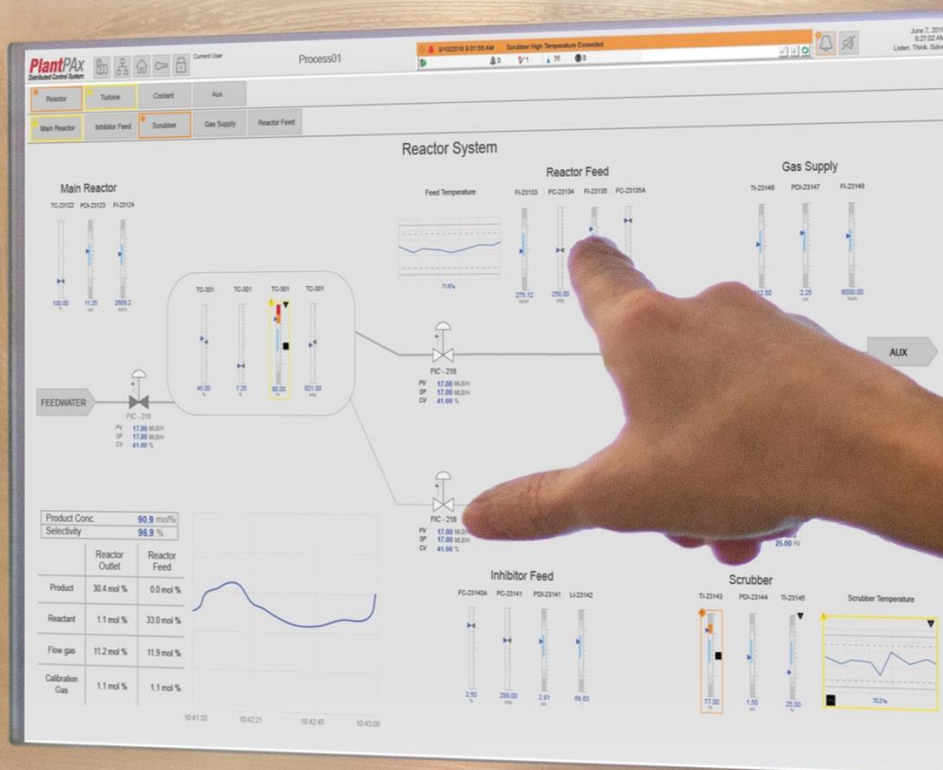


# Rockwell Automation

## Руководство по разработке HMI

### аналитический обзор



## Оглавление

Оглавление.....	2
1. Вступление.....	6
1.1. Перед тем как продолжить .....	7
1.2. Дополнительная информация .....	7
2. Компоненты НМИ .....	8
3. Иерархия экранов.....	8
3.1. Уровень 1 – обзор объекта управления .....	10
3.2. Уровень 2 – основная информация по узлу управления .....	11
3.3. Уровень 3 – подробная информация по узлу управления .....	12
3.3. Уровень 4 – дополнительная информация по узлу управления .....	13
4. Шаблоны НМИ .....	14
4.1. Макет .....	14
4.1.1. Панель заголовка .....	15
4.1.2. Кнопки навигации .....	16
4.1.3. Экран уровня 1 .....	16
4.1.4. Экраны уровней 2 и 3.....	17
4.1.5. Баннер тревог.....	17
4.2. Конфигурация приложения НМИ .....	18
4.3. Стандартный функционал .....	18
5. Способы взаимодействия с НМИ .....	19
6. Рекомендации по созданию экранов .....	20
6.1. Цели, задачи и образ мыслей пользователей .....	21
6.2. Нужная информация и средства управления .....	21
6.3. Представление данных .....	22
6.4. Создание контекста .....	22
6.5. Группировка элементов .....	22
6.6. Выделение ключевой информации .....	23
6.7. Информирование о текущем состоянии системы .....	23
6.8. Размещение и выравнивание элементов .....	24
7. Способы навигации .....	25

---

8. Стандарт разработки приложения НМІ .....	27
8.1. Цветовые схемы .....	27
8.2. Анимация .....	30
8.3. Видимость объектов .....	30
8.4. Отображений линий .....	31
8.5. Группировка объектов .....	32
8.6. Отображение технологического оборудования .....	32
8.7. Отображение технологического оборудования – динамические изображения .....	32
8.8. Отображение технологического оборудования – статические изображения .....	35
8.9. Размеры и типы шрифтов .....	35
8.10. Выравнивание данных .....	36
8.11. Статический текст .....	37
8.11.1. Текст заголовка окна .....	37
8.11.2. Текст заголовков экранов .....	37
8.11.3. Текст заголовков столбцов значений .....	38
8.11.4. Текст заголовков групп .....	38
8.11.5. Подписи .....	39
8.12. Динамические данные .....	40
8.12.1. Динамические тексты .....	41
8.12.2. Динамические данные в цифровом виде .....	42
8.12.3. Перечисления .....	42
8.12.4. Бинарные индикаторы .....	43
8.12.5. Аналоговые дисплеи .....	44
8.12.6. Гистограммы .....	46
8.12.7. Тренды .....	47
8.12.8. Спарклайны .....	48
8.13. Схемы .....	49
8.13.1. Диаграммы состояний .....	50
8.13.2. Логические схемы .....	51
8.13.3. Упрощенные функциональные схемы .....	52
8.14. Пиктограммы .....	53
8.14.1. Размеры пиктограмм .....	53
8.14.2. Цвета пиктограмм .....	53
8.15. Элементы управления .....	54
8.15.1. Размеры элементов ввода .....	56

---

---

8.15.2. Кнопки управления .....	57
8.15.3. Кнопки навигации .....	58
8.15.4. Кнопки авторизации .....	59
8.15.5. Переключатели .....	59
8.15.6. Чекбоксы .....	60
8.15.7. Радиокнопки .....	61
8.15.7. Ввод численных значений .....	62
8.16. Фейсплейты и всплывающие окна .....	65
8.16.1. Размеры и ориентация .....	65
8.16.2. Структура фейсплейтов .....	65
8.17. Настройки безопасности .....	66
8.17.1. Разграничение прав на основе должностей .....	67
8.17.2. Разграничение прав на основе квалификации .....	67
8.17.3. Разграничение прав на основе расположения НМИ .....	67
8.18. Справка .....	68
8.19. Версионность .....	68
8.20. Локализация .....	68
8.21. Соглашение о наименованиях .....	68
9. Тревоги .....	69
9.1. Настройка таблицы тревог .....	70
9.2. Отображение тревог .....	71
9.3. Элементы отображения тревог .....	72
9.3.1. Элементы визуализации .....	72
9.3.2. Элементы фейсплейтов .....	73
9.3.3. Фейсплейты – вкладка Тревоги .....	74
9.3.4. Баннер тревог .....	75
9.3.5. Таблица тревог .....	75
9.3.6. Кнопки навигации .....	76
9.4. Настройка звуковых оповещений .....	77
9.5. Функционал управления тревогами .....	77
9.6. Иерархия тревог .....	78
9.7. Откладывание тревог .....	79
9.8. Предупреждения и события .....	81
9.8.1. Предупреждения .....	81
9.8.2. События .....	81

---

10. Производительность НМІ.....	82
10.1. Частота обновления экрана.....	82
10.2. Время переключения экранов .....	82
10.3. Время реакции на действия пользователя .....	82

## 1. Вступление

Концепция «[Единого предприятия](#)» в значительной степени связана с анализом данных производственных процессов и объединением их с данными бизнес-анализа для создания корпоративной интеллектуальной информационной системы. Всё начинается на уровне производственных линий – их операторы должны получать информацию, необходимую для организации эффективного и экономичного производственного процесса.

Предоставление нужной информации позволяет вовремя детектировать нештатные ситуации и принимать соответствующие меры, а также упростить выполнение основных рабочих операций. Правильно спроектированный человеко-машинный интерфейс (HMI) может сократить время простоя оборудования и процент брака, а также повысить качество производимой продукции. Получая необходимую информацию в понятной форме операторы могут принимать взвешенные решения по управлению процессом. Например:

- Использование в HMI определенной цветовой палитры позволяет оператору отличить наиболее важную информацию, которая требует немедленного внимания (например, информацию о тревогах);
- Информация о критически важных параметрах (принадлежность их значений допустимому диапазону, скорость изменения и т.д.) позволяет оперативно реагировать и оптимизировать производственный процесс.

Данный документ содержит рекомендации по проектированию и внедрению HMI в соответствии с рядом отраслевых стандартов. Хотя рекомендации являются универсальными, при создании документа многие детали были позаимствованы из ПО FactoryTalk View SE и PlantPAx System. Документ является расширенной версией публикации PROCES-WP016 (Human Machine Interfaces for Distributed Control Systems), которая описывает принципы проектирования HMI на основе отраслевого стандарта ANSI/ISA-101.01-2015 (Human Machine Interfaces for Process Automation).

Этот стандарт определяет особенности процесса проектирования HMI: концепцию, рекомендации по стилю и инструменты разработки.

- Концепция HMI представляет набор принципов, которые должны использоваться при создании человеко-машинного интерфейса независимо от выбранной программно-аппаратной платформы;
- Рекомендации по стилю содержат конкретные советы по реализации отдельных элементов HMI;
- Инструменты разработки представляют собой специализированные программные пакеты для конкретных платформ, которые можно использовать для создания HMI.

Данный документ может помочь вам при внедрении стандарта ISA-101.01 в рамках вашей системы управления. Он содержит рекомендации, на основе которых вы сможете составить собственный набор правил и требования по созданию HMI. Особенно удобным будет использование документа совместно с библиотекой технологических объектов Rockwell Automation в качестве инструмента разработки HMI. Редактируемая версия документа доступна в базе знаний Rockwell Automation ([ID 1086840](#)). Это позволяет, например, добавить в него специфические

требования для вашего проекта и использовать полученный документ в качестве внутреннего стандарта предприятия.

### 1.1. Перед тем как продолжить

Зафиксируйте свои требования и ожидания от HMI и ознакомьтесь со следующими стандартами:

- ANSI/ISA-101.01-2015 Human Machine Interfaces for Process Automation
- ANSI/ISA-18.2-2016 Management of Alarm Systems for the Process Industries

### 1.2. Дополнительная информация

Ниже приведен список документов, которые содержат дополнительную информацию по рассматриваемому вопросу.

Документ	Описание
Human Machine Interfaces for Distributed Control Systems (PROCES-WP016)	Обзор концепции создания HMI согласно стандарту ANSI/ISA-101.01
Rockwell Automation Library of Process Objects (PROCES-RM002)	Содержит описание библиотеки технологических объектов Rockwell Automation, которая может использоваться в качестве инструмента разработки HMI и соответствует рекомендациям, приведенным в данном документе
Rockwell Automation Library of Process Objects: Display Elements (PROCES-RM014)	Обзор элементов визуализации, входящих в состав библиотеки технологических объектов Rockwell Automation
PlantPAx Distributed Control System Application Configuration (PROCES-UM003)	Инструкция по созданию приложений для распределенной системы управления PlantPAx, включая разработку HMI согласно рекомендациями данного документа в пакете FactoryTalk View
FactoryTalk View Site Edition User Guide (VIEWSE-UM006)	Документация по пакету разработки HMI FactoryTalk View
ISO 9241-210:2010—Ergonomics of human-system interaction: Human-centered design for interactive systems	Стандарт разработки HMI в интерактивных системах
EEMUA Publication 201: Process plant control desks utilizing human-computer interfaces	Руководство по созданию HMI для управления производственными процессами
Effective Console Operator HMI Design, ASM Consortium Guidelines	Руководство по визуализации информации о возникновении нештатных ситуаций
The High Performance HMI Handbook, by Hollifield, Oliver, Nimmo, and Habibi	Книга о разработке, внедрении и поддержке HMI

## 2. Компоненты НМІ

НМІ состоит из набора концепций, которые вместе составляют операторский интерфейс для мониторинга и управления производственным процессом. К таким концепциям относятся:

- Иерархия экранов – структурирование информации по отдельным экранам и разбивка экранов по группам;
- Макеты экранов – способ отображения информации на экранах;
- Навигация – способы переходов между экранами;
- Содержимое экранов – статические и динамические элементы визуализации, входящие в состав НМІ (индикаторы, кнопки, пиктограммы клапанов, насосов и т.д.);
- Менеджер тревог – отображение и управление (например, квитирование или фильтрация) сообщений о тревогах;
- Безопасность – контроль доступа и ограничение прав пользователей;
- Быстродействие – скорость обновления и отклика визуализации.

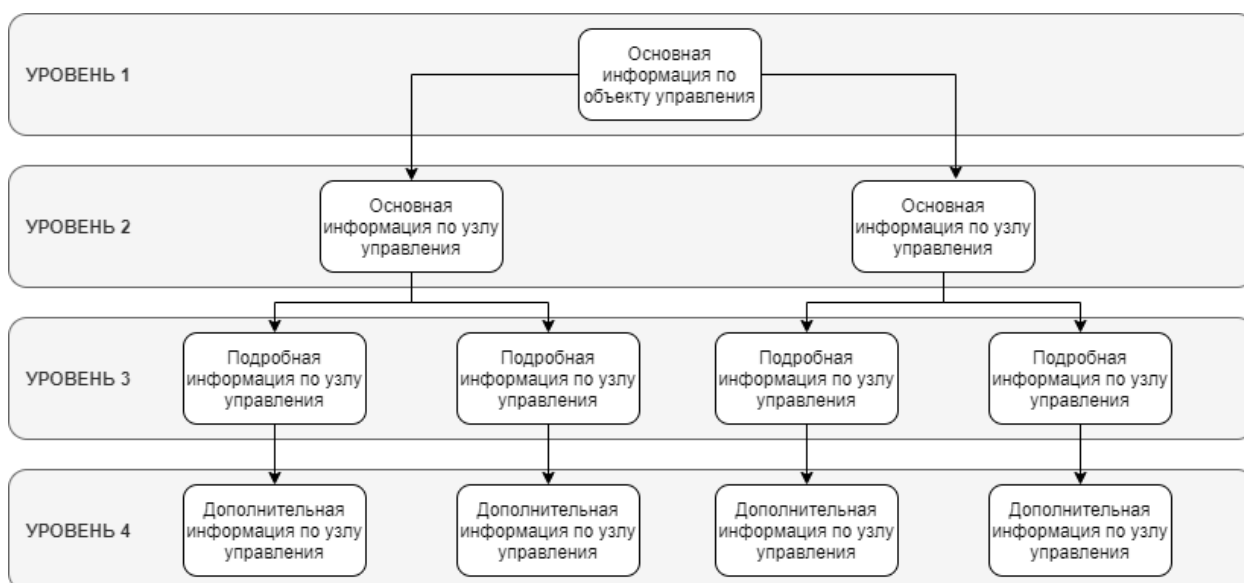
В следующих главах документа приводится подробная информация по каждому из этих компонентов.

## 3. Иерархия экранов

Понимание целей, задач и образа мыслей пользователя имеет решающее значение при создании иерархии экранов НМІ. Эта иерархия должна соответствовать требованиям основных пользователей НМІ, которыми обычно являются операторы. Необходимо учитывать и другие группы пользователей, но нужная им информация может отображаться на отдельных экранах или дисплеях.

Иерархия экранов необходима для разделения информации на отдельные группы. Это позволяет в каждый момент времени работать с ограниченным числом параметров и иметь представление о работе системы (или ее элементов) на определенном уровне детализации. С экрана, содержащего основную информацию о процессе управления, оператор может перейти на другие экраны с более подробной информацией о работе конкретных узлов системы, производственных линий и т.д. Это позволяет не загромождать один экран массой информации (часть из которой может быть нужна оператору только в редких случаях), а ограничиться на каждом уровне детализации только теми параметрами, которые необходимо видеть в конкретный момент времени. В иерархии экранов рекомендуется выделить 4 уровня, каждый из которых предоставляет более детализированную информацию по сравнению с предыдущим.





#### ***Уровень 1 – обзор объекта управления***

Содержит основную, наиболее важную информацию об объекте управления.

#### ***Уровень 2 – основная информация по узлу управлению***

Основные экраны, используемые оператором в повседневной деятельности. Содержат основную информацию об узле управления (производственной линии, установке и т.д.). Используются для выполнения обычных рабочих операций.

#### ***Уровень 3 – подробная информация по узлу управлению***

Содержит полную информацию по конкретному узлу управлению. В основном, используется в процессе диагностики.

#### ***Уровень 4 – дополнительная информация по узлу управлению***

Содержит описание причин блокировок, расширенную диагностическую информацию, справочные руководства и т.д. Обычно эти экраны реализуются с помощью фейсплейтов<sup>1</sup> или всплывающих окон.

<sup>1</sup> Фейсплейт – это всплывающее окно с информацией об узле АСУ (например, конкретной единице технологического оборудования) и инструментами для управления и диагностики

### 3.1. Уровень 1 – обзор объекта управления

Экран обзора объекта управления содержит основную информацию, которая позволяет быстро и точно определить текущее состояние системы управления, ключевые параметры автоматизируемого процесса и наличие/отсутствие нештатных ситуаций. С этого экрана не должно быть возможности управлять процессом.



Пример экрана уровня 1

Экраны уровня 1 должны содержать следующую информацию:

- показатели эффективности процесса управления (KPI);
- информацию о тревогах с наиболее высоким приоритетом;
- текущие значение и исторические графики (тренды) для основных параметров техпроцесса;
- основную информацию о ключевых узлах объекта управления;
- информацию о статусе и показатели эффективности работы оборудования;
- информацию о нештатных ситуациях с указанием степени их опасности.

Для конкретного объекта управления должен быть только один экран уровня 1. Однако в некоторых случаях их может быть несколько – например, для разных стадий техпроцесса.

Экраны уровня 1 важны для операторов, поскольку они позволяют быстро оценить общее состояние объекта управления и наличие/отсутствие тревог и нештатных ситуаций. Но при этом они не могут предоставить всю доступную информацию и использоваться для управления объектом. Для этих целей используются экраны более низких уровней. Экраны уровня 1 должны разрабатываться уже после создания экранов уровня 2.

### 3.2. Уровень 2 – основная информация по узлу управления

Экраны уровня 2 являются для операторов основными – с их помощью происходит мониторинг и управление оборудованием в нормальном режиме работы. При создании HMI эти экраны должны быть разработаны в первую очередь. Наполнение экранов должно соответствовать представлению оператора о своем объекте управления. Требуется обеспечить удобную систему навигации для перехода на другие экраны, связанные с данным узлом управления. Одному узлу может соответствовать несколько экранов уровня 2 – например, один из них используется для запуска оборудования, другой – для управления оборудованием в нормальном режиме работы, третий – для переключения режимов и т.д.



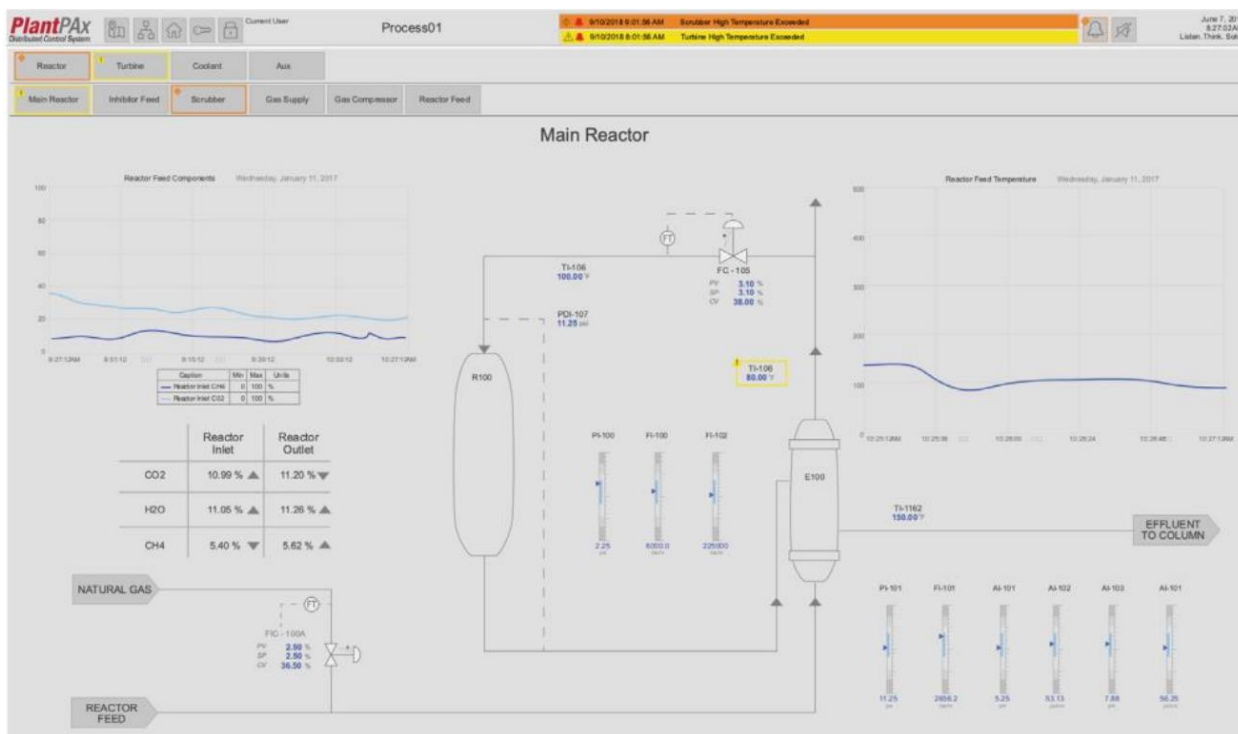
Пример экрана уровня 2

Экраны уровня 2 должны содержать следующую информацию и элементы:

- показатели эффективности узла управления (KPI);
- информацию о всех тревогах, связанных с данным узлом/режимом работы и т.д. Если для отображения всех тревог недостаточно места – то должны отображаться только тревоги высокого приоритета с индикацией наличия неотображаемых менее приоритетных тревог;
- элементы управления узлом (или элементы для открытия соответствующих фейсплейтов);
- индикаторы, характеризующие состояние узла;
- элементы для переходов на другие экраны (экран обзора объекта управления и экраны, связанные с данным узлом);
- информацию о нештатных ситуациях с указанием степени их опасности.

