

IEC 62591 *Wireless*HART®

Руководство по проектированию системы

Версия 3.0



Настоящий документ содержит рекомендации по проектированию и внедрению систем WirelessHART

Руководство по проектированию системы *WirelessHART*

Содержание

Руководство по проектированию системы <i>WirelessHART</i>	2
Содержание	2
Предисловие	5
Авторы.....	5
Рецензенты	5
Редакция	6
Отказ от ответственности	6
Обратная связь	6
Раздел 1 Введение	7
Назначение	7
Объем.....	7
Определение	7
Раздел 2 Определения	8
Сокращения	10
Раздел 3 Концепция проекта	11
Этап, предшествующий предварительному проектированию	11
Оценка применимости технологии	12
FEED (предварительное проектирование).....	12
Детальное проектирование	15
Заводские приемочные испытания	17
Установка	17
Ввод в эксплуатацию	17
Раздел 4 Требования к документации	18
Чертежи.....	18
Документация ISA	18
Описание управления.....	19
Указатель/база данных контрольно-измерительных приборов	19
Листы технических данных контрольно-измерительных приборов	19
Специальные требования	19
Документация производителя.....	19
Руководство проектом.....	20

Раздел 5	Требования к полевым приборам	21
Поддержка функций <i>WirelessHART</i>	21	
Проверка <i>WirelessHART</i>	21	
Диагностика приборов	21	
Питание полевого прибора	22	
Безопасность полевого устройства	25	
Сертификация	25	
Раздел 6	Требования к вспомогательным устройствам	26
Шлюзы	26	
Беспроводные ретрансляторы	27	
Адаптеры <i>WirelessHART</i>	27	
Раздел 7	Руководство по проектированию полевой сети <i>WirelessHART</i>	29
Обзор беспроводного проекта	29	
Проектирование полевой сети <i>WirelessHART</i>	30	
Определение объема	30	
Проектирование	36	
Рекомендации по проектированию беспроводной сети	40	
Резервная мощность и расширение	43	
Усиление	44	
Доступность и резервирование сети <i>WirelessHART</i>	45	
Безопасность <i>WirelessHART</i>	45	
Раздел 8	Требования к хост-системе	46
Использование стандартных протоколов	46	
Беспроводная хост-система	46	
Интеграция хоста	48	
Совместимость	49	
Поддержка функций <i>WirelessHART</i> хост-системами	50	
Инструменты конфигурации	50	
Графики системы управления	50	
Назначение адресов узлов и условные обозначения наименований	51	
Аварийные сигналы и сигналы тревоги	51	
Станция технического обслуживания	51	
Сервер архивных данных	51	
Раздел 9	Требования к заводским приемочным испытаниям	52
Введение	52	
Заводская подготовка	52	

Допущения.....	52
Требования к заводским приемочным испытаниям (FAT).....	52
Порядок выполнения FAT.....	53
Раздел 10 Руководство по установке на площадке	54
Установка беспроводной сети	54
Защита от молнии	54
Порядок испытания беспроводного соединения	55
Порядок проверки сети	56
Проверка контура/комплексные испытания на площадке	57
Испытание на стенде	57
Обеспечение запасными деталями.....	57
Устранение избыточного оборудования	58
Методы технического обслуживания	58
Раздел 11 Документирование в Intergraph SPI 2009.....	59
Поля пользователя.....	59
Представление с фильтром.....	60
Создание типов КИП	61
Чертежи контура	66
Листы технических данных SPI.....	69
Чертежи в SPL – Схема Smart Plant	70
Документирование секретной информации	70
Приложение А. Пример технических данных ISA	71
Приложение В. Сравнение <i>WirelessHART</i> и HART.....	72
Приложение С. Ресурсы проекта	75
Приложение D. Управление беспроводным спектром	76
Приложение Е. Справочная информация	80

Предисловие

Настоящий документ был создан в помощь при проектировании самоорганизующихся беспроводных сетей на базе протокола *WirelessHART* для промышленных предприятий.

В документе описан протокол *WirelessHART*, предлагаемый *ассоциацией* HART COMMUNICATIONS FOUNDATION. Т.к. это довольно распространенный беспроводной протокол, используемый многими производителями, то здесь излагаются только общие принципы и правила построения *WirelessHART* сетей, без учета индивидуальной специфики и характеристик приборов конкретного производителя.

Документ рассчитан на пользователей, имеющих опыт работы с приборами на базе проводного протокола HART. Поэтому, если иное не оговорено, читатель должен считать, что этапы проектирования беспроводного *WirelessHART* решения идентичны этапам проектирования решения на базе проводного протокола HART.

Настоящий документ служит основой для дальнейшего обсуждения внедрения систем на основе стандарта *WirelessHART*.

Авторы

Особую благодарность выражаем составителям и рецензентам настоящего руководства:

<u>Составитель</u>	<u>Компания</u>
Daniel Carlson	Emerson Process Management
Moazzam Shamsi	Emerson Process Management
Ted Schnaare	Emerson Process Management
Dan Daugherty	Emerson Process Management
Jeff Potter	Emerson Process Management
Mark Nixon	Emerson Process Management
Elizabeth Anderson	Emerson Process Management

Рецензенты

<u>Составитель</u>	<u>Компания</u>
Jeremy Fearn	Emerson Process Management
Jeff Jacobson	Emerson Process Management
Lara Kauchak	Emerson Process Management
Rob Train	Emerson Process Management

Редакция

<u>Редакция номер</u>	<u>Дата</u>	<u>Описание</u>
2.0	Октябрь 2010	Первый выпуск
2.1	13 Ноября 2010	Добавлены расстояния в метрической системе измерений, исправлены неточности в оглавление
2.2	24 Ноябрь 2010	Незначительные корректировки.
2.3	13 Октябрь 2011	Добавлен раздел Определения и Сокращения
3.0	06 Май 2012	Добавлена информация по беспроводному управлению

Отказ от ответственности

Настоящий документ предоставляется исключительно в информационных целях. Дальнейшие редакции документа осуществляются без уведомления. Авторы и составители не несут ответственности за убытки и повреждения, явившиеся результатом недочетов, ошибок или упущений, допущенных в документе, а также любого использования данного документа пользователем.

Обратная связь

Обратная связь осуществляется через менеджера по беспроводным технологиям компании Emerson Process Management в России и странах СНГ:

Anna.Smironova@Emerson.com

Комментарии

Рекомендации

Вопросы по содержанию

Раздел 1 Введение

Назначение

Руководство по проектированию систем *WirelessHART* предназначено для подробного описания организации устройств, работающих по протоколу *WirelessHART*, в проектах автоматизации любого размера.

Объем

В настоящем документе рассматриваются устройства *WirelessHART* в течение цикла работы над проектом автоматизации, а также всего жизненного цикла устройства *WirelessHART*.

Также рассматриваются отличия между спецификациями HART и *WirelessHART*, и типами устройств *WirelessHART*, относящимися только к стандарту *WirelessHART* (IEC 62591).

Менее значимые различия между устройствами, работающими по протоколам HART и *WirelessHART*, подробно не рассматриваются; подробное исследование интеграции устройств в различные системы верхнего уровня также не предусмотрено.

Определение

WirelessHART является мировым, утвержденным IEC стандартом (62591), использующим технологию самоорганизующихся беспроводных сетей, в которой каждый прибор является ретранслятором данных от остальных приборов. Данная архитектура является рентабельной альтернативой автоматизации, не требующей проводов и другой сопутствующей инфраструктуры. Двумя ключевыми компонентами, обеспечивающими надежность беспроводных сетей, являются наличие нескольких независимых путей передачи информации для каждого прибора и автоматический выбор маршрута передачи. Полевые сети *WirelessHART* могут быть применены как для управления, так и для мониторинга.

Сходство между *WirelessHART* и HART позволяют беспроводным приборам использовать существующую организацию производственного процесса, сокращая количество изменений и расширяя преимущества автоматизации для конечных пользователей. Эта возможность, а также последующие преимущества являются обоснованием добавления беспроводных точек измерения и контроля для различных применений, включая техническое обслуживание, безопасность, охрану окружающей среды, и надежность, при предварительном проектировании (стадия FEED) новых проектов. Кроме того, снятие множества физических ограничений, связанных с проводкой и питанием, позволило беспроводным сетям обеспечить новую гибкость при выполнении проекта.

Раздел 2 Определения

<u>Терминология</u>	<u>Определение</u>
Беспроводная полевая сеть	Самоорганизующаяся сеть беспроводных полевых устройств, которая автоматически сокращает количество физических и РЧ-препятствий в технологической среде, обеспечивая необходимую полосу пропускания для безопасного и надежного обмена измеренными параметрами и данными устройства.
Беспроводной ретранслятор	Любое беспроводное полевое устройство, используемое для усиления беспроводной полевой сети или увеличения расстояния между беспроводными точками измерения.
Беспроводные полевые устройства	Полевое устройство, оборудованное радиомодулем <i>WirelessHART</i> и программным обеспечением, или проводное устройство HART с дополнительным преобразователем сигнала HART в беспроводной <i>WirelessHART</i> .
Вспомогательное устройство	Любое устройство, не участвующее в процессе измерения.
Идентификатор сети	Целое число между 0 и 36863, которое отличает одну сеть <i>WirelessHART</i> от другой. Каждый шлюз и связанные с ним беспроводные приборы в сети должны иметь уникальный идентификатор сети. Все устройства, имеющие одинаковый идентификатор сети, будут работать в одной сети и через один шлюз. Идентификатор сети считается частью системы обеспечения безопасности <i>WirelessHART</i> , поскольку он необходим для подключения к сети.
Ключ подключения	128 битовый код безопасности, используемый беспроводным полевым устройством при подключении к сети, содержит кодирование запроса на подключение. Ключ подключения может быть назначен произвольно или задан пользователем. Ключ подключения и идентификатор сети должны быть определены шлюзом <i>WirelessHART</i> и устройством, с которым устанавливается соединение.
Периодичность передачи данных	Заданный пользователем интервал времени, через который беспроводное полевое устройство будет проводить измерение и передавать измеренные данные на шлюз. Периодичность передачи данных оказывает самое большое влияние на срок службы батареи, поскольку регулирует интервал подачи питания на устройства. Периодичность передачи данных не влияет на радиопередачи, необходимые для ретрансляции данных от соседних устройств, для передачи измерений на шлюз.

Преобразователь сигнала HART в беспроводной WirelessHART	Позволяет существующему полевому устройству с сигналом 4-20 мА, работающему по протоколу HART, стать беспроводным. Преобразователь предусматривает параллельное использование существующего аналогового сигнала 4-20 мА и цифрового беспроводного сигнала <i>WirelessHART</i> .
Система верхнего уровня	Система, как правило, используемая для управления предприятием. (Например, PCS или ПЛК).
Шлюз	Позволяет осуществлять обмен данными между беспроводными полевыми устройствами и системами верхнего уровня, подключенными по Ethernet, последовательной шине RS-485, или другой существующей сети передачи данных предприятия; управление беспроводной полевой сетью; управление безопасностью сети. Концептуально, шлюз представляет собой беспроводной вариант коммутационных панелей и распределительных коробок. Функционально шлюз также может иметь собственные платы ввода/вывода <i>WirelessHART</i> с полевыми радиопередатчиками.

Сокращения

<u>Сокращение</u>	<u>Описание</u>
DD	Описание устройства
DSSS	Технология прямого расширения спектра
FAT	Заводские приемочные испытания
FEED	Предварительное проектирование (Front End Engineering Design)
HMI	Интерфейс Человек-Машина
LOS	Зона прямой видимости
NFPA	Национальная Ассоциация противопожарной защиты
PFD	Схема технологического процесса
P&ID	Технологические схемы трубопроводов и КИПиА
PLC	Программируемый логический радиочастотный контроллер
RSSI	Индикации уровня принимаемого сигнала
SIT	Комплексные испытания
SPI	Последовательный интерфейс периферийных устройств
SPL	Схема Smart Plant
TSMP	Синхронизированный во времени протокол ячеистой сети
UDF	Поля определяемые пользователем
WFN	Беспроводная сеть <i>WirelessHART</i>

Раздел 3 Концепция проекта

Этап, предшествующий предварительному проектированию

Во время этапа, предшествующего предварительному проектированию, необходимо уделить значительное внимание существующим технологиям автоматизации и оценке применимости беспроводных сетей для данного проекта. Именно на стадии, предшествующей FEED, *WirelessHART* рассматривается как технология-кандидат, наряду с другими протоколами, такими как HART, полевая шина Foundation Fieldbus и Profibus.

Для внедрения технологии беспроводной передачи данных в проекте необходим комплексный подход. Беспроводная сеть должна быть объединена с методиками проектирования, принятыми для проводных технологий. Ключевая задача – подбор правильной технологии организации полевых устройств для соответствующего применения, с учетом потребностей конечных пользователей, представленных на этапе предварительного проектирования FEED.

Правильная технология для правильного применения

Протокол *WirelessHART* разработан как для управления, так и для мониторинга, однако чаще всего технология используется для мониторинга, что объясняется консервативным применением технологии в соответствии с потребностями консервативной отрасли. Использование беспроводных приложений для управления продолжает развиваться с введением дискретных устройств вывода для выполнения простых функций управления. В таблице ниже показано какие протоколы лучше применять в каких процессах, с учетом критичности токовой петли, стоимости затрат на проектирование и реализацию, а также расположения полевых приборов относительно основных направлений процесса и хост-систем.

	Системы ПАЗ	Автоматическое регулирование	Местный мониторинг	Дистанционный мониторинг
Проводной HART				
Foundation Fieldbus				
Беспроводной HART				

Исходя из технических требований и/или стоимости:

- Самое подходящее решение
- Подходящее для некоторых случаев
- Наименее эффективное

Рисунок 1. Выбор правильного протокола

Оценка применимости технологии

Необходимо установить правила проектирования, позволяющие определить, какие из точек измерения будут работать на протоколе *WirelessHART*, чтобы обеспечить последовательность и эффективность для последующих этапов проекта.

Уполномоченный технический орган примет решение об использовании беспроводной технологии на основе следующих критериев:

- Экономическая оценка
- Потенциальное применение
- Потенциальная экономия при эксплуатации
- Потенциальные преимущества новых точек измерения, позволяющие получить дополнительную детализацию производственного процесса
- Преимущества добавления точки измерения, ранее не рассматривавшейся или не считавшейся возможной для включения в систему автоматизации, ввиду экономической нецелесообразности
- Преимущества гибкости при исполнении проекта (например: простота добавления точек)

Экономические затраты, связанные с установкой проводных точек измерения, значительно ограничивают возможности автоматизации управления технологическим процессом, при этом возникает необходимость в дополнительных точках измерения в течение всего срока эксплуатации предприятия для решения критических задач. Поскольку приборы с протоколом *WirelessHART* не требуют использования проводов, экономический аспект автоматизации предстает в совсем другом свете с более выгодной пороговой рентабельностью, которая является решающим фактором при определении целесообразности автоматизации. При использовании *WirelessHART*, точки, на которых традиционно использовались манометры, также могут быть автоматизированы. Кроме того, *WirelessHART* позволяет отправлять диагностические данные и прочую информацию по HART в различные точки, не требуя создания дополнительной инфраструктуры и не оказывая влияния на систему управления и ее вводы/выводы.

FEED (предварительное проектирование)

Ключевыми результатами этапа FEED для беспроводных сетей являются, например: оценка стоимости, составление руководства по проектированию и спецификаций.

Особое внимание должно быть уделено пониманию необходимости автоматизации новых технологических установок для обеспечения соответствия критериям безопасности, экологичности, надежности и производительности.

Оценка стоимости

Поставщики приборов с протоколом *WirelessHART* могут располагать исследованиями расчета стоимости и капитальных проектов, которые могут служить справочным материалом и использоваться для сравнения и обоснования затрат на внедрение беспроводных технологий в проект. Для крупного капитального проекта использование беспроводных технологий позволяет сократить капитальные затраты посредством перевода проводных точек измерений на использование беспроводного обмена данными.

Инженеры-разработчики должны оценить и учесть следующие факторы в модель расчета стоимости проекта:

- Сокращение затрат на проектирование (включая чертежи и документацию, а также FAT (заводские приемочные испытания))
- Сокращение трудозатрат (монтаж, ввод в эксплуатацию, надзор)
- Сокращение количества используемых материалов (распределительные коробки, провода, кабельные лотки/кабелепровод/кабельные желоба, источники питания, а также компоненты системы управления)
- Управление количеством и размещением вводов/выводов (каждый шлюз *WirelessHart* обеспечивает дополнительные вводы/выводы)

Руководство по проектированию для *WirelessHART*

На этапе предварительного проектирования до всех участников проекта должен быть донесен потенциал и выгоды использования технологии *WirelessHART*, с тем, чтобы инженеры-разработчики могли определить потенциальные применения. Для проекта необходимо разработать руководство по проектированию беспроводной сети и распространить ее между всеми участниками.

Так, инженер-разработчик технологического процесса может использовать набор критериев, например, приведенных в упрощенной таблице ниже для определения применений для беспроводных приборов.

	Системы ПАЗ	Автоматическое регулирование	Местный мониторинг	Дистанционный мониторинг
<i>WirelessHART</i>				

Исходя из технических требований и/или стоимости:

- Самое подходящее решение
- Подходящее для некоторых случаев
- Наименее эффективное

Рисунок 2. Примеры критериев

Применения для *WirelessHART* лучше всего подбирать на раннем этапе проектирования процесса, во время FEED. Например, во время разработки схемы технологического процесса (PFD) и технологической схемы трубопроводов и КИПиА (P&ID). Однако, даже если решение не было принято на ранних этапах, это не должно послужить препятствием для использования технологии далее в проекте.

Основы проектирования должны быть доступны всем участникам, таким образом, прочие организации, задействованные в проекте, смогут определить потенциальные применения и преимущества, которые предоставляет использование беспроводных технологий.

Аспекты, которые необходимо учитывать при составлении руководства:

- Определить категории точек, которые могут быть беспроводными: безопасность, управление, мониторинг, локальная индикация.
- Определить, как повлияет автоматизация на другие показатели: эффективность производства, техническое обслуживание, надежность, защита активов, здоровье/безопасность/окружающая среда.
- Определить необходимый процент запасных частей.
- Учесть ограничения по расстоянию. Как правило, при отсутствии препятствий в зоне прямой видимости возможна передача данных на расстояние 250 метров между беспроводными полевыми приборами

Спецификации

Спецификации на полевые приборы *WirelessHART* на 90% совпадают с проводными приборами с протоколом HART. Спецификации контрольно-измерительных приборов с HART являются основой для спецификаций *WirelessHART*. Фундаментальными различиями в отношении спецификаций являются: выходной сигнал, электропитание, время обновления показаний, тип защиты/корпус. Спецификации, не указанные в данном коротком перечне, либо включены в стандарт IEC 62591 *WirelessHART*, либо имеют небольшие отклонения от протокола HART, которые требуют дополнительного внимания в рамках освещаемого процесса или присущи конкретному поставщику полевых устройств.

Ниже приведено сравнение фундаментальных различий в спецификациях¹:

Поле спецификации	Стандартная спецификация HART	Стандартная спецификация <i>WirelessHART</i>
Выходной сигнал	4–20 мА с сигналом HART	IEC 62591 <i>WirelessHART</i>
Питание	24 В постоянного тока	Искробезопасная батарея ²
Время обновления	1 секунда	от 1 секунды до 60 минут
Тип защиты/корпус	Взрывобезопасный	Искробезопасный ²

Рисунок 3. Ключевые различия между проводным HART и беспроводным *WirelessHART* протоколами

IEC 62591 *WirelessHART* является международным стандартом для беспроводных приборов. Стандарт включает сведения о расширенных возможностях обеспечения безопасности, протоколе, и прочих функциях, и поэтому нет необходимости в указании этих характеристик, описанных в стандарте.

¹ Значения в таблице являются стандартными и показательными, но не всеобъемлющими.

² Наиболее распространено у поставщиков беспроводных полевых устройств искробезопасное исполнение, взрывобезопасный корпус может быть дополнительным вариантом. Эти два различных варианта исполнения предлагаются с тем чтобы, наилучшим образом удовлетворить потребности заказчика.

Детальное проектирование

На этапе детального проектирования инженеры должны рассмотреть приборы с протоколом *WirelessHART* в соответствии с руководством, выработанным на этапе FEED, добавить характерные для беспроводной технологии области в базу данных проекта и выполнить проектирование беспроводной полевой сети с использованием передовых методик.

Выборка точек

На основе руководства по проектированию беспроводной сети, разработанного на этапе FEED, инженер должен категоризировать все точки в проектных данных, чтобы определить, какие из них могут быть беспроводными. Например, если мониторинг рассматривается как подходящая категория, эти точки необходимо отделить от точек управления и других видов. После этого необходимо проанализировать дальнейшие требования к полевым приборам. Например, некоторые контрольные точки могут быть исключены из рассмотрения для включения в беспроводную сеть, потому что необходимая частота обновления показаний значительно сокращает срок службы батареи, либо превышает возможности полевого прибора.

Обычно частота обновления показаний для точек системы ПАЗ и управления должна быть не менее 1 секунды. Для беспроводных приборов необходимо искать компромисс между частотой обновления показаний и сроком службы батареи; чем выше частота обновления, тем короче срок службы. В настоящее время рекомендуется применять беспроводные приборы в процессах, где может быть обеспечена постоянная частота обновления, позволяющая прибору в течение нескольких лет работать от батареи, что сокращает необходимость в техническом обслуживании. Однако приемлема более высокая частота обновления, если беспроводной прибор имеет внешний источник питания, или если частота замены модуля питания не является критичной для данного приложения. Кроме того, рекомендуется, чтобы частота обновления показаний точки измерения была в три раза быстрее продолжительности процесса. Например, интервал изменений температуры первичным преобразователем, расположенным внутри защитной гильзы, может составлять 16 секунд.

Поле базы данных для беспроводной сети

Каждый беспроводной полевой прибор должен быть назначен определенному шлюзу, который управляет уникальной беспроводной полевой сетью. Должно быть заполнено поле, указывающее на связь полевых приборов со шлюзом. Без этой информации, беспроводной прибор не сможет получать соответствующие сведения безопасности для подключения к беспроводной полевой сети, равно как не будет возможна соответствующая интеграция в систему верхнего уровня со шлюза. Шлюзы могут иметь HART TAG, так же как и все приборы с HART проводные или беспроводные.

Каждый шлюз управляет своей собственной беспроводной полевой сетью. Каждая беспроводная полевая сеть на предприятии должна иметь свой уникальный идентификатор сети и ключ подключения устройства, чтобы не допустить подключения устройств к неверной сети и обеспечить надлежащую безопасность; эти параметры сродни имени пользователя и паролю. Ниже приведен пример определения шлюза.

<u>Параметр</u>	<u>Варианты параметров</u>	<u>Пример</u>	<u>Технические подробности</u>
HART TAG шлюза	Поле	UNIT_A_UA_100	32 символа – любые в наборе ISO Latin-1 (ISO 8859-1).
Идентификатор сети	Число	10145	Целое число между 0 и 36863.
Ключ подключения устройства	4 поля	23adfe00-0edf000a-000df038-2398dc07	4 четырехбайтных числовых поля (в шестнадцатеричном формате). Например, 48 символьные поля, где каждый символ должен быть цифрой от 0–9, или буквой от A до F.

Рисунок 4. Определение параметров сети

Ключ подключения устройства является самым важным элементом обеспечения безопасности. Пользователь может знать HART TAG шлюза и идентификатор сети, которой управляет шлюз, но без ключа подключения беспроводной прибор не может быть подключен к сети. Инженер-разработчик должен учитывать политику безопасности проектной организации и будущего владельца/оператора, а, следовательно, подойти к определению ключа подключения устройств с таким же вниманием, как к паролю для сервера PCY или базы данных.

Поля должны быть добавлены в проектную базу данных для указания того, что прибор является беспроводным и его связь со шлюзом осуществляется посредством HART TAG шлюза или другого выбранного параметра. Параметры, для которых необходимо обеспечить конфиденциальность, регулируются в соответствии с установленной политикой безопасности. Сотрудники, отвечающие за информационную или производственную безопасность, могут проконсультировать по вопросам работы с секретной информацией.

Проектирование сети

После того как выбранные приборы были занесены в базу данных контрольно-измерительных приборов, можно приступить к проектированию сети.

