20

Ключевые слова: атомные станции, блочный пункт управления, безопасность, сигнал, обработка сигналов, сигнализация, функции сигнализации, квитирование, отображение сигнализации, дисплеи, табло, человеческий фактор.

Председатель ЦГ1/ПК4/ТК322,
Руководитель Центра АСУТП
ОАО «ВНИИАЭС»

Дурнев В.Н.

Секретарь ЦГ1/ПК4/ТК322,
Президент АНО "ИЗИНТЕХ"

К.Н. Стась