### 3.3. Уровень 3 – подробная информация по узлу управления

Экраны уровня 3 содержат детализированную информацию по узлу управления – включая элементы индикации и управления для всего оборудования, входящего в состав узла. Они используются для диагностики неполадок и доступа к специфическим или редко используемым настройкам, которые недоступны на экранах уровня 2.



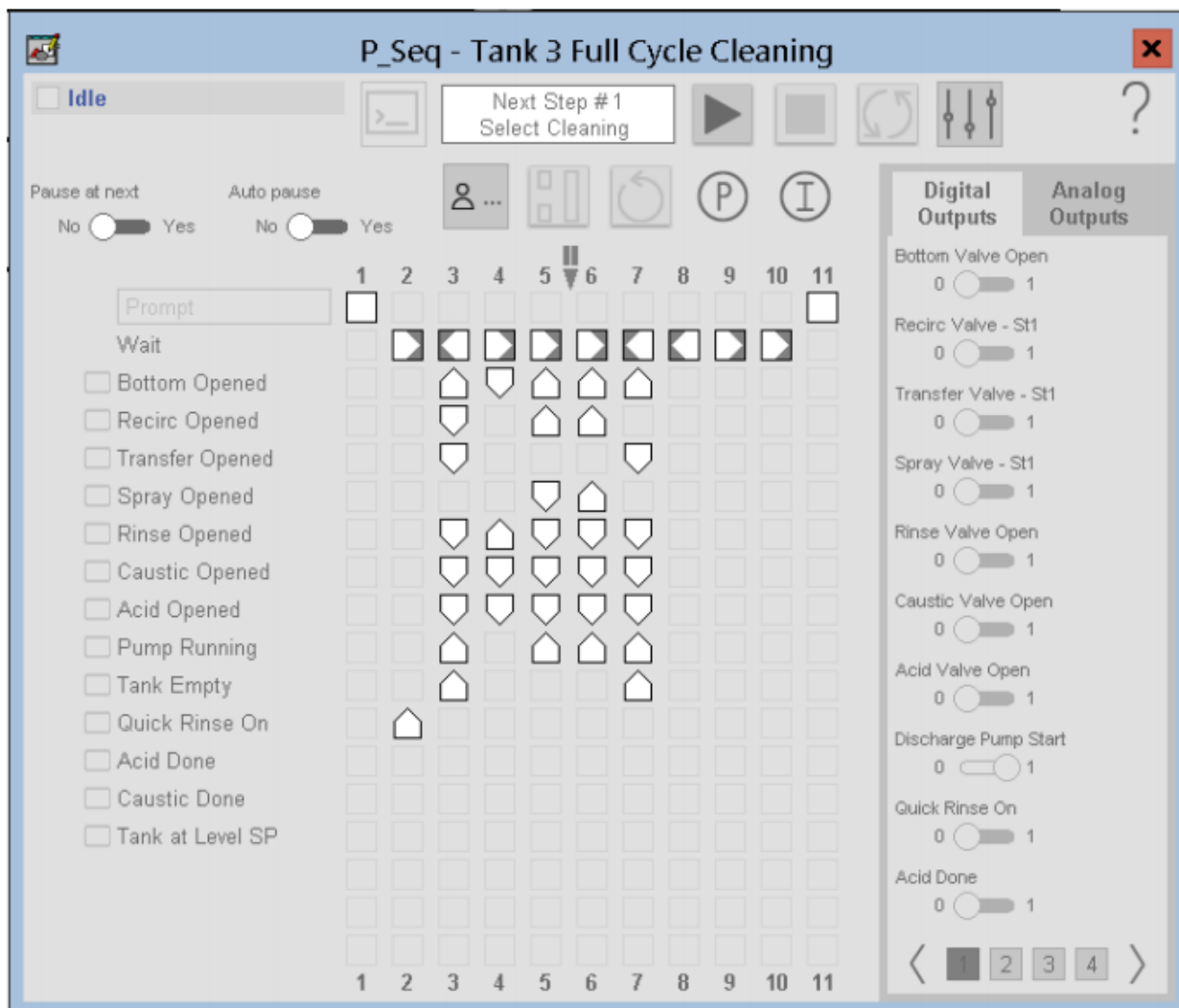
Пример экрана уровня 3

Экраны уровня 3 должны содержать следующую информацию и элементы:

- информацию о всех тревогах, связанных с данным узлом;
- индикаторы состояния и элементы управления всем оборудованием узла;
- мнемосхемы, связанные с работой узла.

### 3.3. Уровень 4 – дополнительная информация по узлу управления

Экраны уровня 4 содержат максимально подробную информацию по оборудованию, входящему в состав узла управления – с детализацией до отдельных датчиков или иных низкоуровневых компонентов.



Пример экрана уровня 4

Экраны уровня 4 могут содержать следующую информацию и элементы:

- информацию о всех тревогах конкретного датчика (или другого элемента оборудования);
- подробный мониторинг состояния оборудования;
- детализированную информацию, связанную с [APC](#);
- диагностическую информацию;
- справочную информацию;
- руководство по действиям оператора при возникновении тех или иных нештатных ситуаций.

## 4. Шаблоны HMI

Rockwell Automation предоставляет конфигурируемые шаблоны HMI для PlantPAx, которые могут использоваться в качестве отправной точки при создании нового проекта. Шаблоны входят в состав Studio 5000 Architect и используются в FactoryTalk View SE при создании приложений HMI. Шаблон поддерживает варианты APM с одним или четырьмя мониторами.

Дополнительная информация о шаблонах приведена в публикации [PROCES-UM003 \(PlantPAx Distributed Control System Application\)](#).

### 4.1. Макет

Ниже приведен макет шаблона для APM с одним монитором. Мониторинг, управление и отображение различных экранов происходит с помощью одного дисплея.

Панель заголовка
Кнопки переключения экранов уровня 2
Экран уровня 1

Для APM с четырьмя мониторами макет шаблона выглядит следующим образом:

Панель заголовка	Панель заголовка
Экран уровня 1	Журнал тревог
	Кнопки управления тревогами
Панель заголовка	Панель заголовка
Кнопки переключения экранов уровня 2	Кнопки переключения экранов уровня 2
Кнопки переключения экранов уровня 3	Кнопки переключения экранов уровня 3
Экраны уровня 2 и 3	Экраны уровня 2 и 3

В шаблоне по умолчанию используется вариант для четырех мониторов с разрешением 1920x1080. Заготовки экранов уровней 1, 2 и 3 вместе с кнопками навигации между ними входят в состав шаблона. Таблицы тревог и тренды могут являться содержимым экранов уровней 2 и 3, переход на которые осуществляется с экрана уровня 1.

Шаблон требует использования иерархии экранов, которая описана в [п. 3](#). Для экранов каждого уровня шаблон предоставляет не только заготовки, но и глобальные объекты, которые могут быть использованы при наполнении этих экранов. Также шаблон содержит кнопки переключения экранов и панели заголовков.

### 4.1.1. Панель заголовка

Панель заголовка включает функционал доступа к общей информации проекта. Шаблон содержит варианты заголовков для АРМ с одним и четырьмя мониторами.



#### *Панель заголовка для АРМ с одним монитором*

Панель заголовка включает в себя следующие элементы:

- Кнопку перехода к панели навигации по проекту;
- Статус системы;
- Кнопку возвращения на главный экран;
- Кнопки аутентификации и выхода пользователя;
- Баннер тревог и событий;
- Кнопку перехода к журналу тревог;
- Кнопку отключения звукового сигнала тревог.



#### *Панель заголовка для АРМ с четырьмя мониторами*

Для АРМ с четырьмя мониторами отсутствует баннер тревог и кнопка перехода к журналу тревог (поскольку эта информация размещена на мониторе 2). Кроме того, вместо кнопки возвращения на главный экран на панели размещена кнопка «Обновить информацию на всех мониторах» (потому что главный экран и так всегда отображается на мониторе 1).

### 4.1.2. Кнопки навигации

Кнопки переключения экранов используются для переходов между экранами соответствующих уровней.



*Кнопки перехода на экраны уровня 2*



*Кнопки перехода на экраны уровня 3*

Панель кнопок изменяется в зависимости от текущего открытого экрана. Например, на экране уровня 1 панель кнопок используется для перехода на экраны уровня 2. На экране уровня 2 панель кнопок используется для перехода на экраны уровня 3, соответствующие данному экрану уровня 2.

Для АРМ с одним монитором:

- Кнопки перехода на экраны уровня 2 присутствуют на экранах уровня 1, 2 и 3;
- Кнопки перехода на экраны уровня 3 присутствуют на экранах уровня 2 и 3.

Для АРМ с четырьмя мониторами:

- Кнопки перехода на экраны уровня 2 присутствуют на экранах уровня 2 и 3;
- Кнопки перехода на экраны уровня 3 присутствуют на экранах уровня 2 и 3.

### 4.1.3. Экран уровня 1

Как упоминалось в [п. 3.1](#) – экран уровня 1 используется в качестве обзорного. Шаблон экрана уровня 1 содержит:

- панель заголовка и кнопки перехода на экраны уровня 2 (для АРМ с одним монитором);
- только кнопки перехода на экраны уровня 2 (для АРМ с четырьмя мониторами).



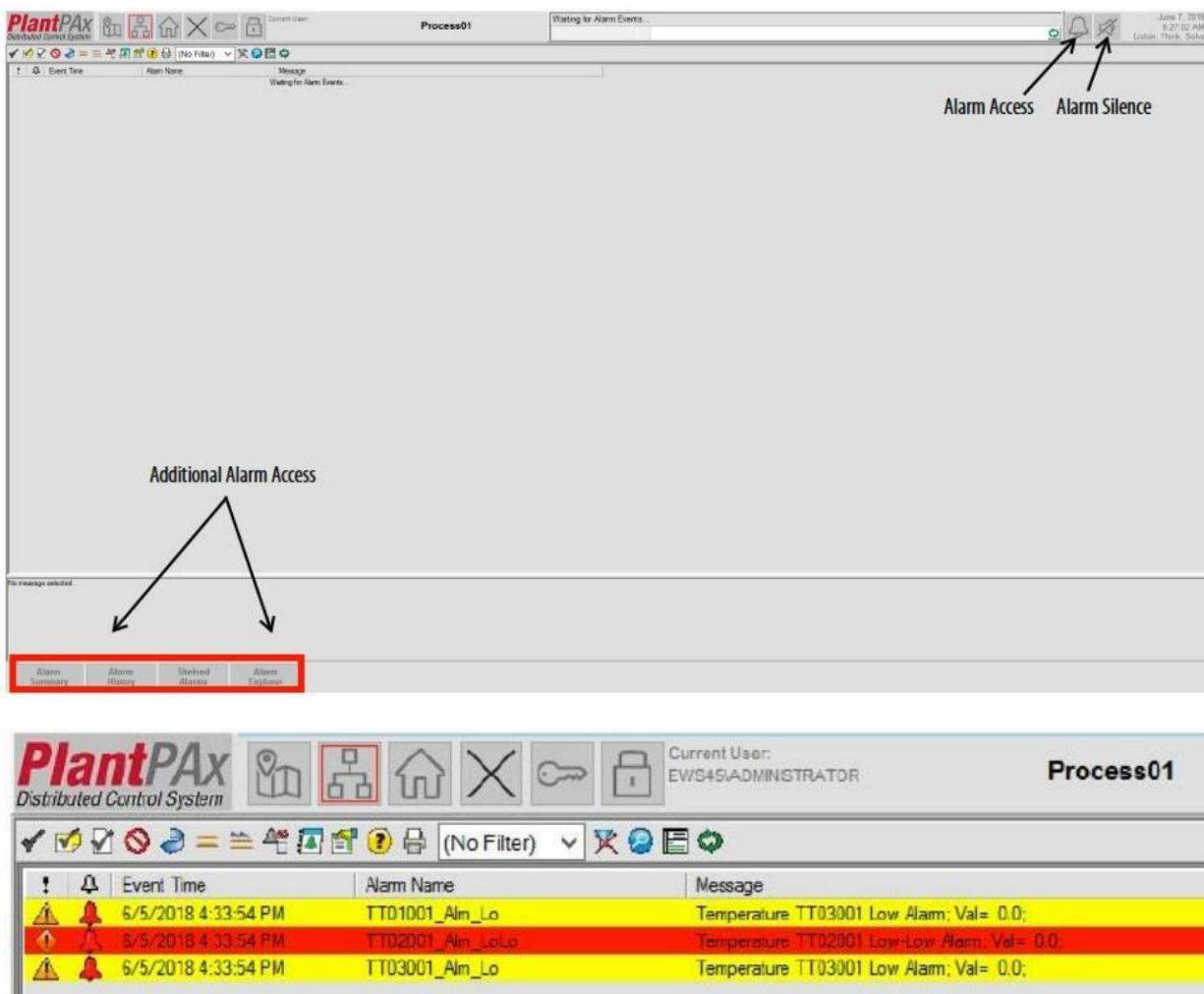
#### 4.1.4. Экраны уровней 2 и 3

Экраны уровня 2 используются для отображения основной информации об узле управления и выполнения основных задач оператора (см. [п. 3.2](#)), а экраны уровня 3 – для предоставления подробной информации по узлу управления (см. [п. 3.3](#)). Шаблоны этих экранов имеют следующие особенности:

- для АРМ с четырьмя мониторами на мониторах 3 и 4 отображаются экраны уровня 2 и 3 соответственно;
- для обоих вариантов АРМ экраны содержат панель заголовка и кнопки навигации.

#### 4.1.5. Баннер тревог

Баннер тревог отображает наиболее важные тревоги, связанные с текущим открытым экраном. При переходе на другой экран информация баннера тревог обновляется.



Баннер тревог

Рядом с баннером тревог должны располагаться кнопки перехода на дополнительные экраны, связанные с тревогами.

- для АРМ с одним монитором для перехода к баннеру тревогу используется кнопка с пиктограммой «колокольчик» на панели заголовка;
- для АРМ с четырьмя мониторами баннер тревог всегда отображается на мониторе 2.



*Кнопки навигации по экранам тревог*

## 4.2. Конфигурация приложения HMI

У каждого приложения HMI должен быть конфигурационный файл, который определяет особенности запуска HMI (стартовый экран, макросы инициализации, настройку скрытия панели задач Windows и т.д.). Каждое приложение HMI в системе не должно зависеть от остальных.

## 4.3. Стандартный функционал

Концепция шаблона предоставляет оператору эффективный и удобный интерфейс для мониторинга и управления производственным процессом. Шаблон включает в себя иерархию экранов и систему навигации, которая упрощает переключение между экранами проектами. Информация о настройке тревог будет приведена в дальнейших главах документа.

## 5. Способы взаимодействия с НМИ

При разработке НМИ важно учитывать способ, с помощью которого операторы взаимодействуют с приложением:

- сенсорный экран;
- клавиатура;
- мышь или трекбол.

Библиотека технологических объектов поддерживает все эти методы. Ключевым моментом, зависящим от выбранного способа взаимодействия с НМИ, являются размеры активных зон экранов, доступных для нажатий.

- сенсорные экраны требуют больших размеров активных зон и больших расстояний между зонами, чтобы исключить возможность случайных нажатий на соседние элементы;
- для мыши активные зоны могут быть меньше, поскольку она обеспечивает высокую точность нажатий.

Более подробная информация по этому вопросу приведена в [п. 8.15](#).

## 6. Рекомендации по созданию экранов

Информация, предоставляемая НМІ, должна:

- соответствовать потребностям пользователей;
- обеспечивать понимание, в каком состоянии сейчас находится система, и как это характеризует отображаемая информация;
- быть необходимой пользователю в данный момент времени (лишняя информация не должна отображаться);
- обеспечивать понимание тенденций в изменении состоянии системы (например, рост параметров и приближение их к аварийным границам) и реакцию системы на действия оператора;
- предоставляться в понятной и удобной оператору форме.

Для выполнения этих условий сначала необходимо определить:

- цели, задачи и образ мыслей пользователей;
- информацию и методы управления, необходимые пользователям для решения их задач;
- наиболее подходящий способ отображения информации и взаимодействия с НМІ;
- как удобнее группировать информацию;
- какая информация является наиболее важной;
- как создать у пользователей понимание текущего состояния системы управления;
- как размещать и выравнивать информацию на экранах.

**Важно:** при разработке НМІ следует ориентироваться на нужды и требования основных пользователей (операторов). При этом НМІ может содержать информацию для других категорий пользователей, но эта информация должна быть размещена на отдельных экранах или всплывающих окнах.

### 6.1. Цели, задачи и образ мыслей пользователей

Определение целей, задач и образа мыслей пользователей должно быть первым шагом при разработке HMI. Для этого следует провести наблюдение и опросы пользователей, в результате которых должны быть зафиксированы:

- рабочие обязанности и задачи, которые выполняются пользователями;
- их понимание производственного процесса;
- их понимание выполняемых ими задач;
- какая информация и средства управления необходимы пользователям.

Создание прототипов экранов и получение обратной связи от пользователей поможет определить, удалось ли вам правильно определить их цели, задачи и образ мыслей. При этом понимание пользователями своих задач и выполняемых операций может не соответствовать принципиальной или структурной схеме системы.

Прототипы экранов не обязательно должны разрабатываться в редакторе HMI – можно использовать любой графический редактор. С другой стороны, использование редактора HMI, который содержит все нужные графические элементы, определенно упростит и ускорит создание прототипов.

### 6.2. Нужная информация и средства управления

Для определения информации и средств управления, которые нужны пользователям, сначала следует понять их цели и задачи. На экранах HMI должна присутствовать только та информация, которая необходима для выполнения рабочих обязанностей. Вся ненужная информация должна быть удалена, чтобы не мешать восприятию. Определение наиболее важной информации позволяет понять, в какой области экрана лучше всего ее разместить и каких размеров должны быть элементы визуализации.

Экраны содержат как элементы отображения данных (цифровые дисплеи, графики и т.д.), так и элементы, не связанные с данными – статические тексты, линии, пиктограммы и т.д. Каждый элемент визуализации занимает часть внимания пользователя – поэтому размещение любого элемента на экране должно преследовать конкретную цель. Некоторые элементы нужны для создания контекста (например, для отображения названий параметров) и их удаление приведет к потере ясности восприятия информации – но такие вспомогательные элементы визуально должны быть «приглушены» по сравнению с элементами отображения данными, чтобы не привлекать к себе лишнего внимания.

### 6.3. Представление данных

Существуют разные способы отображения информации на экране HMI. Выбор конкретного способа зависит от ее типа, назначения и потребностей пользователей. Пользователи должны видеть только ту информацию, которая действительно им нужна. Очень важно использовать один и тот же способ отображения для конкретного типа информации на всех экранах проекта.

### 6.4. Создание контекста

Для каждого элемента визуализации следует определить информацию, которая может добавить дополнительный контекст. Например, элемент типа «Аналоговый дисплей» позволяет отобразить не только текущее значение, то и нижнюю/верхнюю аварийную границу, уставку и т.д. Это позволяет оператору понять, находится ли значение в допустимом диапазоне и определить тенденцию приближения к аварийным границам. Также создание контекста может заключаться в размещении нескольких элементов рядом друг с другом. Например, размещение внутри емкости нескольких шкал для разных параметров или размещение рядом со шкалой исторического графика позволяет обеспечить дополнительный контекст для этих данных.

### 6.5. Группировка элементов

Группировка связанной по смыслу информации позволяет облегчить ее восприятие и создает дополнительный контекст. Например, при размещении нескольких шкал рядом друг с другом (текущего значения и уставки) эти элементы должны иметь одинаковый масштаб, чтобы пользователь мог легко определить, когда система находится в норме – в этом случае значения шкал будут равны. Если же значения не совпадают, то пользователь легко поймет, что в системе есть проблема – еще до активации предупредительной и аварийной сигнализации.

Предоставляйте пользователю такие возможности для мысленного сравнения параметров, используя следующие подходы:

- отображение связанных по смыслу значений на одном графике или в таблице;
- размещение связанной по смыслу информации в одной области экрана;
- использование цветовых схем для связывания общей информации в разных группах элементов;
- добавление на экраны сравнительных значений (в виде процентов, отклонений от нормы и т.д.).

Группировка элементов может быть проведена с помощью размещения элементов рядом друг с другом, обводкой этой области линиями, выделением ее цветом и т.д. Цель группировки состоит в том, чтобы визуально выделить связанную по смыслу информацию. При этом стоит избегать создания потенциально ненужных сравнений – разную по смыслу информацию наоборот следует отделять друг от друга.

## 6.6. Выделение ключевой информации

Следует уделять особое внимание ключевой информации и графическим элементам, необходимым для мониторинга и управления процессом. Некоторая информация является важной всегда, некоторая – только в определенные моменты времени и при возникновении определенных ситуаций. Вся остальная информация не так важна и не должна отвлекать на себя внимание пользователя.

На восприятие ключевой информации влияют расположение, размер, группировка и выделение цветом соответствующих графических элементов.

- Расположение – при прочих равных условиях внимание пользователя привлекает верхняя левая область экрана;
- Размер – более крупные элементы привлекают к себе больше внимания;
- Группировка и цвет – выделение областей экрана рамками и заливка их цветом позволяют повысить внимание к соответствующим элементам.

Эти средства должны использоваться только для выделения наиболее важной информации, соответствовать образу мыслей пользователя и решаемым им задачам.

## 6.7. Информирование о текущем состоянии системы

Пользователи должны четко понимать текущее и будущее состояние системы и выполняемых в ней операций. В процессе работы это понимание легко может быть утрачено. Макеты экранов должны быть спроектированы таким образом, чтобы пользователи быстро могли понять список текущих выполняемых операций, их статус, предполагаемый результат выполнения и т.д.