В идеале, беспроводные точки должны быть организованы по производственным установкам и по их подсекциям. Эта информация может использоваться для определения необходимого количества шлюзов. Дополнительные шлюзы могут быть добавлены для обеспечения дополнительных вводов/выводов в соответствии с руководством по проектированию и другими проектными требованиями. Начиная с данного этапа, шлюзы могут быть логически распределены по производственной установке подобно кроссовым панелям. Затем беспроводные приборы могут быть назначены ближайшему шлюзу. После распределения приборов необходимо проверить надежности сети. Подробно данный аспект будет рассмотрен в Разделе 7 Руководство по проектированию полевой сети WirelessHART.

Чертежи должны быть выполнены в соответствии с существующими стандартами. В большинстве случаев, к беспроводному прибору предъявляются такие же требования, что и к проводному с протоколом HART. На большинстве чертежей не указаны провода или тип протокола, таким образом, подготовка чертежей для беспроводных приборов не требует каких-то специальных действий. В Разделе 6 Требования к вспомогательным устройствам приведены примеры, специфичные для беспроводных приборов.

Существующее руководство по проектированию ЧМИ (человеко-машинный интерфейс) для интеграции также применимо к беспроводной технологии.

Заводские приемочные испытания

Заводские приемочные испытания потребуются для того, чтобы установить соединение между шлюзом и системой верхнего уровня. Шлюзы *WirelessHART* имеют стандартные протоколы вывода, которые позволяют подключиться к любой системе напрямую или опосредованно. Проектная группа должна иметь информацию по интеграции с системой верхнего уровня.

Установка

В общем случае, установка приборов *WirelessHART* аналогична установке проводных приборов с HART. Самоорганизующаяся беспроводная сеть *WirelessHART* позволяет беспроводным полевым приборам осуществлять автоматическую маршрутизацию в технологической среде и выполнять ее заново при изменении среды. Информация об особенностях установки дана в руководстве по конкретному прибору *WirelessHART*. Подробно данный аспект рассмотрен в Разделе 7 Руководство по проектированию полевой сети *WirelessHART*.

Преобразователь сигнала HART в *WirelessHART*, как правило, устанавливаются на существующее HART устройство или в контур 4–20 мА. Информация об особенностях установки представлена в руководстве по эксплуатации для Rosemount 775.

Шлюзы *WirelessHART*, как правило, размещаются на высоте 2 метров над технологической инфраструктурой (над кабельными лотками) и расположение позволяет получить максимальное количество соединений с беспроводными полевыми приборами. Для небольших беспроводных сетей, насчитывающих не более 10 приборов, иногда возникает необходимость в добавлении ретрансляторов. Ретранслятором является любой беспроводной полевой прибор, используемый с целью обеспечения дополнительных беспроводных соединений. Ретрансляторы устанавливаются так же, как и шлюз, но вблизи района, где требуются дополнительные беспроводные соединения.

Рекомендуется сначала установить шлюз, что позволяет осуществить интеграцию в систему верхнего уровня, а затем устанавливать беспроводные полевые приборы с их одновременным вводом в эксплуатацию. Беспроводные полевые приборы могут быть подключены к сети после выполнения их монтажа на объекте.

Ввод в эксплуатацию

В общем, шлюзы *WirelessHART* делят процесс ввода в эксплуатацию на части. Поскольку шлюзы соединяют беспроводную сеть полевых приборов с системой верхнего уровня, приборы *WirelessHART* должны быть введены в эксплуатацию после шлюза, для подтверждения наличия должного подключения. Передача данных от беспроводных приборов позволяет подтвердить наличие хорошего подключения к системе верхнего уровня через шлюз.

Раздел 4 Требования к документации

Чертежи

Каждый проект потребует определения местных стандартов для организации последовательной документации. См. Раздел 11 Документирование в Integraph SPI 2009 для полной обработки документации.

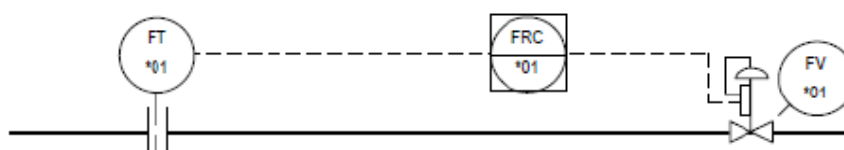
Документация ISA

Документация Американского национального института стандартов ANSI/ISA-5.1-2009: Символы и обозначение контрольно-измерительных приборов, утвержденные в сентябре 2009 г., являются общим руководством для беспроводных контрольно-измерительных приборов и сигналов.

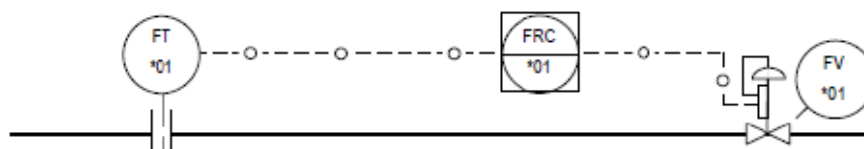
Ключевые моменты:

1. Приборы, работающие по протоколам HART, FF и *WirelessHART* обозначаются одинаковыми символами.
2. Стиль линии для указания беспроводного сигнала – «зигзаг», а не штрих. Ниже приведено изображение из документа ISA-5.1, демонстрирующее некоторые примеры сравнения. Полная информация содержится в ISA-5.1.

В.9.3 Общий вид, распределенное управление:



В.9.4 Общий вид, распределенное управление с диагностической и калибровочной полевой шиной:



В.9.5 Общий вид, распределенное управление и беспроводные приборы:

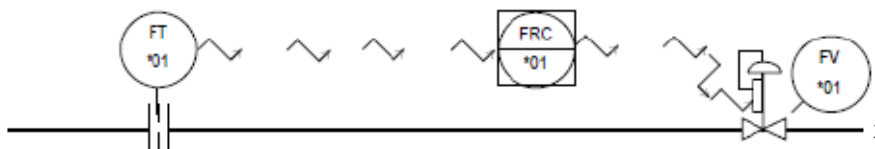


Рисунок 5. ISA 5.1 Беспроводной чертеж

3. Реализация технологии *WirelessHART* требует применения значительно меньшего количества компонентов, что также упрощает чертежи.

³ ISA-5.1

Описание управления

Определить этап предварительного проектирования и убедиться в его выполнении в соответствии с руководством по проектированию.

Указатель/база данных контрольно-измерительных приборов

Рекомендации по дополнительным полям, как правило, не включенным в спецификации для проводных приборов с HART, даны в Разделе 11 Документирование в Integraph SPI 2009.

Листы технических данных контрольно-измерительных приборов

Возможно использовать стандартные листы для проводных HART-приборов. Следует обновить следующие поля, чтобы отразить особенности *WirelessHART*:

<u>Поле спецификации</u>	<u>Стандартное значение</u>
Время обновления показаний, сек	1, 2, 4, 8, 16, 32, 64+
Питание	Искробезопасная батарея, поддерживающая замену в ходе эксплуатации
Протокол передачи данных	<i>WirelessHART</i>

Рисунок 6. Спецификация *WirelessHART* для листов технических данных контрольно-измерительных приборов

Специальные листы технических данных ISA или другого типа не требуются, поскольку для стандартов HART, FOUNDATION Fieldbus или *WirelessHART* могут быть использованы одинаковые листы.

Специальные требования

Учитывая необходимость соблюдения требований к безопасности и РЧ-излучениям, поставщики должны получить разрешающие сертификаты для импорта оборудования в страну конечного использования в соответствии с местными нормативами на излучаемые спектры и шифрование. Поставщик может проверить наличие сертификатов соответствия для импорта в конкретную страну.

Батареи обычно изготавливаются с использованием соединения, имеющего высокую энергетическую эффективность, содержащего литий-тионилхлорид. Лист технических данных по безопасной эксплуатации материала или его аналог всегда должен сопровождать поставляемую продукцию, также следует выяснить, имеются ли ограничения по транспортировке, в частности, для пассажирских воздушных судов.

Документация производителя

Каждый прибор, применяющий технологию *WirelessHART* должен иметь надлежащую документацию, включая руководство по эксплуатации, предъявляемые требования аналогичные требованиям для проводных HART-приборов.

Руководство проектом

Управление объемом работ субподрядчика

Беспроводная технология позволяет осуществлять упрощенное управление объемом работ субподрядчика.

Комплекты могут быть легко испытаны и введены в эксплуатацию по отдельности, что требует минимальной интеграции и испытаний. Кроме того, сокращение количества используемых компонентов и объема проектирования также представляет определенную выгоду для субподрядчиков. Тендерные контракты также подлежат изменениям в соответствии с сокращением и упрощением объема работ.

Календарное планирование проекта

1. Пересмотреть календарный график с учетом:
 - Ограниченного монтажа инфраструктуры и вытекающего из этого сокращенного объема материалов и монтажных работ
 - Отсутствия необходимости выполнения ряда процессов проверки электрооборудования и контрольно-измерительных приборов
2. Внести изменения в контракты, отражающие упрощенную процедуру монтажа и передачи оборудования конечному пользователю
3. Упростить управление графиком установки
4. Сократить объем работ, связанных с управлением координированием материалов, упростить график строительства
 - Исключается календарное планирование и экспедирование, связанное с распределительными шкафами
5. График должен отражать упрощенную процедуру FAT (заводских приемочных испытаний), SAT (приемосдаточных испытаний) и SIT (комплексных испытаний на площадке) для участков с широким применением беспроводных технологий

Матрица ответственности и навыков

- Внести изменения в матрицу ролей и ответственности, отражающие сокращенный объем/устранение ответственности
- Обеспечить взаимодействие всех заинтересованных сторон /субподрядчиков, гарантирующее эффективное внедрение беспроводной технологии, а также сокращение сроков завершения проекта и затрат на материалы

Управление изменениями в проекте

При подаче заявок на изменение проекта и прочих изменений конструкции на поздних этапах использование беспроводной технологии должно рассматриваться как предпочтительное решение, если нет противопоказаний к ее применению. Использование беспроводной технологии приведет к минимальным изменениям в документации, компоновке вводов/выводов и другим связанным аспектам проектирования, а также сократит сроки ввода в эксплуатацию.

Раздел 5 Требования к полевым приборам

Поддержка функций *WirelessHART*

Все *WirelessHART*-приборы поддерживают методы, обеспечивающие удаленный доступ к конфигурированию, обратную совместимость с существующими полевыми HART-коммуникаторами, полную реализацию возможностей безопасности *WirelessHART* и функциональную совместимость приборов.

Проверка *WirelessHART*

В документации на *WirelessHART*-приборы должна быть указана его совместимость со стандартом *WirelessHART*. Должны присутствовать логотипы, указывающие на использование технологии *WirelessHART*, описание устройства (DD) для полевых коммуникаторов и систем технического обслуживания.

Диагностика приборов

Диагностика по HART

WirelessHART-приборы имеют набор диагностических функций, аналогичный проводным приборам с протоколом HART. Предусмотрены конфигурируемые аварийные сигналы и извещения о состоянии технологического процесса и самого прибора. Диагностическая информация должна быть доступна через команды HART, а также дескрипторы устройства (DD), как локально через полевой коммуникатор, так и дистанционно через систему технического обслуживания.

Диагностика беспроводных полевых сетей

Каждый полевой прибор с *WirelessHART* имеет набор диагностических функций, определяющих, подключен ли прибор к сети или нет.

Диагностика электропитания беспроводных приборов

Беспроводные полевые приборы могут иметь один из трех вариантов питания: батареи, аккумулирование энергии (включая солнечную) или источник питания постоянного тока. Батареи будут иметь срок службы, определяемый временем обновления показаний беспроводного полевого прибора, маршрутизацией с другими беспроводными приборами в сети, а также эффективностью датчика и электроники. Как правило, основными потребителями питания являются измерительный преобразователь и электроника беспроводного полевого прибора; использование радиомодуля *WirelessHART* или работа в качестве ретранслятора для других полевых приборов требует минимального энергопотребления. Беспроводные полевые приборы отправляют данные о напряжении в батарее, также предусмотрены аварийные сигналы, оповещающие о падении напряжения в батарее, с тем чтобы пользователь мог запланировать проведение технического обслуживания для замены батареи.

Диагностика сети со шлюза

Диагностика беспроводной сети с помощью шлюза должна указывать, подключены ли полевые приборы и нормально ли они функционируют, а также информировать об отключении приборов из сети. Для обеспечения надлежащего соединения необходимо выделить соответствующую полосу пропускания, основываясь на времени обновления показаний полевых приборов. Наличие подключенного прибора, но не получившего доступа к сети, может указывать на то, что прибор имеет время обновления показаний, превышающее допустимые для сети пределы. С учетом того, что шлюзы могут поддерживать до 100 полевых приборов, четкое указание доступности прибора является чрезвычайно важным.

Кроме того, шлюзы должны определять, вне зависимости от интеграции в систему верхнего уровня, статус подключения беспроводного полевого прибора. Эта информация подлежит непрерывному обновлению и должна указывать причину отсутствия подключения: сеть или сам прибор. Состояния подключения прибора должны быть доступны при интеграции в систему верхнего уровня вне зависимости от выходного протокола шлюза.

Питание полевого прибора

Беспроводные полевые приборы имеют один из трех вариантов питания: батареи, аккумулирование энергии (включая солнечную) или источник питания постоянного тока (для каждой категории может быть предусмотрено несколько вариантов).

Батареи

Для полевых приборов с низким энергопотреблением самым распространенным и удобным в применении будет использование батарей. Большинство поставщиков будут использовать элементы питания, содержащие литий-тионилхлорид, поскольку они на данный момент имеют самую высокую энергетическую плотность при невысокой цене. Несмотря на то, что стандартные элементы выглядят как элементы питания для бытовой техники, следует соблюдать осторожность, чтобы гарантировать безопасное применение батарей в технологической среде. Информация по технике безопасности представлена в документации поставщиков.

Ниже приведены требования к батареям:

- Элементы питания должны быть собраны производителем в модуль питания, чтобы гарантировать безопасность его применения.
- При использовании модуля питания должна быть исключена возможность использования разряженного элемента в цепи с заряженным элементом, что может привести к возникновению непредусмотренных токов и нагреву.
- Модуль питания должен быть прост для замены. Для замены батарей должны требоваться минимальные затраты времени и подготовка.
- Модуль питания должен быть искробезопасным, его замена должна производиться без демонтажа беспроводного полевого прибора.
- Модуль питания должен исключать возможность намеренного и непредумышленного закорачивания, которое может привести к нагреву или искре.

- Модуль питания должен быть рассчитан на эксплуатацию в заданных технологических условиях, его механические свойства должны обеспечивать простоту установки и работу в температурном диапазоне, предусмотренном для полевого прибора.
- Модули питания должны поставляться с соответствующими листами технических данных по безопасной эксплуатации (или их аналогом) и предупреждениями, после использования модулей их утилизация производится в соответствии с местными нормативами.
- Не следует допускать использования модуля питания в бытовой технике или непредусмотренным образом.
- Модули питания должны быть совместимы с несколькими полевыми WirelessHART-приборами, чтобы максимизировать эффективность управления запасами локального склада запасных деталей и комплектующих.

Инженеры-разработчики беспроводной полевой сети и конечные пользователи должны использовать время обновления показаний, позволяющее максимально продлить срок службы модуля питания и сократить объем техобслуживания.

Аккумуляирование энергии

Производители оборудования могут предусмотреть варианты аккумуляирования энергии в качестве альтернатив батареям, включающие солнечные, тепловые, вибрационные и ветровые решения. Существующие методы преобразования энергии для тепловой энергии и вибрации относительно неэффективны. Во многих случаях решения по аккумуляированию энергии также используют аккумуляторные батареи для обеспечения непрерывной подачи питания. Современные аккумуляторные батареи имеют ожидаемый срок службы, составляющий всего несколько лет, в течение которых они могут поддерживать полный заряд. Такой ожидаемый срок службы зачастую короче срока службы одноразовых литий-тионилхлоридных батарей. Аккумуляирование энергии в будущем может получить более широкое применение, вместе со снижением напряжения и энергопотребления производимых беспроводных полевых приборов и устранением технических сложностей, связанных с технологиями аккумуляирования энергии. В настоящее время самым жизнеспособным решением является использование солнечной энергии, сложность применения данной технологии связана с поддержанием угла падения солнечных лучей на солнечные панели при изменении времен года.

Кроме того, сложности возникали даже в пустынных районах при избытке солнечного света и были связаны с поддержанием чистоты солнечных панелей для обеспечения максимально эффективного преобразования энергии.

Ниже приведены требования к устройствам аккумуляирования энергии:

- Беспроводной полевой прибор должен иметь подключение к устройству аккумуляирования энергии.
- Устройство аккумуляирования энергии должно обеспечивать питание в течение нескольких дней в случае, если источник энергии не будет доступен в течение этого периода.

- Устройство аккумулирования энергии должно быть установлено так, чтобы изменение времени года не оказывало негативного влияния на его работу.
- Устройство аккумулирования энергии должно быть искробезопасным, вероятность нагрева или короткого замыкания должна быть исключена.
- Устройство аккумулирования энергии должно иметь средства оповещения пользователя о его состоянии.
- Устройство аккумулирования энергии должно предусматривать возможность отключения для предотвращения неконтролируемого производства энергии.

Источник питания постоянного тока

В некоторых отношениях вариант с источником питания постоянного тока противоречит принципу беспроводного решения. Однако некоторые беспроводные устройства могут аккумулировать энергию токовой петли 4–20 мА с устройств, а некоторые области применения могут требовать использования беспроводных датчиков с более высоким энергопотреблением, чем то, которое может обеспечить батарея или устройство аккумулирования энергии.

Ниже приведены требования к линии питания:

- Беспроводные устройства, аккумулирующие питание с контура проводного устройства 4–20 мА, не должны влиять на сигнал управления при нормальных условиях работы или в состоянии отказа.
- Беспроводные устройства с питанием от линии, не разработанные специально для контуров 4–20 мА, не должны требовать специального энергоснабжения. Они должны быть рассчитаны на работу в широком диапазоне напряжений, не должны требовать фильтра подавления помех для надлежащей работы.

Безопасность полевого устройства

Безопасность является важным вопросом, обусловленным растущим вниманием к безопасности критических объектов инфраструктуры, в частности со стороны правительства и других органов власти.

Ниже приведены требования к безопасности беспроводного полевого устройства:

- Беспроводные устройства должны соответствовать всем требованиям к безопасности стандарта *WirelessHART*, включая правильное использование идентификатора сети и ключа подключения.
- Случайный пользователь не должен быть способен визуально или в цифровом виде считать ключ подключения с самого беспроводного устройства. Ключ подключения должен рассматриваться как конфиденциальная информация и отвечать требованиям любой локальной политики безопасности. Несмотря на то, что это может рассматриваться пользователем как неудобство, процедура может быть упрощена использованием правил, обеспечивающих утвержденные способы доступа к необходимым параметрам безопасности. Например, инженер с низким уровнем доступа мог бы получить идентификатор сети и ключ подключения от администратора шлюза.
- Беспроводное устройство должно быть восприимчиво к изменению параметров безопасности со стороны шлюза, включая идентификатор сети и ключ подключения.
- Шлюз и любая программа управления, подключенная по сети *WirelessHART* через шлюз, должна защищать все параметры безопасности в соответствии с локальной политикой безопасности.

Сертификация

Каждое беспроводное устройство *WirelessHART* должно иметь соответствующий сертификат, разрешающий его установку в опасной зоне, подтверждающий соответствие условиям технологической среды, а также необходимые сертификаты на использование радиочастот и алгоритмы шифрования. Рабочий диапазон частот и алгоритмы шифрования беспроводных сигналов регулируются государственными органами. Как правило, достаточно отправки запроса производителю устройства *WirelessHART* о наличии необходимой сертификации для импорта в страну использования. Разрешения на использование радиочастот и шифрование являются одним из аспектов закупки оборудования и не являются проектным параметром, как например, сертификация для использования в опасных зонах.

Раздел 6

Требования к вспомогательным устройствам

Вспомогательное устройство определяется как любое устройство, которое не имеет измерительной части или выхода для управления технологическим устройством. Вспомогательные устройства включают беспроводные шлюзы, локальные индикаторы, беспроводные ретрансляторы и/или преобразователи *WirelessHART*.

Шлюзы

Шлюз обеспечивает обмен данными между полевыми беспроводными устройствами и системой верхнего уровня, подключенными к Ethernet, последовательной, или другой существующей сети передачи данных предприятия; управление беспроводной полевой сетью; управление безопасностью сети. Концептуально, шлюз представляет собой беспроводной вариант коммутационных панелей и распределительных коробок.

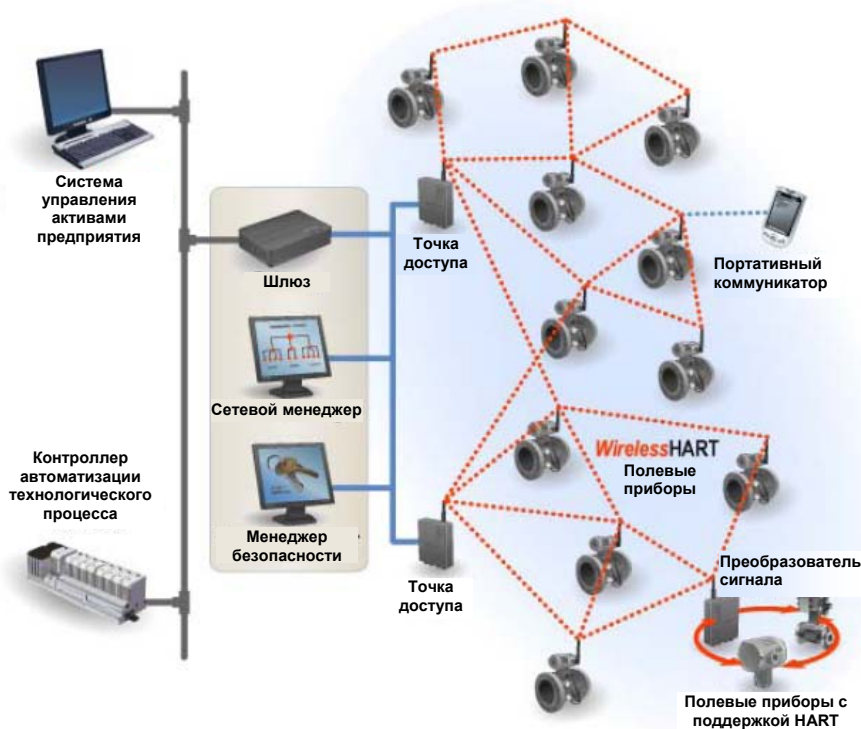


Рисунок 7. Архитектура беспроводной сети

Ниже приведены требования к шлюзу *WirelessHART*:

- Шлюз должен обеспечивать интерфейс, позволяющий управлять параметрами шлюза, сети, а также безопасности. В данном документе, термин «шлюз» используется во множестве значений, в то время как другие документы, рассматривающие интеграцию систем, используют термин «шлюз» исключительно в значении преобразования протоколов.

- Шлюз должен иметь контролируемый доступ к параметрам безопасности. Шлюз должен иметь множество пользовательских учетных записей, имеющих разные права доступа к критическим параметрам безопасности и конфигурации, таким образом, у сети будет единственный администратор.
- Шлюз должен поддерживать несколько протоколов обмена для обеспечения интеграции с рядом основных прикладных программ. Любое промышленное предприятие может иметь несколько типов РСУ, ПЛК и серверов архивных данных, требующих уникальных протоколов. Множество протоколов обмена позволяют обеспечить удобство подключения к шлюзу.
- Шлюз должен поддерживать безопасную передачу всех протоколов через соединение Ethernet с использованием процесса шифрования.
- Шлюз должен взаимодействовать с *WirelessHART*-приборами от различных поставщиков и поддерживать управление сетью.

Беспроводные ретрансляторы

Специальных требований к ретранслятору *WirelessHART* нет. Если ретранслятор является устройством *WirelessHART* с конфигурируемой частотой обновления показаний, сокращение периода обновления показаний продлит срок службы модуля питания, не влияя на надежность сети.

Если поставщик решит разработать устройство *WirelessHART* специально для работы в качестве ретранслятора, тогда это ретранслирующее устройство должно управляться так же, как любое другое устройство *WirelessHART*, и соответствовать всем спецификациям на устройства *WirelessHART*. Адаптеры *WirelessHART* могут эффективно использоваться в качестве ретрансляторов при наличии локального источника питания.