Использование пиктограмм аварий, размещенных рядом с графическими элементами, а также предоставление списка активных тревог с наивысшими приоритетами, позволяет пользователю быстро оценить текущую ситуацию. Использование специальных цветов для обозначения тревог (и отказ от использования этих цветов для других целей) позволяет визуально отделить их от остальной информации.

Тренды (исторические графики) позволяют увидеть тенденцию изменений в системе. Например, непрерывное повышение значения параметра через какое-то время приведет к его выходу за аварийную границу. Тренды позволяют быстро определить такие ситуации – в отличие, например, от обычных цифровых дисплеев.

## 6.8. Размещение и выравнивание элементов

После того, как определено, какая информация должна отображаться на экранах проекта, разработчик должен продумать, как скомпоновать и разместить ее на каждом экране. Как упоминалось ранее – связанная по смыслу информация должна группироваться, а наиболее важная – выделяться. Кроме того, отображение информации должно соответствовать образу мыслей пользователя и его знаниям о системе и процессе. Например, если насос расположен в верхней части резервуара, то на экране HMI информация о его параметрах может располагаться выше информации об уровне в емкости. Это позволяет оператору соотносить отображаемую информацию с фактическим расположением оборудования. Убедитесь, что на экранах размещена только необходимая информация, чтобы ненужная информация не создавала визуального беспорядка.

Основные рекомендации по выравниванию элементов:

- текстовые надписи должны быть выровнены по левому краю. Числовые значения должны отображаться справа или под надписью;
- числовые данные, размещенные рядом и соответствующие связанным параметрам, которые могут сравниваться пользователями, должны быть выровнены между собой и иметь одинаковое количество знаков после запятой;
- если вся информация на экране не связана между собой, то она должна быть выровнена по левому краю;
- единицы измерения, отображаемые справа от цифровых дисплеев, должны быть выровнены по левому краю;
- информацию не следует выравнивать по центру, за исключением тех случаев, когда она должна отображаться в центре кнопки или ячейке таблицы;
- элементы должны быть выровнены по сетке редактора HMI с учетом одинаковых интервалов и отступов.

Элементы на экране должны располагаться на достаточном расстоянии, чтобы не перекрывать друг друга, но при этом не должны быть разнесены слишком далеко, чтобы на экране не оставалось много пустого пространства. Объекты, расположенные рядом, подсознательно воспринимаются связанными между собой, поэтому следует размещать элементы, связанные по смыслу, рядом друг с другом, а несвязанные элементы – на расстоянии друг от друга.

Минимально допустимое расстояние между элементами составляет 4 пикселя. Для сенсорных экранов минимально допустимое расстояние составляет 10 пикселей, чтобы исключить случайное нажатие на расположенный рядом элемент. Кнопки навигации должны быть расположены вплотную друг к другу (даже на сенсорном экране). Дополнительная информация о размещении и выравнивании элементов доступна в [п. 8.14](#) и [п. 8.15](#).



## 7. Способы навигации

В проекте должно быть предусмотрено несколько способов навигации. На каждом экране должна быть панель кнопок перехода на другие экраны. Кроме того, на экране могут быть размещены дополнительные кнопки перехода – например, рядом с объектами на мнемосхеме. Пользователи должны иметь возможность легко переключаться между экранами проекта даже без знакомства с их иерархией. Это особенно важно во время технического обслуживания системы.

Также следует продумать способы навигации в рамках конкретного экрана – например, с помощью переключения вкладок, пролистывания и т.д. Элементы внутриэкранной навигации должны располагаться на всех экранах в одинаковых местах и иметь общий внешний вид.

Шаблон PlantPAx HMI предоставляет несколько способов навигации:

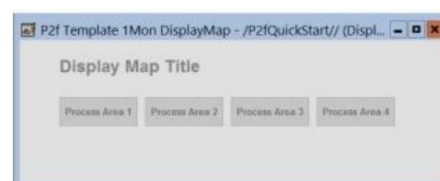
- для АРМ с одним монитором;

Панель заголовка
Кнопки переключения экранов уровня 2
Экран уровня 1

- для АРМ с четырьмя мониторами.

Панель заголовка	Панель заголовка
Экран уровня 1	Журнал тревог
	Кнопки управления тревогами
Панель заголовка	Панель заголовка
Кнопки переключения экранов уровня 2	Кнопки переключения экранов уровня 2
Кнопки переключения экранов уровня 3	Кнопки переключения экранов уровня 3
Экраны уровня 2 и 3	Экраны уровня 2 и 3

Переключение экранов возможно с помощью элементов панели заголовка, кнопок навигации и кнопок, расположенных на экранах. На панели заголовка есть кнопка перехода к панели навигации, которая позволяет пользователям переключаться между различными зонами процесса или системы управления.



Каждая зона включает в себя экран уровня 1 (для обзора зоны) и экраны уровней 2 и 3.

Для АРМ с одним монитором:

- пользователи переходят на экраны уровней 2 и 3 с экрана уровня 1;
- панель заголовка содержит кнопку перехода к журналу тревог.

Для АРМ с четырьмя мониторами:

- мониторы 3 и 4 выделены под работу с экранами уровня 2 и 3 соответственно;
- при изменении отображаемой зоны процесса автоматически обновляется содержимое всех четырех мониторов.

На экранах уровней 2 и 3 размещена панель кнопок с переходами на экраны уровня 2. Для АРМ с одним монитором эта панель также присутствует на экране уровня 1.



На экранах уровня 2 и 3 размещена панель кнопок с переходами на экраны уровня 3. Фейсплейты также могут включать в себя кнопки навигации. Более подробная информация по этому поводу приведена в [п. 8.16](#).

См. также [п. 8.15.3. Кнопки навигации](#).

## 8. Стандарт разработки приложения HMI

Этот раздел описывает стандарт разработки приложений HMI, который лежит в основе библиотеки технологических объектов Rockwell Automation и позволяет создавать унифицированный и эргономичный человеко-машинный интерфейс. См. публикации PROCES-RM002 (Rockwell Automation Library of Process Objects: Configuration and Usage) и PROCES-RM014 (Rockwell Automation Library of Process Objects: Display Elements) для получения дополнительной информации, оставшейся за рамками данного документа.

### 8.1. Цветовые схемы

Цвет – это атрибут изображения, который люди воспринимают быстро и неосознанно, поэтому он является одним из основных визуальных параметров. Человек будет пытаться понять, почему объект выделен определенным цветом – особенно, если таких объектов несколько.

Цвет является одним из основных параметров, которые используются при создании HMI. Во многих случаях используются неподходящие цвета – например, чтобы сделать мнемосхему «более красивой» или «реалистичной», или даже «в стиле дизайна приложений для смартфонов». Поскольку люди неосознанно реагируют на цвета, то использовать их следует аккуратно.

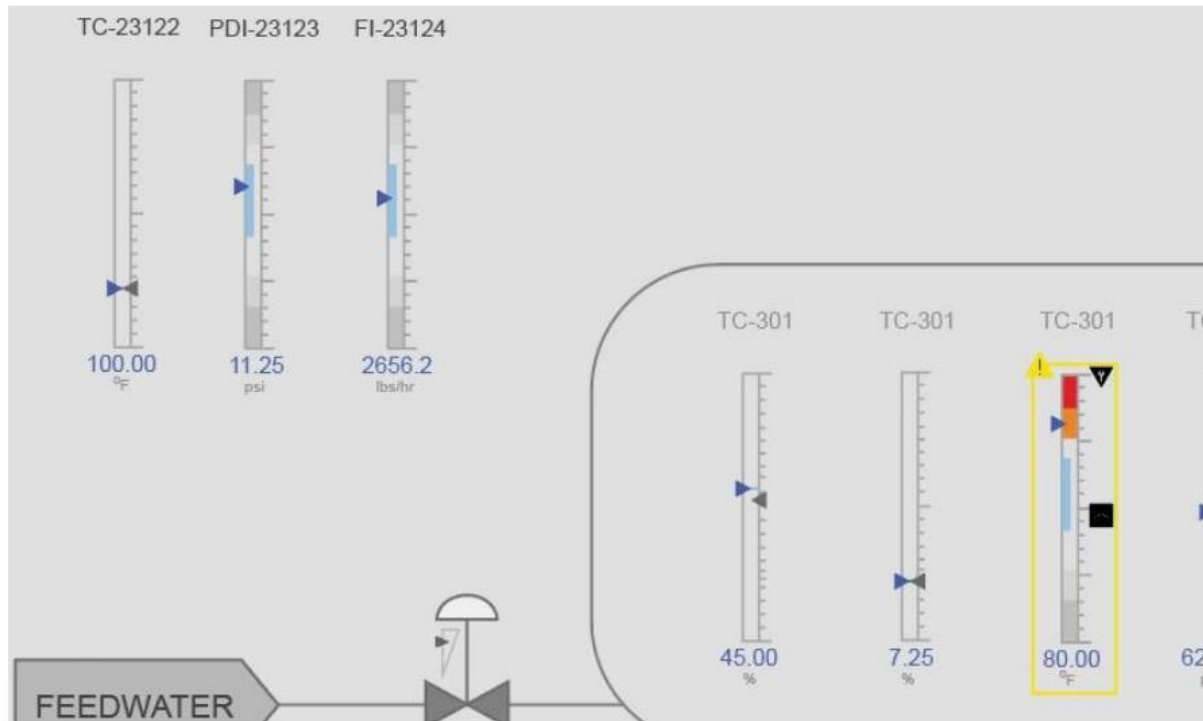
Когда HMI разрабатывается с учетом образа мыслей пользователя и требований решаемых им задач (а также с соблюдением правил группировки информации и отображения ее в подходящем формате), пользователи могут находить нужную им информацию без выделения ее каким-то особым цветом. Это позволяет уменьшить визуальный беспорядок на экране.

При ограниченном использовании выделение объектов цветом имеет смысл: это позволяет информировать пользователя о тревогах и создавать визуальное разделение текстовых надписей, отображаемых значений и элементов ввода. Придерживайтесь следующих правил по использованию цвета при создании HMI:

- *Тревоги:* используйте яркие, насыщенные цвета для отображения информации о тревогах. Не используйте эти цвета для других случаев. Например, если красный цвет используется для отображения тревог наивысшего приоритета, то он не должен применяться для обозначения работающего насоса;
- *Текущие значения:* используйте менее насыщенные и более холодные цвета, например, темно-синий или темно-зеленый. Эти цвета меньше отвлекают пользователя, но все равно позволяют отличить значения параметров от подписей;
- *Фон экрана:* используйте ненасыщенный цвет, например, светло-серый, который не будет смешиваться с другими используемыми цветами;
- Заливка цветом должна использоваться очень ограниченно. Цвета, используемые для выделения тревог и текущих значений, не должны использоваться в других элементах. Вместо заливки выделять объекты можно с помощью толщины контура;
- Градиентные цвета не должны использоваться;

- Для изображений технологического оборудования не должна использоваться заливка. Для таких изображений создаются только контуры (темно-серым или черным цветом), а их «внутренности» являются прозрачными (то есть соответствуют цвету фона экрана);
- Состояние объекта не должно определяться только цветом. Дополнительно можно использовать наличие/отсутствие заливки, форму и текстовые надписи – все они могут изменяться при изменении состояния;
- Использование цвета при создании HMI должно быть стандартизировано и задокументировано;
- Контраст цвета фона экрана и размещенных на нем объектов должен быть достаточен, но не настолько большим, чтобы вызывать напряжение глаз и усталость;
- Пользователь HMI может быть дальтоником или плохо различать цвета (например, красный/зеленый, зеленый/желтый и т.д.). Кроме того, при определенном освещении большинство людей тоже будут испытывать проблемы с этим. Некоторые цвета при совместном использовании вызывают оптические иллюзии и утомляемость глаз. Поэтому цвет не может использоваться в качестве единственного визуального параметра для отображения изменений – вместе с ним должны применяться и другие, например, изменение формы объектов.

Ниже приведен пример разумного использования цвета. Теплые цвета используются только для отображения тревог и текущих значений, при этом тревоги имеют более насыщенный цвет. Все остальные элементы отображаются различными оттенками серого, что позволяет им не отвлекать оператора от значимой информации.



*Пример разумного использования цвета*

Ниже приведен список цветов, используемых в библиотеке PlantPAx. Вы можете использовать эту цветовую схему при разработке своего HMI.

Цвета экранов	Название цвета	Обозначение по RGB
Цвет фона экрана (без вкладок)	Light Gray 224	☐ R224 G224 B224 #E0E0E0
Цвет панели вкладок	Light Gray 224	☐ R224 G224 B224 #E0E0E0
Цвет фона для вкладок	Silver 192	☐ R192 G192 B192 #C0C0C0
Цвета статических объектов	Название цвета	Обозначение по RGB
Цвет текста	Dark Gray 63	■ R063 G063 B063 #3F3F3F
Цвет заголовка группы элементов	Dark Gray 63	■ R063 G063 B063 #3F3F3F
Цвет заголовка столбца таблицы	Dark Gray 63	■ R063 G063 B063 #3F3F3F
Цвет разделительных контуров	Light Gray 216	☐ R216 G216 B216 #D8D8D8
Цвет линий мнемосхемы	Gray 160	■ R160 G160 B164 #A0A0A4
Цвет контура оборудования	Gray 160	■ R160 G160 B164 #A0A0A4
Цвет обводки групп элементов	Light Gray 232	☐ R232 G232 B232 #E8E8E8
Цвета тревог и предупреждений	Название цвета	Обозначение по RGB
Цвет низкоприоритетной тревоги	Magenta	■ R145 G106 B173 #916AAD
Цвет фона низкоприоритетной тревоги	White	☐ R255 G255 B255 #FFFFFF
Цвет тревоги среднего приоритета	Yellow	■ R245 G225 B027 #F5E11B
Цвет фона тревоги среднего приоритета	Dark Gray 63	■ R063 G063 B063 #3F3F3F
Цвет тревоги высокого приоритета	Orange	■ R236 G134 B041 #EC8629
Цвет фона тревоги высокого приоритета	White	☐ R255 G255 B255 #FFFFFF
Цвет тревоги, требующей срочного реагирования	Red	■ R226 G032 B040 #E22028
Цвет фона тревоги, требующей срочного реагирования	White	☐ R255 G255 B255 #FFFFFF
Цвет ошибки конфигурации	Black	■ R000 G000 B000 #000000
Цвет фона ошибки конфигурации	White	☐ R255 G255 B255 #FFFFFF
Цвет неисправности	Black	■ R000 G000 B000 #000000
Цвет фона неисправности	White	☐ R255 G255 B255 #FFFFFF
Цвет предупреждения о состоянии объекта	Dark Gray 63	■ R063 G063 B063 #3F3F3F
Цвет фона предупреждения о состоянии объекта	White	☐ R236 G134 B041 #EC8629
Цвет подсказки или оповещения	Light Gray 224	☐ R224 G224 B224 #E0E0E0
Цвет фона подсказки или оповещения	Black	■ R000 G000 B000 #000000
Цвет симуляции	Light Gray 224	☐ R224 G224 B224 #E0E0E0
Цвет фона симуляции	Black	■ R000 G000 B000 #000000
Цвет другой нештатной ситуации	Light Gray 224	☐ R224 G224 B224 #E0E0E0
Цвет фона другой нештатной ситуации	Black	■ R000 G000 B000 #000000
<i>Для информационных сообщений о нормальном состоянии объекта следует использовать цвета состояний элементов или цвета отображения данных</i>		
Цвета состояния элементов	Название цвета	Обозначение по RGB
Выключен/Обесточен/Режим холостого хода/Остановлен/Закрыт	Gray	■ R128 G128 B128 #808080
Включен/Под напряжением/Работает/Открыт	Off White	☐ R240 G240 B240 #F0F0F0
Выведен из работы/Вышел из строя	Gray	■ R128 G128 B128 #808080
Ручное управление	Light Blue	■ R147 G194 B228 #93C2E4
Переходный режим (ускорение, замедление, переключение и т.д.)	Light Blue	■ R147 G194 B228 #93C2E4
Цвета элементов ввода	Название цвета	Обозначение по RGB
Цвет подписей	Dark Gray 63	■ R063 G063 B063 #3F3F3F
Цвет оборудования	Light Gray 91	☐ R145 G145 B145 #919191
Цвет полей ввода (ввод разрешен)	Dark Gray 63	■ R063 G063 B063 #3F3F3F
Цвет чекбоксов (нажатие разрешено)	Dark Gray 63	■ R063 G063 B063 #3F3F3F
Цвет радио-кнопок (нажатие разрешено)	Dark Gray 63	■ R063 G063 B063 #3F3F3F
Цвет полей ввода (ввод запрещен)	Gray	■ R192 G192 B192 #C0C0C0
Цвет чекбоксов (нажатие запрещено)	Gray	■ R192 G192 B192 #C0C0C0
Цвет радио-кнопок (нажатие запрещено)	Gray	■ R192 G192 B192 #C0C0C0
Цвет фона элементов ввода (ввод разрешен)	White	☐ R255 G255 B255 #FFFFFF
Цвет фона элементов ввода (ввод запрещен)	Light Gray	☐ R224 G224 B224 #E0E0E0
Цвета отображения данных	Название цвета	Обозначение по RGB
Цвет подписей	Dark Gray 63	■ R063 G063 B063 #3F3F3F
Цвет оборудования	Light Gray 91	☐ R145 G145 B145 #919191

Цвет значений	Blue	■ R071 G092 B167 #475CA7
Цвет контура (для диаграмм)	Light Gray	■ R192 G192 B192 #C0C0C0
Цвет индикатора	Blue	■ R071 G092 B167 #475CA7
Цвет фона индикатора	Light Gray	■ R192 G192 B192 #C0C0C0
<b>Цвета кнопок навигации</b>	<b>Название цвета</b>	<b>Обозначение по RGB</b>
Цвет кнопок	Light Gray 198	■ R198 G198 B198 #C6C6C6
Цвет контура	Gray 170	■ R170 G170 B170 #AAAAAA
Цвет текста	Dark Gray 63	■ R063 G063 B063 #3F3F3F

## 8.2. Анимация

Анимация или мигание элементов должны использоваться только для отображения событий, которые требуют немедленного вмешательства оператора. Этот эффект должен касаться только конкретных элементов или надписей, к которым должно быть привлечено внимание оператора. При этом внешний вид и текст анимированных/мигающих элементов должны быть отчетливо различимы во всех своих состояниях. У оператора должна быть возможность отключить анимацию/мигание, чтобы она не отвлекала его в процессе устранения неисправности.

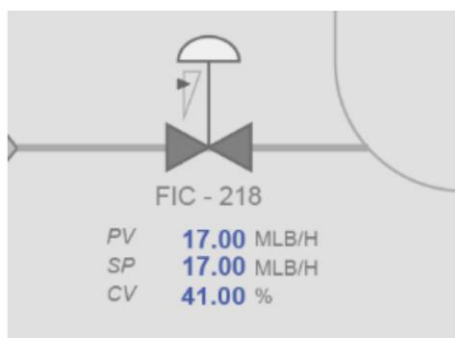
## 8.3. Видимость объектов

У пользователя должна быть возможность видеть всю информацию и элементы управления, связанные с объектом. Если у пользователя нет прав на просмотр информации или изменения параметров и выполнения команд управления (или элемент находится в состоянии, когда управление запрещено) – то никакие графические элементы (кнопки, переключатели и т.д.) не должны становиться невидимыми – вместо этого они должны отображаться неактивными. Это позволяет избежать непонимания у пользователя, когда он в принципе не может найти нужные ему элементы.

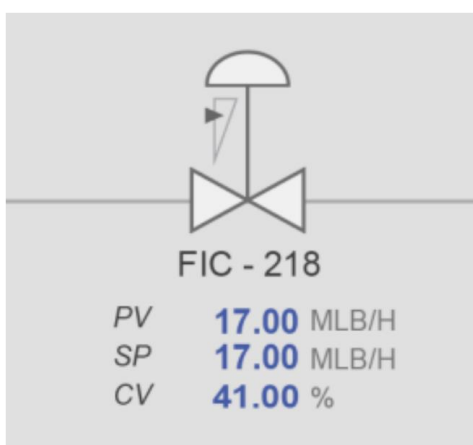
Если конфигурирование объекта выполняется только на этапе пуско-наладки, то соответствующие элементы можно сделать невидимыми (например, с помощью активации заданного бита). Это допустимо, так как облегчит процесс запуска системы в эксплуатацию и позволит скрыть от операторов элементы, которые не нужны для выполнения их рабочих обязанностей.

#### 8.4. Отображений линий

Линии, используемые для отображения основных контуров технологического процесса, должны иметь толщину 3 пикселя и цвет Gray 160 (#A0A0A4).



Линии, используемые для отображения вторичных контуров технологического процесса, должны иметь толщину 1 пиксель и цвет Gray 160 (#A0A0A4).



Соединительные линии используются для отображения точек измерения. Они не характеризуют направление перетоков веществ, энергии и т.д. Эти линии должны быть штрих-пунктирными, иметь толщину 1 пиксель и цвет Gray 160 (#A0A0A4).



## 8.5. Группировка объектов

Область группировки позволяет объединить связанные по смыслу элементы и уменьшить визуальный беспорядок на экране. При необходимости область может иметь заголовок, описывающий размещенные на ней элементы.

Цвет фона области группировки - Light Gray 232 (#E8E8E8).



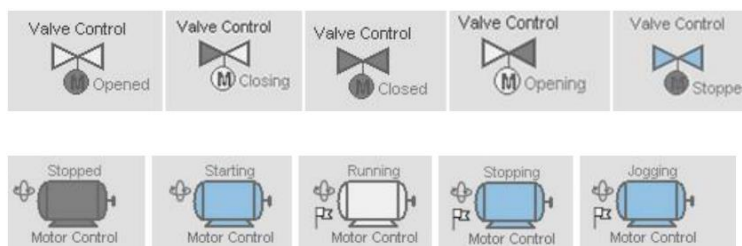
## 8.6. Отображение технологического оборудования

Технологическое оборудование может быть представлено динамическими изображениями, с помощью которых можно определить его текущее состояние («запущено»/«остановлено», «открыто»/«закрыто» и т.д.). Также оборудование может отображаться в виде статических элементов – для создания дополнительного контекста, облегчающего оператору восприятие мнемосхемы. Внешний вид графических элементов для отображения технологического оборудования основан на стандартах ANSI/ISA-5.1 и ISA-5.5.