Адаптеры *WirelessHART*

Адаптеры *WirelessHART* подключаются к проводным устройствам HART, которые изначально не были беспроводными и параллельно генерируют выходные сигналы через контур 4–20 мА и полевую сеть *WirelessHART*. Различают три основные причины использования адаптеров *WirelessHART*:

- Доступ к диагностике HART, которая недоступна ввиду ограничений в хост-системе, которые могут препятствовать прохождению сигнала HART по контуру 4–20 мА.
- Обеспечение беспроводного обмена данными для устройств HART, которые изначально не были беспроводными.
- Обеспечение доступа множества пользователей к информации устройства, которые могут не иметь прямого доступа к системе управления. В данном сценарии проводной сигнал передается в диспетчерскую, в то время как доступ к беспроводному сигналу может быть получен из отдельного офиса обслуживающим персоналом, персоналом по надежности или другим.

Ниже приведены основные требования к адаптеру *WirelessHART*:

- В нормальном режиме работы адаптер не должен влиять на сигналы 4–20 мА.
- В состоянии отказа адаптер не должен влиять на сигналы 4–20 мА.
- Адаптер должен работать, как любое другое полевое устройство *WirelessHART* в полевой сети *WirelessHART*.
- Адаптер должен иметь тег HART.
- Адаптер должен передавать технологический параметр проводного устройства HART, равно как обеспечивать дистанционный доступ для конфигурации и калибровки.

Раздел 7

Руководство по проектированию полевой сети *WirelessHART*

Конструкция сети *WirelessHART* предлагает возможности успешного и масштабируемого использования беспроводной архитектуры. В отличие от существующих систем и двухточечных беспроводных сетей, *WirelessHART* является поистине масштабируемой технологией автоматизации, надежность которой растет с добавлением большего количества устройств к имеющейся сети. Руководство по проектированию поддерживает разворачивание небольших сетей, имеющих менее 10 устройств *WirelessHART*, а также сегментирование множества сетей, когда производственный комплекс требует использования значительно большего количества устройств *WirelessHART*. Дополнительные рекомендации также предусмотрены для поддержки долгосрочного жизнеспособного применения беспроводных приложений, включая *WirelessHART*, Wi-Fi, Wi-Max и другие.

Передовые методы проектирования сети являются общими для сетей, работающих с разнообразными устройствами *WirelessHART*, имеющими разные частоты сканирования от 4 секунд до 3600 секунд (60 минут). Дополнительная информация дана в разделе «Проектирование для управления».

Исследование площадки, как правило, не требуется или даже невозможно, как в случае если новое предприятие, создается с нуля. Обзор использования спектров радиоизлучения приведен в Приложении D «Беспроводное управление спектром».

Обзор беспроводного проекта

Общие положения проекта подробно рассматривались в Разделе 3 «Концепция проекта».

Поскольку технология *WirelessHART* основана на стандарте HART, разница в использовании устройств минимальна. Минимальная потребность в проводах также подразумевает меньшее количество деталей проекта, требующих разработки, и меньшее количество проектных параметров, которые необходимо реализовать. В настоящем разделе произведен подробный разбор концепции проекта.

По усмотрению пользователя рассмотренная в данном разделе информация может быть применена к небольшим проектам, использующим один шлюз, или крупным проектам, требующим нескольких шлюзов.

Проектирование полевой сети *WirelessHART*

При проектировании сети выделяют три ключевых этапа:

- Объем – Разделение беспроводных полевых сетей по производственным установками или подсекциям установки.
- Проектирование – Применение правил проектирования для обеспечения оптимального подключения.
- Усиление – Устранение любых потенциальных слабых мест в проекте сети.

Три основных этапа применимы к любым технологическим средам во всех отраслях промышленности, несмотря на то, что контекст может несколько отличаться в зависимости от физической структуры среды. Основные этапы также применяются вне зависимости от поставщика устройств *WirelessHART*. Поскольку сети *WirelessHART* становятся сильнее и добавляется все больше устройств, этап «Объем» является самым критичным для сетей с высокой плотностью размещения оборудования.

Определение объема

Те же правила проектирования, которые определяют сегментирование проводных сетей HART, применяются и к сетям *WirelessHART*. При упрощенном рассмотрении все технологическое оборудование имеет архитектуру, которая определяет инфраструктуру, равно как и автоматизацию или участие людей. *WirelessHART* самостоятельно приспосабливается не только к технологической среде, но также и к собственной организации конкретного производственного комплекса. Например, приведенный ниже производственный комплекс состоит из 7 производственных установок, разделенных дорогами.

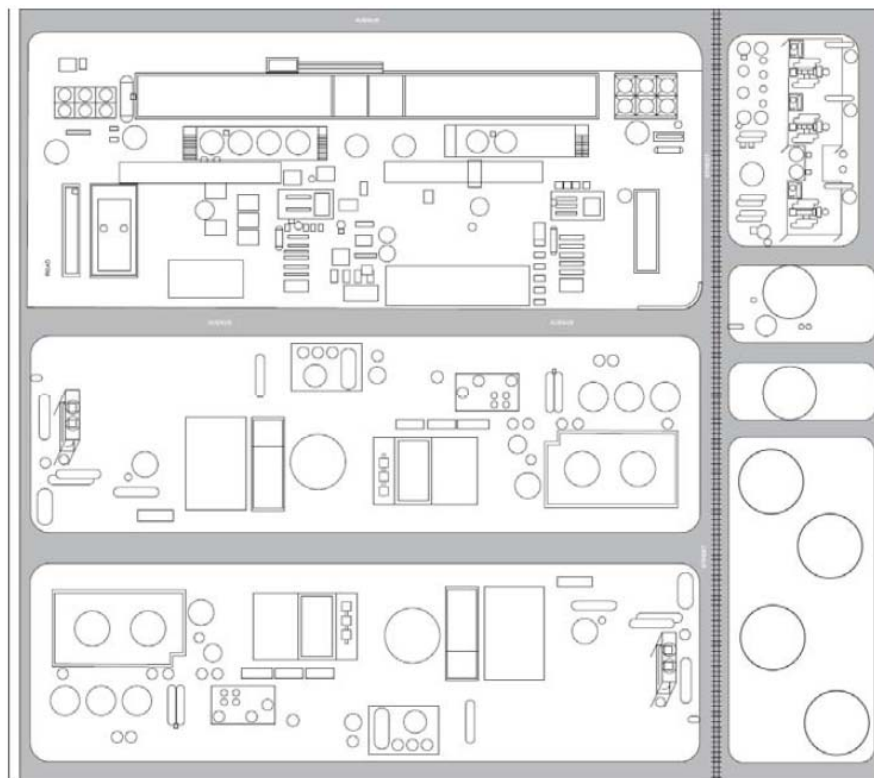


Рисунок 8. Примеры производственного комплекса

Если производственный комплекс находится в помещении, все равно ему присуща естественная внутренняя организация, которую необходимо использовать для определения объема сетей. Например, электростанции и биофармацевтические предприятия, как правило, располагаются на нескольких этажах здания. Одним из вариантов определения объема сети является создание сети *WirelessHART* для каждого этажа. Если на предприятии 7 этажей, соответственно, будет несколько сетей *WirelessHART*.

Среди преимуществ ограничения объема полевой сети *WirelessHART* пределами производственной установки:

- Приводит поток данных от устройства *WirelessHART*, передаваемый через шлюз в хост-систему, в соответствие с существующей архитектурой данных.
- Приводит условное обозначение тегами *WirelessHART* в соответствие с условными тегами HART.
- Приводит методы документирования *WirelessHART* в соответствие с принятыми для производственной установки и расположением поддерживающего устройства. Если известно, что устройство А принадлежит к сети А производственной установки А, соответственно, нет смысла искать данные в производственной установке В.

- Приводит технологические процессы управления сроками службы устройств *WirelessHART* в соответствие со сроками службы проводных устройств HART, включая организационную ответственность.
- Определяет разумные ожидаемые диапазоны покрытия между устройствами *WirelessHART*. Большинство производственных установок имеют площадь не более нескольких сотен футов на несколько сотен футов.

При определении объема инженер-разработчик должен учитывать аспект резервной мощности. Как минимум, каждая производственная установка должна иметь собственный шлюз с резервной мощностью, позволяющей решать проблемы в режиме реального времени. Если проект небольшой и сосредоточен вокруг одной области применения, как правило, требуется один шлюз, при условии, что общее количество точек не превышает пропускную способность шлюза. Для случая если проект крупный, с использованием нескольких сотен беспроводных точек, ниже приведен процесс определения общего количества шлюзов и корректировки объема сети.

1. Необходимо отфильтровать точки по производственной установке, определить количество точек для каждой установки, таким образом, сети *WirelessHART* можно будет сегментировать по установкам. Например, из 700 точек, допустим, что к производственной установке А принадлежат 154 беспроводных точек, использующих 154 устройства *WirelessHART*. Необходимо определить количество шлюзов для поддержки такого количества оборудования. Следует обратить внимание, что некоторые устройства *WirelessHART* поддерживают более 1 беспроводной точки, так что возможны случаи, когда меньшее количество устройств могут обеспечить необходимое количество точек измерения. Ключевым примером являются датчики температуры, работающие по технологии *WirelessHART*, где 2 или более температурных элемента используются в качестве входов.
2. Определить мощность шлюза при максимальной частоте обновления, используемой в сети. Следует подойти консервативно и допустить, что все устройства работают с одной частотой обновления. Пример вывода: 100 устройств *WirelessHART* на шлюз.
3. Определить и применить любое руководство по резервной мощности. Если по правилам проектирования компоненты ввода/вывода должны иметь 40% резервной мощности, использовать эту величину в следующих расчетах.
4. Использовать следующий алгоритм определения необходимого количества шлюзов:

Кол - во шлюзов = округление в большую сторону $\left(\frac{\text{Общее кол - во устройств WirelessHART в производственной установке}}{\text{Пропускная способность шлюза} * (1 - \text{требование к резервной мощности})} \right)$

Для примера выше необходимо 3 шлюза.

Кол - во шлюзов = округление в большую сторону $\left(\frac{154}{100 * (1 - 0,40)} \right)$

Эту формулу можно ввести в Microsoft Excel.

5. Определить необходимое количество шлюзов для подсекций производственной установки. Если необходимо более одного шлюза на производственную установку, инженер-разработчик должен сегментировать сети, чтобы шлюзы были локально распределены подобно коммутационным коробкам и панелям. На эталонном чертеже ниже производственная установка имеет 16 подсекций, пронумерованных от L-2 по L-17, которые подлежат логическому сегментированию для покрытия шлюзами. Не все шлюзы должны иметь одинаковое количество беспроводных точек. При необходимости использования избыточных шлюзов удвоить количество шлюзов, исходя из значения, полученного по приведенной выше формуле.

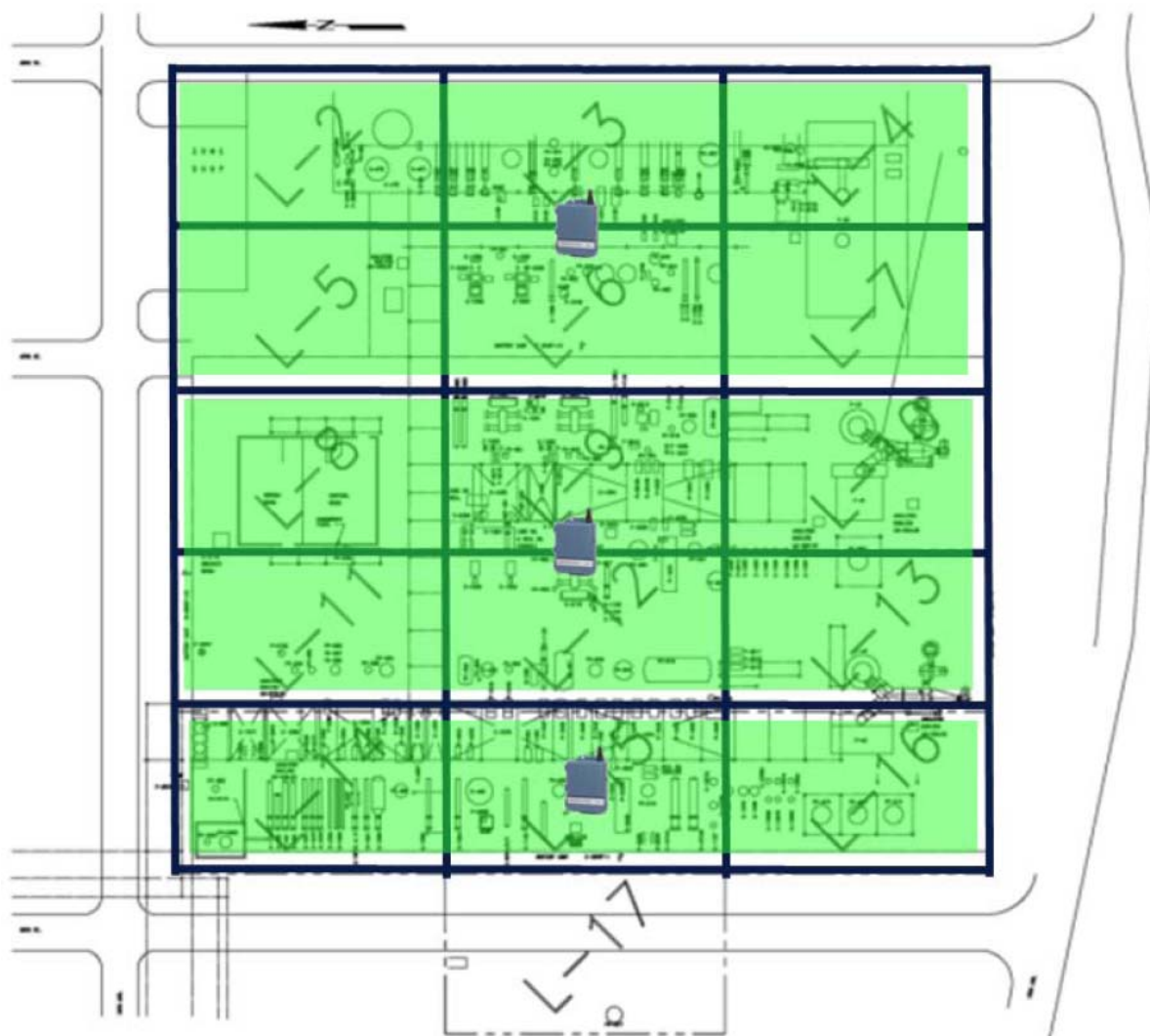


Рисунок 9. Пример производственной установки с тремя сетями *WirelessHART*

В примере показано три шлюза *WirelessHART*, поддерживающих три сети *WirelessHART* на одной производственной установке. Это аналогично трем сегментам *FOUNDATION fieldbus* на одной производственной установке. В данном примере, подразделы производственной установки были сгруппированы горизонтально, а не вертикально, чтобы сократить расстояние передачи данных в рамках установки. Ключевым моментом является то, что шлюзы, вне зависимости от производителя, должны всегда находиться в районе, для которого они обеспечивают входы/выходы. Ниже показано, как поступать не следует:

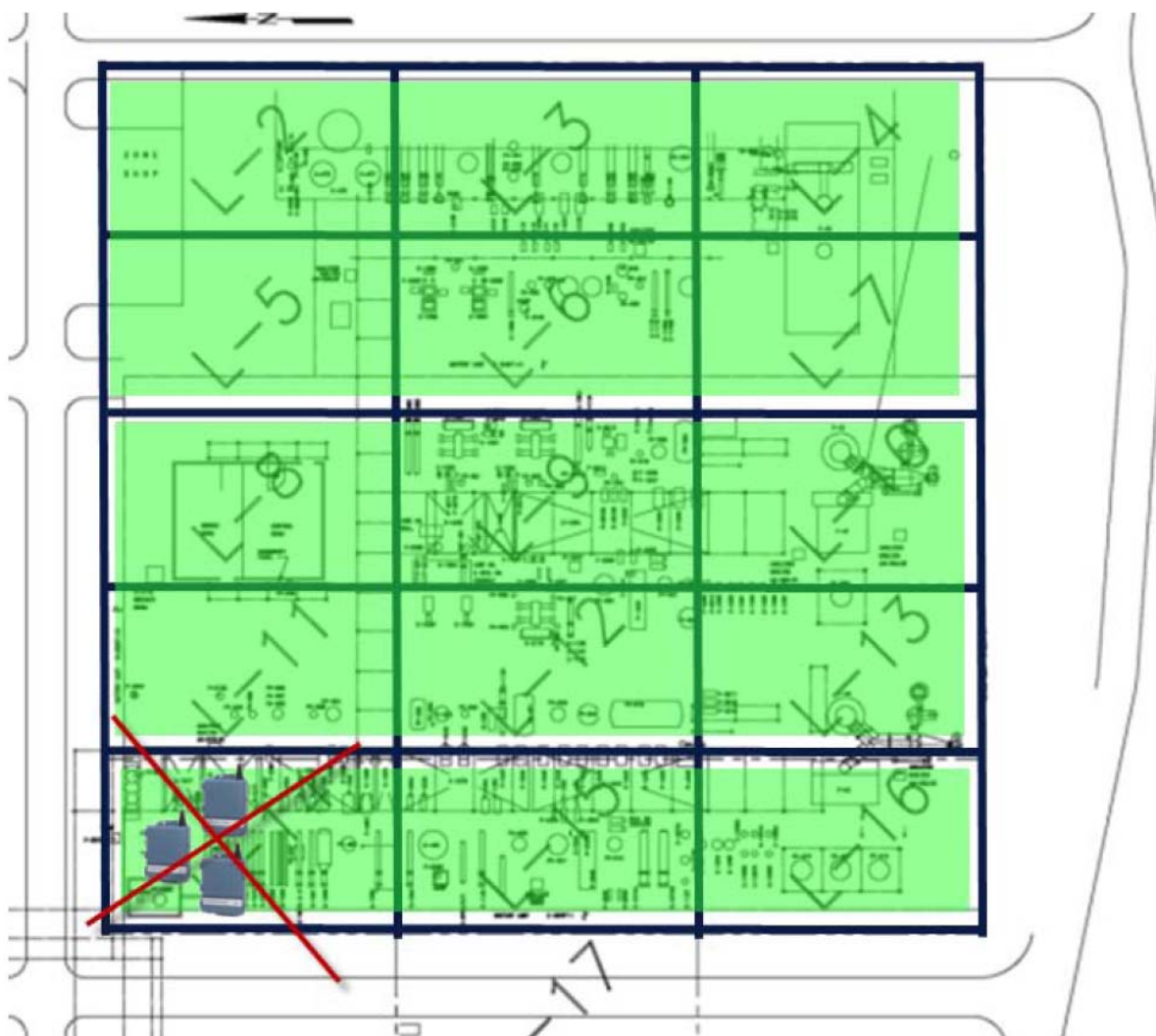


Рисунок 10. Пример производственной установки с неправильным расположением шлюзов

Не следует располагать все шлюзы в одном месте только потому, что так удобнее подключить их к хост-системе. Следующий раздел проектирования сети продемонстрирует неэффективность подобного расположения и что со временем оно может привести к ненадежной работе сетей. Шлюз должен быть расположен на технологическом участке, а вокруг него формируется сеть.

При применении такой логики устройства *WirelessHART* логически выполняют требования существующей документации.

Важно помнить:

- Определение объема является самым важным правилом проектирования. Использовать его для обеспечения необходимой беспроводной мощности, долговременной масштабируемости, высокой надежности, приведения устройств *WirelessHART* в соответствие требованиям, а также для управления существующим производственным комплексом, организацией и рабочими практиками.

- Каждый шлюз *WirelessHART* должен иметь уникальный идентификатор сети для соответствующего сегментирования полевых сетей *WirelessHART*. Это особенно важно при наличии нескольких шлюзов на одной производственной установке.
- Результатом этапа определения объема должны стать чертеж в масштабе, отображающий относительное расположение активов и производственной установки, подлежащих автоматизации и потенциальные точки интеграции для шлюзов *WirelessHART*.

Проектирование

Следующие правила проектирования должны быть очень консервативными и основаны на реальном опыте применения полевых сетей *WirelessHART*. Рабочий диапазон устройства является стандартным линейным расстоянием между полевыми устройствами *WirelessHART* при наличии технологической инфраструктуры. Как правило, если между устройствами *WirelessHART* нет препятствий в зоне прямой видимости (LOS) и они установлены на высоте 6 футов (2 метров) над землей, рабочий диапазон между двумя устройствами составляет более 750 футов. Поскольку сеть является самоорганизующейся, два сетевых сегмента или обмен данными, ретранслируемый при передаче от 1 устройства другим, чтобы достигнуть шлюза, будет иметь рабочий диапазон 1500 футов. Препятствия сокращают рабочий диапазон. В большинстве технологических сред наблюдается высокая концентрация металла, отражающего РЧ-сигналы непредсказуемым образом. Путь РЧ-сигнала может запросто составлять 229 м (750 футов), несмотря на то, что соседнее устройство находится всего на расстоянии 30 м (100 футов). Ниже приведены основные классификации рабочего диапазона:

- **Массивные препятствия** — 30 м (100 футов). Это типично для предприятия с высокой плотностью расположения оборудования. Грузовик или оборудование не проедет в имеющиеся проходы.
- **Препятствия средних размеров** — 76 м (250 футов). Это не столько плотно скомпонованные технологические участки, достаточное количество пространства между оборудованием и инфраструктурой.
- **Небольшие препятствия** — 152 м (500 футов). Типично для резервуарных парков. Несмотря на то, что сами резервуары являются крупными препятствиями, большое пространство между ними и над ними способствует хорошему распространению РЧ.
- **Зона прямой видимости** — 229 м (750 футов). Между устройствами *WirelessHART* отсутствуют препятствия, они установлены на высоте не менее 2 метров (6 футов) над землей или препятствиями.

Настоящие величины получены опытным путем и могут меняться в зависимости от условий технологической среды. Условия, значительно сокращающие рабочий диапазон, приведены ниже:

- Монтаж полевых устройств близко к земле или под водой. РЧ-сигнал поглощается, что препятствует его распространению.
- Внутри или снаружи здания относительно основной сети. РЧ-сигналы любого вида плохо распространяются через бетон, дерево и т. д. Как правило, при наличии беспроводных устройств поблизости с другой стороны корпуса, необходимости в особых правилах проектирования нет. Если множество устройств *WirelessHART* изолировано сетью, следует рассмотреть возможность масштабирования сети в пределах комплекса. Небольшие, стекловолоконные корпуса контрольно-измерительных приборов и устройств, часто применяемых в очень грязных или агрессивных средах, оказывают минимальное влияние на распространение РЧ-сигнала, и могут быть использованы. Массивные металлические корпуса будут препятствовать распространению РЧ-сигналов и не рекомендуются к применению, если не будут рассмотрены дополнительные способы решения данной инженерной проблемы.

Низкая мощность устройств *WirelessHART* обеспечивает работу в течение нескольких лет без замены модуля питания, но также ограничивает выходную мощность радиосигнала и максимальную дальность. Поскольку устройства *WirelessHART* могут общаться друг через друга, чтобы отправлять сообщения на шлюз, то самоорганизующаяся сеть позволяет обеспечить большую зону покрытия. Например, мобильное устройство может оказаться на несколько сотен метров от шлюза, но энергоэффективный «скачок» через соседние устройства, которые находятся ближе к шлюзу, обеспечивает надежную доставку данных на шлюз.

Рабочий диапазон будет использоваться для испытания пригодности проекта сети.

Существует 4 фундаментальных, рекомендованных к применению правила проектирования.

1. **Правило «не менее 5»** — Каждая сеть *WirelessHART* должна иметь не менее 5 устройств *WirelessHART* в пределах рабочего диапазона шлюза. Сети будут работать надлежащим образом и при наличии менее 5 устройств *WirelessHART*, однако не будут реализованы преимущества присущей избыточности самоорганизующейся сети, могут потребоваться ретрансляторы. В хорошо сформированной, хорошо спроектированной сети новые устройства *WirelessHART* могут быть добавлены внутрь или по периметру сети, не влияя на работу или структуру сети.

На рисунке 11 приведен простой пример проекта. Объем сети был должным образом определен пределами производственной установки, 4 устройства *WirelessHART* были размещены в рабочем диапазоне шлюза на технологическом чертеже в масштабе. Красная окружность вокруг шлюза обозначает его рабочий диапазон.

Из данного примера видно, что правило «не менее 5» нарушено и что используется всего 4 устройства в пределах эффективного диапазона шлюза. Эта сеть, вероятно, будет работать в соответствии со спецификациями, однако, оптимальным решением было бы усилить ее, добавив больше устройств, для обеспечения масштабируемости в перспективе и надежности.

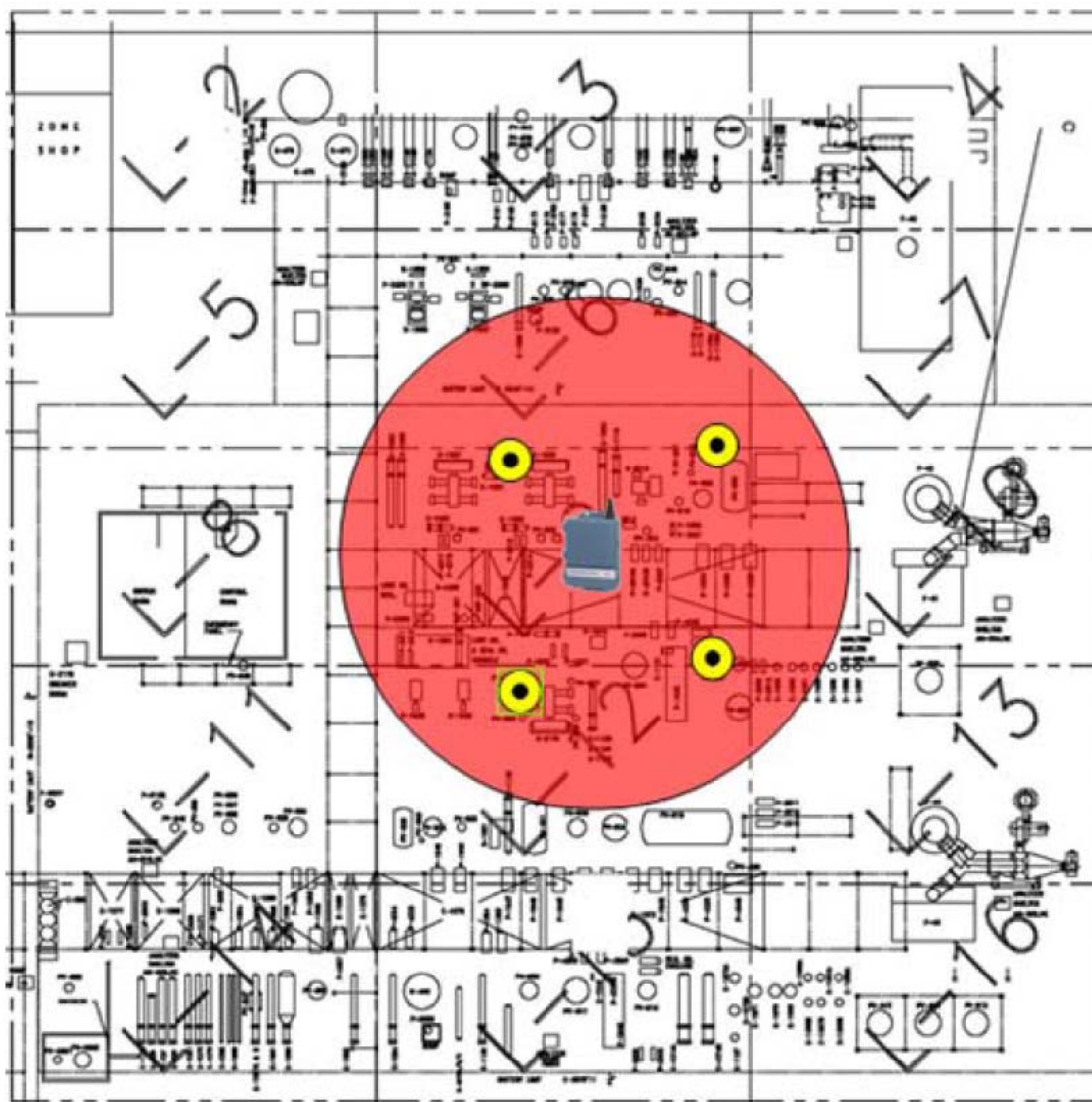


Рисунок 11. Пример производственной установки. Правило «не менее 5» нарушено

2. **Правило 3х** — Каждое устройство *WirelessHART* должно иметь не менее 3 соседей в пределах рабочего диапазона. Это гарантирует, что будет существовать не менее 2 резервных соединений и возможность для соединения, если со временем изменятся условия.

Опираясь на предыдущий пример, сеть была усилена добавлением еще одного полевого устройства в пределах рабочего диапазона шлюза, это устройство было добавлено как еще одна точка измерения. Теперь красной окружностью представлен рабочий диапазон устройства *WirelessHART*, не имеющего 3 соседей. Для надежности, для каждого устройства *WirelessHART* важно во время работы иметь 2 пути, гарантирующих избыточность и разнообразие. Правило 3х при проектировании обеспечивает необходимую концентрацию устройств.

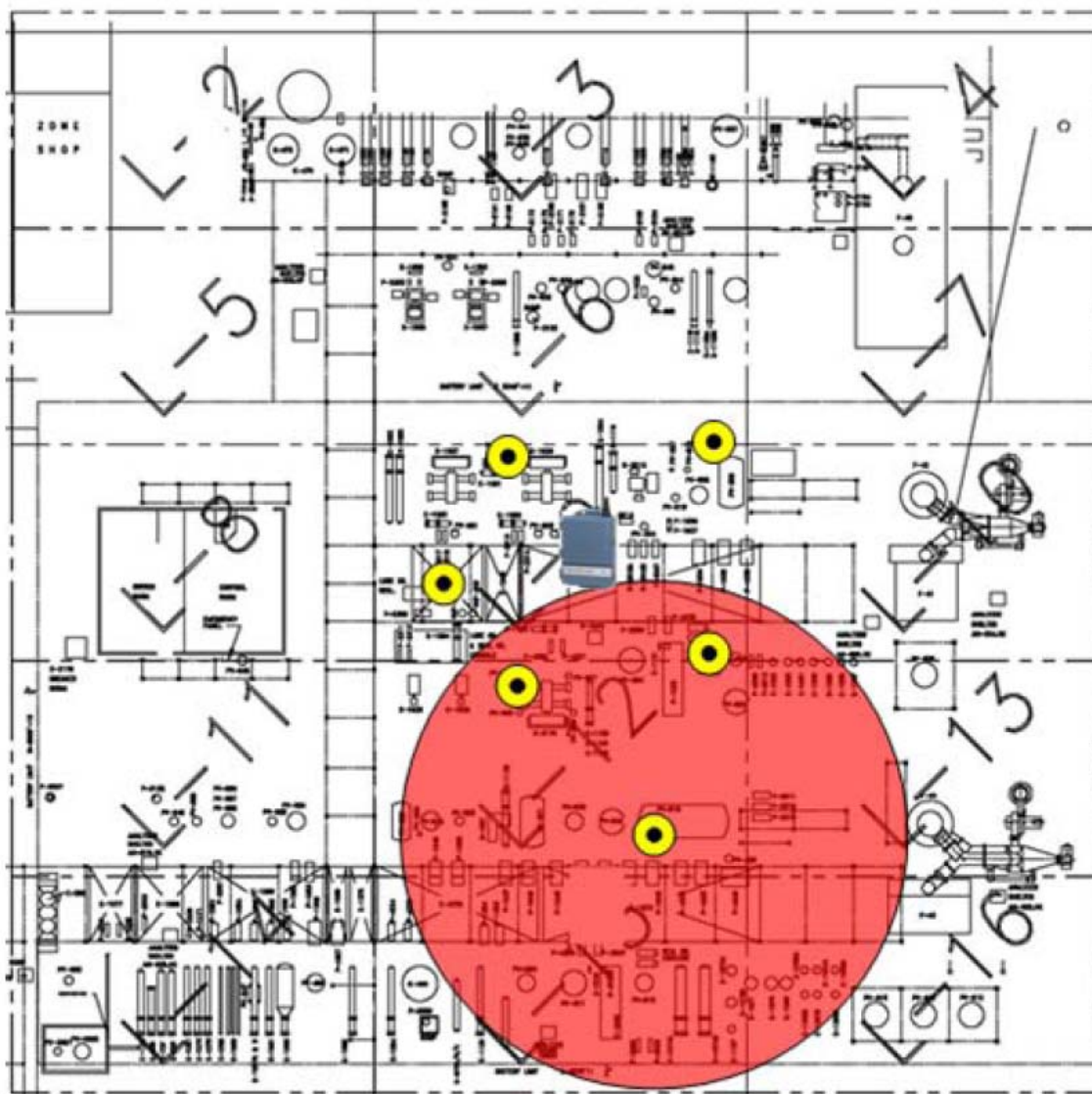


Рисунок 12. Пример производственной установки. Правило 3х нарушено

Если нарушено Правило 3х, сеть также может быть усилена добавлением дополнительных устройств.

3. **Правило 25%** — Для каждой сети *WirelessHART*, имеющей более 5 устройств, не менее 25% устройств должны находиться в пределах рабочего диапазона шлюза для обеспечения необходимой полосы пропускания и устранения труднодостижимых точек. Сети *WirelessHART* могут работать даже при 10%, и практическое применение может дать менее 25%, однако опыт показывает, что 25% является практичной величиной. Например, при общем количестве в 100 устройств, в пределах рабочего диапазона шлюза должно находиться 25 устройств.

Сети, в которых более 20% беспроводных устройств должны увеличить процент устройств в эффективном диапазоне шлюза от 25% до 50%.

4. **Правило Максимальное расстояние** - Беспроводные устройства с временем обновления показаний быстрее, чем раз в 2 секунды должны быть установлены в 2 раза ближе к шлюзу, чем максимально рекомендуемое расстояние. Это правило обеспечивает максимальную скорость отклика для мониторинга и управления приложениями, требующими высокоскоростные обновления.

Рекомендации по проектированию беспроводной сети

Устройства *WirelessHART* расположены в соответствии с их присоединением к процессу. Только приблизительное расположение требуется для размещения на чертеже в масштабе, поскольку самоорганизующаяся технология адаптируется к существующим условиям и их изменениям в зависимости от точки установки. Правила проектирования обеспечивают концентрацию устройств *WirelessHART* для обеспечения избыточных путей между устройствами. Это позволяет самоорганизующейся сети оптимизироваться для работы в динамической среде.

Когда нарушается правило 3, это можно исправить добавлением новых устройств. С ростом сетей Правило «не менее 5» и Правило 3х становятся неактуальными, поскольку в пространстве процесса расположено множество устройств. Правило 25% становится самым важным для крупных сетей, гарантируя наличие избыточной полосы пропускания для всех устройств сети. Ниже приведен пример, когда нарушено Правило 25%.

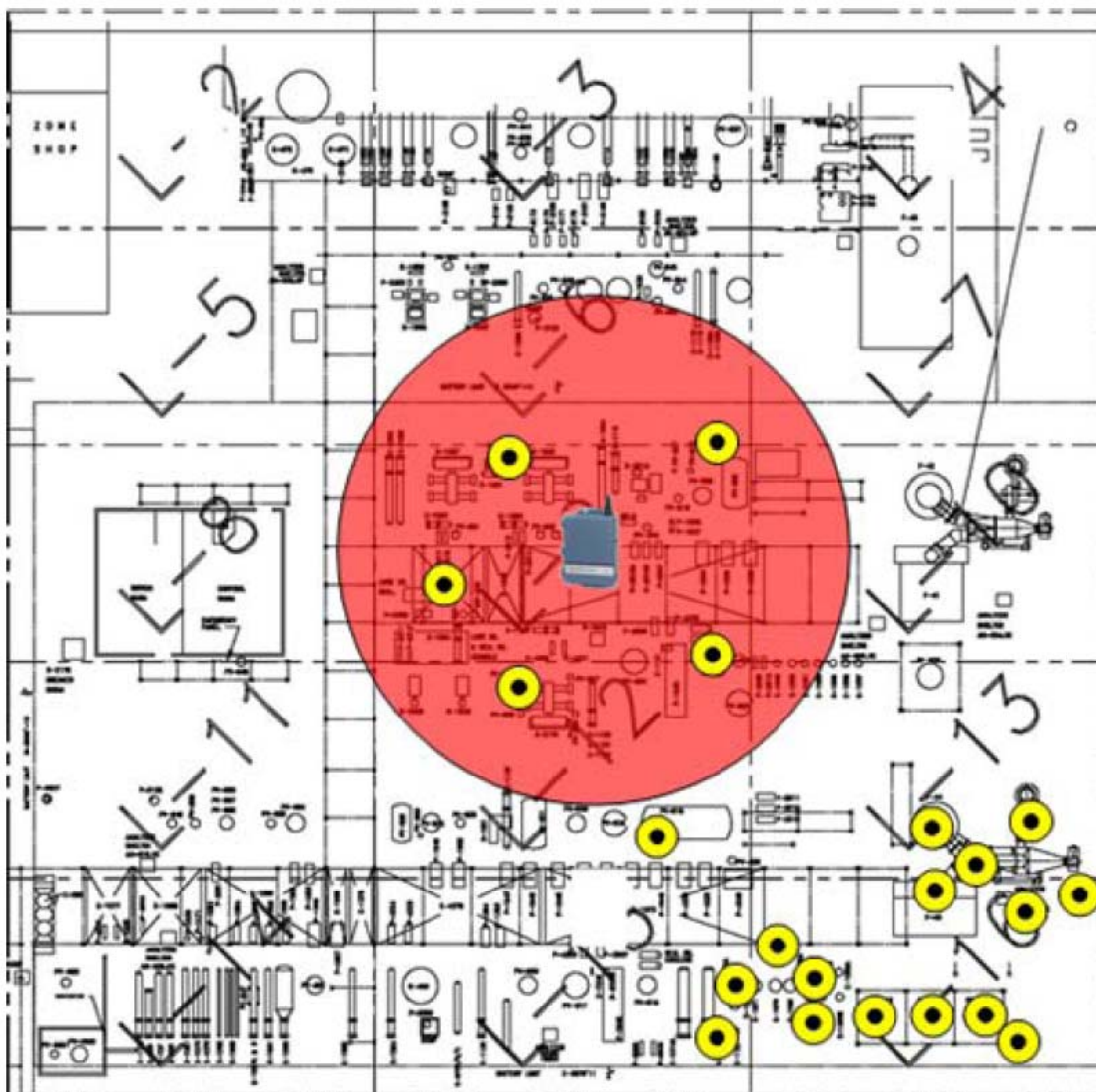


Рисунок 13. Пример производственной установки. Правило 25% нарушено

Правило 25% может быть соблюдено несколькими способами. Ниже приведены три варианта усиления данного проекта сети, каждый имеет свои собственные особенности:

1. Добавить больше устройств в пределах рабочего диапазона шлюза. Несмотря на то, что данное решение является хорошим, в пределах рабочего диапазона шлюза могут отсутствовать дополнительные точки, подключение к которым имеет практический смысл.
2. Переместить шлюз ближе к центру сети, относительно распределения контрольно-измерительных приборов *WirelessHART*. В этом случае, в центре сети может отсутствовать удобная точка интеграции в хост-систему.
3. Добавить еще один шлюз. Это увеличивает общую мощность для производственной установки, отвечает потребностям поддержания необходимой концентрации полевых устройств и обеспечивает простое, долговременное масштабирование. Однако все равно могут возникнуть сложности с наличием удобной точки интеграции в хост-систему, аналогично варианту 2.

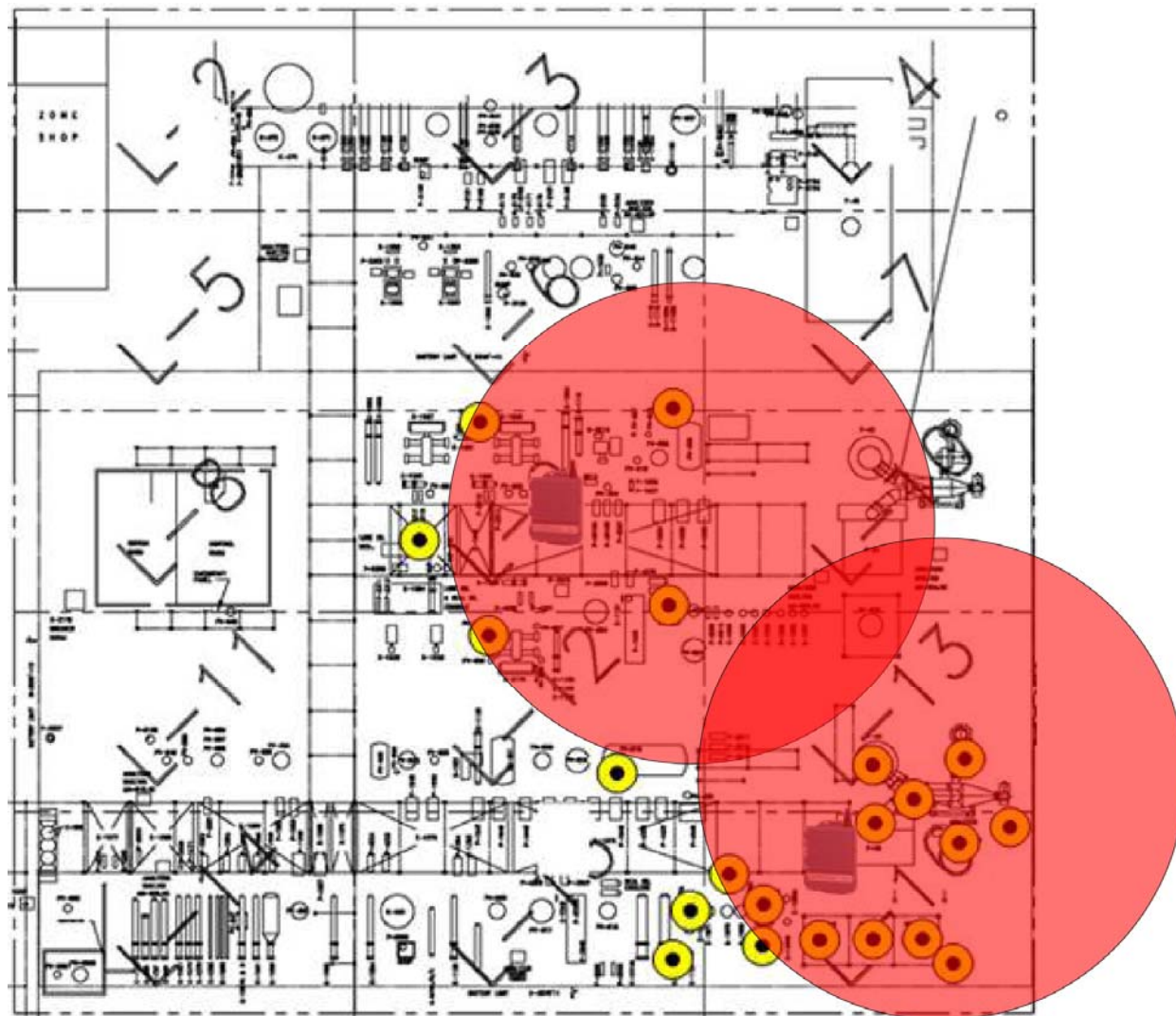


Рисунок 14. Пример производственной установки с двумя шлюзами

Если беспроводное устройство требует частоты обновления показаний быстрее, чем 2 секунды или используется для управления и не отвечает правилу Максимальное расстояние, необходимо рассмотреть вопрос о добавлении еще одного шлюза или переноса существующего шлюза ближе к беспроводному устройству. Если для контура управления процессом достаточно того времени обновления показаний которое может обеспечить беспроводная сеть, или ранее управление производилось в ручном режиме, то установка устройств дальше от шлюза может быть приемлема.

Особенности установки по контролю и высокоскоростных сетей

Стабильность и Надежность

Рекомендуется, чтобы беспроводные полевые устройства, используемые для управления и высокоскоростного мониторинга, имели более высокую стабильность передачи данных, чем устройства для общего мониторинга со временем обновления показаний медленнее, чем 2 секунды. Стабильность является, мерой успешно переданных сообщений по заданному маршруту по отношению к количеству попыток передачи. Для стандартных применений стабильности маршрута должна быть 60%, но для управления и высокоскоростного мониторинга рекомендуется 70%. Дополнительные

возможности, которые приведены в данном тексте, обеспечивают более высокую стабильность пути, что может быть подтверждено после разворачивания сети. Большинство поставщиков беспроводного оборудования предоставляют средства для проверки стабильности после установки.

Минимизация последующих сообщений для устройств с беспроводным управлением выходного сигнала

Сигналы цифрового управления, отправленные хост-системой на беспроводное устройство через шлюз требуют последующих сообщений. Чтобы свести к минимуму время до последующего сообщения от беспроводного устройства, сообщения, инициированные не управляющими приложениями, должны быть сведены к минимуму. Максимальное время до следующего сообщения от шлюза беспроводному устройству управления не зависит от скорости обновления показаний и должно быть не более 30 секунд, когда проектирование сети осуществляется на основе наилучших практик.

Методы ограничения последующих сообщений:

- Ограничение удаленного конфигурирования беспроводных устройств, когда управление находится в работе.
- Ограничение количества устройств, сканируемых программным обеспечением.
- Ограничение других действий, требующих удаленного опроса и ответа от беспроводных полевых устройств.

Скорость обновления показаний беспроводного устройства определяет, насколько быстро хост-система получает уведомление о том, что команда управления была получена и осуществлена.

Резервная мощность и расширение

Для стандартного проекта часто возникает требование обеспечить установку резервного оборудования (коммутационные панели, платы ввода/вывода, выводы), а также дополнительное свободное пространство. Обычно эти числа могут варьироваться между 20–30%. При проектировании беспроводной сети рассматриваются другие аспекты, поскольку отсутствует необходимость использовать распределительные шкафы, платы ввода/вывода и выводы. Для увеличения мощности сети могут быть добавлены дополнительные шлюзы.

Усиление

Для определения потенциальных слабых мест сети рекомендуется провести тестирование проекта сети под нагрузкой изменяя расстояние между устройствами. Для тестирования сети под нагрузкой сокращать расстояние между устройствами с шагом 10%. Например, первоначально в проекте предполагалось, что расстояние между устройствами будет 250 футов. Сокращая рабочий диапазон шагами по 25 футов (10%), можно будет обнаружить потенциально слабые места. На данном этапе проектировщик сети определяет предельные режимы работы сети.

Пример, приведенный ниже, демонстрирует, что одно устройство WirelessHART не выполняет Правило 3х при испытании под нагрузкой 20% от рабочего диапазона. Для испытания проекта установлен рабочий диапазон 250 футов слева и 200 футов справа.



Рисунок 15. Примеры производственной установки: Стандартный проект (Слева).
Испытание под нагрузкой (Справа)

Самоорганизующаяся ячеистая технология не только предусматривает добавление большего количества полевых устройств WirelessHART в сеть для целей автоматизации, также существуют простые средства корректирования проекта. Альтернативы включают изменение расположения шлюза, добавление нового шлюза для сегментирования сети, добавление устройств или ретрансляторов.

Ретрансляторы также могут быть альтернативой для усиления сети. Вместо еще одного устройства WirelessHART, имеющего конкретное измерительное назначение, ретранслятор используется специально для расширения возможностей соединения в рамках сети. Ретрансляторы могут эффективно использоваться в плотной инфраструктуре, если они размещены над инфраструктурой для увеличения рабочего диапазона устройств под ними. Адаптеры WirelessHART могут экономически эффективно использоваться в качестве ретрансляторов, при наличии локального источника питания.

Доступность и резервирование сети *WirelessHART*

Если все рекомендации по проектированию сети учтены, то полевая сеть *WirelessHART* имеет резерв связи между беспроводными полевыми устройствами и шлюзом. Пользователь получает надежность не менее 99% при передаче данных от каждого полевого устройства *WirelessHART*, как правило, производительность приближается к 100%.