## 8.7. Отображение технологического оборудования – динамические изображения

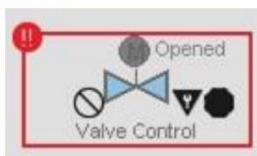
Динамические изображения позволяют отобразить текущее состояние технологического оборудования. Набор состояний зависит от конкретного типа оборудования. Например:

- состояния клапана: Открыт/Открывается/Закрыт/Закрывается/В промежуточном положении (остановлен);
- состояния двигателя: Остановлен/Запущен/Работает/Торможение/Толчковый режим.





Динамические изображения также позволяют информировать пользователя о нештатных ситуациях – например, о том, что оборудование сейчас выведено из работы для сервисного обслуживания или имеет какие-либо неисправности. Пиктограммы этих уведомлений обычно размещаются слева и справа от изображения, чтобы не перекрывать линии технологических контуров. Ниже приведен пример уведомлений для клапана.



Полный список пиктограмм уведомлений приведен в [п. 8.14](#).

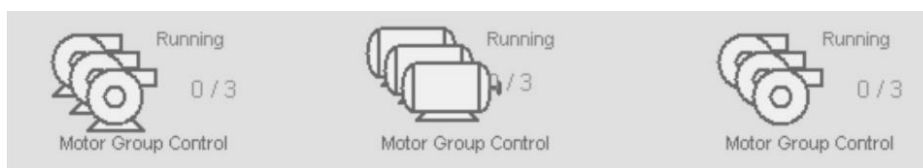
Пользователи могут нажать на изображения для открытия соответствующего фейсплейта. Обратите внимание, что эта возможность может быть доступна только для определенных состояний оборудования.

Ниже приведены примеры изображений из Библиотеки технологических объектов, основанной на стандарте ISA.

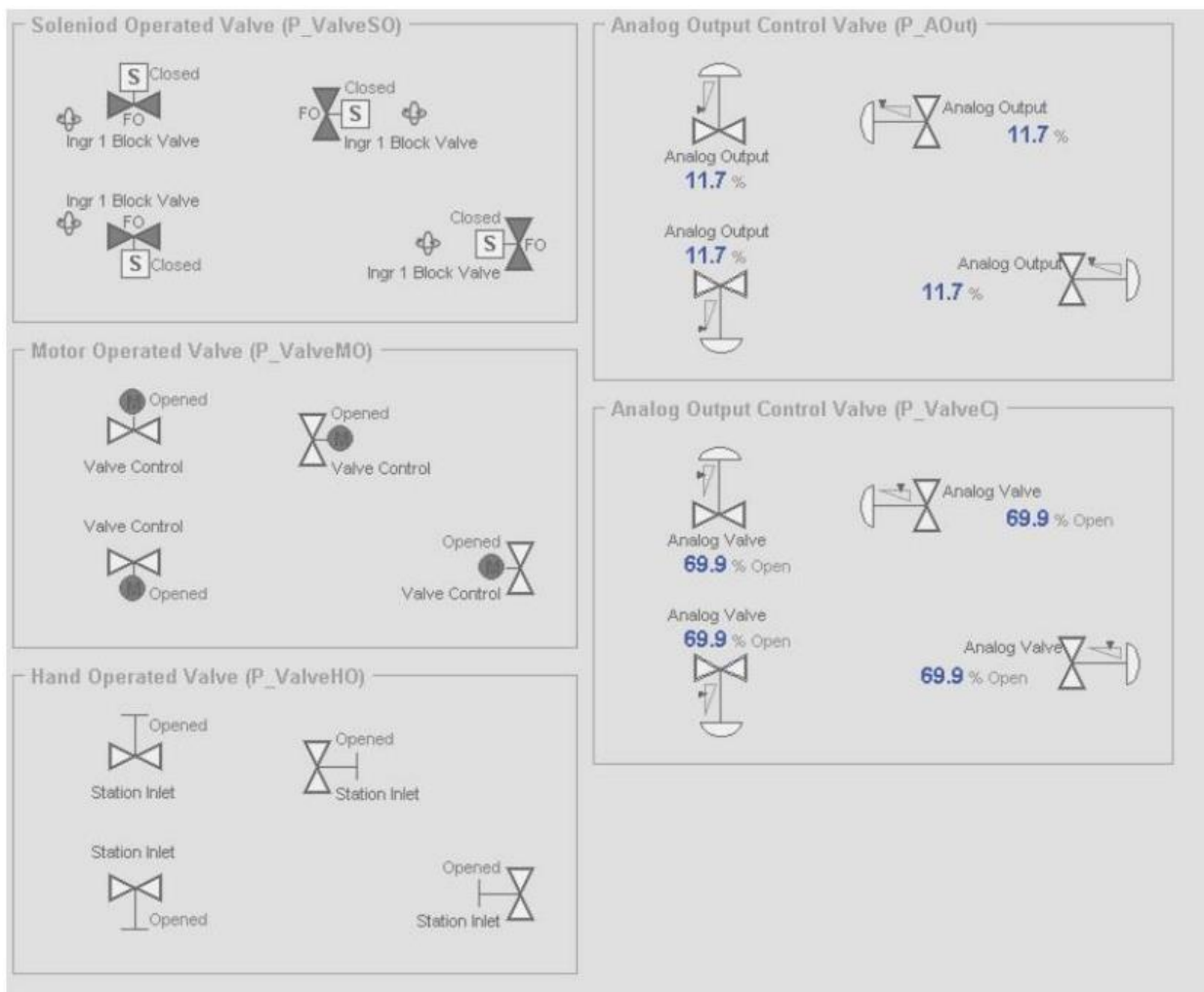
### Двигатели



## Группы двигателей



## Клапаны



Для двигателей используется следующая цветовая схема:

Цвета состояния элементов	Название цвета	Обозначение по RGB
Выключен/Обесточен/Режим холостого хода/Остановлен/Закрыт	Gray	■ R128 G128 B128 #808080
Включен/Под напряжением/Работает/Открыт	Off White	□ R240 G240 B240 #F0F0F0
Выведен из работы/Вышел из строя	Gray	■ R128 G128 B128 #808080
Ручное управление	Light Blue	■ R147 G194 B228 #93C2E4
Переходный режим (ускорение, замедление, переключение и т.д.)	Light Blue	■ R147 G194 B228 #93C2E4

Для клапанов используется следующая цветовая схема:

Цвета состояния элементов	Название цвета	Обозначение по RGB
Закрыт	Gray	■ R128 G128 B128 #808080
Открыт	Off White	□ R240 G240 B240 #F0F0F0
Промежуточное состояние (остановлен)	Light Blue	■ R147 G194 B228 #93C2E4
Промежуточное состояние (в движении)	Part Off White Part Gray	■ R128 G128 B128 #808080

## 8.8. Отображение технологического оборудования – статические изображения

Статические изображения не предоставляют какой-либо информации о протекании процесса, но создают дополнительный визуальный контекст для оператора, который облегчает восприятие мнемосхемы. Для контуров этих объектов используется цвет Gray 160 (#A0A0A4), а их фон должен быть прозрачным (то есть совпадать с фоном экрана). Ниже приведены другие рекомендации по отображению этих объектов:

- избегайте использования ярких цветов, градиентов, 3D-изображений и анимации;
- на всех экранах проекта изображение конкретного оборудования должно иметь одну и ту же форму и размеры;
- размер изображения должен характеризовать важность данного оборудования;
- по возможности, изображайте перетоки веществ и энергии слева направо; пары должны уходить вверх, а конденсат опускаться вниз;
- стрелки, характеризующие поступление веществ/энергии к оборудованию и из него, должны размещаться согласованно. Каждая из них должна иметь подпись, которая одновременно является кнопкой перехода на другой экран. Эти подписи должны визуально отличаться от обычных статических надписей.

Более подробная информация о изображениях, используемых для отображения технологического оборудования, приведена в стандарте ISA-5.5.

## 8.9. Размеры и типы шрифтов

Текст на экранах HMI должен быть ясным и легко читаемым, поскольку он важен для понимания принципов функционирования объекта и текущей ситуации. Основные рекомендации по размеру и типам шрифтов:

- используйте шрифт Sans Serif для повышения читабельности текста;
- используйте один и тот же размер для конкретных типов надписей (заголовков, подписей и т.д.) на всех экранах проекта. Базовый размер шрифта – 10 pt;
- основная информация (например, текущие значения наиболее важных параметров) должны отображаться шрифтом большего размера с полужирным начертанием;
- шрифт, используемый для отображения значений параметров, должен быть больше, чем шрифт их подписей и единиц измерения.

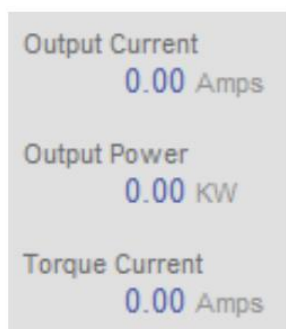
Размеры используемых шрифтов также должны зависеть от размеров и расположения мониторов. Например, для экрана с большой диагональю, установленного в верхней части стены и предназначенного для отображения информации, которую нужно видеть с дальнего расстояния (например, информационное табло и т.д.) потребуется больший размер шрифта, чем для экрана с меньшей диагональю, установленного на рабочем месте оператора.

Ниже приведен список шрифтов, используемых в Библиотеке технологических объектов, который подразумевает использование на мониторах АРМ.

Элементы	Размер шрифта (pt)	Начертание
Оперативные данные (основная информация)	11	Arial, Bold
Оперативные данные (дополнительная информация)	10	Arial, Regular
Единицы измерения	8	Arial, Regular
Текст элементов отображения	8	Arial, Regular
Текст элементов ввода (кнопок, чекбоксов и т.д.)	10	Arial, Regular
Текст ВКЛ/ВЫКЛ на переключателях	8	Arial, Regular
Текст подписей трендов	10	Arial, Regular
Текст состояния оборудования (на фейсплейтах)	10	Arial, Bold
Текст статуса связи (на фейсплейтах)	10	Arial
Заголовок группы элементов 1	10	Arial, Bold
Заголовок группы элементов 2 (используется в шаблоне на экране обзора)	18	Arial, Regular
Название экрана	24	Arial, Bold
Заголовок области процесса управления (для АРМ с одним/четырьмя мониторами)	12/16	Arial, Bold

## 8.10. Выравнивание данных

Числовые значения, которые могут потребовать сравнения, должны быть выровнены друг относительно друга и иметь одинаковое количество знаков после запятой. При этом значения должны быть выровнены по правому краю, а единицы измерения должны размещаться справа от значений и выравниваться по левому краю.



Выравнивать данные по левому краю можно только тогда, когда они не имеют единиц измерения и не связаны с другими данными. Выравнивать текст и данные по центру допустимо только в таблицах, заголовках графиков, названиях кнопок и т.п.

## 8.11. Статический текст

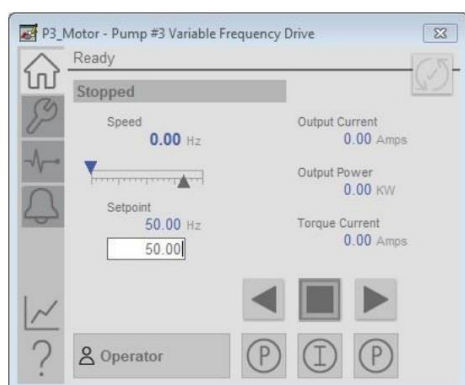
Статический текст – это текст, который не меняется в процессе работы проекта. К этой категории также относится текст, который может изменяться только пользователями с определенным уровнем привилегий (например, изменение подписи элемента управления), но не подразумевает частого изменения.

Общие рекомендации для статического текста:

- сведите к минимуму использование сокращений, поскольку их сложно переводить на другие языки;
- размер текста должен соответствовать размеру и уровню экрана;
- оставляйте свободное место, так как при переводе на другие языки длина текстов может увеличиться.

### 8.11.1. Текст заголовка окна

Всплывающие окна содержат заголовок, описывающий их назначение. Цвет и шрифт этого заголовка обычно нельзя поменять средствами редактора HMI.



*Текст заголовка всплывающего окна*

### 8.11.2. Текст заголовков экранов

Заголовок размещается в верхней части экрана и описывает его содержимое.

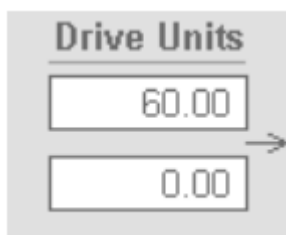
Используйте следующие правила оформления заголовков:

- используйте полужирный шрифт;
- используйте шрифт большего размера (по сравнению с остальными текстами);
- размещайте заголовки в одних и тех же местах на разных экранах, чтобы пользователи могли легко найти их.

Более подробная информация о цвете текстов приведена в [п. 8.1](#), а о их размере – в [п. 8.9](#).

### 8.11.3. Текст заголовков столбцов значений

Заголовки столбцов отображаются над вертикально выровненной группой элементов и описывают их назначение.



*Пример заголовка столбца*

Используйте следующие правила оформления заголовков столбцов:

- используйте полужирный шрифт;
- допускается использовать подчеркнутый шрифт, чтобы отделить заголовок от данных;
- заголовок первого столбца должен быть выровнен по левому краю элементов отображения данных;
- заголовки широких столбцов должны выравниваться по левому краю;
- заголовки узких столбцов должны выравниваться по центру;
- заголовки второго и последующих столбцов должны иметь одинаковое выравнивание.

Более подробная информация о цвете текстов приведена в [п. 8.1](#), а о их размере – в [п. 8.9](#).

### 8.11.4. Текст заголовков групп

Заголовки групп описывают назначение элементов, принадлежащих к данным группам. Заголовки групп должны быть выделены полужирным шрифтом и выровнены по левому краю.



*Пример заголовка группы*

Более подробная информация о цвете текстов приведена в [п. 8.1](#), а о их размере – в [п. 8.9](#).

### 8.11.5. Подписи

Подписи представляют собой любой статический текст, описывающий отдельные элементы, группы, кнопки навигации и т.д.

Подписи должны быть выровнены по левому краю. Данные должны быть размещены справа от подписей или под ними.



*Пример подписи для цифрового дисплея*

Ненужные подписи загромождают экран и отвлекают внимание пользователей. Поэтому сведите их число к минимуму и используйте только те подписи, которые действительно необходимы. При выделении места под подписи не забывайте оставлять запас, который может потребоваться при переводе текстов на другие языки.

Используйте следующие правила оформления подписей:

- используйте темно-серый цвет текста (не черный);
- используйте шрифт Sans Serif;
- используйте подходящий размер шрифта;
- используйте текст в верхнем регистре для заголовков, коротких подписей и обозначений оборудования;
- во всех остальных случаях используйте текст в нижнем регистре, начинающийся с заглавной буквы;
- для различных типов подписей используйте различный размер или цвет текста (различные оттенки серого).

Убедитесь, что тексты подписей соответствуют образу мыслей пользователей. Операторы не будут называть резервуар «WS-MTR-001B», даже если это написано на его корпусе. Вместо этого они, например, могут называть его «фильтрующий резервуар В» – и именно этот текст должен быть использован в качестве подписи.

Обязательно учитывайте рабочие условия оператора, чтобы определить подходящий размер и цвет шрифта (и сам шрифт), поскольку они могут сильно отличаться от тех условий, в которых находится разработчик HMI. Дизайн требуется протестировать в реальных условиях во время выполнения операторами их рабочих задач, чтобы убедиться, что подписи понятны и соответствуют образу мыслей пользователей.

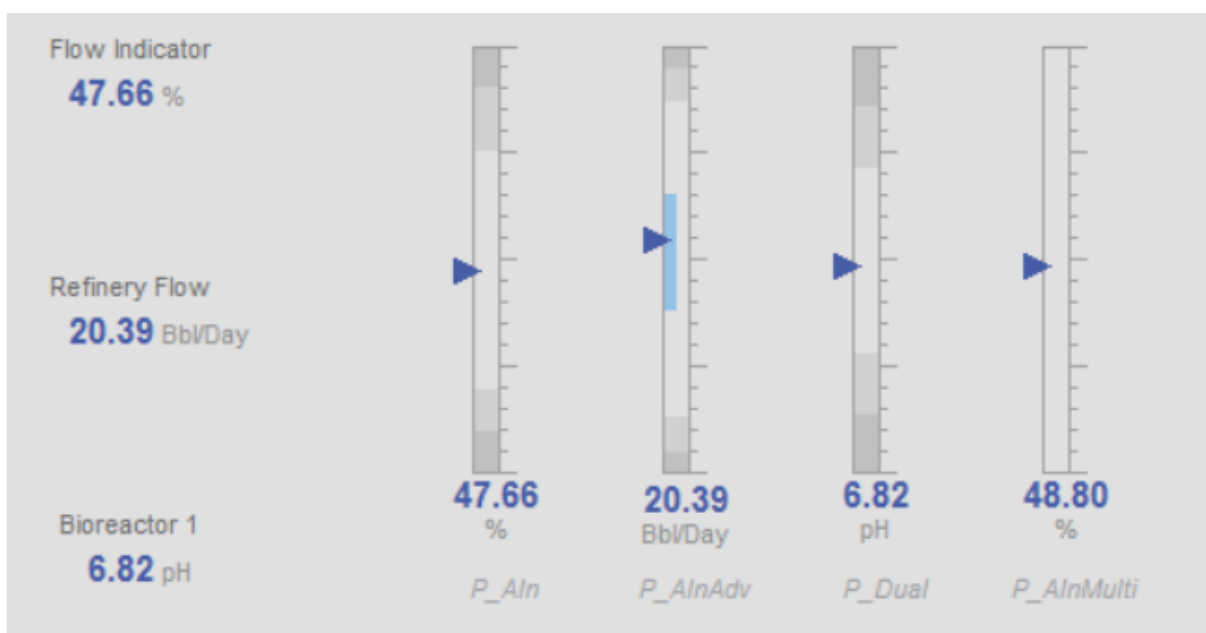
Более подробная информация о цвете текстов приведена в [п. 8.1](#), а о их размере – в [п. 8.9](#).

## 8.12. Динамические данные

Данные сами по себе не являются информацией. Информация – это данные, воспринимаемые в определенном контексте, которые могут использоваться для принятия решений. Контекст нужен, чтобы придавать данным смысл. Например, отображение аварийных пределов на аналоговом дисплее позволит оператору понять, находится ли текущее значение параметра в допустимом диапазоне и не опасно ли оно близко его границам.

Важно предоставлять пользователям только необходимую информацию. Вся остальная информация должна быть удалена из проекта. Например, при отображении чисел с плавающей точкой оставляйте только необходимое число знаков после запятой – если оператору достаточно двух знаков, то не надо отображать семь.

Данные должны быть размещены на экране таким образом, чтобы оператор мог как можно быстрее получить нужную ему информацию. По возможности следует отображать данные в аналоговом виде, так как это позволяет легко создавать дополнительный контекст (см. пример с аварийными пределами выше).



*Пример представления данных в цифровом и аналоговом виде*

Таким образом, информация должна быть представлена в виде полного набора нужных данных с требуемым уровнем точности, который может быть быстро воспринят оператором. Кроме того, одни и те же данные должны отображаться одним и тем же образом на разных экранах проекта.

Используйте следующие правила оформления динамических данных:

- период обновления данных должен соответствовать периоду их получения и времени, с которым оператор должен успеть реагировать на их изменение;
- размер элементов должен соответствовать размерам экрана;




- оставьте свободное место, которое может потребоваться при переводе текстов на другие языки;
- создавайте контекст для данных, размещая их рядом с другими элементами (например, подписями);
- используйте для подписей и единиц измерения более мелкий шрифт, чем для элементов отображения данных;
- цвет фона элементов отображения данных должен совпадать с цветом фона экрана, и вокруг элементов не должно быть контура, за исключением следующих случаев:
  - отображения статуса/состояния;
  - данные, отображаемые на диаграммах, могут отображаться внутри контура диаграммы;
  - отображения предупреждений – см. рекомендации из [п. 8.1](#).

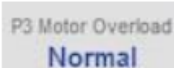
Более подробная информация о цвете текстов приведена в [п. 8.1](#), а о их размере – в [п. 8.9](#).

### 8.12.1. Динамические тексты

Динамические тексты труднее для восприятия по сравнению с данными, представленными в цифровой или аналоговой форме, поэтому используйте их только там, где это необходимо.



*Пример динамического текста, характеризующего состояние объекта*



*Пример двух динамических текстов, один из которых (верхний) больше похож на статический*

Используйте следующие правила оформления динамических текстов:

- подписи должны отображаться слева от динамических текстов или над ними;
- сведите к минимуму использование сокращений, поскольку их сложно переводить на другие языки.

Особые случаи:

- единицы измерения могут быть конфигурируемыми (выбираться пользователем), но с точки зрения внешнего вида они должны выглядеть так же, как и «статические» единицы измерения;
- некоторые тексты могут быть конфигурируемыми – например, названия рецептов, продуктов и т.д. Когда такие тексты используются в качестве заголовков или подписей – они должны оформляться согласно правилам для соответствующих типов текстов.