Ниже приведены возможности максимизации работоспособности хост-системы и шлюза *WirelessHART*:

1. Всегда должным образом заземлять шлюзы и полевые устройства в соответствии с местными правилами устройства электроустановок и с рекомендациями производителя.
2. Всегда использовать соответствующую защиту от молнии на шлюзах.
3. Всегда использовать блок бесперебойного питания (ИБП) для питания шлюза. Перепады напряжения являются основной причиной отказов шлюзов.
4. Предусмотреть резервные шлюзы для полевой сети, если измерения критичны.
5. Обеспечить резерв соединений между хост-системой и шлюзами, особенно при использовании резервных шлюзов. Это включает физические соединения, переключатели и источники питания.

Безопасность *WirelessHART*

При проектировании сетей каждый шлюз и каждая сеть должны иметь уникальный идентификатор сети. Ключи подключения устройства могут конфигурироваться как общедоступные, так и индивидуальные. При выборе общих ключей устройства, каждое полевое устройство будет использовать один и тот же ключ подключения. При выборе индивидуальных соединительных ключей устройства каждое полевое устройство будет использовать уникальный соединительный ключ.

Индивидуальные соединительные ключи устройства обеспечивают большую безопасность и рекомендованы к использованию.

Раздел 8 Требования к хост-системе

Использование стандартных протоколов

Стандартные протоколы должны быть использованы для обеспечения максимальной эффективности установки. Шлюз *WirelessHART* должен преобразовывать данные, полученные с полевой сети *WirelessHART*, в соответствующий протокол и физический уровень, необходимый для интеграции.

Беспроводная хост-система

Данные от полевых сетей *WirelessHART* могут быть интегрированы в существующую хост-систему. Однако многие приложения беспроводной автоматизации не предназначены для управления или мониторинга процесса, и доступ к ним с DCS или PLC системы может не потребоваться. Эта информация может быть полезна персоналу за пределами диспетчерской, включая инженеров по надежности, обслуживающий персонал и инженеров-энергетиков. Следует очень внимательно подойти к выбору информации, выводимой на экраны управления эксплуатацией, чтобы не упустить из виду критически важную информацию.

Например, предположим, что беспроводная полевая сеть используется в качестве замены обхода с целью ручного контроля, когда обслуживающий техник должен вручную собрать температурные и вибрационные данные с ряда насосов, а затем вручную ввести собранные данные в сервер архивных данных для дальнейшего пользования. С помощью технологии *WirelessHART* шлюз может быть интегрирован в приложение, в данном случае сервер архивных данных, для автоматизированного сбора данных.

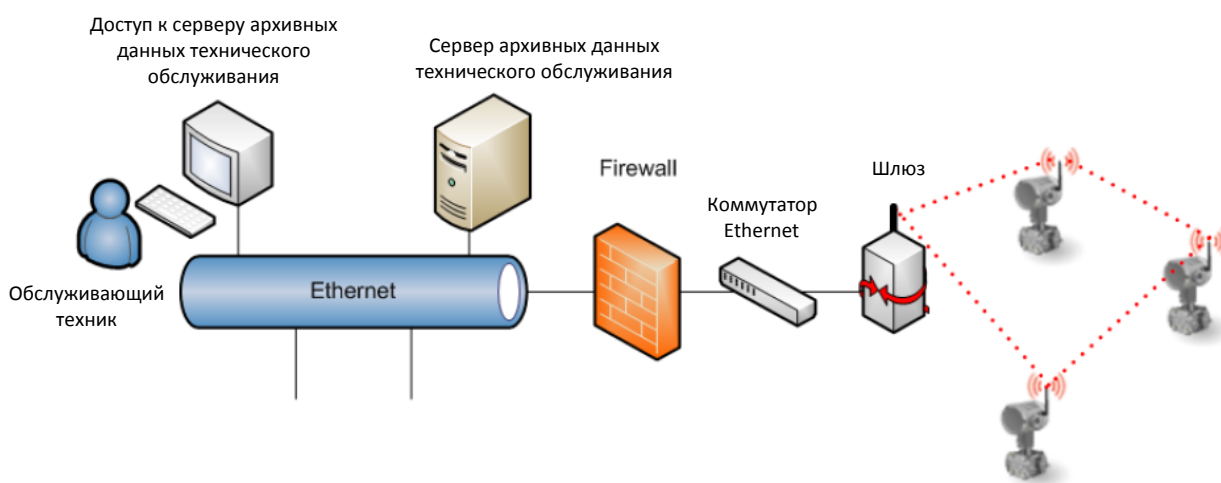


Рисунок 16. Интеграция шлюза в хост-систему

Для сетей *WirelessHART*, поддерживающих пользователей с различными ролями, для каждого пользователя существует возможность получить свое собственное приложение для сбора и анализа данных.

Для пользователей, вручную собирающих данные, *WirelessHART* предлагает новые возможности для автоматизации предприятия.

Масштабируемость, рассчитанная на длительный период подразумевает использование от 1000 до 10000 контрольно-измерительных приборов, работающих по технологии *WirelessHART*, на одном предприятии. Важно будет скоординировать усилия с тем, чтобы позволить конечным пользователям с разными полномочиями и ответственностью совместно использовать входы/выходы шлюзов. Нет основания для того, чтобы представители обслуживающего, энергетического, эксплуатационного персонала или отвечающего за здоровье/безопасность/воздействие на окружающую среду и управляющего активами, не могли быть допущены к использованию сетевых ресурсов.

Архитектура централизованного сервера архивных данных и программа централизованного управления активами приведены ниже. В этой схеме множество шлюзов соединяются с одной сетью Ethernet и сервером. Данные передаются в централизованный сервер архивных данных, которые затем могут быть доступны для приложений, используемых каждым конечным пользователем. Таким образом, ресурсы хост-системы могут использоваться совместно. Все контрольно-измерительные приборы *WirelessHART* могут передавать отчеты в одно приложение управления активами, может применяться единая политика безопасности, а в итоге, конечные пользователи могут видеть данные, собранные с помощью *WirelessHART*, в своих приложениях в соответствии с выделенными правами доступа.

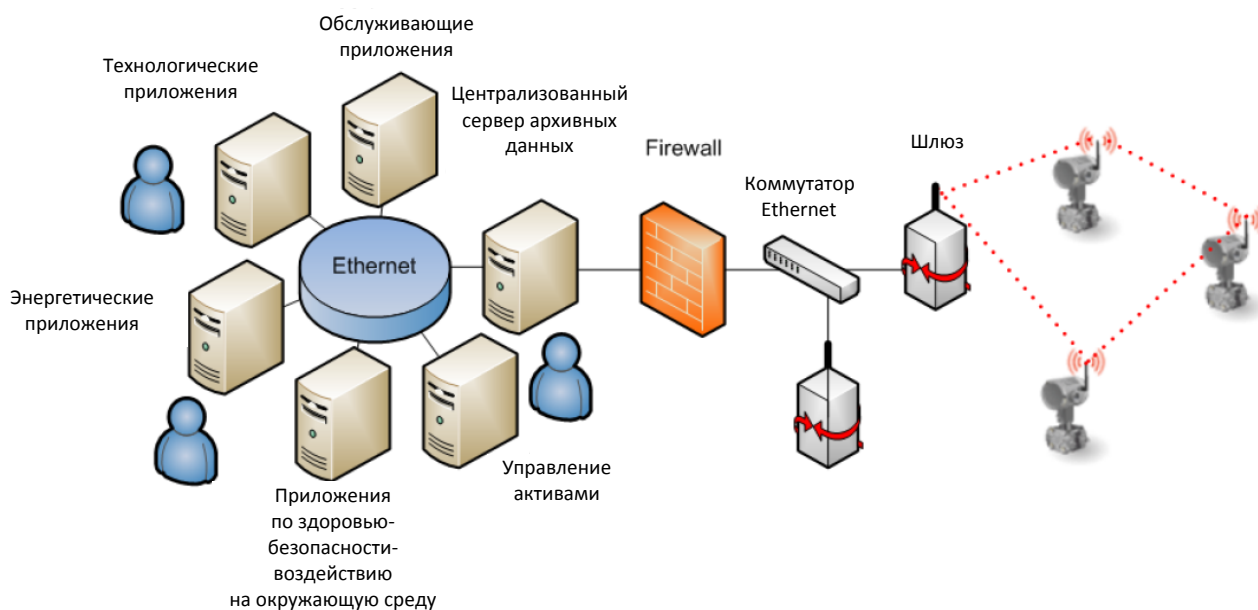


Рисунок 17. Информация со шлюза, интегрированная во множество приложений

Разработка стратегии хост-системы чрезвычайно важна для максимизации рентабельности крупных инвестиций в беспроводные сети. Успешное применение обозначает, что данные поступают тем, кому положено, и полученная информация используется в практических целях. Зачастую множество пользователей будут получать доступ к одним и тем же данным, но в контексте их применения.

Это также подразумевает, что каждый раз при вводе нового устройства *WirelessHART* в действие на предприятии, не будут вновь и вновь возникать проблемы, связанные с интеграцией и хост-системой.

Сетевая технология *WirelessHART* действительно масштабируемая; устройства *WirelessHART* могут добавляться в сеть без прерывания работы, количество шлюзов может быть увеличено для расширения доступных вводов/выводов. Эта возможность позволяет более широко применять автоматизацию, решая проблемы без больших проектных бюджетов, после того, как инфраструктура беспроводной сети будет сформирована. Например, устройство *WirelessHART* за несколько минут может быть подключено, сконфигурировано, интегрировано, если существует стратегия хост-системы.

Интеграция хоста

Интеграция данных, полученных с беспроводного шлюза в систему управления хостом, как правило, выполняется одним из двух способов: посредством собственного подключения напрямую в хост-систему или с помощью стандартных протоколов, таких как Modbus или OPC.

Для собственного подключения, подразумевающего использование специальных плат ввода/вывода, необходимо связаться с поставщиком хоста.

OPC и Modbus – открытые протоколы, использующие стандартные методы обмена данными и интеграции для распределения данных с шлюза в систему управления хостом. Как правило, распределяемые в хост данные являются технологическими параметрами (PV, SV, TV, QV) и данными об общем состоянии устройства. Диагностическая информация, как правило, передается в систему управления активами через Ethernet. Необходимо проконсультироваться с поставщиком шлюзов по вопросу совместимых пакетов управления активами.

Часто существующие хост-системы могут представлять собой сочетание компонентов DCS и PLC и современных решений управления данными, например, серверов архивных данных. Шлюзы *WirelessHART* должны поддерживать множество подключений к нескольким хост-системам с использованием множества протоколов. Это позволяет сетям *WirelessHART* поддерживать модернизацию существующей хост-системы. Например, допустим, существующий DCS не имеет резервной мощности и может только получить сигнал 4–20 мА от проводных устройств HART. Сеть *WirelessHART* может быть последовательно подключена к DCS для устранения потребности в использовании большого количества плат аналогового ввода для получения большого количества технологических параметров, в то время как диагностические данные HART передаются в программу управления активами с существующих проводных устройств HART с помощью адаптеров *WirelessHART*.

Этот тип проекта модернизации позволит выполнить поэтапное обновление старой хост-системы, а затем придет черед запланированного ремонта, в ходе которого будет модернизирован DCS, а имеющиеся сети *WirelessHART* перейдут в новую хост-систему.

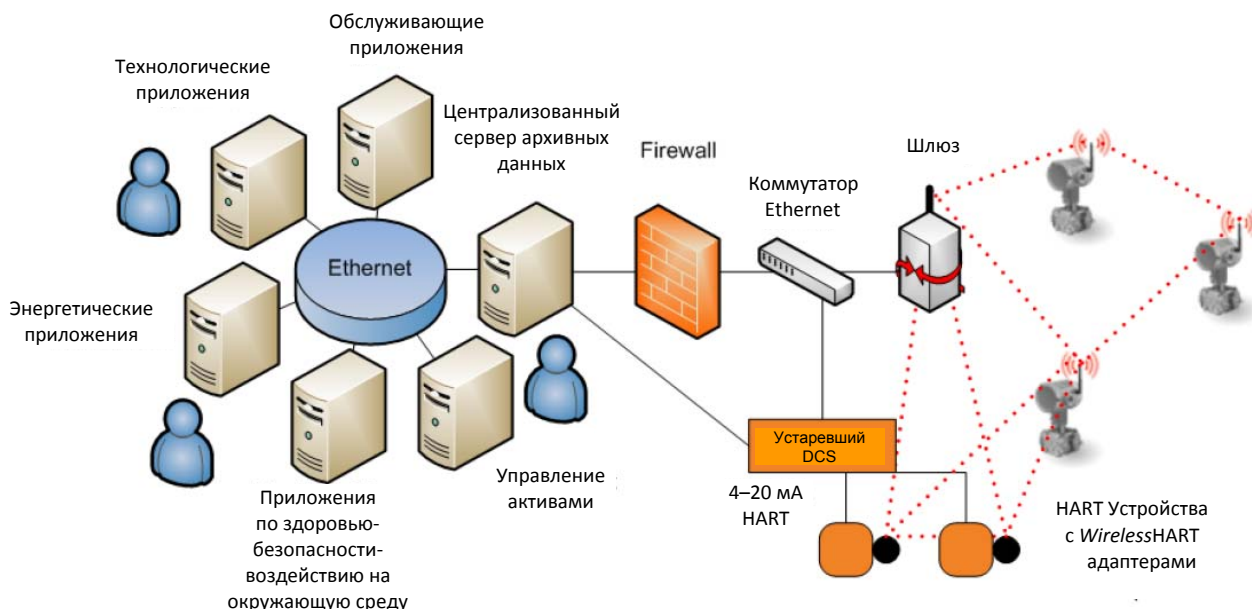


Рисунок 18. Использование шлюза *WirelessHART* для передачи информации с хост-системы, не поддерживающей технологию HART

Ключевым результатом работы с администраторами хост-системы является стратегия интеграции, включающей беспроводную инфраструктуру для всего предприятия. При работе над небольшим приложением основным результатом станет физическое расположение точек подключения шлюзов. Эти данные понадобятся при проектировании сети.

Ключевые результаты для проектирования сети:

- Определение администратора хост-системы и системного интегратора, поддерживающего интеграцию данных *WirelessHART* в хост-систему.
- Потенциальные физические точки подключения для шлюзов *WirelessHART*.

Совместимость

Преобразование данных *WirelessHART*, полученных с шлюза, в стандартные протоколы, включая Modbus и OPC, гарантирует совместимость всех сетей *WirelessHART* со всеми хост-системами. С хост-системами, основанными на протоколах пользователя, могут возникнуть проблемы.

Поддержка функций *WirelessHART* хост-системами

Шлюз *WirelessHART* выполняет все управление сетью *WirelessHART* и обменом данных с полевыми устройствами *WirelessHART*. Хост-система не требует специального программного обеспечения для поддержки полевой сети *WirelessHART*.

Инструменты конфигурации

В основе устройств *WirelessHART* лежит технология HART. Поэтому существующие полевые коммутаторы HART могут быть использованы для конфигурации полевых устройств. Полевые коммутаторы для конфигурации потребуют соответствующий дескриптор устройства, который является одинаковым для любого нового устройства HART, проводного и беспроводного. Конфигурация хост-системы определяется самой системой. Поставщики устройств HART с программой управления активами могут расширить область использования преимуществ дистанционного управления с проводных устройств HART до беспроводных устройств *WirelessHART* посредством шлюза.

Графики системы управления

Не все данные, собранные с полевой сети *WirelessHART* должны выводиться на экран оператора в графиках системы управления. Существует опасность того, что несущественная информация будет подана оператору и отвлечет его от критических данных.

Интеграция в хост-систему должна быть сконфигурирована так, чтобы данные с полевой сети *WirelessHART* передавались соответствующему конечному пользователю, несмотря на совместное использование сетевых ресурсов. Приведем несколько примеров:

- Данные, собранные по энергопотреблению вращающегося оборудования, должны быть направлены управляющему энергосистемой.
- Данные, собранные по спектрам вибрации вращающегося оборудования, должны быть направлены управляющему активами.
- Данные, собранные о температурных аварийных сигналах для вращающегося оборудования, должны быть направлены операторам и инженеру по надежности.

Корректное определение стратегии интеграции обеспечит эффективный сбор данных с сети *WirelessHART* и их правильное распределение пользователям. Многие конечные пользователи, которые, как правило, не осознают преимущества автоматизации, поддерживают специализированные базы данных по областям применения и вручную собирают и вносят в них данные. С возможностью интеграции данных *WirelessHART* во множество стандартных протоколов, эти уже существующие специализированные базы данных конечных пользователей могут заполняться автоматически.

Назначение адресов узлов и условные обозначения наименований

Устройства *WirelessHART* должны следовать условным обозначениям наименований проводных устройств HART.

Аварийные сигналы и сигналы тревоги

Аварийные сигналы и сигналы тревоги должны направляться соответствующему конечному пользователю, а также в соответствующее приложение и программное обеспечение, которое они используют. Распределение данных об аварийных сигналах и сигналах тревоги должно отражать статус и область ответственности конечного пользователя.

Станция технического обслуживания

Устройства *WirelessHART* обеспечивают внутреннюю диагностику, данные о технологическом процессе и устройства, так же, как и любое проводное устройство HART. Дополнительная локальная диагностика подключения к сети доступно локально через полевой коммуникатор HART с правильным дескриптором устройства для полевого устройства *WirelessHART*.

Шлюз *WirelessHART* также обеспечит дополнительную диагностику работы сети. Данные с устройств *WirelessHART* не будут распространяться в хост-систему, если данные рассматриваются как сомнительные, исходя из диагностики HART или ввиду значительной задержки при приеме с полевого устройства *WirelessHART* на шлюзе. Кроме того, шлюз отвечает за управление и диагностику сети *WirelessHART*.

Диагностика на участке между шлюзом и хост-системой зависит от хост-системы и шлюза.

Сервер архивных данных

Сбор архивных данных может обрабатываться так же, как и любой стандартный источник (например, OSIsoft PI или любой пакет сервера архивных данных DCS).

Раздел 9 Требования к заводским приемочным испытаниям

Введение

Ключевым результатом заводских приемочных испытаний (FAT) является интеграция данных с контрольно-измерительных приборов *WirelessHART* через шлюз в хост-систему. Объем FAT должен оговариваться с конечным пользователем. Как правило, только подмножество полевых устройств и шлюзов, подлежащих установке, используются во время FAT.

Заводская подготовка

Ниже приведены основные требования к заводской подготовке:

- Присутствует образец всех приложений, шлюзов и устройств *WirelessHART*.
- Имеется утвержденный план испытаний, порядок проведения испытаний и критерии приемочного контроля.
- Наличие полевого коммуникатора HART и пользовательского интерфейса для шлюза *WirelessHART*.

Допущения

Ниже приведены допущения для FAT:

- Испытание сетевой топологии входит в объем приемосдаточных испытаний.
- Проект сети *WirelessHART* не подлежит испытанию на заводе, если рекомендации по проектированию сети были реализованы. Консервативная природа и возможность усиления сети после установки с помощью ретрансляторов обеспечивают высокую надежность в работе.

Требования к заводским приемочным испытаниям (FAT)

Ниже приведены ключевые требования к заводским приемочным испытаниям:

- Проверка физического соединения шлюза и хост-системой. Возможен ли доступ к шлюзу из хост-системы?
- Проверка соединения протокола между шлюзом и приложением в хост-системе. Могут ли данные, видимые из шлюза, быть доступны из приложения? Возможно ли корректное распределение стандартных параметров?
- Шлюз может поддерживать все соединения со всеми необходимыми приложениями.
- Испытывается дескриптор устройства (DD) для всех полевых устройств в любой программе управления активами. Это гарантирует установку правильного DD и его действительность. Особенно важно для новых моделей устройств *WirelessHART*.

Порядок выполнения FAT

Поскольку физических модулей ввода/вывода нет, программное испытание выполняется имитацией вводов/выводов на уровне процессора. Этот уровень имитации является достаточным для проверки прикладного программного обеспечения в системе управления хостом.

В соответствии со стандартами IEC 62381 на заводские приемочные испытания, применяется общее руководство по испытанию шинных интерфейсов и подсистем. Подмножество контрольно-измерительных приборов (как минимум один каждого типа) подключается к шлюзу как подтверждение демонстрации концепции функций при интеграции в систему. Испытание должно послужить идеальной проверкой подключения полевого устройства к шлюзу и от шлюза к хост-системе.

Если испытание физических устройств на заводе не выполняется, имитация интерфейса выполняется по требованию.

Ниже приведен высококлассный порядок выполнения FAT:

1. Подать питание на шлюз
2. Добавить устройства *WirelessHART* по одному каждого типа к сети и убедиться в наличии надлежащего подключения. Все поля шлюза для данных с устройства *WirelessHART* должны быть надлежащим образом заполнены.
3. Изменить идентификатор сети и соединительный ключ сети и проверить все соединяемые полевые устройства для обеспечения правильной работы и управления безопасностью сети.
4. Создать первое физическое соединение с первым необходимым приложением хост-системы.
5. Проверить соединение между шлюзом и приложением хост-системы.
6. Интегрировать необходимые данные с каждого образца устройства *WirelessHART* в приложение хост-системы.
 - a. Дополнительно можно изменить технологические параметры устройства *WirelessHART* посредством прямой стимуляции или имитации. Все устройства, после выполнения соответствующих соединений со шлюзом, должны одинаково интегрироваться по протоколам типа Modbus или OPC.
7. Повторять этапы 4–6, добавляя соединения хост-системы со шлюзом, до тех пор, пока не будут выполнены все ожидаемые соединения со шлюзом.
8. Провести испытания интеграции данных в программу управления активами, если применимо.
 - a. Убедиться что к каждому устройству *WirelessHART* возможен предусмотренный доступ и конфигурирование посредством программы управления активами.
9. Любые дополнительные операции для проверки хроники управления и мониторинга.

Раздел 10 Руководство по установке на площадке

Порядок установки очень близок методам установки проводных контрольно-измерительных приборов HART. Поскольку провода не используются, устройства *WirelessHART* могут быть установлены сразу же после установки, закрепления активов или формирования инфраструктуры.

Установка беспроводной сети

Всегда сначала устанавливается шлюз, чтобы одновременно можно было выполнять интеграцию и установку беспроводной сети, а также ввод в эксплуатацию установленных устройств.

Полевые устройства могут быть введены в эксплуатацию со шлюзом, а затем с приложением хост-системы.

В общем, устройства *WirelessHART* устанавливаются аналогично проводным устройствам HART. Всегда необходимо сверяться с руководством на конкретное изделие.

Устройства *WirelessHART*, расположенные вблизи шлюза, должны всегда устанавливаться и вводиться в эксплуатацию в первую очередь, для обеспечения возможностей соединений для потенциальных устройств, которые не имеют прямого подключения к шлюзу. Данный способ является самым простым для установки самоорганизующейся ячеистой сети.

Устройства *WirelessHART* могут устанавливаться очень близко друг к другу, не вызывая помех. Планирование самоорганизующейся ячеистой сети *WirelessHART* гарантирует, что тесно расположенные друг к другу устройства не взаимодействуют, взаимодействуют друг с другом, взаимодействуют на разных РЧ-каналах, если другие устройства ведут обмен данными.

Если необходимо установить антенну шлюза *WirelessHART* или антенну устройства *WirelessHART* вблизи высокомошной антенны другого беспроводного источника, антенна должна быть установлена не менее чем в 3 футах (приблизительно 1 метр) выше или ниже для сведения возможности возникновения помех к минимуму.

Защита от молнии

Перед установкой следует свериться с руководствами по установке беспроводных устройств *WirelessHART*.

В общем, устройства *WirelessHART* не должны быть расположенными на самой большой высоте на предприятии для сведения риска попадания молнии к минимуму.

Убедиться в наличии адекватной защиты между шлюзами *WirelessHART* и соединением с хост-системой, поскольку удар молнии может повредить не только шлюз *WirelessHART*.

Резервные шлюзы никогда не должны быть расположены в одном месте, обеспечивая разнообразие расположения, в случае попадания молнии в один из шлюзов *WirelessHART*.

В общем, интегрированные беспроводные устройства могут обеспечить лучшую защиту системы, чем проводные, поскольку энергии удара молнии не сможет распространиться по проводке и нанести потенциальный ущерб другим компонентам.

Стандарты, например, NFPA 780 предусматривают классификацию зон защиты от попадания молнии, а также методы должного применения защиты.

Порядок испытания беспроводного соединения

Прежде чем приступить к испытаниям беспроводных соединений, нужно убедиться в наличии основного соединения устройства *WirelessHART* с сетью через интерфейс шлюза, локальный интерфейс пользователя на устройстве или локальное соединение через полевой коммуникатор HART. Если устройство не подключается к сети, следует убедиться в наличии питания и использовании соответствующего идентификатора сети и соединительного ключа. Этим самым допускается, что шлюз установлен должным образом, запитан и доступен, сеть спроектирована в соответствии с рекомендациями и имеются устройства, с которыми вводимое в эксплуатацию устройство может соединяться.

1. Подождать не менее 1 часа с момента подачи питания на устройство *WirelessHART*, прежде чем выполнять испытание беспроводного соединения. Это время выдержки гарантирует, что у устройства было достаточно времени для установки нескольких соединений для самоорганизации. Одновременно может быть испытано несколько устройств, а поскольку они зависят друг от друга, оптимальным является проведение испытания беспроводного соединения с максимально возможным количеством подключенных к сети устройств.
2. Убедиться, что диагностика сети подтвердила наличие необходимого полосы пропускания для устройств. Это должно индцироваться на шлюзе.
3. Убедиться, что у каждого устройства есть, как минимум, два соседа. Это должно отобразиться на шлюзе.
4. Проверить надежность устройства, которая должна составлять не менее 99%. Может потребоваться сброс статистики и повторная проверка для устранения любых отклонений, возникших при запуске и не умеющих признаков долговременного характера.
5. Проверить конфигурации датчика по листу контура или другой форме, указывающей проектную конфигурацию.
6. Для датчиков выполнить все необходимые подстройки нуля.
7. Повторить для каждого устройства в сети.

Если устройство не прошло испытание беспроводного соединения, выполнить следующие основные этапы:

1. Подождать в течение 24 часов, пока сеть не будет построена и введена в эксплуатацию, прежде чем предпринимать дальнейшие действия. Это даст шлюзу время для максимизации самоорганизации для обеспечения наилучшего обмена данными.
2. Для несовместимого устройства проверить стабильность пути и значения RSSI (индикации уровня принимаемого сигнала). Стабильность пути должна быть более 60%, а RSSI должна быть более -75 дБм.
3. Найти расположение несоответствующего устройства в сети. Убедиться, что нарушения правил проектирования сети, неправильная установка не являются причиной плохого распространения РЧ-сигнала.
 - а. При необходимости добавить ретрансляторы для усиления сети, если устройство изолировано от сети ввиду плохого подключения.
4. Убедиться, что на устройство подается необходимое напряжение и оно нормально работает в качестве датчика.
5. Убедиться, что частота сканирования устройства не превышает максимально допустимую для шлюза.
 - а. Необходимо либо сократить частоту сканирования полевого устройства, либо увеличить максимально допустимую частоту сканирования шлюза.

Порядок проверки сети

Ниже приведены основные этапы проверки сети:

1. Убедиться, что все подключенные устройства прошли испытание беспроводных соединений. Это должно индицироваться на шлюзе.
2. Убедиться, что не менее 15% устройств соединены непосредственно со шлюзом. Расчетный параметр составляет 25%; минимально допустимый – 10%. Это должно индицироваться на шлюзе.
3. Убедиться, что общая надежность сети – не менее 99%. Это должно индицироваться на шлюзе.

Проверка контура/комплексные испытания на площадке

После того, как устройства *WirelessHART* были подключены к шлюзу и проверена сеть, проверка контура (в традиционном смысле) может быть излишней.

Испытание беспроводного соединения позволяет убедиться в том, что каждое полевое устройство имеет соответствующую конфигурацию. Поскольку отсутствуют провода, которые можно перепутать или неверно подключить, нет необходимости в традиционной проверке контура. Альтернативная проверка контура может служить для подтверждения того, что каждое полевое устройство отправляет отчеты соответствующему шлюзу, а каждый шлюз соединен с соответствующей хост-системой. Традиционное стимулирование датчика можно выполнить для уверенности, однако выполнение данной операции имеет меньшую ценность в полностью цифровой архитектуре, если есть полная уверенность в том, что полевое устройство было введено в эксплуатацию с корректным тегом и конфигурацией.

Испытание на стенде

Каждое полевое устройство *WirelessHART* совместимо с протоколом HART 7.0+, который предусматривает два условия имитации. Каждое устройство может быть переведено в режим имитации. Испытание стендовым моделированием должно также подтверждать, что все полевые коммутаторы HART имеют правильную конфигурацию и описания устройств (DD) для доступа к локальному интерфейсу пользователя полевых устройств (при работе в полевых условиях).

Обеспечение запасными деталями

Ниже приведен перечень запасных деталей, которые рекомендуется иметь на площадке:

- Запасные компоненты грозового разрядника для шлюзов при использовании защиты от молнии.
- Запасные шлюзы должны содержаться в соответствии с политикой по запасным деталям для оборудования хост-системы (например: плат ввода/вывода). Конфигурации шлюзов должны быть удобными для быстрой замены, если в таковой возникнет необходимость.
- Запасные модули питания.
- Запасные полевые устройства в соответствии с политикой для полевых проводных устройств. Следует рассмотреть использование дополнительных устройств в качестве ретрансляторов, при необходимости.

Устранение избыточного оборудования

Ретрансляторы, используемые временно для усиления сети, могут быть сняты с сети и повторно использованы, если в процессе роста сети *WirelessHART* использование ретранслятора на данном участке более не нужно.

Методы технического обслуживания

Техническое обслуживание каждого устройства *WirelessHART* выполняется в соответствии с руководством для данного устройства.

Сеть самоорганизуется и выдает сигналы тревоги при возникновении изменений, требующих вмешательства. Проблемы в работе сети или полевых устройств должны отображаться на шлюзе.

Раздел 11 Документирование в Intergraph SPI 2009

Устройства *WirelessHART* можно документировать в Intergraph SPI с минимальными настройками. Ниже дается пример документирования *WirelessHART* в логической и линейной последовательностях. Предполагается, что читатель является опытным пользователем Intergraph SPI. Это просто пример для иллюстрации методологии. В конечном счете, ответственность за создание и расширение применения стандартов и рекомендаций в среде проекта несет руководство проектом.

Поля пользователя

Сначала необходимо создать поля пользователя для учета конструктивных параметров *WirelessHART*, которые необходимы для определения того, является ли эта точка беспроводной и как эта точка будет подключена к сети.

Следует создать следующие общие поля пользователя:

Number	Definition	Field Type	Length
8	Gateway	Char	20
9	WirelessHART Adapter	Char	20
10	Network Design Layout	Char	20
11	Scan Rate	Char	20
12	WirelessHART [Y/N]	Char	20
13		Char	20
14		Char	20
15		Char	1

Рисунок 19. Поля пользователя SPI (ПП) для *WirelessHART*

Пояснения к полям:

Поля пользователя (ПП)	Пример	Назначение
WirelessHART (Y/N)	Y	Определяет точку как беспроводную высокого уровня. Будет использоваться для быстрого применения рекомендаций по проектированию для определения, является ли точка беспроводной или нет.
Scan rate (Частота сканирования)	1, 2, 4, 8, 16, 32, 64+	Устройства WirelessHART не будут сканировать все за 1 секунду как проводные устройства HART. Это значение будет важно для определения, какие устройства могут принадлежать к группе WirelessHART, а также параметры конфигурации.
Gateway (Шлюз)	GWY002	Определяет, какой шлюз устройства WirelessHART должен быть соединен.
WirelessHART adapter (Адаптер WirelessHART)	WHA001	Определяет, какой адаптер WirelessHART соединен с проводным устройством HART, если устройство не интегрировано в группу WirelessHART.
Network Design Layout (Схема проектирования сети)	A101.DWG	Это поле ссылки на чертеж или документ, который использовался для подтверждения соответствия оптимальным методам проектирования сети.

Рисунок 20. Определения для полей пользователя SPI WirelessHART

По выбору пользователя правила SPI можно создавать таким образом, чтобы эти настраиваемые поля появлялись только для точек HART или точек, которые должны проверяться на соответствие WirelessHART. Это минимизирует поступление нерелевантной информации на устройства, не принадлежащие группе WirelessHART.

Представление с фильтром

Пользовательское представление указателя контрольно-измерительных приборов пригодится для применения рекомендаций по проектированию для выбора, какие контрольно-измерительные приборы будут беспроводными, а также для просмотра организации сетей. Ниже дан пример представления с полями пользователя, показанными в предыдущем разделе.

Tag Number	Service	ID Type Name	Loop Name	Criticality	Scan Rate	WirelessHART (Y/N)	Gateway	WirelessHART Adapter	Network Design Layout
101-FY -300		HART AO	101-F -300	Normal		N			
101-FY -300A	Feedback number 1	HART AI	101-F -300	Normal		N			
101-FI -300		HART AI	101-F -300	Normal		N			
101-FI -300A	Fluid Pressure	HART AI	101-F -300			N			
101-FI -300B	Mass Flow	HART AI	101-F -300			N			
101-TI -300A	Fluid temperature	HART AI	101-F -300			N			
101-FI -346		HART AI	101-F -346	Low	30 SEC	Y	GWY002		AREA_A_321_LYT
FT346FV		HART AI	101-F -346	Low	30 SEC	Y	GWY002		AREA_A_321_LYT
FT346PV		HART AI	101-F -346	Low	30 SEC	Y	GWY002		AREA_A_321_LYT
101-ST -001		HART AI	101-S -001						
PV1	Vibration Motor-001	HART AI	101-S -001						
101-ST -001	Vibration Motor-001	HART AI	101-S -001						
ST_100_PV	Vibration Motor-001	HART AI	101-S -001						
ST_100_SV	Vibration Motor-001	HART AI	101-S -001						
101-ST -001_A	Vibration Motor-001	HART AI	101-S -001						
101-SX -001	Vibration Motor-001	HART AO	101-S -001						

Рисунок 21. Пользовательское представление полей пользователя SPI WirelessHART

Поля «Criticality» («Критичность») и «Scan Rate» («Частота сканирования») должны быть основными для любых конструкционных рекомендаций, которые определяют принадлежность устройства к группе *WirelessHART*. Некоторые контуры низкой критичности могут иметь частоту сканирования быстрее 4 секунд и должны быть включены в рекомендации по проектированию. Т. к. устройства *WirelessHART* работают в основном на батареях, группа *WirelessHART* может не подходить для всех частот сканирования.

На высоком уровне с помощью полей «Criticality» («Критичность») и «Scan Rate» («Частота сканирования») инженеры могут определять принадлежность устройства к группе *WirelessHART*. Если устройство беспроводное, его будет необходимо подсоединить через шлюз. Если устройство может быть обозначено только как проводное устройство HART и требует подключения адаптера *WirelessHART*, тогда следует заполнить информацию в теге «*WirelessHART Adapter*».

Каждая полевая сеть *WirelessHART* должна проверяться на соответствие оптимальным методам проектирования сети. «*Network Design Layout*» («Схема проектирования сети») предлагает поле ссылки для связи с чертежом, на основе которого проверяется соответствие оптимальным методам проектирования сети.

Создание типов КИП

В начале работы следует определить символы и типы КИП, а также разработать библиотеку КИП *WirelessHART*. Ниже дан пример базовых модификаций устройства HART для создания типа КИП *WirelessHART*.

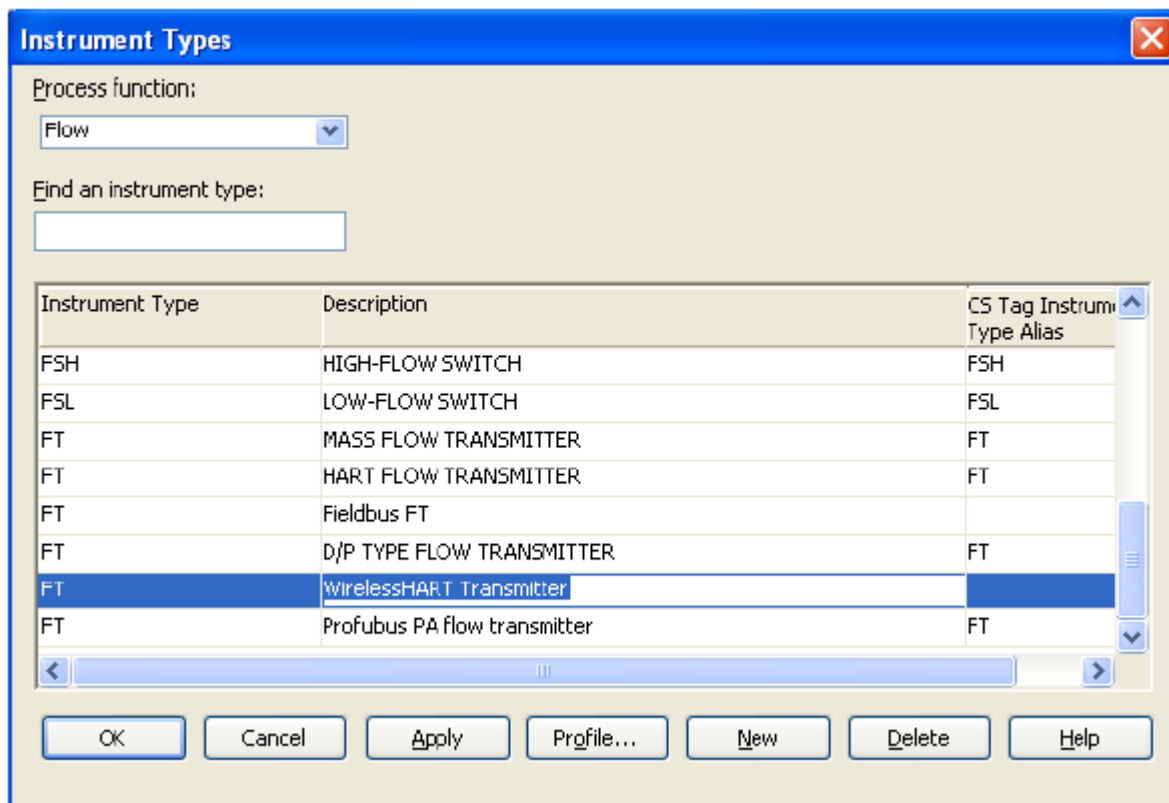


Рисунок 22. Определение типа КИП *WirelessHART* в SPI

Сначала необходимо создать новое устройство с новым описанием. В данном примере мы создали датчик расхода *WirelessHART*. Пожалуйста, обратите внимание на то, что устройство будет обозначено как проводное устройство HART с адаптером *WirelessHART*, новые типы КИП не нужны.

The screenshot shows the 'Instrument Type Profile' dialog box with the 'General' tab selected. The 'Instrument type' is 'FT' and the 'Instrument type description' is 'WirelessHART Transmitter'. The 'I/O Type' is set to 'HART AI'. The 'Group name' is 'All Groups'. The 'Include I/O type' checkbox is checked. The 'Include instrument specification' checkbox is unchecked. The 'Include hook-ups' checkbox is unchecked. The 'Include in BOM' checkbox is unchecked. The 'Include location' checkbox is unchecked. The 'Include dimensional data' checkbox is unchecked. The 'Skip loop creation' checkbox is unchecked. The 'Process data workflow required' checkbox is unchecked. The 'Enhanced SmartLoop symbol' checkbox is unchecked. The 'Set as default instrument type for SmartPlant Integration' checkbox is unchecked. The 'Symbol file name and path' is empty. The 'Browse...' button is visible. The 'OK', 'Cancel', 'Apply', 'Copy From...', 'Function Block...', and 'Help' buttons are at the bottom.

Рисунок 23. Определение нового КИП *WirelessHART* в SPI

На вкладке General (Общее) менять ничего не надо. Убедитесь в том, что устройство является устройством HART AI или HART AO, чтобы применялись все базовые параметры HART. Отдельно отметьте проводную сеть или ее отсутствие. Благодаря тому, что *WirelessHART* основано на протоколе HART, это дает возможность использования предопределенных переменных.

Instrument Type Profile

General **Wiring and Control System** Custom Tables Calibration

Instrument type: FT Instrument type description: WirelessHART Transmitter

☒ Include wiring ☐ Control system ☐ Automatic CS tags

Reference device panel: WIRELESSHART TRANSMITTER

Conventional connections

Reference Cable	Cable Set	Terminal Strip	Starting Terminal	Connection Type	Signal Propagation Si	C
-----------------	-----------	----------------	-------------------	-----------------	-----------------------	---

Plug-and-socket connections

Reference Cable	Cable Connector	Panel Port	Signal Propagation S	C
-----------------	-----------------	------------	----------------------	---

OK Cancel Apply Copy From... Function Block... Help

Рисунок 24. Определение типа проводки в SPI

Проверьте коробку внутри проводки. Если эта коробка не проверена, когда SPI генерирует чертежи контура, устройство нельзя добавить в чертежи контура. Также это способствует гибкости различных конфигураций проводки. Примеры включают проводку адаптеров *WirelessHART* последовательно с контуром и мощность на линии для устройств *WirelessHART*. Этот процесс следует повторить для каждого уникального типа КИП *WirelessHART*.

Существуют только два типа КИП специфичные для *WirelessHART*, и которые можно рассматривать в качестве вспомогательных – шлюз *WirelessHART* и адаптер *WirelessHART*. Для создания данных типов КИП рекомендуется использовать символы YG для шлюза *WirelessHART* и YO для адаптера *WirelessHART*.

После определения типа КИП свойства панели устройств можно изменять для включения символов ссылки. Рекомендуется назначить символы для Enhanced SmartLoop и (Cable Block Drawing) чертеж кабельного блока.

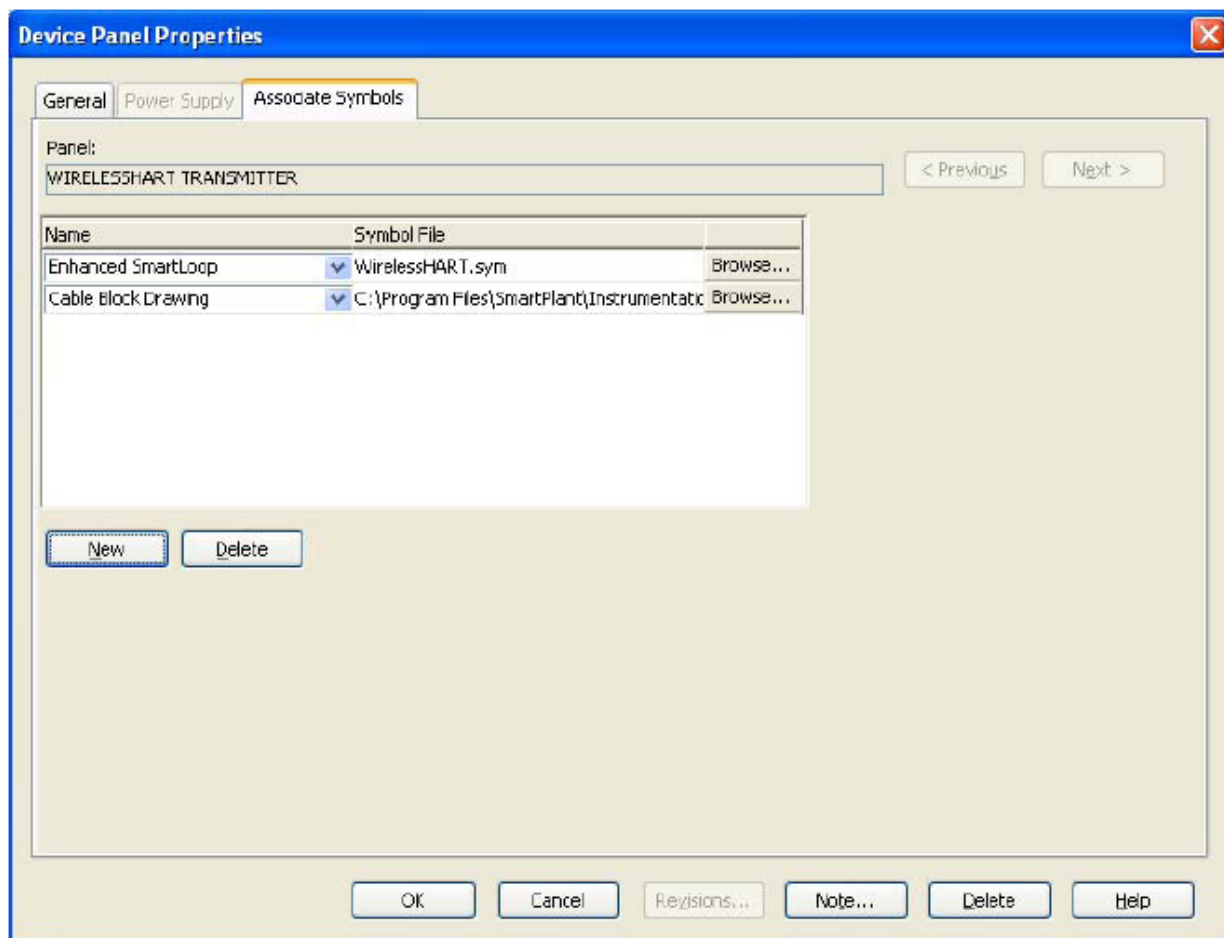
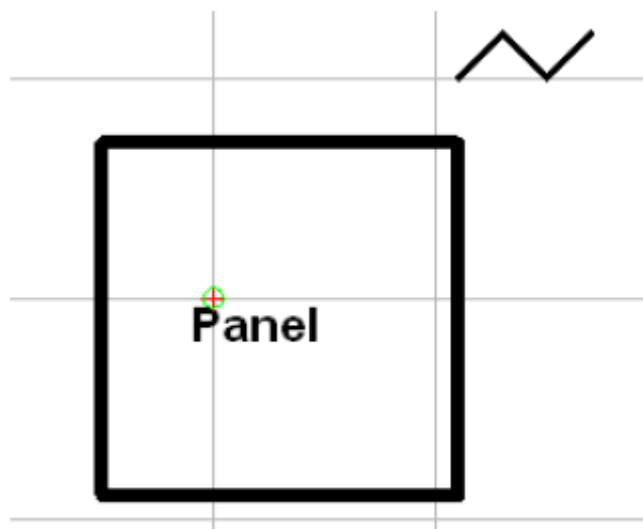


Рисунок 25. Назначение символов в SPI

Основные символы можно создавать в SPI с помощью инструментов редактирования. Ниже даны примеры полевого устройства *WirelessHART* и шлюза *WirelessHART*. Символ зигзага ниже определяется ISA. Для большего объема документации больше ничего специально не требуется, т. к. оповещение обычно не отображается. Для документов, генерируемых автоматически, может быть полезно включить частоту сканирования с помощью ссылки на поле пользователя, однако это не строгое требование. Важнее, чтобы команда руководства проектом согласовала символьные условные обозначения и придерживалась их на протяжении всего проекта.

Символ шлюза *WirelessHART*:



Символ устройства *WirelessHART*:

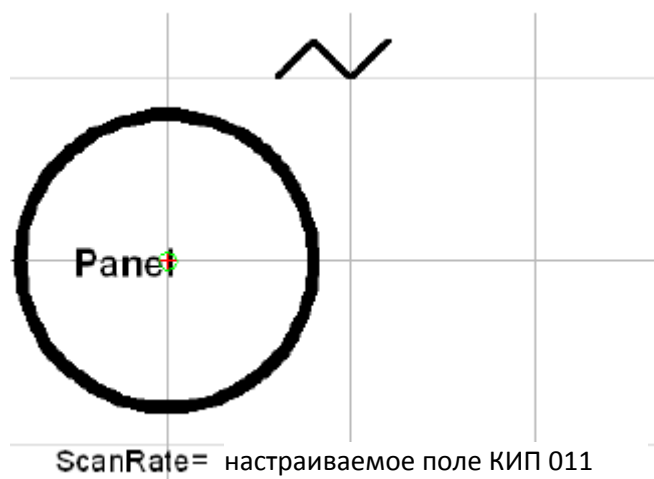


Рисунок 26. Символы *WirelessHART*

Устройства *WirelessHART* можно подсоединять к шлюзу *WirelessHART* с помощью поля пользователя. Данный тип чертежа не показывает путь в сети *WirelessHART*, но указывает отношения между устройством *WirelessHART* и шлюзом *WirelessHART*. Ниже дан пример из документа ISA-5.1, стр. 118.