### 8.12.2. Динамические данные в цифровом виде



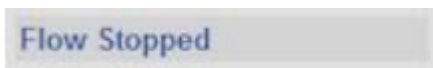
*Пример цифрового дисплея с подписью и единицами измерения*

Используйте следующие правила оформления цифровых дисплеев:

- подписи должны отображаться слева от цифровых дисплеев или над ними;
- рядом с цифровыми дисплеями должны отображаться единицы измерения (кроме тех случаев, когда они и так понятны из контекста или значение является безразмерным);
- единицы измерения должны отображаться справа от цифровых дисплеев или под ними;
- формат цифровых дисплеев должен соответствовать потребностям пользователей. Общее число знаков и число знаков после запятой должны соответствовать диапазону параметра и точности измерения (или требуемой точности отображения);
- целочисленные значения должны отображаться без плавающей точки;
- при отображении числовых данных следует обратить внимание на возможные особые состояния чисел ([NaN](#), бесконечность), эффекты переполнения и потери значимости. Эти ситуации должны обрабатываться и визуализироваться;
- связанные по смыслу значения должны иметь одинаковое форматирование (одинаковое выравнивание, число знаков после запятой и т.д.), что упростит их сравнение между собой.

### 8.12.3. Перечисления

Перечисления используются для отображения двух или более состояний объекта. Они могут быть представлены в виде текста, пиктограммы или обоих элементов сразу. К ним следует применять общие правила для отображения динамических данных.



*Пример текстового перечисления*



*Пример текстового перечисления с пиктограммой*

Дополнительные требования к перечислениям:

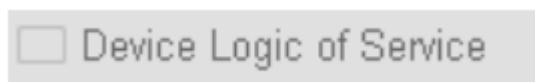
- текст перечислений должен быть выровнен по левому краю;
- если вместе с текстом отображается пиктограмма, то она должна быть размещена слева от текста, и оба элемента должны быть выровнены по левому краю;
- оставляйте свободное место, так как при переводе на другие языки длина текстов может увеличиться;
- используйте подходящий отступ между пиктограммой и текстом в случае использования контрастного фона.

В некоторых ситуациях перечисление содержит всего два элемента и является бинарным. Обычно это используется для отображения статуса объекта (например, тревога/норма). В этом случае имеет смысл отображать элемент только в случае нештатной ситуации.

Более подробная информация о цвете текстов приведена в [п. 8.1](#), а о их размере – в [п. 8.9](#).

#### 8.12.4. Бинарные индикаторы

Бинарные индикаторы используются для отображения состояния битов (TRUE/FALSE). К ним следует применять общие правила для отображения динамических данных.



*Пример бинарного индикатора. Прямоугольник отображается заполненным, если бит находится в состоянии TRUE и прозрачным – если в FALSE. Текст при этом не меняется*

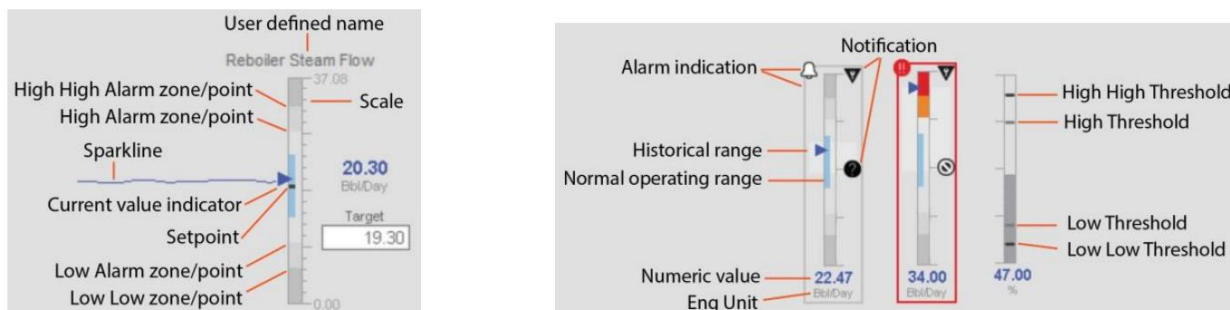
Дополнительные требования к бинарным индикаторам:

- справа от бинарного индикатора должна быть размещена его подпись;
- подпись индикатора должна быть выровнена по левому краю;
- для бинарных индикаторов, отображающих нормальное/аварийное состояние, допустимо отображать пиктограмму только в аварийном состоянии.

Бинарные индикаторы также могут отображаться в виде перечислений. В этом случае следует придерживаться рекомендаций из [п. 8.12.3](#).

### 8.12.5. Аналоговые дисплеи

Аналоговые дисплеи позволяют показать не только текущее значение параметра, но и его близость к аварийным границам, уставке и т.д. Аналоговые дисплеи могут размещаться рядом друг с другом, что позволяет быстро произвести сравнение нескольких параметров.



Таким образом, преимуществом использования аналоговых дисплеев является возможность отобразить на ограниченной области экрана большой объем информации о значении параметра и создать для него дополнительный контекст. Также их использование упрощает сравнение параметров – например, вы можете разместить несколько дисплеев рядом и отмасштабировать их шкалы таким образом, чтобы в случае нормального режима работы их индикаторы текущего значения образовывали бы прямую линию. Соответственно, любое нарушение непрерывности этой линии будет свидетельствовать о проблемах в системе – и при этом его можно будет легко заметить.

Недостатком аналоговых дисплеев является отсутствие численного отображения параметра и истории его изменения (впрочем, для этих целей можно использовать другие графические элементы).

Обязательными элементами аналогового дисплея являются:

- контур;
- индикатор текущего значения.

В дополнение к ним аналоговый дисплей может содержать другие элементы (некоторые из которых не являются его частью и должны быть размещены рядом):

- название дисплея;
- название параметра;
- верхнюю аварийную границу;
- верхнюю предупредительную границу;
- нижнюю предупредительную границу;
- нижнюю аварийную границу;
- неаварийные границы;
- шкалу (с числовыми отметками и делениями, при этом число делений должно быть настраиваемым);
- допустимый диапазон значений параметра;
- уставку;

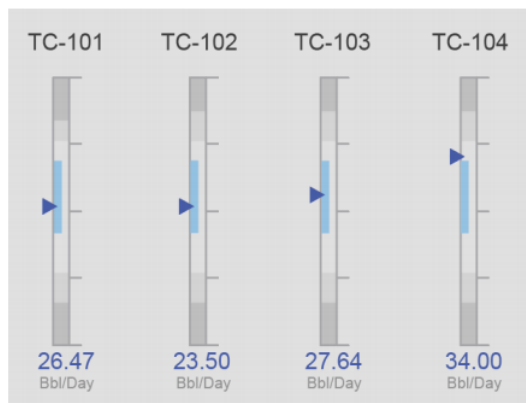
- историю изменения параметра;
- значение параметра в численном виде;
- единицы измерения;
- элементы индикации тревог с указанием приоритета и текущего состояния. В случае наличия квитированных тревог элементы должны мигать (между цветом тревоги и серым цветом). Квитированные тревоги должны отображаться цветом тревоги без мигания;
- элементы уведомления о нештатных ситуациях (тех, которые не являются аварийными);
- [спарклайн](#) параметра.

Рекомендации по настройке аналоговых дисплеев:

- рядом с аналоговым дисплеем должен располагаться цифровой дисплей для отображения значения параметра в численном виде. Желательно размещать его под аналоговым, если такой возможности нет – то рядом с ним. Расположение цифровых дисплеев относительно аналоговых должно быть одинаковым на всех экранах проекта;
- если значение параметра пересекает предупредительную/аварийную границу, то его цвет должен измениться. На всех аналоговых дисплеях проекта должны использоваться одинаковые цвета для отображения аварийных значений;
- подпись должна размещаться над или под аналоговым дисплеем, если дисплей не является частью группы элементов, имеющих общую подпись. По возможности подпись следует размещать над дисплеем.

Рекомендации по настройке аналоговых дисплеев, размещенных рядом друг с другом:

- аналоговые дисплеи, размещенные рядом, должны иметь общую подпись;
- размещайте рядом только аналоговые дисплеи тех параметров, которые связаны друг с другом;
- если для всех дисплеев используются одни и те же единицы измерения, то достаточно отобразить их один раз;
- дисплеи должны иметь одинаковый масштаб и настройки шкалы, если они отображают параметры одной и той же размерности;
- дисплеи, размещенные рядом друг с другом, должны иметь уникальные идентификаторы, чтобы их можно было различить.



### 8.12.6. Гистограммы

Гистограммы содержат два или более столбца, и используются для сравнения связанных между собой данных. В Библиотеке технологических объектов используется визуально минималистичная гистограмма, которая предоставляет пользователю быстрый обзор значений параметров и возможность открытия всплывающего окна с более подробной информацией. Гистограмма состоит из вертикальных столбцов (цвет которых должен быть одинаковым) и шкалы (осей и сетки).



Пользователь может вручную расположить рядом с гистограммой дополнительные графические элементы для создания контекста. Эти элементы не являются частью гистограммы в рамках Библиотеки технологических объектов:

- заголовок;
- единицы измерения (в скобках, серым цветом);
- подписи столбцов;
- подписи значений по оси Y;
- шкалу для оси Y;
- столбец с суммой значений;
- аварийные/предупредительные границы;
- допустимый (или целевой) диапазон значений параметра.

Рекомендации по настройке гистограмм:

- все столбцы должны иметь одинаковый диапазон;
- гистограмма должна иметь оси X и Y.

### 8.12.7. Тренды

Тренды используются для отображения истории изменения параметра с течением времени и часто содержат несколько связанных по смыслу значений. Тренды позволяют операторам прогнозировать будущее состояние системы и принимать решения по управляющим воздействиям, а также анализировать историю изменений для выяснения причин неполадок.



Преимуществом трендов является отображение не только текущего, но и прошлых значений параметра, что позволяет провести анализ предыдущих состояний системы и определить будущее. К недостаткам можно отнести то, что тренды занимают много места на экране визуализации.

Обязательными элементами тренда являются:

- название;
- одно или несколько перьев. Каждое перо должно выделяться своим цветом и типом линии.

В дополнение к ним тренд может содержать другие элементы:

- единицы измерения;
- ось Y;
- значения нижней и верхней границы по оси Y;
- ось X;
- шкалы для осей X и Y (деления и соответствующие им значения);
- легенду;
- аварийные/предупредительные границы;
- допустимый диапазон значений параметра;
- уставку;
- кнопки навигации;
- кнопки масштабирования;
- кнопку сброса настроек масштабирования;
- элементы индикации тревог с указанием приоритета и текущего состояния. В случае наличия квитированных тревог элементы должны мигать (между цветом тревоги и серым цветом). Квитированные тревоги должны отображаться цветом тревоги без мигания;
- элементы уведомления о нештатных ситуациях (тех, которые не являются аварийными).

Рекомендации по настройке трендов:

- тренды могут отображать текущие данные (данные реального времени) и/или исторические данные;
- для оси Y должен быть указан диапазон (минимальное и максимальное значение);
- диапазон может переключаться в зависимости от выбранного пера тренда;
- легенда пера может содержать текстовую подпись и/или пиктограмму;
- расположение легенды зависит от наличия свободного места на экране.

#### 8.12.8. Спарклайны

[Спарклайн](#) – это небольшой график, обычно отрисовываемый без осей, который отображает текущее значение одного параметра в рамках заданного диапазона. Он используется, чтобы позволить операторам прогнозировать будущее состояние системы для принятия решений по управлению ей.



Преимуществом спарклайнов является то, что они занимают мало места на экране, но в то же время позволяют быстро определить текущее и будущее состояние параметра.

Недостаток спарклайнов заключается в том, что они предоставляют меньше полезной информации по сравнению с трендом, и при неосторожном размещении могут привести к визуальному беспорядку на экране.

Спарклайны могут отображаться независимо от других элементов или представлять собой часть аналогового дисплея. В Библиотеке технологических объектов спарклайн представляет собой просто линию без каких-либо осей.

Рекомендации по настройке спарклайнов:

- наличие осей необязательно, но они могут использоваться для указания диапазона параметра;
- на спарклайне должны отображаться только данные реального времени без возможности прокрутки и масштабирования;
- на спарклайне должен отображаться только один параметр;
- при необходимости рядом со спарклайном можно разместить кнопку перехода к тренду данного параметра.



### 8.13. Схемы

При грамотном использовании схемы могут стать мощным инструментом, помогающим пользователям определить контекст и важность тех или иных данных. К числу таких схем относятся:

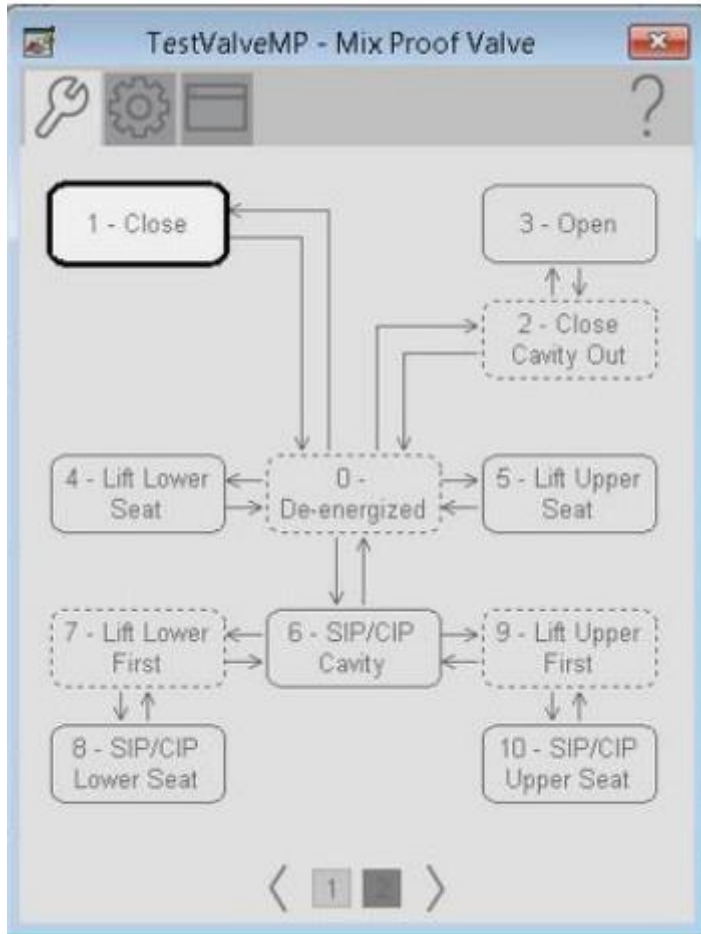
- диаграммы состояний;
- логические схемы;
- схемы конечных автоматов (SFC);
- упрощенные функциональные схемы;
- схемы размещения оборудования.

Важно отображать информацию таким способом, чтобы она соответствовала образу мыслей пользователя и не загромождала экран. Две основные ошибки, которые часто совершают разработчики HMI – использование детализированных функциональных схем и фотографий/рендеров для отображения оборудования. Функциональные схемы применяются на этапе проектирования и не должны использоваться в HMI, так как будут загромождать экран. Фотографии оборудования с наложенными цифровыми дисплеями и элементами ввода не помогают пользователю определить состояние или принципы работы системы. Фотографии/рендеры не должны использоваться при разработке HMI, потому что они:

- могут не соответствовать представлению пользователей о внешнем виде оборудования (например, оператор может вообще не знать, как выглядят насосы, клапаны и т.д.);
- содержат ненужную визуальную информацию;
- затрудняют группировку элементов на экране;
- затрудняют выделение наиболее важной информации;
- отвлекают пользователя;
- занимают лишнее место на экране.

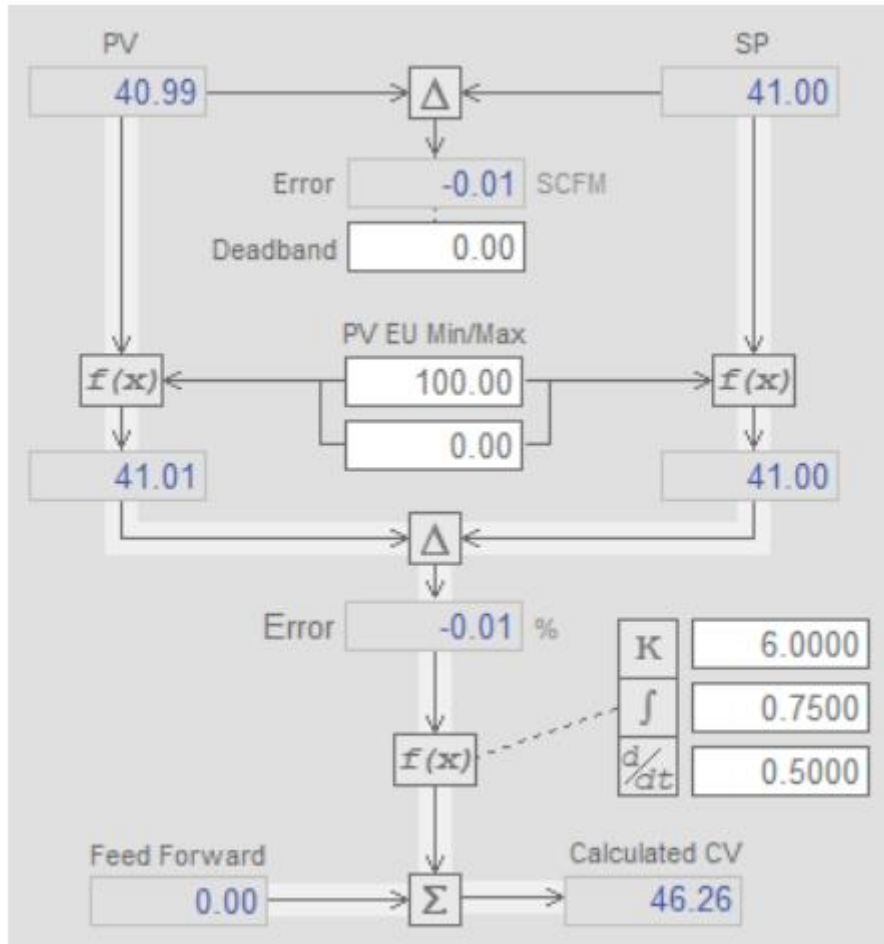
### 8.13.1. Диаграммы состояний

Диаграммы состояний позволяют понять поведение системы. Они описывают все возможные состояния системы, условия переходов между ними и изменения, которые происходят при переходе в то или иное состояние. Также диаграмма состояний показывает оператору текущее состояние системы и условия, которые необходимо выполнить, чтобы перевести ее в другое состояние.



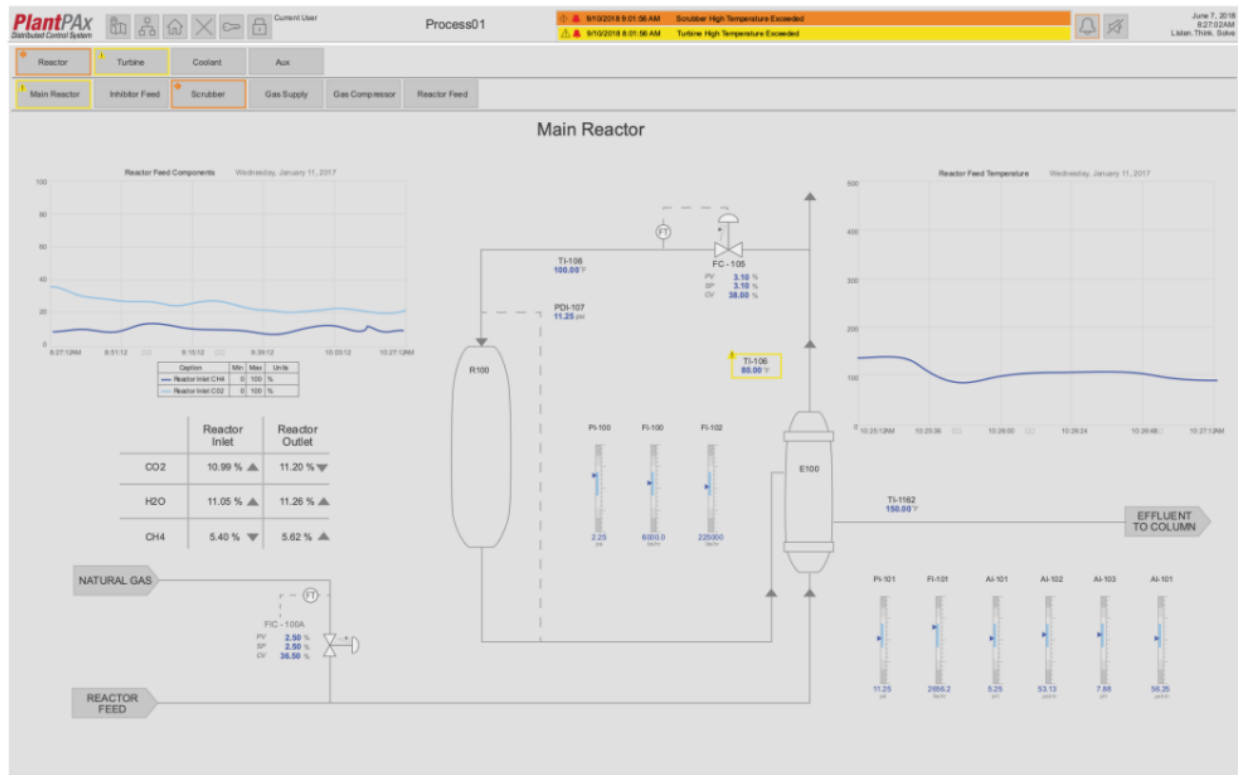
## 8.13.2. Логические схемы

Логические схемы позволяют оператору понять, как связаны между собой параметры системы. Они включают в себя текущие значения параметров (в т.ч. параметров конфигурации) и связи между ними.