В.9.5 Общий дисплей, общая контрольно-измерительная и беспроводная аппаратура:

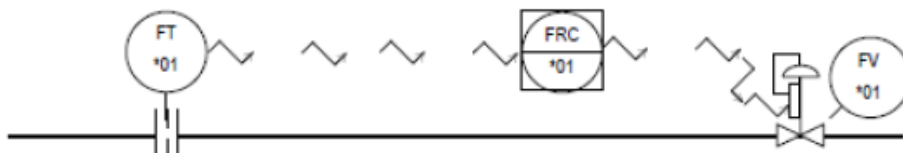


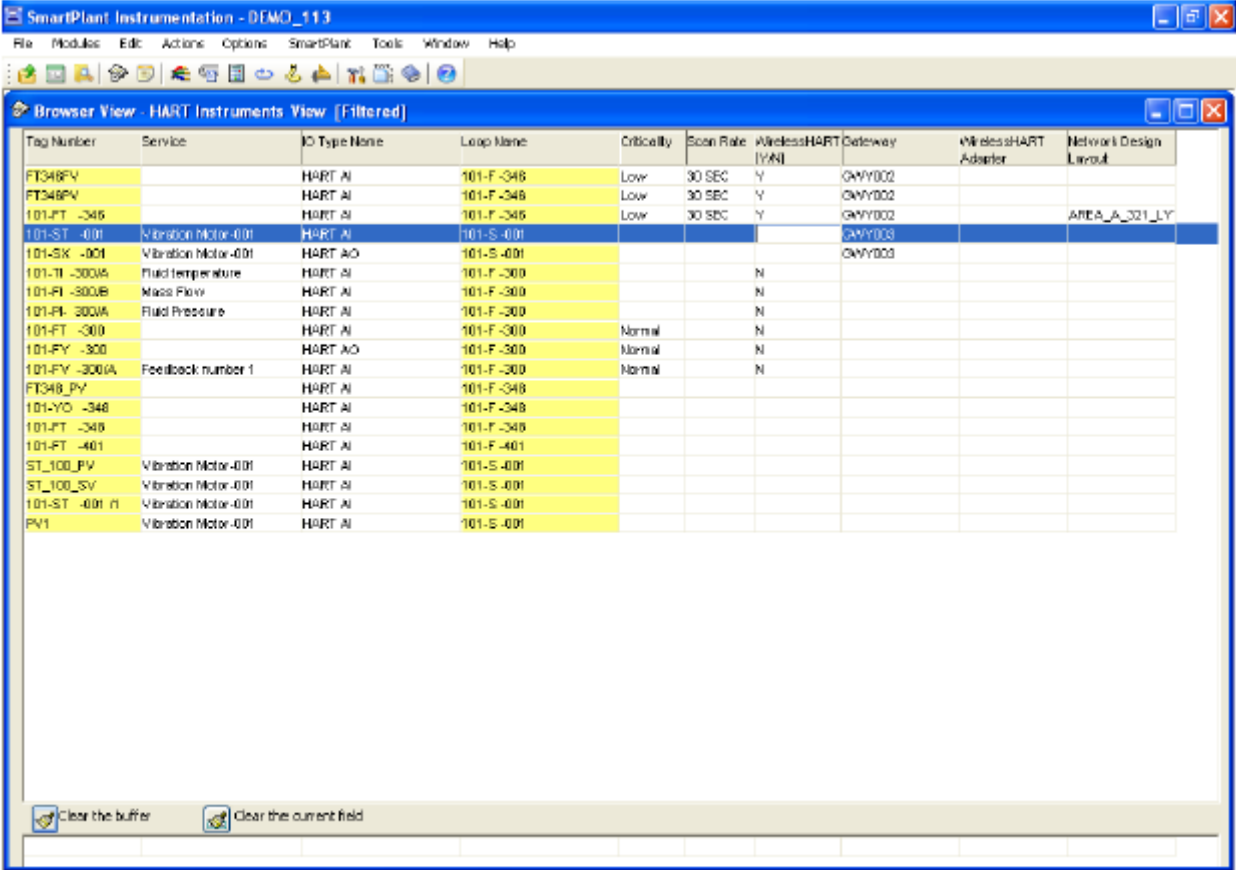
Рисунок 27. ISA 5.1 Пример чертежа

Пожалуйста, обратите внимание на то, что включение частот сканирования и символов беспроводного сигнала необязательно. Авторы данного документа находят практику включения такой информации полезной для адаптации и управления специфическими атрибутами *WirelessHART*.

Чертежи контура

При условии, что полевые устройства *WirelessHART* не требуют сигнальных кабелей, документацию эквивалента чертежа беспроводного контура очень просто создать.

Самое главное – соотнести каждый беспроводное полевое устройство с соответствующим шлюзом. Рекомендуется, чтобы основной чертеж беспроводного контура показывал обычную теговую информацию, а также поля пользователя *WirelessHART*. Таким образом, очень просто увидеть, какие беспроводные устройства соединены с конкретными шлюзами *WirelessHART*. В настоящее время в Intergraph SPI 2009 нет средств для реализации этого в специальном чертеже, поэтому рекомендуется использовать указатель КИП, показывающий поля пользователя *WirelessHART*. На рисунке ниже приведен полный список устройств *WirelessHART*, подсоединенных к различным шлюзам.



Tag Number	Service	IO Type Name	Loop Name	Criticality	Scan Rate	WirelessHART Gateway (Y/N)	WirelessHART Gateway	WirelessHART Adapter	Network Design Layout
FT348FV		HART AI	101-F-348	Low	30 SEC	Y	GWY002		
FT348FV		HART AI	101-F-348	Low	30 SEC	Y	GWY002		
101-FT -348		HART AI	101-F-348	Low	30 SEC	Y	GWY002		AREA_A_321_LY
101-ST -001	Vibration Motor-001	HART AI	101-S-001				GWY003		
101-SK -001	Vibration Motor-001	HART AO	101-S-001				GWY003		
101-TI -300A	Fluid Temperature	HART AI	101-F-300			N			
101-FI -300B	Mass Flow	HART AI	101-F-300			N			
101-PI -300A	Fluid Pressure	HART AI	101-F-300			N			
101-FT -300		HART AI	101-F-300	Normal		N			
101-FY -300		HART AO	101-F-300	Normal		N			
101-FY -300A	Feedback number 1	HART AI	101-F-300	Normal		N			
FT348_PV		HART AI	101-F-348						
101-YO -348		HART AI	101-F-348						
101-PT -348		HART AI	101-F-348						
101-FT -401		HART AI	101-F-401						
ST_100_PV	Vibration Motor-001	HART AI	101-S-001						
ST_100_SV	Vibration Motor-001	HART AI	101-S-001						
101-ST -001 PI	Vibration Motor-001	HART AI	101-S-001						
PV1	Vibration Motor-001	HART AI	101-S-001						

Рисунок 28. Представление тегов *WirelessHART* с фильтром

Затем этот список можно отфильтровать по шлюзу и распечатать. Самая важная информация – это связь с чертежом, который подтверждает, что оптимальные методы были проверены, что также может включать расположение физических приборов.

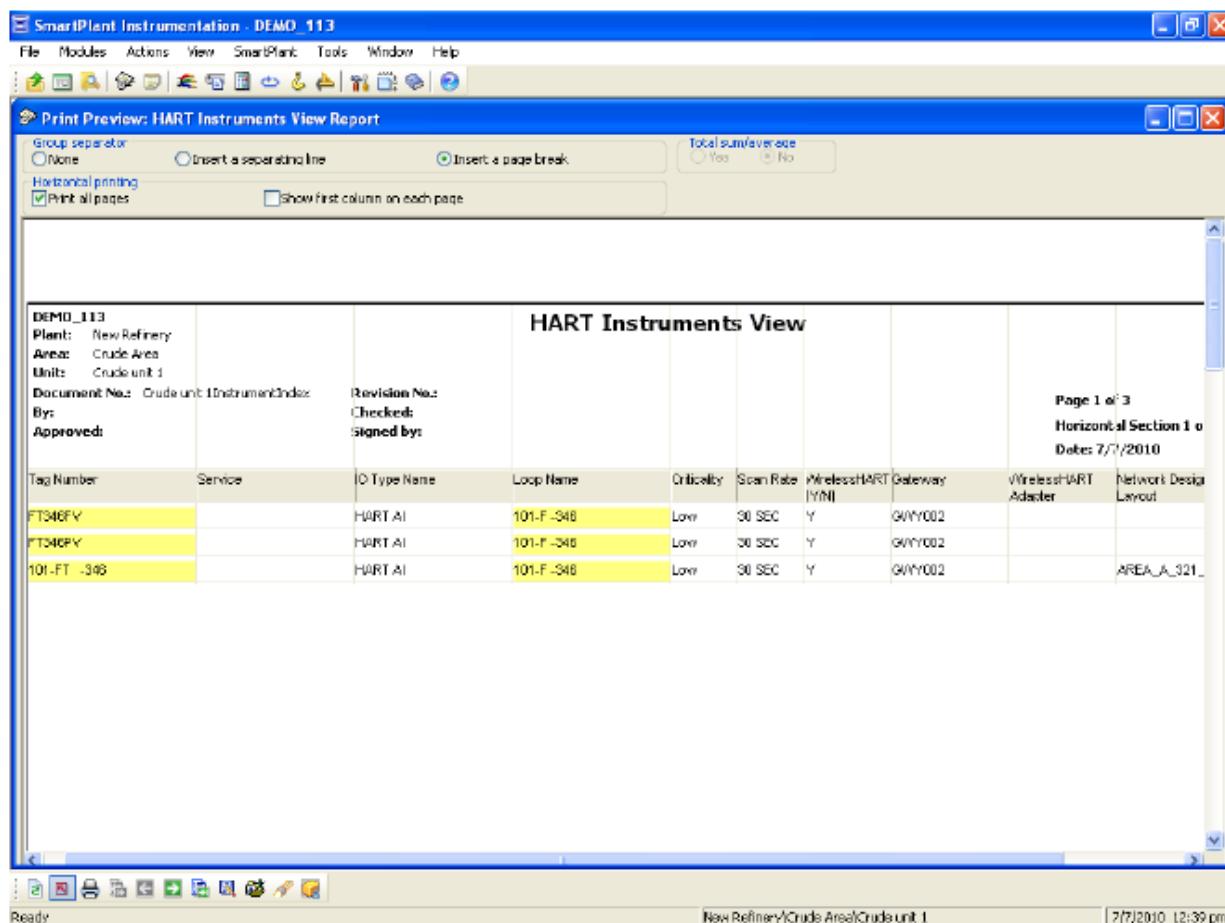


Рисунок 29. Представление тега, отфильтрованное по тегу

Чертежи контура для адаптеров WirelessHART

Адаптер *WirelessHART* – это дополнительное устройство для контура, и в качестве устройства для контура с ним нужно обращаться как с мультиплексором или защитой от переходных режимов. Дополнительные устройства контура традиционно не отображаются на чертеже контура и устанавливаются на месте. Для простоты рекомендуется не вносить изменений в чертеж контура проводного устройства HART для отражения наличия адаптера *WirelessHART*.

Адаптер *WirelessHART* следует тщательно документировать и учитывать на чертеже беспроводного контура, который показывает шлюз и все подсоединенные устройства *WirelessHART*.

Чертежи кабельного подключения шлюза

Будет полезно создать чертеж кабельного подключения шлюза с указанием мощности шлюза и линиями связи. Все шлюзы *WirelessHART* независимо от поставщика должны быть снабжены источниками бесперебойного питания для повышения надежности системы.

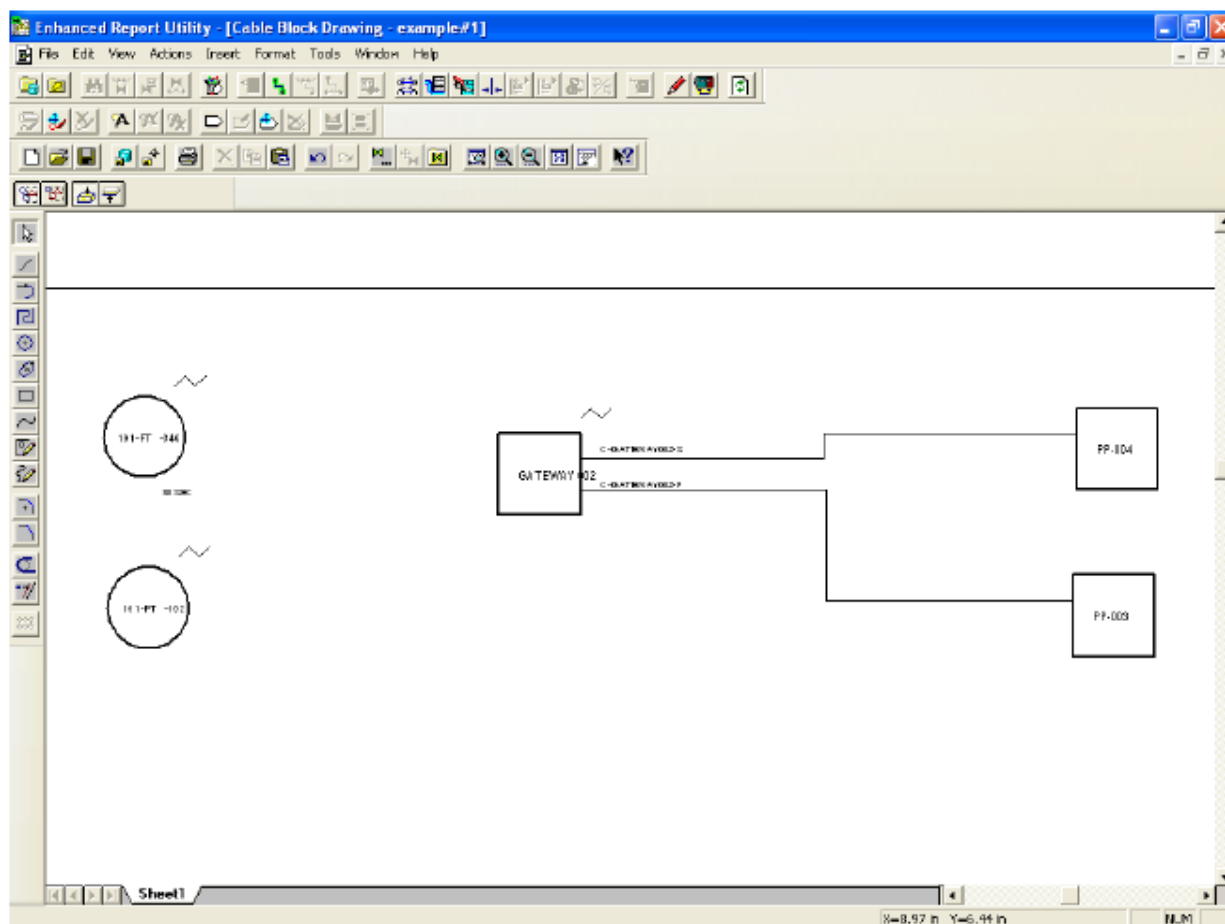


Рисунок 30. Чертеж кабельного подключения шлюза

Для удобства можно создать дополнительный чертеж в этом же документе, возможно вместе с чертежом кабельного подключения, для указания всех шлюзов подсоединенных в этой области.

Листы технических данных SPI

Существующие листы технических данных можно использовать для обозначения устройств *WirelessHART*. Основные поля для изменения перечислены в таблице ниже:

<u>Поле спецификации</u>	<u>Стандартное значение</u>
Частота сканирования	4, 8, 16, 32, 64+
Питание	Искробезопасная батарея, поддерживающая замену в ходе эксплуатации
Тип обмена данными	WirelessHART

Т.к. *WirelessHART* производная проводного HART, другие поля технических условий следует заполнять также как для проводного устройства HART.

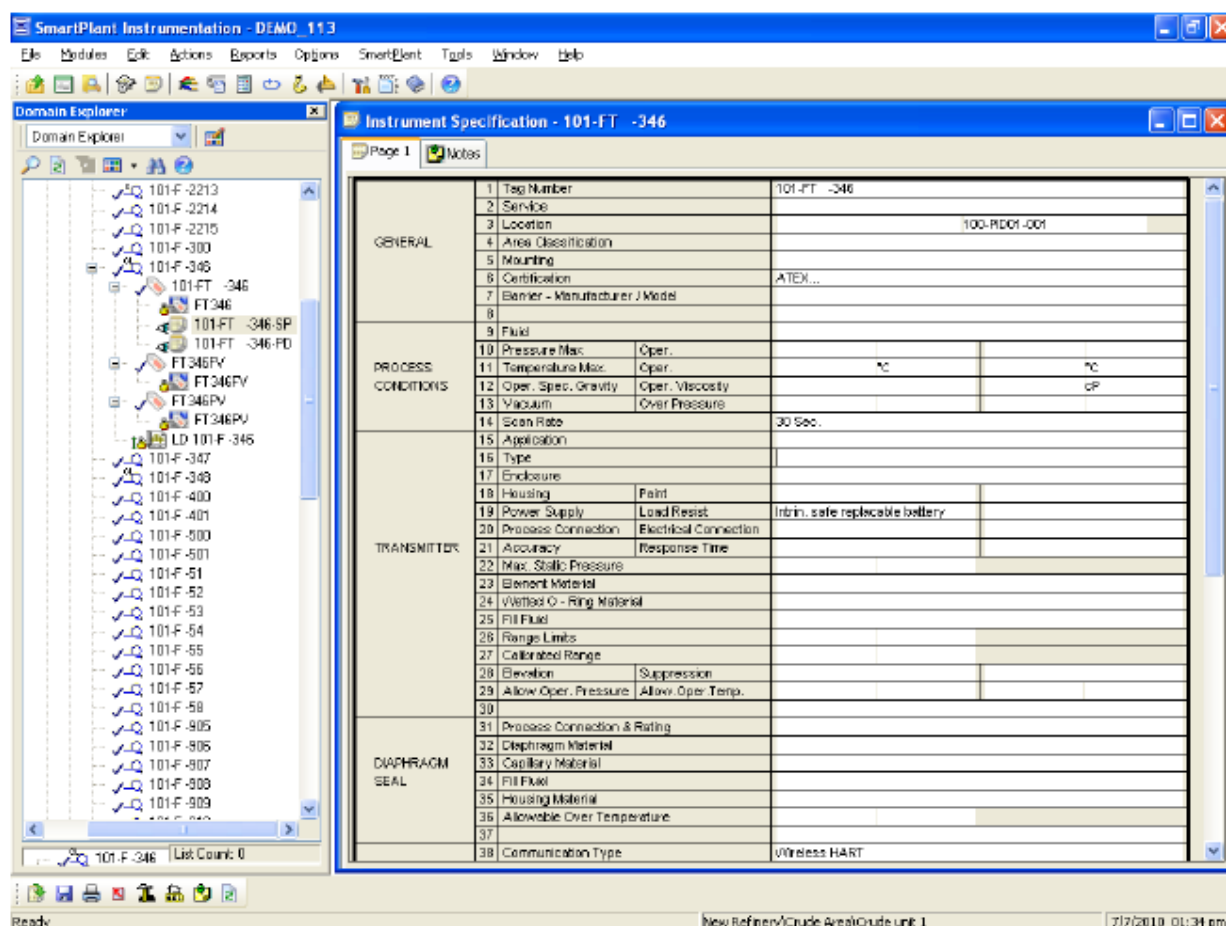


Рисунок 31. Лист технических данных КИП *WirelessHART*

Чертежи в SPL – Схема Smart Plant

Устройства *WirelessHART* следует устанавливать так же, как их проводные аналоги HART. Поэтому все устройства *WirelessHART* можно обозначать на чертежах без изменения методов, используемых для обозначения проводных устройств HART.

Шлюз *WirelessHART* должен располагаться, как распределительные коробки, и соответствовать рекомендациям по установке при проектировании сети.

Документирование секретной информации

Параметры безопасности *WirelessHART* идентификатора сети и соединительный ключ устройства не должны включаться в чертеж беспроводного контура или проектную среду SPL. Данные параметры безопасности используются для защиты сети и должны управляться в соответствии с местной политикой безопасности Собственника/Оператора. Идентификатор сети и ключ подключения устройства не требуются для проектирования. Чертеж беспроводного контура соединяет устройство *WirelessHART* с тегами шлюза *WirelessHART*. Отдельно секретные документы, содержащие инициализацию безопасности *WirelessHART*, включающую тег шлюза *WirelessHART*, могут использоваться для перекрестной ссылки идентификатора сети и ключа подключения. Запомните: все идентификаторы сети и ключи подключения устройства должны быть уникальными для каждого шлюза и каждой полевой сети *WirelessHART*. Данный тип управления безопасностью подобен управлению секретной информацией систем управления и серверов.

Приложение А. Пример технических данных ISA

Ниже дан пример технических данных к шлюзу *WirelessHART*.

		КПИ ПОЛУЧАТЕЛЯ (Беспроводной шлюз)				ЛИСТ _____ ИЗ _____	
		№	КЕМ	ДАТА	РЕДАКЦИЯ	ТЕХ. ДАННЫЕ №	РЕД
						КОНТРАКТ	ДАТА
						ТРЕБОВАНИЕ ПУБЛИЧН. УЧРЕЖДЕНИЕ	
						КЕМ	ПРОВЕРИЛ
						УТВЕРДИЛ	
1	ТЕГ №	СЛУЖБА					
ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ	2	Функция	Запись ☐ Указание ☐ Управление ☐ Блокировка ☐ Интеграция ☐ Отклонение ☐ Другое <u>IRC 62591 администрирование сети WirelessHART/Установка</u>				
	3	Корпус	MFA STD ☒ Ном. размер <u>229 мм X 283 мм</u> Цвет: MFR STD ☒ Другое <u>Голубой</u>				
	4	Монтаж	Смещение ☐ Поверхность ☐ Стойка ☐ Многокорпусной ☐ Другое <u>Полевой монтаж с</u> Для многокорпусного варианта см. лист технических данных <u>или без выносной антенны</u>				
	5	Класс корпуса:	Общего назначения ☐ Погодостойкий ☐ Стойкий к экспонированию ☐ Класс <u>Класс I Разд II</u> Для использования в искробезопасной системе ☐ другое <u>IEC 62591 беспроводная сеть WirelessHART</u>				
	6	Питание	<u>117 В 60Гц</u> ☐ Другое _____ пост. ток ☒ <u>24 Вольта</u>				
	7	Диаграмма	<u>Ленточная</u> ☐ Бумажная лента ☐ Складная ☐ Круговая _____ Временная _____ Диапазон _____ Номер _____				
	8	Вычерчивание диаграммы	Скорость _____ Мощность _____				
	9	Шкалы	Тип _____ Диапазон 1 _____ 2 _____ 3 _____ 3 _____				
	КОНТРОЛЛЕР	10	Режимы управления	P = Prop (усиление) I = Интегральный (автоматический сброс), D = Производный (Частота). Подрежимы: s = медленный, f = ошибка P ☐ PI ☐ PD ☐ PID ☐ IT ☐ DF ☐ IT ☐ DS ☐			
11		Действие	Усиление на выходе MEAS: Увеличивается ☒ Уменьшается ☐				
12		Автоматический- ручной переключатель	Ни один ☐ MFR STD ☐ Другое _____				
13		Корректировка заданного значения:	Ручная ☐ Внешняя ☐ Дистанционная ☐ Другое _____				
14		Настройка вручную	Ни один ☐ MFR STD ☐ Другое _____				
ВХОДНЫЕ ДААННЫЕ	15	Выходная мощность	4–20 мА ☐ 10–50 мА ☐ 21–103 кПа (3–15 фунтов/кВ. дюйм (бар.)) ☒ Другое <u>OPC, Modbus NTU, Modbus TCP, HART, HTML</u>				
	16	Входные сигналы	4–20 мА ☐ 0–50 мА ☐ 21–103 кПа (3–15 фунтов/кв. дюйм (бар.)) ☐ Другое <u>IEC 62591 WirelessHART</u>				
	17	Кол-во входных сигналов	1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ <u>устройства X 100</u>				
АВАРИЙНЫЕ СИГНАЛЫ	18	Мощность для XMTRS	Внешняя ☒ Установлено ☐ Кол-во независимых источников _____ For Transmitters. See Spec. Sheet				
	19	Переключатель аварийных сигналов	Кол-во _____ Форма _____ Номинал _____				
	20	Функция	Вариация измерения ☐ Отклонения ☐ Подключен к _____ На измерении _____ Другое _____				
	21	Опции	Фильтр-Reg ☐ Поставка барометров ☐ Диаграммы ☐ Внутреннее освещение Другое <u>многопроводные соединения Ethernet, дистанционная антенна, дополнительный выход</u>				
	22	MFR и № модели	_____				

Примечания:
1. Поддерживайте частоту сканирования устройства на уровне от 4 секунд до 60 минут.