### 8.13.3. Упрощенные функциональные схемы

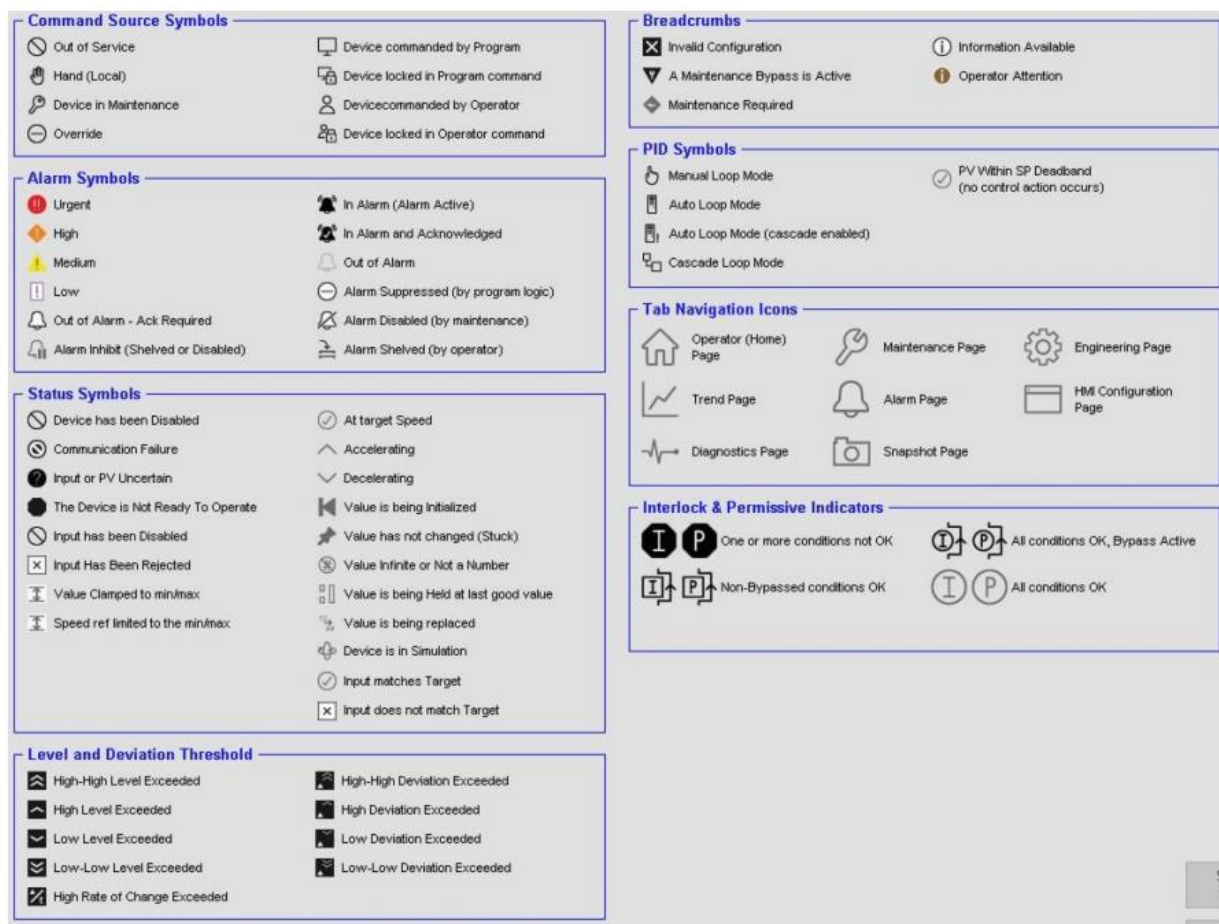
Упрощенные функциональные схемы полезны при поиске и устранении неисправностей или управлении оборудованием в ручном режиме. Они предназначены не для того, чтобы предоставить подробное описание всего процесса – а только той его части, которая важна для пользователя. На рисунке ниже приведена упрощенная функциональная схема, на которую можно перейти с экрана уровня 2. С этой схемы можно открыть фейсплейты для конкретного оборудования.



Пример упрощенной функциональной схемы на экране уровня 3

## 8.14. Пиктограммы

Библиотека технологических объектов содержит следующие пиктограммы:



### 8.14.1. Размеры пиктограмм

Рекомендуемый размер пиктограммы кнопки – 32x32 пикселя.

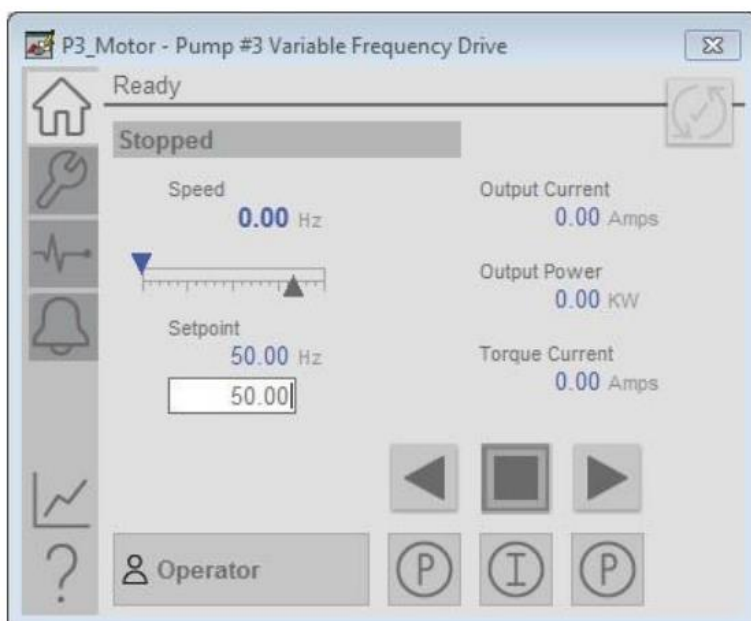
Рекомендуемый размер информационной пиктограммы – 16x16 пикселей.

### 8.14.2. Цвета пиктограмм

Для пиктограмм должна использоваться стандартная цветовая схема. Для пиктограмм тревог должны использовать цвета тревог (например, желтый и красный). Для всех остальных пиктограмм (не связанных с тревогами) не должны использоваться яркие цвета.

### 8.15. Элементы управления

Важно понимать цели и задачи пользователей, чтобы предоставить им только необходимые элементы управления. На экране не должно быть ненужных оператору элементов управления.



*Пример элементов управления, размещенных на фейсплейте*

Обеспечьте единообразие элементов управления:

- для ввода данных одного и того же типа должны использоваться одни и те же элементы ввода;
- используйте согласованные названия для элементов управления;
- размещайте элементы управления в одних и тех же областях экранов;
- размещайте элементы управления интерфейсом (кнопки навигации, полосы прокрутки экранов) в одних и тех же областях экранов, чтобы пользователи могли без труда найти их на любом экране;
- избавьте пользователя от необходимости запоминания специальных кодов и последовательностей нажатий на элементы, а также выполнения в уме каких-то преобразований при вводе данных (например, их линейного масштабирования);
- избавьте пользователя от выполнения лишних операций и максимально автоматизируйте процесс управления. С другой стороны, будьте осторожны, удаляя с экрана какие-либо элементы – это может привести к потере информации, которая могла быть нужна пользователям;
- убедитесь, что процесс ввода команд является логичным для пользователей;
- придерживайтесь одного способа ввода, чтобы упростить взаимодействие пользователей с HMI;
- поля ввода и элементы управления должны отличаться от элементов отображения данных и статических текстов, чтобы пользователям не приходилось искать их;
- подставляйте значения по умолчанию в тех ситуациях, где это оправданно;
- не требуйте от пользователя ввода единиц измерения при задании значения параметра.

Сведите к минимуму вероятность ошибки при управлении:

- разрешите отредактировать введенное значение перед его применением (то есть ввод данных и их применение должны быть разными операциями);
- важные действия, имеющие серьезные последствия, должны сопровождаться диалоговым окном об их подтверждении, чтобы исключить возможность случайного выполнения;
- некоторые операции должны требовать разрешения или подтверждения от других пользователей или на основании заложенной логики (например, операция может быть выполнена только тогда, если система находится в определенном состоянии).

В процессе управления важную роль играет обратная связь от HMI. Пользователи должны понимать, что их команда воспринята системой и выполняется. Когда выполнение будет завершено – пользователи должны получить информацию о завершении выполнения команды в понятной им форме. Если операция выполняется длительное время, то пользователь должен быть как-то проинформирован об этом – чтобы он не считал, что система зависла и не пробовал повторно вводить команду.

Частота обновления информации не должна быть чрезмерной, поскольку это будет отвлекать пользователей и тратить лишние аппаратные ресурсы. Проведите опрос пользователей, чтобы понять, какая частота обновления информации им требуется.

Элементы управления, которые могут быть заблокированы, должны иметь четкие визуальные признаки своей активности и неактивности (например, некоторые элементы управления могут быть неактивны в определенных состояниях системы или нештатных ситуациях).

Следует избегать использования двухпозиционных переключателей. Например, для запуска и остановки оборудования должны использоваться две отдельные кнопки «Старт» и «Стоп». Это позволяет избежать ложного срабатывания при случайном двойном нажатии на элемент.

Рекомендации общего характера:

- изменение формы курсора при наведении на элемент должно свидетельствовать о том, что данный элемент доступен для нажатия;
- элемент управления должен иметь визуальные признаки активности/неактивности (т.е. доступен ли он для нажатия или заблокирован по соображениям безопасности или другим причинам);
- средства управления должны позволять использование электронных подписей, а также ведение журнала действий оператора.

### 8.15.1. Размеры элементов ввода

Способ взаимодействия пользователя с HMI (мышь, клавиатура, сенсорный экран) должен влиять на размеры зон нажатия и расстояния между объектами. Для сенсорного экрана требуются большие размеры зон нажатия и расстояния между объектами, чем при управлении с помощью мыши и клавиатуры. Большинство элементов из Библиотеки технологических объектов разработаны с учетом возможности использования их на сенсорных экранах и соответствуют следующим рекомендациям:

- для кнопок управления размер зоны нажатия должен составлять не менее 40x40 пикселей. В зависимости от размеров кнопки он может быть и больше;
- для кнопок навигации размер зоны нажатия должен составлять не менее 35x35 пикселей (для кнопок вызова справки и кнопок управления трендом – не менее 32x32 пикселей);
- для кнопок переключения страниц (кнопка пагинации) размер зоны нажатия должен составлять 36x26 пикселей;
- для полей ввода – высота зоны нажатия должна составлять 20 пикселей, ширина – зависит от ширины элемента;
- для чекбоксов и радиокнопок размер зоны нажатия должен составлять не менее 20x20 пикселей в случае использования мыши и не менее 30x30 пикселей – в случае использования сенсорного экрана (размер текста подписей элементов в данном случае не влияет на размеры зоны нажатия);
- для элементов управления с подписями – зона нажатия должна охватывать подпись;
- для переключателей – высота зоны нажатия должна составлять 28 пикселей, ширина зависит от ширины подписи элемента;
- для пиктограмм оборудования – минимальный размер зоны нажатия составляет 30x30 пикселей (и это скорее исключение), обычный – 40x40 или больше;
- расстояние между кнопками управления должно составлять 10 пикселей;
- расстояние между кнопками навигации должно составлять 2 пикселя.



### 8.15.2. Кнопки управления

Изменение логических (bool) переменных, которые влияют на состояние объекта управления или режим его работы, должно производиться с помощью кнопок управления. Если у объекта два или более возможных состояния/режима работы (например, «Запущен»/«Остановлен»), то для каждого из них должна быть создана отдельная кнопка – это позволит избежать ложного срабатывания при случайном двойном нажатии на одну из кнопок.



*Примеры кнопок управления в различных состояниях (активна и нажата, неактивна и нажата, неактивна и не нажата) – под активностью в данном случае подразумевается доступность для нажатия (например, кнопка может быть неактивна в результате действия блокировки из-за аварии)*



*Дополнительные примеры кнопок управления в различных состояниях (активна и нажата, неактивна и нажата, неактивна и не нажата)*

Рекомендации по настройке кнопок управления:

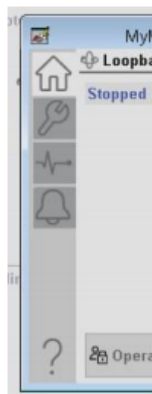
- минимальный размер зоны нажатия должен быть не меньше подушечки пальца, чтобы оператор не мог промахнуться мимо кнопки при использовании сенсорного экрана;
- размер зоны нажатия может быть больше размеров самой кнопки, но расстояние между кнопками должно быть выбрано с учетом границ зон;
- внешний вид кнопок управления должен отличаться от кнопок навигации, чтобы пользователи не могли их перепутать;
- внешний вид кнопок управления должен отличаться для нажатого и ненажатого состояния;
- текст/пиктограмма кнопки должны описывать выполняемую команду, а не характеризовать текущее состояние и должны быть выровнены по центру кнопки. Если текст/пиктограмма является [перечислением](#) – то их выравнивание происходит по соответствующим правилам для перечислений;
- кнопки управления рецептами («Создать», «Сохранить», «Применить» и т.д.) относятся к кнопкам управления и должны быть настроены по тем же правилам.

### 8.15.3. Кнопки навигации

Кнопки навигации используются для перехода на другие экраны и открытия фейсплейтов, а также для переходов внутри фейсплейтов.



*Кнопки навигации на экране уровня 1*



*Кнопки навигации на фейсплейте*

Рекомендации по настройке кнопок навигации:

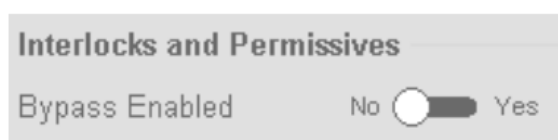
- минимальный размер зоны нажатия должен быть не меньше подушечки пальца, чтобы оператор не мог промахнуться мимо кнопки при использовании сенсорного экрана;
- размер зоны нажатия может быть больше размеров самой кнопки, но расстояние между кнопками должно быть выбрано с учетом границ зон;
- кнопки не должны быть размещены вплотную друг к другу, чтобы пользователь не мог случайно нажать не ту кнопку, которую хотел;
- внешний вид кнопок навигации должен отличаться от кнопок управления, чтобы пользователи не могли их перепутать;
- кнопки навигации на фейсплейтах должны быть представлены в виде панели вкладок;
- кнопки навигации для дополнительных экранов должны представлять собой пиктограммы;
- кнопки навигации по вкладкам и страницам должны позволять пользователю понять, на какой вкладке/странице он находится на данный момент с помощью изменения внешнего вида соответствующей кнопки;
- текст на кнопке должен описывать экран, на который будет осуществлен переход;
- текст/пиктограмма кнопки должны быть выровнены по центру кнопки. Если текст/пиктограмма является [перечислением](#) – то их выравнивание происходит по соответствующим правилам для перечислений.

#### 8.15.4. Кнопки авторизации

Кнопки авторизации (логина и выхода из системы) должны соответствовать рекомендациям для [кнопок навигации](#).

#### 8.15.5. Переключатели

Переключатели используются для работы с логическими (bool) переменными и позволяют, например, включать/отключать оборудование.



*Пример использования переключателя*

Рекомендации по настройке переключателей:

- минимальный размер зоны нажатия должен быть не меньше подушечки пальца, чтобы оператор не мог промахнуться мимо переключателя при использовании сенсорного экрана;
- размер зоны нажатия может быть больше размеров самого элемента, но расстояние между элементами должно быть выбрано с учетом границ зон. Исключением является HMI, который, вероятно, будет использоваться в офисных условиях, где средствами ввода будут клавиатура и мышь – в этом случае зона нажатия может быть меньше;
- переключатели должны иметь подпись, если смысл выполняемой операции без нее непонятен;
- подписи могут отображаться слева, справа или над переключателем;
- положения переключателя должны визуально различаться (внешним видом элемента и его цветом);
- положения переключателя должны также отображаться текстом (например, «Включено»/ «Выключено»).

Более подробная информация о цвете элементов приведена в [п. 8.1](#), а размере текстов – в [п. 8.9](#).

### 8.15.6. Чекбоксы

Чекбоксы используются для управления значениями конфигурационных логических переменных. Каждый чекбокс соответствует одной переменной, которая имеет состояния «Включено»/«Выключено».

«Галочка» чекбокса должна соответствовать включенному состоянию. Например, если чекбокс из группы настроек шагового двигателя имеет подпись «Обратная связь», то включенное состояние чекбокса соответствует наличию обратной связи, а отключенное – ее отсутствию. Если логическая переменная имеет инвертированную логику (FALSE – обратная связь включена, TRUE – отключена), то не стоит менять подпись на «Отключение обратной связи». Лучше изменить настройки чекбокса таким образом, чтобы значению FALSE соответствовало включенное состояние элемента.



*Примеры чекбоксов во включенном, выключенном и промежуточном (см. ниже) состоянии*

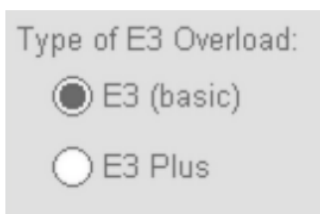
Рекомендации по настройке чекбоксов:

- минимальный размер зоны нажатия должен быть не меньше подушечки пальца, чтобы оператор не мог промахнуться мимо чекбокса при использовании сенсорного экрана;
- размер зоны нажатия может быть больше размеров самой кнопки, но расстояние между кнопками должно быть выбрано с учетом границ зон. Исключением является HMI, который, вероятно, будет использоваться в офисных условиях, где средствами ввода будут клавиатура и мышь – в этом случае зона нажатия может быть меньше;
- чекбоксы должны иметь подпись, если их назначение без нее непонятно;
- подписи чекбоксов должны отображаться справа от элементов и быть выровнены по левому краю;
- если чекбокс имеет индивидуальную подпись, то зона нажатия должна ее охватывать;
- чекбоксы и радиокнопки должны быть одного размера;
- используйте «галочку», что показать включенное состояние элемента. Возможны и другие варианты – например, «крестик»;
- если у чекбокса есть дочерние чекбоксы (например – чекбокс используется для активации группы параметров, но также можно настроить каждый параметр индивидуально) – то для него должно быть предусмотрено неопределенное состояние (когда среди дочерних элементов есть как включенные, так и отключенные).

Более подробная информация о цвете элементов приведена в [п. 8.1](#), а размере текстов – в [п. 8.9](#).

### 8.15.7. Радиокнопки

Если параметр конфигурации имеет два или более возможных состояния (например, является перечислением), то для работы с ним должны использоваться радиокнопки. В случае логических переменных радиокнопки должны использоваться тогда, когда важно показать пользователю название каждого состояния (например, для выбора режима работы) – в этом случае чекбокс будет неинформативен.



*Пример радиокнопок*

Рекомендации по настройке радиокнопок:

- минимальный размер зоны нажатия должен быть не меньше подушечки пальца, чтобы оператор не мог промахнуться мимо радиокнопки при использовании сенсорного экрана;
- размер зоны нажатия может быть больше размеров самой кнопки, но расстояние между кнопками должно быть выбрано с учетом границ зон. Исключением является HMI, который, вероятно, будет использоваться в офисных условиях, где средствами ввода будут клавиатура и мышь – в этом случае зона нажатия может быть меньше;
- используйте радиокнопки, когда переменная имеет не более 8 возможных состояний;
- радиокнопки должны иметь подписи, если их назначение без них непонятно;
- подписи радиокнопок должны отображаться справа от элементов и быть выровнены по левому краю;
- если радиокнопка имеет индивидуальную подпись, то зона нажатия должна ее охватывать;
- чекбоксы и радиокнопки должны быть одного размера;
- радиокнопки, связанные с одной переменной, должны быть визуально выделены в группу на экране HMI;
- набор радиокнопок в пределах группы не должен меняться в процессе работы проекта. Единственное исключение – если набор возможных состояний зависит, например, от режима работы оборудования;
- в пределах группы радиокнопок можно размещать их зоны нажатия вплотную друг к другу.

Более подробная информация о цвете элементов приведена в [п. 8.1](#), а размере текстов – в [п. 8.9](#).



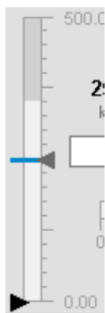
- число отображаемых знаков после точки должно соответствовать точности измерения параметра, требуемой точности отображения и диапазону параметра;
- целочисленные значения не должны содержать десятичную точку;
- элемент должен обрабатывать и информировать оператора о переполнении, потере точности и специфических ситуациях для данных с плавающей точкой (например, [NaN](#)).

Более подробная информация о цвете элементов приведена в [п. 8.1](#), а размере текстов – в [п. 8.9](#).

### **Слайдеры**

Слайдеры позволяют изменять значения переменных с помощью касаний. Существует два типа слайдеров:

- с мгновенным изменением значения после смещения ползунка;
- с изменением после отпускания элемента и/или подтверждением ввода.



*Пример слайдера, совмещенного с аналоговым дисплеем*

Рекомендации по настройке слайдеров:

- слайдеры должны использоваться как дополнительный инструмент ввода – они должны использовать совместно с элементами цифрового ввода, а не вместо них;
- слайдер должен показывать текущее положение ползунка и пределы его перемещения;
- минимальный размер зоны нажатия должен быть не меньше подушечки пальца, чтобы оператор не мог промахнуться мимо ползунка при использовании сенсорного экрана;
- расстояние между слайдерами должно быть выбрано с учетом границ зон. Исключением является HMI, который, вероятно, будет использоваться в офисных условиях, где средствами ввода будут клавиатура и мышь – в этом случае зона нажатия может быть меньше;
- слайдер должен визуально отличаться от аналогового дисплея;
- слайдер может иметь деления, но эти деления должны иметь подписи.

Более подробная информация о цвете элементов приведена в [п. 8.1](#), а размере текстов – в [п. 8.9](#).

### ***Диммируемые кнопки***

Диммируемые кнопки позволяют увеличивать или уменьшать значение переменной с определенной частотой во время зажатия кнопки. Также можно использовать кнопки, которые при каждом нажатии увеличивают или уменьшают значение переменной на заданную величину.