ISA от S20.1a

Рисунок 32. Лист технических данных беспроводного шлюза ISA

Приложение В. Сравнение *WirelessHART* и HART

Ниже приведен полный список всех различий протокола *WirelessHART* по отношению к проводному протоколу HART. Не все беспроводные полевые устройства различных производителей поддерживают перечисленные ниже функции.

Параметр <i>WirelessHART</i>	Варианты параметров	Пример	Технические подробности	Примечания
Long Tag (Длинный тег)	Поле	UNIT_A_TT-1D1	32 символа – любые в наборе ISO Latin-1 (ISO 8859-1).	Не являются уникальными для <i>WirelessHART</i> : проводное устройство HART6 и 7 устройств также имеют Long Tag. Дополнительное поле для короткого тега HART с 8 символами. Устройства могут иметь длинный и короткий тег.
Идентификатор сети	Номер	10145	Целое число между 0 и 36863	Каждый шлюз должен иметь уникальный идентификатор, а полевые устройства должны иметь идентификаторы, согласующиеся со специфическим шлюзом, который к нему подсоединен.
N.***,	4 поля	23a dfeOO-Oe df000a- 00OdfO38-2398d c07	4 четырехбайтных числовых поля (в шестнадцатеричном формате). Например, 48 символьных поля, где каждый символ должен быть цифрой от 0-9, или буквой от A до F.	Сделать более произвольным для обеспечения более надежной защиты доступа.
Передаваемые сообщения	Один или более из перечисленных вариантов	Состояние устройства и все технологические переменные	Варианты включают: 1- Только основную переменную 2-Основную переменную в процентном соотношении и мА 3-Все динамические переменные в технических единицах 9-Выбираемые технологические переменные/состояние в технических единицах 33-Выбираемые технологические переменные в технических единицах 48-Состояние устройства число между 0 и 65535 – Настраиваемая команда	Не являются уникальными для <i>WirelessHART</i> : проводные устройства HART также могут передавать команды по проводному контуру. Полевые устройства могут иметь более одного широкополосного сообщения. Все устройства <i>WirelessHART</i> должны поддерживать минимум 3 сообщения, но могут поддерживать по выбору до 250. Наиболее оптимальная конфигурация для сохранения мощности: как можно меньше таких конфигурированных сообщений. Мы стараемся упростить этот процесс, предлагая пользователю выбрать между 2 вариантами, которые определяют полный комплект широкополосных сообщений и широкополосных режимов. Эти 2 варианта: «Emerson Optimized» или «Generic». Для некоторых продуктов (например, адаптера THUM) может случиться так, что простой выбор между двумя общими режимами недоступен, и, таким образом, следует указывать множественные широкополосные сообщения.
Передаваемые переменные	Один или более комплектов из 8 перечисленных вариантов	PV, SV, TV, QV, Переменная 0, Переменная 1, Переменная 2 и Переменная 3	Варианты включают: 243 – Ресурс батареи 244-Процентное соотношение 245-Ток контура 246-PV 247 - SV 248-TV 249 - QV 250-Отключено 0–249 вариантов, специфичных для каждого устройства Удобные названия вариантов от 0 до 249 специфичны для каждого устройства. Необходимо просто обозначить номера	Не являются уникальными для <i>WirelessHART</i> – проводные устройства HART также могут передавать команды по проводному контуру. Полевые устройства имеют 1 набор передаваемых переменных для каждого передаваемого сообщения. Передаваемые переменные применяются, только когда соответствующие сообщения являются выбираемыми технологическими переменными / состоянием (можно выбрать не больше 8), или выбираемыми технологическими переменными (можно выбрать не больше 4).

Время опроса	Одно или более чисел	60	В секундах должно быть 1, 2, 4, 8, 16, 32, или от 60 до 3600 секунд включительно)	Не являются уникальными для WirelessHART: проводные устройства HART7 также могут передавать команды по проводному контуру. Полевые устройства имеют одну величину времени опроса для каждого передаваемого сообщения. Мы стараемся упростить этот процесс, предлагая пользователю выбрать только 1 время опроса и установить все передаваемые сообщения на это же время. Для некоторых продуктов (например, адаптера THUM) может случиться так, что необходимо указывать более одной величины времени опроса.
Режим передачи	Один или более из перечисленных вариантов	Непрерывный	Варианты включают: Отключено Отчет по исключению при изменении	Не являются уникальными для WirelessHART: проводные устройства HART7 также могут передавать команды по проводному контуру. Полевые устройства имеют 1 режим передачи для каждого передаваемого сообщения. Большинство продуктов поддерживает только режимы «отключено» или «непрерывный». Будущие изменения продуктов будут предлагать 2 оставшихся режима.
Максимальное время опроса	Одно или более чисел	60	В секундах должно быть 1, 2, 4, 8, 16, 32, или от 60 до 3600 секунд включительно) Число должно быть больше значения времени опроса	Не являются уникальными для WirelessHART: проводные устройства HART7 также могут передавать команды по проводному контуру. Полевые устройства имеют 1 максимальную величину времени опроса для каждого передаваемого сообщения. Данный параметр применяется, только когда соответствующий режим передачи установлен на «Report by Exception» («Отчет по исключению») or «On Change» («При изменении»)
Широковещательный порог запуска	Одно или более чисел	345,2	EEE-754 значение с плавающей запятой	Не являются уникальными для WirelessHART: проводные устройства HART7 также могут передавать команды по проводному контуру. Полевые устройства имеют 1 широковещательный порог запуска для каждого широковещательного сообщения. Данный параметр применяется, только когда соответствующий широковещательный режим установлен на «Report by Exception» («Отчет по исключению»).
Широковещательные устройства запуска	Одно или более полей	PSI	Варианты включают все устройства в общей таблице HART	Не являются уникальными для WirelessHART: проводные устройства HART7 также могут передавать команды по проводному контуру. Полевые устройства имеют 1 широковещательное устройство запуска для каждого широковещательного сообщения. Данный параметр применяется, только когда соответствующий широковещательный режим установлен на «Report by Exception» («Отчет по исключению»).
Функция уведомления о событиях – Управление событиями	Один или более из перечисленных вариантов	Отключено	Варианты включают: Включено Отключено	Не являются уникальными для WirelessHART: проводные устройства HART7 также могут передавать события по проводному контуру. Полевые устройства имеют 1 режим уведомления о событиях для каждого события. Все устройства WirelessHART должны поддерживать минимум 1 событие, но могут поддерживать по выбору до 250.
Функция уведомления о событиях –	Одно или более чисел	60	В секундах должно быть 1, 2, 4, 8, 16, 32, или от 60 до 3600 секунд включительно)	Не являются уникальными для WirelessHART: проводные устройства HART7 также могут передавать события по проводному контуру.

Частота повторных передач				Полевые устройства имеют 1 частоту повторной передачи уведомления о событии для каждого события.
Функция уведомления о событиях – Частота уведомлений	Одно или более чисел		В секундах должно быть 1, 2, 4, 8, 16, 32, или от 60 до 3600 секунд включительно) Число должно быть больше значения частоты повторных передач уведомления о событии.	Не являются уникальными для WirelessHART: проводные устройства HART7 также могут передавать события по проводному контуру. Полевые устройства имеют 1 частоту уведомления о событии по умолчанию для каждого события.
Функция уведомления о событиях – Частота «дребезга»	Одно или более чисел		В секундах должно быть 1, 2, 4, 8, 16, 32, или любое число от 60 до 3600 секунд между или включительно 60–3600 секунд) Число должно быть меньше значения частоты повторных передач уведомления о событии	Не являются уникальными для WirelessHART: проводные устройства HART7 также могут передавать события по проводному контуру. Полевые устройства имеют 1 частоту дрожания уведомления о событии для каждого события. Все устройства WirelessHART должны поддерживать минимум 1 событие – но могут поддерживать по выбору до 250.
Функция уведомления о событиях – Маска события	Один или более наборов из 13 целых чисел	0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF		Не являются уникальными для WirelessHART: проводные устройства HART7 также могут передавать события по проводному контуру. Полевые устройства имеют 1 набор масок уведомления о событии для каждого события. Все устройства WirelessHART должны поддерживать минимум 1 событие – но могут поддерживать по выбору до 250.
Источник питания	Поле	Батарея	Варианты включают: Батарею Удаление энергии Мощность на линии	Большинство устройств поддерживают по выбору только батарею. Будущие продукты смогут поддерживать один или более вариантов.
Выходная мощность радиосвязи	Поле	+10 дБм	Заданное целое число между +10 и -10.	Вся сеть WirelessHART должна быть настроена на одно и то же значение. На сегодняшний день большинство беспроводных продуктов поддерживают только +10 или 0 dBm.

Приложение С. Ресурсы проекта

Поставщики *WirelessHART* разрабатывают средства для поддержки проектирования сети:

- Проектирование сети
- Планирование возможностей шлюз
- Срок службы модуля питания для конкретного прибора

Ниже приведены средства проектирования сети. За дополнительной информацией обратитесь к вашему поставщику *WirelessHART*.

Компания Emerson Process Management

- **AMS Wireless SNAP-ON** – представляет собой автоматизированное программное средство для проектирования и тестирования проекта сети. Также с его помощью можно контролировать сеть после установки.
 - http://www2.emersonprocess.com/siteadmincenter/PM%20Asset%20Optimization%20Documents/ProductDataSheets/amdsmds_wirelessnapon.pdf
- **Emerson Power Module Life Estimator** – средство для предварительной оценки срока службы модуля питания для конкретного прибора, в зависимости от времени обновления показаний и параметров окружающей среды.
 - <http://www3.emersonprocess.com/rosemount/PowerModuleLifeCalculator/Default.aspx>
- **Emerson Smart Wireless Estimator** – средство для оценки сметной стоимости и экономии временных ресурсов при автоматизации объекта на базе беспроводного решения по сравнению с проводным решением.
 - <http://www3.emersonprocess.com/rosemount/PowerModuleLifeCalculator/Default.aspx>
- **Emerson Smart Wireless Tools and Resources** – Текущие и будущие инструменты и ресурсы можно найти на следующем веб-сайте:
 - <http://www2.emersonprocess.com/ru-ru/plantweb/wireless/Pages/WirelessHomePage-Flash.aspx>

Приложение D. Управление беспроводным спектром

Беспроводные приложения используются в обрабатывающей промышленности более 40 лет. В любом производственном комплексе могут применяться приложения, использующие радиосигналы, включая средства связи для персонала, радиочастотную систему идентификации, специальные системы, сотовые телефоны. Основной вопрос технической применимости беспроводных средств автоматизации заключался в решении проблемы питания устройств на батареях в течение нескольких лет; преодолевая все препятствия, знания о беспроводные сети нашли применение в технологическом процессе, сосуществуя с другими источниками беспроводной энергии.

WirelessHART работает на частоте 2,4 ГГц, а также в диапазоне частот для промышленных, научных и медицинских организаций (ISM) 2,400–2,500 ГГц. Точные ограничения по частоте и уровням радиочастотной выходной мощности может отличаться в зависимости от страны. *WirelessHART* использует ограничения, которые позволяют работать почти во всех странах, за исключением специфических продуктов, обозначенных производителями устройств. Использование диапазонов ISM не требует лицензии, однако требует одобрения регулирующих органов правительства. Одобрение обычно получает поставщик *WirelessHART*. Т.к. поставщики многих приложений могут использовать такой же диапазон, *WirelessHART* должен успешно сосуществовать с другими приложениями.

WirelessHART использует различные техники для совмещения с другими беспроводными приложениями:

- Сегментация сети позволяет существовать тысячам устройств *WirelessHART* в одном физическом пространстве, при условии, что каждая сеть будет иметь уникальный идентификатор сети.
- Изоляция спектра: беспроводные приложения в различных частях спектра не «видят» друг друга и не мешают друг другу.
- Низкая мощность: устройства *WirelessHART* обладают очень низкой мощностью по сравнению с портативными коммуникаторами персонала, сетью Wi-Fi и считывающими устройствами радиочастотной идентификации. Это предотвращает интерференцию *WirelessHART* с этими приложениями высокой мощности.
- Пространственное переключение: самоорганизующиеся сети могут переключаться на другие каналы, которые могут быть в других радиочастотных условиях. Устройства *WirelessHART* организуют каналы самостоятельно через технологическое оборудование, которые ослабляют радиочастотные препятствия так же, как и физические препятствия.
- Переключение каналов: устройства *WirelessHART* используют 15 каналов в спектре 2,4 ГГц. Ротация каналов обеспечивает отсутствие интерференции на одном или нескольких каналах, препятствующей надежной связи.

- Кодирование DSSS позволяет модулировать передаваемые данные с помощью уникального кодирования для шифрования, а также фильтрации данных. Кодирование DSSS расширяет чувствительность приема радиочастот с помощью цифровой обработки.
- Синхронизированный во времени протокол ячеистой сети (TSMP) позволяет многократные повторные попытки в пределах заданной частоты сканирования на различных каналах сети и различных частотах.

Несмотря на эти свойства, для сосуществования с другими беспроводными приложениями все-таки полезно иметь функцию беспроводного управления. На *WirelessHART* можно оказать мешающее воздействие, но только при условии нарушения работы всех беспроводных приложений, использующих спектр 2,4 ГГц.

Например, широкополосная помеха. Многие существующие беспроводные системы обладают высокой мощностью. Например, система связи персонала с высокомошными приемопередатчиками в диапазоне частот 800 МГц. Хотя система является легальной и работает согласно спецификациям, она может производить широкополосные помехи, которые распространяются на несколько ГГц по спектру. Затем эта широкополосная помеха влияет на все приложения в других спектрах, отношение сигнал-шум. Простое решение – это поместить полосовой фильтр на все системы так, чтобы они излучали радиочастотную энергию только в спектре, разрешенном для использования. См. пояснительный чертеж внизу с широкополосной помехой до и после применения фильтра нижних частот.

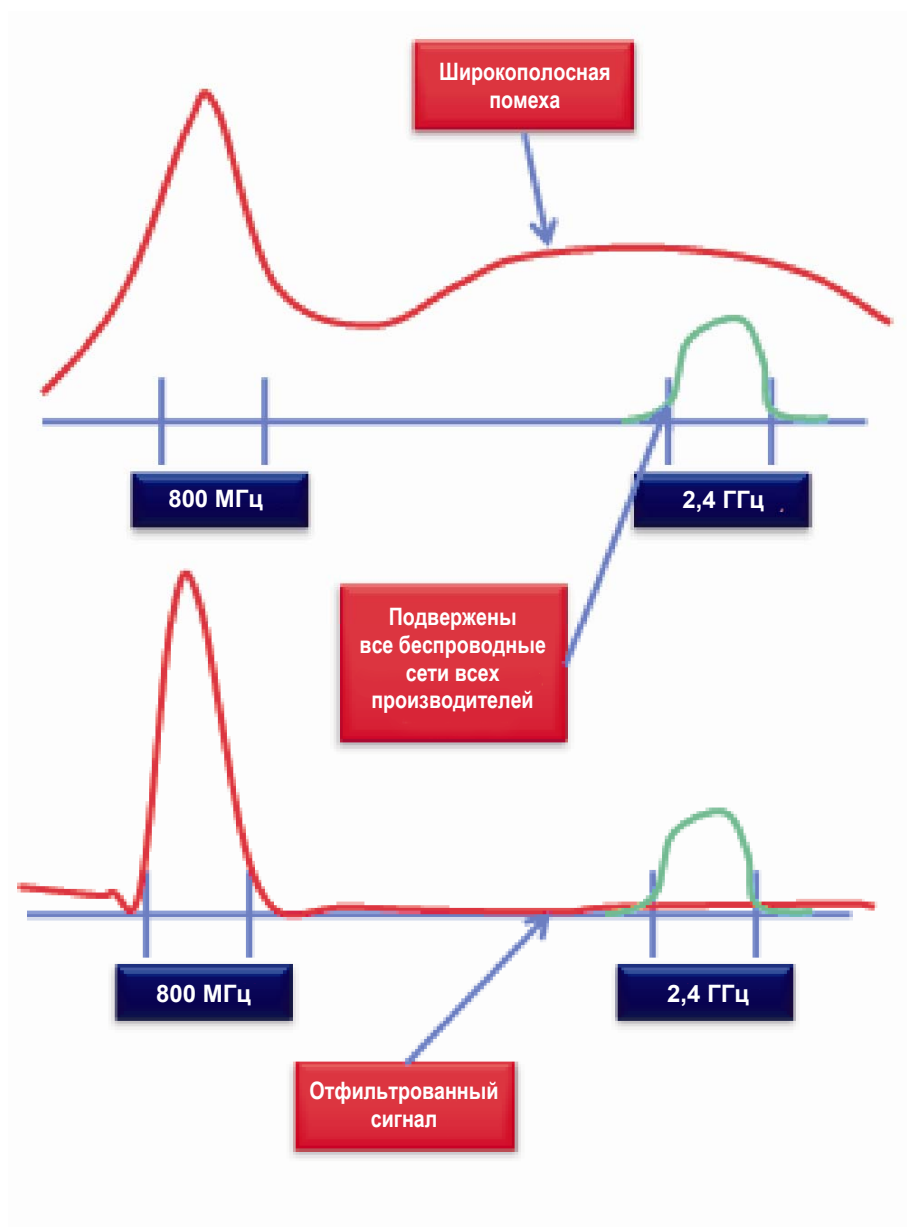


Рисунок 33. Установка фильтра нижних частот

Большинство государственных организаций лицензируют частоту для передачи информации для частных лиц на частотах высокой мощности, т. к. есть возможность помех от частных лиц и общественных организаций, не имеющих лицензии. В США федеральное правительство перечисляет все лицензируемые частоты на <http://wireless2.fcc.gov/UlsApp/UlsSearch/searchLicense.jsp>. Если установка имеет возможность работы на лицензируемых частотах, следует проверить наличие фильтров нижних частот. Правила были созданы перед появлением систем низкой мощности, включая Wi-Fi, и будущее совместное существование систем высокой и низкой мощности не принималось во внимание. Другие страны, возможно, имеют такую же базу данных.

Установка фильтра нижних частот не сложна и обычно требует только последовательного монтажа блока с существующей радиочастотной проводкой и правильного повторного уплотнения радиочастотных соединений.

Развивающийся стандарт Wi-Fi 802.UN может производить широкополосную помеху при работе приложения, не соответствующего стандарту 802.UN, в диапазоне частот ISM 2,4 ГГц. Относительно 802.11b или 802.11g, которые используют один канал, обычно 1, 6 или 11, стандарт 802.UN будет использовать много смежных каналов для увеличения полосы пропускания для требуемых приложений, таких как групповая пересылка данных, камеры безопасности и потоковое видео. 802.UN может функционировать или в диапазоне ISM 2,4 ГГц или диапазоне ISM 5,8 ГГц. При работе в диапазоне 5,8 ГГц применяется принцип изоляции спектра, а также используется дополнительное преимущество, состоящее в том, что радиочастотные сигналы 5,8 ГГц могут передавать информацию намного быстрее, чем радиочастотные сигналы 2,4 ГГц, благодаря гораздо более быстрой модуляции.

Другой развивающийся стандарт – это Wi-Max, который работает в диапазонах 2,3 ГГц, 2,5 ГГц или 3,5 ГГц. Хотя эти спектры не перекрывают спектр 2,4 ГГц, в стандарте Wi-Max нельзя освоить или усилить использование фильтров нижних частот любых клиентов или точек доступа. Благодаря высокой мощности Wi-Max может оказывать мешающее воздействие на все беспроводные приложения, специально разработанные для работы в спектре 2,4 ГГц. Использование Wi-Max в производственном комплексе должно быть ограничено, а Wi-Max системы должны использоваться в спектре 3,5 ГГц для уменьшения риска широкополосной помехи.

Помимо управления потенциальными источниками широкополосных помех, управление беспроводным спектром является основополагающим процессом. Ниже приведены основные замечания по управлению беспроводным спектром:

- Местная политика управления беспроводным спектром должна служить цели документирования всех беспроводных источников на заводе и применения оптимальных методов сосуществования разных сетей.
- Обеспечить правильную установку и соблюдение требований для всех беспроводных приложений относительно уровней мощности, использования спектра и шифрования в соответствии с государственными нормами.
- Предоставить нормы использования спектра беспроводных приложений.
 - Ограничить применение 802.11n до диапазона ISM 5,8 ГГц.
 - Ограничить применение Wi-Max до диапазона 3,5 ГГц.
 - Использовать беспроводные приложения с высокой полосой пропускания, например камеры безопасности, в диапазоне 5,8 ГГц.
- Поддерживать соответствующую сегментацию сетей *WirelessHART*.
 - Каждая сеть производственного комплекса должна иметь уникальный идентификатор сети и ключ подключения к сети
 - Сети *WirelessHART* могут функционировать в одном и том же физическом пространстве, не вызывая помех. Антенны шлюзов должны быть установлены на расстоянии не менее 1 метра друг от друга.

Приложение Е. Справочная информация

Раздел

Справочная информация

WirelessHART

1. **HART Communication Foundation**
http://www.hartcomm.org/protocol/wihart/wireless_technology.html -
Спецификация протокола, общее представление, структура.
2. **WirelessHART: Real-Time Mesh Network for Industrial Automation**
<http://www.amazon.com/gp/product/1441960465?ie=UTF8&tag=easydeltavcom-20&linkCode=as2&camp=1789&creative=9325&creativeASIN=1441960465>,
Справочная информация по WirelessHART.

Безопасность

1. **ANSI/ISA-TR99.00.01-2007** – "Технологии безопасности для промышленной автоматизации и систем управления" (Технический отчет ISA дает "оценку различных инструментов информационной безопасности, смягчению контрмер и технологий ..." по состоянию на дату публикации)
<http://www.isa.org/Template.cfm?Section=Standards2&template=/Ecommerce/ProductDisplay.cfm&ProductID=9665>
2. **DHS** – Main Control Systems Security Program (CSSP) web-сайт: http://www.us-cert.gov/control_systems (Активно поддерживаемый правительством источник информации по безопасности АСУ ТП, много ссылок на другие ресурсы)
3. **DHS** – Рекомендации по управлению исправлениями систем управления
http://www.us-cert.gov/control_systems/practices/documents/PatchManagementRecommendedPractice_Final.pdf (пример рекомендаций)
4. **DOE** – "21 шаг к улучшению информационной безопасности SCADA систем)
<http://www.oetl.doe.gov/docs/prepare/21stepsbooklet.pdf>
5. **Emerson** – "DeltaV System Cyber-Security"
http://www2.emersonprocess.com/siteadmincenter/PM%20DeltaV%20Documents/Whitepapers/WP_DeltaVSystemSecurity.pdf
6. **NISCC/BCIT** – "Развертывание сетевого экрана для SCADA технологического контроля сетей" (от 2005 года, но до сих пор актуальный)
http://www.oetl.energy.gov/DocumentsandMedia/Firewall_Deployment.pdf
7. **CPNI** – "Deployment Guidance for Intrusion Detection Systems" (много хорошего материала от центра Великобритании по защите национальной инфраструктуры)
http://www.cpni.gov.uk/Documents/Publications/2003/2003011_TN1003_Intrusion_detection_deployment.pdf
8. **NIST** – SP 800-53, версия 3 "Рекомендации по управлению безопасностью для федеральных информационных систем и организаций" (эта версия включает приложение I: Промышленные системы управления, контроля безопасности, расширение и Справочное руководство)
<http://csrc.nist.gov/publications/nistpubs/800-53-Rev3/sp800-53-rev3-final.pdf>
9. **NSA** – "Defense in Depth" (официальный документ)
<http://www.nsa.gov/ia/files/support/defenseindepth.pdf>
10. **NSA** – "The 60 Minute Network Security Guide (Первые шаги к защищенной сетевой среде)" (сайт имеет много полезной информации)
<http://www.nsa.gov/ia/files/support/I33-011R-2006.pdf>
11. **SANS** – "20 Critical Security Controls – версия 2.0, Двадцать критических точек контроля для эффективной защиты информации" (ссылка на версию для печати)
<http://www.sans.org/cag/>