Рекомендации по настройке диммируемых кнопок:

- минимальный размер зоны нажатия должен быть не меньше подушечки пальца, чтобы оператор не мог промахнуться мимо кнопки при использовании сенсорного экрана;
- размер зоны нажатия может быть больше размеров самой кнопки, но зоны соседних кнопок не должны размещаться вплотную друг к другу, чтобы исключить возможность случайного нажатия на соседнюю кнопку;
- подпись кнопки должна описывать выполняемое ей действие;
- кнопки могут иметь нижний/верхний предел для изменяемой переменной.

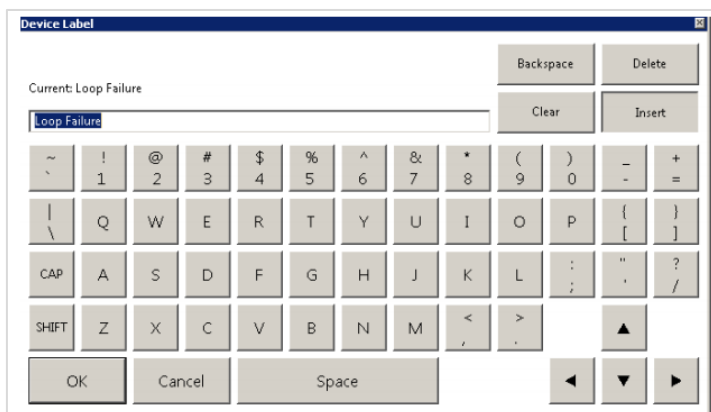
Более подробная информация о цвете элементов приведена в [п. 8.1](#), а размере текстов – в [п. 8.9](#).

### ***Текстовый ввод***

Элементы текстового ввода должны иметь подписи и проверки вводимых строк.



### ***Пример текстового ввода***



### ***Пример всплывающей клавиатуры***

Рекомендации по настройке элементов текстового ввода:

- размер элемента должен соответствовать уровню и размеру экрана;
- элемент должен иметь некий контекст. Его можно создать, разместив элемент рядом с другим статическим элементом (например, изображением оборудования) или подписью;
- если для элемента используется подпись, то она должна быть размещена слева от элемента или над ним.

Более подробная информация о цвете элементов приведена в [п. 8.1](#).



## 8.16. Фейсплейты и всплывающие окна

В этом разделе содержатся рекомендации по настройке фейсплейтов и всплывающих окон.

### 8.16.1. Размеры и ориентация

Размер фейсплейта должен быть равен сумме размеров элементов, размещенных на нем, с учетом расстояния между ними и дополнительного расстояния между элементами и границами фейсплейта. Это позволяет использовать всю рабочую область фейсплейта и упростить восприятие оператором размещенной на нем информации. Например, если размеры элементов составляют 40x40 пикселей, а расстояние между ними – 10 пикселей, то размеры фейсплейта рассчитываются по формуле:

$$\text{Размеры фейсплейта} = (\text{число элементов} \cdot (40 + 10)) + 10$$

Ориентация фейсплейта зависит от того, где он используется. Для HMI, разрабатываемых для дисплеев с низким разрешением (например, 800x600) фейсплейты должны иметь горизонтальную ориентацию для эффективного использования пространства экрана.

Окна для подтверждения команд, которые обычно состоят из нескольких строк текста и пары кнопок, также должны иметь горизонтальную ориентацию.

### 8.16.2. Структура фейсплейтов

Фейсплейты должны разрабатываться с учетом потребностей пользователей. Например, фейсплейт может использоваться оператором для управления установкой или сервисным инженером в процессе обслуживания оборудования. Все пользователи должны получать нужную им информацию без визуального беспорядка на экране. Фейсплейты из Библиотеки технологических объектов представляют собой набор вкладок, которые предназначены для разных пользователей HMI. Ниже приведено несколько примеров таких вкладок (их может быть больше):

- *Основная вкладка.* На эту вкладку пользователи попадают при открытии фейсплейта. Она содержит информацию и элементы управления, которые нужны оператору для выполнения своих повседневных обязанностей. На панели вкладок кнопка этой вкладки должна быть самой левой (при горизонтальной ориентации) или верхней (при вертикальной ориентации);
- *Сервисное обслуживание.* Эта вкладка содержит информацию и элементы управления, которые нужны сервисному инженеру при обслуживании и поиске неисправностей оборудования;
- *Конфигурирование.* Эта вкладка нужна разработчику или инженеру-наладчику на этапе отладки системы. После того, как система запущена в эксплуатацию, содержимое данной вкладки должно быть недоступно для обычных пользователей;
- *Диагностика.* Эта вкладка позволяет оператору определить состояние оборудования и возможные причины его неисправности;

- *Тренды.* Тренды фейсплейтов не заменяют собой тренды на основных экранах проекта; они используются для поиска неисправностей и оценки состояния конкретных параметров оборудования;
- *Тревоги.* Эта вкладка содержит все тревоги по данному оборудованию с указанием их статуса, а также возможностью квитирования и сброса. На панели вкладок кнопка этой вкладки должна быть самой правой (при горизонтальной ориентации) или нижней (при вертикальной ориентации), чтобы пользователи легко могли ее найти;
- *Неисправности.* Эта вкладка содержит список неисправностей и предупреждений, связанных с работой оборудования. Она используется в фейсплейтах группы «Automation Device Object».

При горизонтальной ориентации панель вкладок размещается в левой части фейсплейта, при вертикальной – в верхней.

### 8.17. Настройки безопасности

Рекомендации:

- если элементы управления недоступны пользователю из-за соображений безопасности – то они должны иметь соответствующие визуальные отличия (например, пиктограммы). Можно использовать те же визуальные отличия, которые используются в других случаях недоступности элемента (например, при проведении ремонта оборудования);
- доступ к элементам может зависеть от должности/квалификации пользователя или расположения HMI.

Ниже приведен список операций, выполнение которых может быть ограничено из-за соображений безопасности:

- квитирование/сброс тревог;
- настройка тревог;
- отключение тревог;
- временное квитирование тревог (до следующего напоминания);
- управление без обратной связи;
- управление с игнорированием блокировок;
- вывод оборудования в ремонт и возвращение его в работу;
- отключение возможности управления оборудованием;
- изменение настроек безопасности;
- изменение настроек оборудования;
- изменение настроек диагностики;
- изменение задержек срабатывания тревог;
- изменение конфигурации HMI;
- изменение допустимого диапазона параметров и зон нечувствительности;
- изменение настроек таймеров;
- изменение настроек регуляторов и других параметров;
- перевод системы в режим симуляции;

- ввод уставок и других параметров;
- управление оборудованием;
- ручной ввод значений входных сигналов системы;
- ручное управление выходами системы;
- обработка исключений в процессе производства продукции (переход на другой шаг, изменение параметров шага, изменение порядка шагов и т.д.)
- ручное изменение уставок и других параметров в рецептах;
- запуск и остановка процесса производства продукции;
- ручное управление оборудованием и производством;
- обработка исключений (возобновление операции, перевод системы в ручной, автоматический или полуавтоматический режим, остановка процесса производства и т.д.);
- принудительное переключение системы в другое состояние;
- ручное управление процессом производства (остановка, отмена, сброс);
- сброс счетчиков наработки;
- закрытие всплывающих окон с напоминаниями;
- доступ ко всем вкладкам фейсплейта.

Следует помнить, что существует три способа разграничения прав пользователей – по должности, квалификации и расположению HMI.

#### **8.17.1. Разграничение прав на основе должностей**

Должность может влиять на функционал HMI, доступный пользователю. Например, у оператора, инженера-наладчика и сервисного инженера будет разный уровень доступа. Набор должностей может зависеть от конкретного предприятия. Если пользователю недоступны для использования некоторые элементы управления – то они должны визуально выделяться, например, отображаться «неактивными». Такой неактивный элемент должен отображаться серым цветом и иметь более светлый оттенок по сравнению с аналогичным активным элементом.

#### **8.17.2. Разграничение прав на основе квалификации**

На больших предприятиях оператор может иметь права на управление только своей производственной линией, в особенностях которой он разбирается – но не другими линиями.

#### **8.17.3. Разграничение прав на основе расположения HMI**

На больших предприятиях с множеством HMI функционал пользователя может быть ограничен в зависимости от используемого АРМ или панели оператора – например, для того чтобы можно было управлять только тем оборудованием, которое находится в прямой зоне видимости оператора.

### **8.18. Справка**

В идеальном случае для использования HMI пользователям необязательно читать какую-либо справочную информацию. Тем не менее, в некоторых случаях такая информация может оказаться полезной. Эта информация должна быть легко доступна, написана понятным языком и касаться задач, непосредственно выполняемых пользователем. Например, справка может содержать описание пиктограмм, используемых в интерфейсе HMI.

Справка может быть создана в среде разработки HMI в виде отдельных экранов со статическим текстом и изображениями, или представлять собой внешние файлы – например, .pdf-документы.

### **8.19. Версионность**

У каждого экрана должна быть своя версия (изменяющаяся при внесении изменений в проект HMI, касающихся данного экрана), которая отображается в процессе работы. Это упрощает отладку и устранение ошибок. Версия должна включать идентификатор, который позволит найти соответствующий экран в проекте HMI при его открытии в среде разработки. Также полезно будет добавить краткое описание экрана и вести историю его изменений.

### **8.20. Локализация**

Один и тот же проект HMI может применяться в разных странах, где используются разные языки. Пользователи должны иметь возможность переключить язык, и это должно отразиться на всех статических и динамических текстах проекта. При создании проекта следует учитывать, что надписи на других языках могут быть длиннее по сравнению с английским – поэтому рекомендуется сразу предусмотреть запас свободного места для размещаемых на экране текстов.

Рекомендуется использовать универсальные пиктограммы, которые широко используются в конкретной отрасли и будут понятны представителю любой страны.

### **8.21. Соглашение о наименованиях**

Хотя большая часть рекомендаций этого документа касается внешнего вида HMI – его внутренняя структура также важна, поскольку она упрощает проектирование, разработку и отладку проекта.

Как и в случае переменных и тэгов в программе ПЛК – имена элементов визуализации тоже должны быть логичными и имеющими смысл. Эти имена могут включать в себя названия файлов элементов, библиотек и т.д. – структура имен зависит от конкретной платформы.

Согласованные имена элементов позволяют разработчику понять, зачем используется данный элемент. Например, имя «Rectangle1» ничего не говорит об элементе, а вот «NumericInputEnabledBackground» дает уже гораздо больше информации.

Согласованные имена элементов также упрощают их поиск и сортировку в редакторе HMI.

Информация о требованиях к подписям, размещаемых на экранах HMI, приведена в п. [8.11.5](#).

## 9. Тревоги

Сигналы тревоги должны привлекать внимание оператора, так как они являются признаком нештатной ситуации в системе управления и требуют незамедлительной реакции. Стандарт ANSI/ISA 18.2 определяет тревогу как «звуковой и/или визуальный сигнал, оповещающий о неисправности оборудования, отклонении в техпроцессе или другой нештатной ситуации, требующей вмешательства оператора».

Наиболее важные активные тревоги отображаются с помощью баннера тревог. Посмотреть все тревоги с возможностью фильтрации можно в таблице тревог. Также пиктограммы тревог должны отображаться рядом с элементами, с которыми связаны условия тревог. Для отображения аварийного состояния следует использовать не только изменение цвета, но и формы элементов.

Несквитированные сигналы тревог должны мигать.

Важно разработать систему приоритетов для сигналов тревог, чтобы оператор мог сразу выделить наиболее важные активные тревоги. См. следующие стандарты и документы по теме настройки тревог:

- ANSI/ISA-18.2-2016 'Management of Alarm Systems for the Process Industries' and associated Technical Reports;
- PROCES-WP013B-EN-P 'Management of Alarm Systems Whitepaper — Monitoring and Assessment';
- PROCES-WP014B-EN-P 'Management of Alarm Systems Whitepaper — Performance Benchmarking and Philosophy';
- PROCES-WP015B-EN-P 'Management of Alarm Systems Whitepaper— Alarm Rationalization and Implementation';
- ASM's 'Effective Alarm Management Practices';
- The Alarm Management Handbook, by Hollifield and Habibi.

## 9.1. Настройка таблицы тревог

Таблица тревог позволяет просматривать все текущие тревоги и события, связанные с открытым в данный момент экраном. Пользователи могут квитировать, отключать, откладывать и включать заново напоминания о тревогах.

При переходе на другой экран таблица тревог автоматически обновляется для отображения тех тревог, которые связаны с этим экраном.

Шаблон HMI из PlantPAx включает в себя таблицу тревог.



!	🔔	Event Time	Alarm Name	Message
⚠️	🔔	6/5/2018 4:33:54 PM	TT01001_Alm_Lo	Temperature TT03001 Low Alarm; Val= 0.0;
⚠️	🔔	6/5/2018 4:33:54 PM	TT02001_Alm_LoLo	Temperature TT02001 Low-Low Alarm; Val= 0.0;
⚠️	🔔	6/5/2018 4:33:54 PM	TT03001_Alm_Lo	Temperature TT03001 Low Alarm; Val= 0.0;

Помимо таблицы тревог, шаблон включает в себя историю тревог, список отложенных тревог и панель управления тревогами. Доступ к ним осуществляется с помощью панели кнопок, размещенной в нижней части экрана.



- история тревог представляет собой список тревог, случившихся на объекте за все время (или определенный период) его работы;
- список отложенных тревог позволяет увидеть все тревоги, отложенные оператором (то есть напоминания о них временно отключены), и снова сделать их обрабатываемыми;
- панель управления тревогами содержит все тревоги, настроенные в проекте, с возможностью отключения/включения их обработки, перемещения в отложенные и просмотра комментариев оператора.

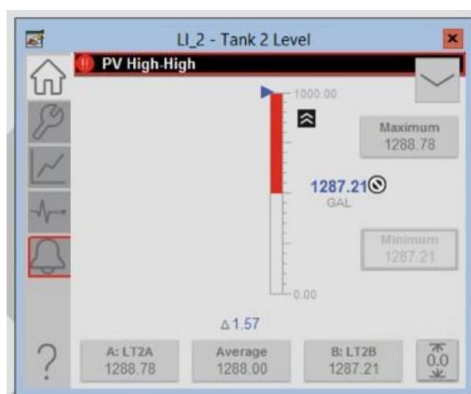
## 9.2. Отображение тревог

Каждый класс тревог должен иметь свой цвет, графическое отображение в пределах элемента (например, элемент может быть перечеркнут красным крестом) и пиктограмму, которые должны согласованно использоваться во всем проекте HMI. Помимо пиктограмм для индикации тревог могут использоваться дополнительные визуальные средства – например, рамки.



Цвет рамки должен соответствовать цвету данного класса тревог, а пиктограмма тревоги должна отображаться в верхнем левом углу рамки. Если тревога еще не квитирована, то рамка должна мигать. После квитирования тревоги рамка должна отображаться до тех пор, пока не перестанет выполняться условие тревоги.

Ниже приведен пример фейсплейта с тревогами.



В верхней части фейсплейта отображается баннер тревог. Если несколько тревог являются активными одновременно, то рядом с баннером отображается стрелка, позволяющая раскрыть список этих тревог. Тревога с наивысшим приоритетом должны отображаться в верхних строчках списка. Рамка вокруг баннера имеет цвет, соответствующий цвету отображаемой тревоги. Пока тревога является активной – рамка мигает. При квитировании тревоги рамка перестает мигать. Для баннера тревог используется черный цвет фона и белый цвет текста. Эти цвета применяются не только для тревог, но и для любых сообщений, связанных с нештатной работой объекта управления. Фон и текст баннера тревог не мигают, чтобы не мешать оператору; для привлечения внимания оператора используется цвет и мигание рамки.

Кнопка перехода к тревогам фейсплейта на рисунке также имеет рамку. Ее цвет соответствует цвету, который задан текущей активной тревоге с наивысшим приоритетом (в данном случае – красный).

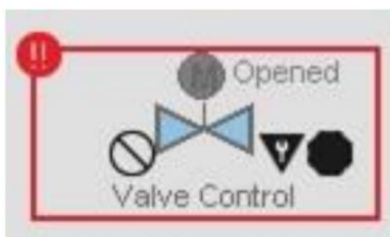
### 9.3. Элементы отображения тревог

Сигналы тревог должны отображаться там, где они создают дополнительный информационный контекст и привлекают внимание пользователя. Такими местами являются:

- элементы визуализации (например, аналоговый дисплей);
- элементы фейсплейтов;
- вкладка *Тревоги* фейсплейтов;
- баннер тревог, который должен присутствовать на каждом экране;
- таблица тревог;
- кнопки навигации.

#### 9.3.1. Элементы визуализации

Элементы визуализации могут отображать состояние тревоги с помощью пиктограммы и рамки соответствующего цвета.

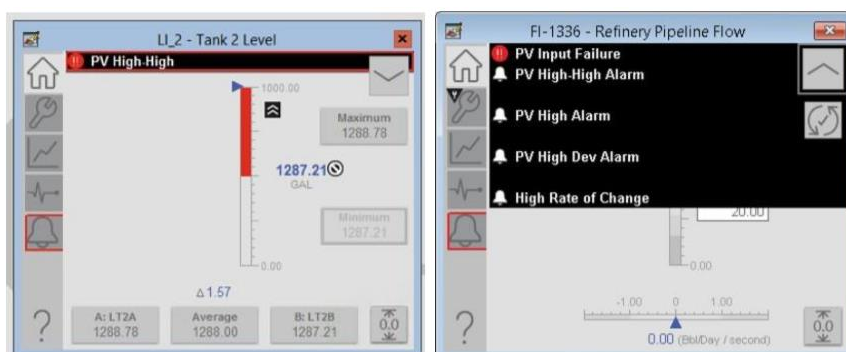


Пока тревога является активной – рамка мигает. При квитировании тревоги рамка перестает мигать. Такая индикация тревог допустима для всех элементов визуализации.



### 9.3.2. Элементы фейсплейтов

Индикация тревог в фейсплейтах осуществляется с помощью баннера тревог, размещенного в верхней части фейсплейта.

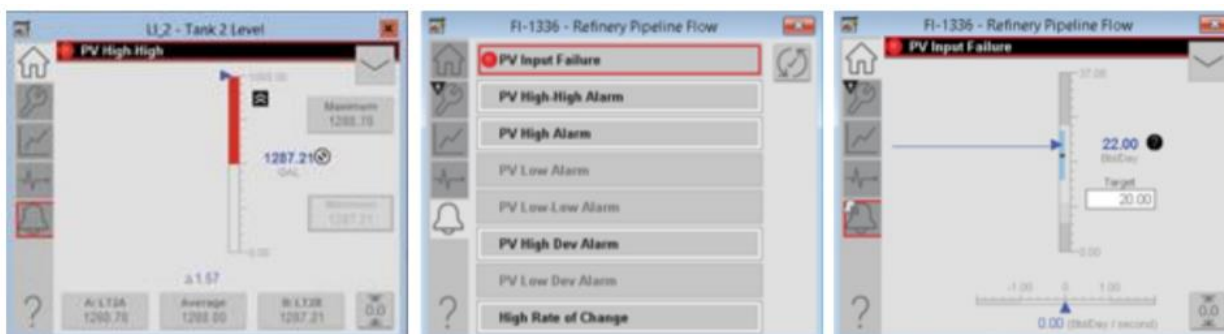


Поэтому использование пиктограмм и контуров вокруг элементов визуализации является обязательным. Если несколько тревог являются активными одновременно, то рядом с баннером отображается стрелка, позволяющая раскрыть список этих тревог. Также баннер позволяет сквитировать активные тревоги.

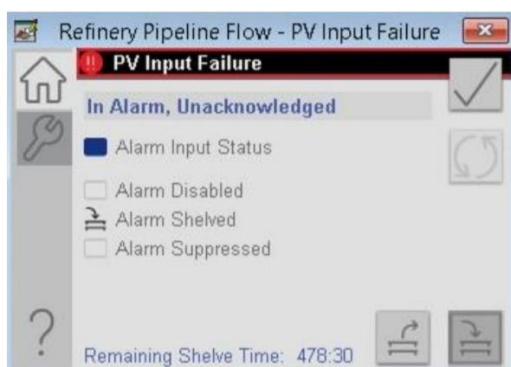
### 9.3.3. Фейсплейты – вкладка Тревоги

На баннере тревог фейсплейта отображаются тревоги с наивысшими приоритетами. На приведенном ниже скриншоте такая тревога выделена красной рамкой. Также на этой вкладке отображаются настройки тревоги – например, если в данный момент она отложена.

На вкладке *Тревоги* отображается список всех возможных тревог фейсплейта. Рядом с активными тревогами отображаются пиктограммы и рамки соответствующего цвета. Пока тревога является активной – рамка мигает. При квитировании тревоги рамка перестает мигать.



При нажатии на конкретную тревогу открывается окно с дополнительной информацией о тревоге и ее настройках.



### 9.3.4. Баннер тревог

Баннер тревог отображается на всех экранах проекта, что позволяет пользователям получать информацию о наиболее важных тревогах независимо от открытого в данный момент экрана.

В шаблоне для АРМ с одним монитором в баннере тревог отображается последняя случившаяся тревога. В шаблоне для АРМ с четырьмя мониторами баннер тревог отсутствует, так как один из мониторов используется для отображения информации о тревогах.

		8/21/2018 9:01:56 AM	Flow Indicator PV High Alarm
		8/21/2018 9:08:34 AM	Refinery Flow PV High-High Alarm

### 9.3.5. Таблица тревог

Таблица тревог позволяет просматривать все текущие тревоги и события, связанные с открытым в данный момент экраном. Пользователи могут квитировать, отключать, откладывать и включать заново напоминания о тревогах.

!	Bell	Event Time	Alarm Name	Message
		6/5/2018 4:33:54 PM	TT01001_Alm_Lo	Temperature TT03001 Low Alarm; Val= 0.0;
		6/5/2018 4:33:54 PM	TT02001_Alm_LoLo	Temperature TT02001 Low-Low Alarm; Val= 0.0;
		6/5/2018 4:33:54 PM	TT03001_Alm_Lo	Temperature TT03001 Low Alarm; Val= 0.0;

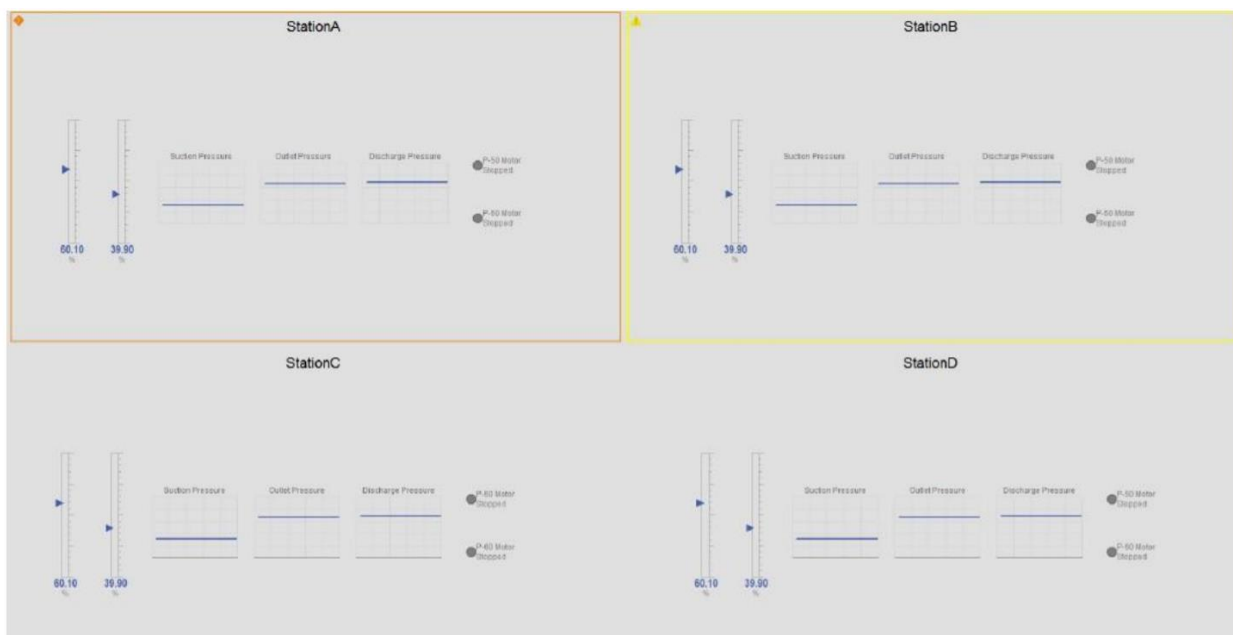
Помимо таблицы тревог, шаблон PlantPAx включает в себя историю тревог, список отложенных тревог и панель управления тревогами. Доступ к ним осуществляется с помощью панели кнопок, размещенных в нижней части экрана. В шаблоне для АРМ с одним монитором переход к таблице тревог осуществляется с помощью кнопки на панели заголовка. В шаблоне для АРМ с четырьмя мониторами один из мониторов выделен под отображение тревог.

### 9.3.6. Кнопки навигации

Индикация тревог на кнопках навигации помогает оператору быстрее получить подробную информацию о тревоге и причинах ее возникновения.

#### Экраны уровня 1

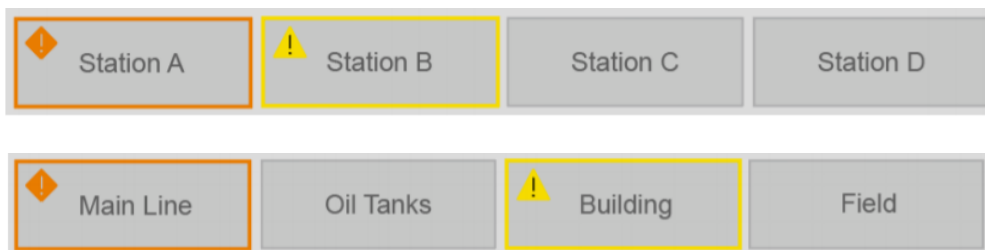
На экране уровня 1 индикация тревог происходит с помощью выделения рамкой группы элементов, связанных с причинами возникновения тревоги. Пока тревога является активной и не сквитированной – рамка мигает. При квитировании тревоги рамка перестает мигать, но продолжает отображаться. При этом для получения информации о тревоге может потребоваться перейти на экран уровня 2. Также рядом с рамкой отображается пиктограмма тревоги.



Индикация тревог на экране уровня 1

#### Экраны уровня 2 и 3

На кнопках перехода к экранам уровня 2 и 3 индикация тревог также осуществляется с помощью пиктограммы и контура. Пока тревога является активной и не сквитированной – рамка мигает. При квитировании тревоги рамка перестает мигать, но продолжает отображаться. Если на экране одновременно активны несколько тревог – то пиктограмма и цвет рамки должны соответствовать тревоге с наивысшим приоритетом.



Примеры индикации тревог на кнопках навигации

### **Кнопка перехода к таблице тревог**

В шаблоне для АРМ с одним монитором на панели заголовка есть кнопка перехода к таблице тревог. На этой кнопке отображается пиктограмма и контур, соответствующие активной тревоге с наивысшим приоритетом.



## **9.4. Настройка звуковых оповещений**

Для каждого класса тревог должен использоваться уникальный звуковой сигнал. В диспетчерской, где может располагаться несколько АРМ, звуковые сигналы каждого АРМ должны отличаться друг от друга, чтобы облегчить для оператора понимание, какая именно тревога активна.

Получить различные звуковые сигналы можно с помощью изменения частоты (в диапазоне 500...3000 Гц), ритма, [ADSR-огибающей](#) и тембра.

Рекомендации по настройке звуковых сигналов:

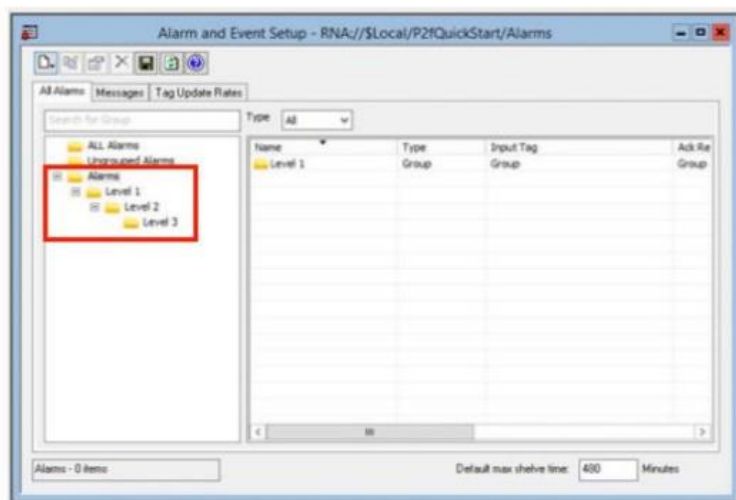
- сигналы тревог должны быть отчетливо слышны на фоне окружающего оператора шума, но их громкость не должна превышать 85 дБ;
- избегайте использования резких, неожиданных звуковых сигналов, поскольку они приводят к потере концентрации и отвлекают от решения проблемы; по возможности используйте нарастающие сигналы;
- избегайте прерывания одних звуковых сигналов другими.

## **9.5. Функционал управления тревогами**

Функционал управления тревогами описан в стандарте ANSI/ISA 18.2. HMI должен соответствовать требованиям этого стандарта, а также рекомендациям из этого и других документов (в частности, PROCES-WP013B-EN-P, PROCES-WP014B-EN-P и PROCES-WP015B-EN-P).

## 9.6. Иерархия тревог

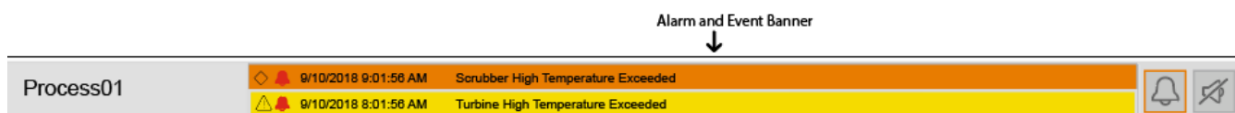
Иерархия тревог должна соответствовать иерархии экранов HMI, поскольку на каждом экране должны отображаться только те тревоги, которые непосредственно с ним связаны.



Группировка тревог по экранам также упрощает их настройку и фильтрацию. В частности, это используется в шаблоне APM с четырьмя мониторами, в котором содержимое таблицы тревог, отображаемой на одном из мониторов, меняется в зависимости от экрана уровня 1, который открыт на соседнем мониторе.

Панель заголовка	Панель заголовка
Экран уровня 1	Журнал тревог
	Кнопки управления тревогами
Панель заголовка	Панель заголовка
Кнопки переключения экранов уровня 2	Кнопки переключения экранов уровня 2
Кнопки переключения экранов уровня 3	Кнопки переключения экранов уровня 3
Экраны уровня 2 и 3	Экраны уровня 2 и 3

В шаблоне для APM с одним монитором вместо этого используется баннер тревог. Его содержимое также меняется в зависимости от текущего открытого экрана.

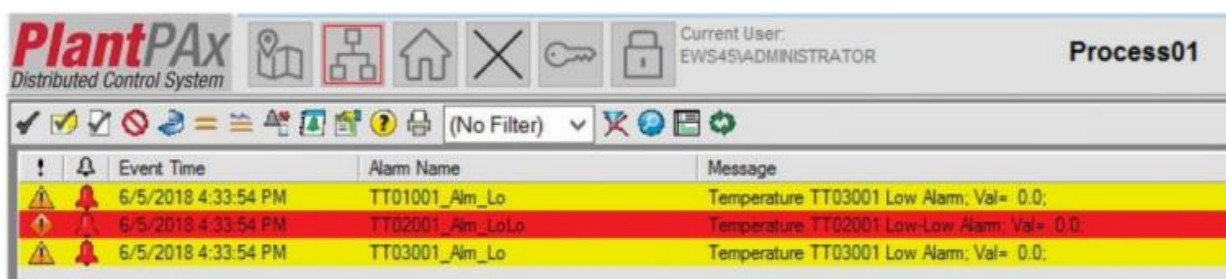


## 9.7. Откладывание тревог

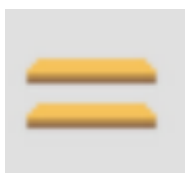
Оператор может временно отложить тревогу, чтобы ее индикация не отвлекала его от решения проблемы или других задач. Операция откладывания производится вручную, при этом указывается период времени, на которой тревога будет отложена. По истечению этого времени тревога вновь начинает индицироваться. Отложенные тревоги не отображаются в таблице тревог – для их просмотра используется *список отложенных тревог*.

### Таблица тревог

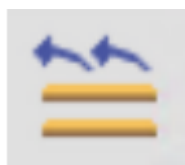
На экране таблицы тревог пользователи могут отложить выбранную тревогу с помощью соответствующей кнопки.



!	🔔	Event Time	Alarm Name	Message
⚠️	🔔	6/5/2018 4:33:54 PM	TT01001_Alm_Lo	Temperature TT03001 Low Alarm; Val= 0.0;
⚠️	🔔	6/5/2018 4:33:54 PM	TT02001_Alm_LoLo	Temperature TT02001 Low-Low Alarm; Val= 0.0;
⚠️	🔔	6/5/2018 4:33:54 PM	TT03001_Alm_Lo	Temperature TT03001 Low Alarm; Val= 0.0;



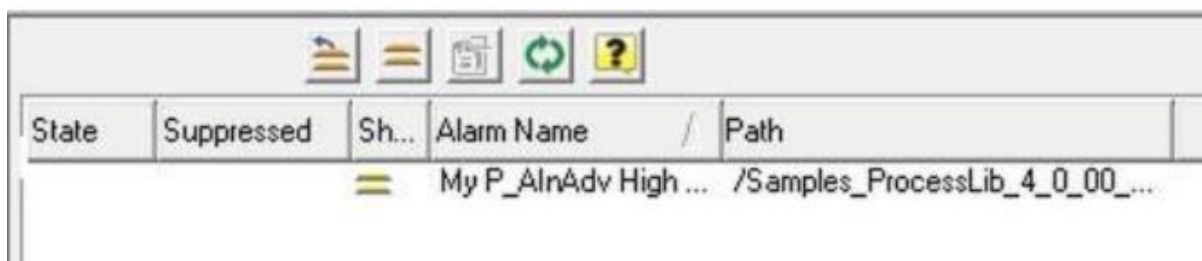
Иконка откладывания тревоги



Иконка отмены откладывания тревоги

### Список отложенных тревог

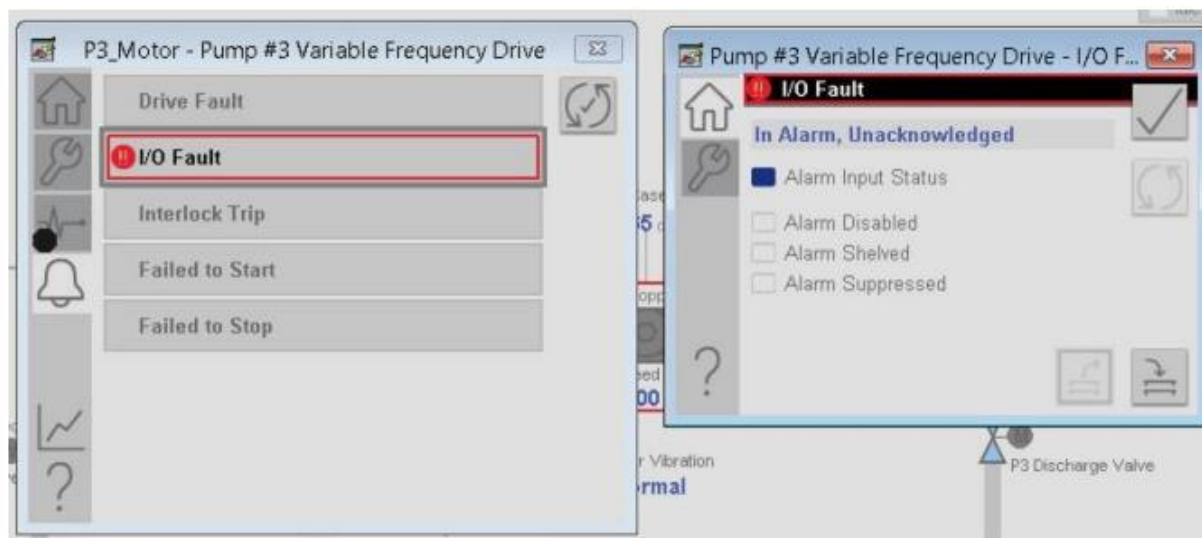
Список отложенных тревог позволяет просмотреть все отложенные тревоги и вернуть их в нормальный режим обработки.



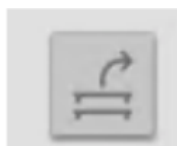
State	Suppressed	Sh...	Alarm Name	Path
	☑️		My P_AlnAdv High ...	/Samples_ProcessLib_4_0_00_...

## Фейсплейты

Откладывание тревог также возможно в настройках тревог фейсплейта.



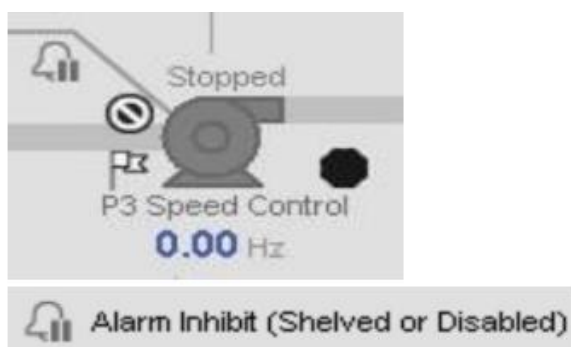
Иконка откладывания тревоги



Иконка отмены откладывания тревоги

## Отображение отложенных тревог на экранах HMI

Если одна из тревог, связанных с элементов визуализации, является отложенной, то рядом с элементом должна отображаться соответствующая иконка.





## 9.8. Предупреждения и события

### 9.8.1. Предупреждения

Стандарт ISA 18.2 определяет предупреждение как «звуковой и/или визуальный сигнал для оператора, указывающий на состояние оборудования или производственного процесса, которое требует внимания, но при этом не соответствует условиям какой-либо тревоги».

Предупреждение – это уведомление об отклонении в системе управления или производственном процессе, которое не требует вмешательства со стороны оператора. Разновидностью предупреждений являются информационные сообщения – они появляются в ходе нормального протекания производственного процесса и требуют вмешательства оператора (например, после окончания изготовления партии продукции должна быть запущена операция по ее транспортировке).

Для предупреждений и информационных сообщений не должны использоваться цвета тревог. Кроме того, они должны визуально отличаться от других сообщений. В Библиотеке технологических объектов для предупреждений и информационных сообщений используются уникальные пиктограммы и черный цвет фона. Для предупреждений обычно не используется мигание, поскольку они не требуют реакции оператора. Для информационных сообщений допустимо использовать мигание, чтобы привлечь внимание оператора.

### 9.8.2. События

События отличаются от других сообщений тем, что при их возникновении оператор не получает уведомлений – они просто записываются в журнал. Обычно события не отображаются нигде, кроме журнала. События носят справочный характер и не должны как-то выделяться.

## 10. Производительность НМІ

При разработке НМІ важно учитывать три критерия производительности: частоту обновления экрана, время переключения экранов и время реакции на действия пользователя.

### 10.1. Частота обновления экрана

Частота обновления экрана должна в два раза превышать максимальную частоту обновления отображаемых данных. Например, если данные обновляются раз в четыре секунды, то содержимое экрана должно обновляться раз в две секунды. Это помогает оператору быстро оценить изменения в состоянии системы. Не следует делать частоту обновления экрана слишком высокой, потому что это может привести к эффекту мерцания.

Частота обновления данных может отличаться для разных параметров. Например, оперативные данные и сигналы тревог должны обновляться регулярно, а конфигурационные параметры могут обновляться только при их изменении пользователем.

### 10.2. Время переключения экранов

Время переключения экранов – это интервал между нажатием кнопки навигации и отображением на дисплее соответствующего экрана проекта. Слишком долгое время переключения может смутить пользователя или привести к нежелательным действиям (например, возвращению на исходный экран). Время переключения на экраны уровня 1 и 4 не должно превышать пяти секунд, а на экраны уровня 2 и 3 – двух секунд.

### 10.3. Время реакции на действия пользователя

Пользователи должны быстро получать обратную связь от НМІ при выполнении каких-либо действий – например, при вводе новой команды оператор должен сразу увидеть, что она начала выполняться.

Обратная связь позволяет оператору понять, что его действия были распознаны и обработаны системой. При вводе данных и нажатиях кнопок время реакции системы не должно превышать 2 секунд и быть меньше 0.5 секунд. Слишком долгая задержка может привести к тому, что оператор попытается повторно ввести данные или нажать на кнопку. Слишком быстрый отклик может смутить оператора (например, он может подумать, что данные изменились не из-за его действий, а по иной причине).

## Список литературы

- American Fuel & Petrochemical Manufacturers AM-15-07. Operator Situation Awareness & Delivering ASM-Compliant High Performance HMIs: Failure Modes and Success Factors.
- ANSI/ISA-5.1-2009. Instrumentation Symbols and Identification. 2009. Print.
- ANSI/ISA-18.2-2016. Management of Alarm Systems for the Process Industries. 2016. Print.
- ANSI/ISA-101.01-2015. Human Machine Interfaces for Process Automation Systems. 2015. Print.
- ASM Consortium Guidelines. Effective Console Operator HMI Design. ISBN 978-1440431647
- ASM Consortium Guidelines. Effective Alarm Management Practices. ISBN 978-1442184251
- EEMUA Publication 201. Process plant control desks utilizing human-computer interfaces. 2010. Print
- Few, Stephen. Information Dashboard Design. Burlington: Analytics Press, 2013. Print.
- Hollifield, Bill et al. The High Performance HMI Handbook. Houston: PAS, 2008. Print.
- Hollifield, Bill and Habibi, Eddie. The Alarm Management Handbook: A Comprehensive Guide. Houston: PAS, 2010. Print
- ISA-5.5-1985. Graphic Symbols for Process Displays. 1985. Print.
- ISO 9241-210:2010. Ergonomics of human-system interaction: human-centered design for interactive systems. 2010. Print.
- PROCES-WP013B-EN-P. Management of Alarm Systems Whitepaper – Monitoring and Assessment
- PROCES-WP014B-EN-P. Management of Alarm Systems Whitepaper – Performance Benchmarking and Philosophy
- PROCES-WP015B-EN-P. Management of Alarm Systems Whitepaper – Alarm Rationalization and Implementation
- PROCES-WP016A-EN-P. Human Machine Interfaces for Distributed Control Systems: Creating and Maintaining an Effective User Environment with Efficient Graphics.

Connect with us.



rockwellautomation.com

---

Allen-Bradley, Automation Fair, CompactLogix, ControlLogix, Encompass, Integrated Architecture Builder, Kinetix, PartnerNetwork, POINT I/O, PowerFlex, ProposalWorks, PlantPAx, Rockwell Automation TechED, Studio 5000, Studio 5000 Architect and TechConnect are trademarks of Rockwell Automation, Inc. Trademarks not belonging to Rockwell Automation are property of their respective companies.

**Americas:** Rockwell Automation, 1201 South Second Street, Milwaukee, WI 53204-2496 USA, Tel: (1) 414.382.2000, Fax: (1) 414.382.4444

**Europe/Middle East/Africa:** Rockwell Automation NV, Pegasus Park, De Kleetlaan 12a, 1831 Diegem, Belgium, Tel: (32) 2 663 0600, Fax: (32) 2 663 0640

**Asia Pacific** Rockwell Automation, Level 14, Core F, Cyberport 3, 100 Cyberport Road, Hong Kong, Tel: (852) 2887 4788, Fax: (852) 2508 1846