Raptor
OPEN SYSTEM

www.rosemeter.nt-rt.ru

Система учёта Raptor

Техническое описание

FOUNDATION

Содержание

1. Описание системы

Информационно-измерительная система Raptor для коммерческого учета является дальнейшим развитием системы учёта в резервуарах TankRadar L/2. Она представляет собой гибкую систему на основе стандартных протоколов связи с возможностью быстрого изменения конфигурации.

Информационно-измерительная система Raptor может поставляться в следующих модификациях:

- система коммерческого учета Raptor;
- система оперативного контроля Raptor;

Радарные уровнемеры, применяемые в составе системы Raptor, созданы с учётом более чем 40-летнего опыта, полученного в процессе разработки и производства такого рода оборудования. За это время было произведено и поставлено заказчику более 100000 радарных уровнемеров.

1.1. Области применения системы

Система может быть использована на следующих объектах:

- нефтеперерабатывающие заводы;
- нефтебазы хранения;
- распределительные нефтебазы;
- резервуарные парки НПС;
- нефтехимические производства;
- парки хранения сжиженного газа;
- склады топливо-заправочных комплексов аэропортов;
- резервуарные парки электростанций;
- ликероводочные заводы;
- спиртозаводы;
- отгрузочные терминалы;

Основными особенностями и достоинствами системы являются:

- точность измерения массы продукта соответствует требованиям ГОСТ Р 8.595-2004;
- вычисление объема и массы продукта в соответствии с требованиями стандартов API;
- точность измерения уровня соответствует требованиям стандарта OIML R85:2008;
- система соответствует требованиям стандарта по безопасности IEC 61508 уровня SIL2 и SIL3;
- гибкая открытая архитектура системы с возможностью простого изменения ее конфигурации;
- использование самонастраивающейся 2-х проводной низковольтной искробезопасной полевой шины Tankbus на основе стандарта FOUNDATION™ fieldbus обеспечивает безопасность эксплуатации и снижение стоимости монтажа системы;
- возможность использование устройств с горячим резервированием уровнемер с опцией «2-в-1»;
- возможность использования беспроводных линий связи между резервуарами и диспетчерской;
- полная эмуляция работы полевого оборудования в системах других производителей;

Система Raptor обеспечивает параметров продукта в резервуарах, а также вычисление объема и массы нефти и нефтепродуктов в резервуарах любых типов: под давлением и без избыточного давления, с фиксированной или плавающей крышей, в вертикальных или горизонтальных цилиндрических и сферических резервуарах.

1.2. Обзор состава системы

Система Raptor обеспечивает измерение и вычисление параметров продукта в резервуарах для обеспечения следующих операций:

- вычисление объема и массы продукта в резервуаре;
- оперативный контроль наличия продуктов в резервуарах;
- контроль состояния резервуарного парка;
- предотвращение переполнения резервуаров;
- контроль проведения приемо-отгрузочных операций;
- обнаружение утечек продукта из резервуаров;
- технологический контроль, контроль смешения продуктов

Состав оборудования системы измерения Raptor выбирается исходя из перечня параметров подлежащих измерению и вычислении. При оснащении соответствующими средствами измерения, система

Raptor может быть настроена для измерения и контроля следующих параметров продукта в резервуарах:

- уровень продукта;
- скорость изменения уровня продукта;
- температура продукта (многоточечные измерения температуры, средняя температура;
- гидростатическое давление продукта и избыточное давление в газовом пространстве;
- уровень подтоварной воды.

Измерение указанных параметров обеспечивает выполнение следующих функций:

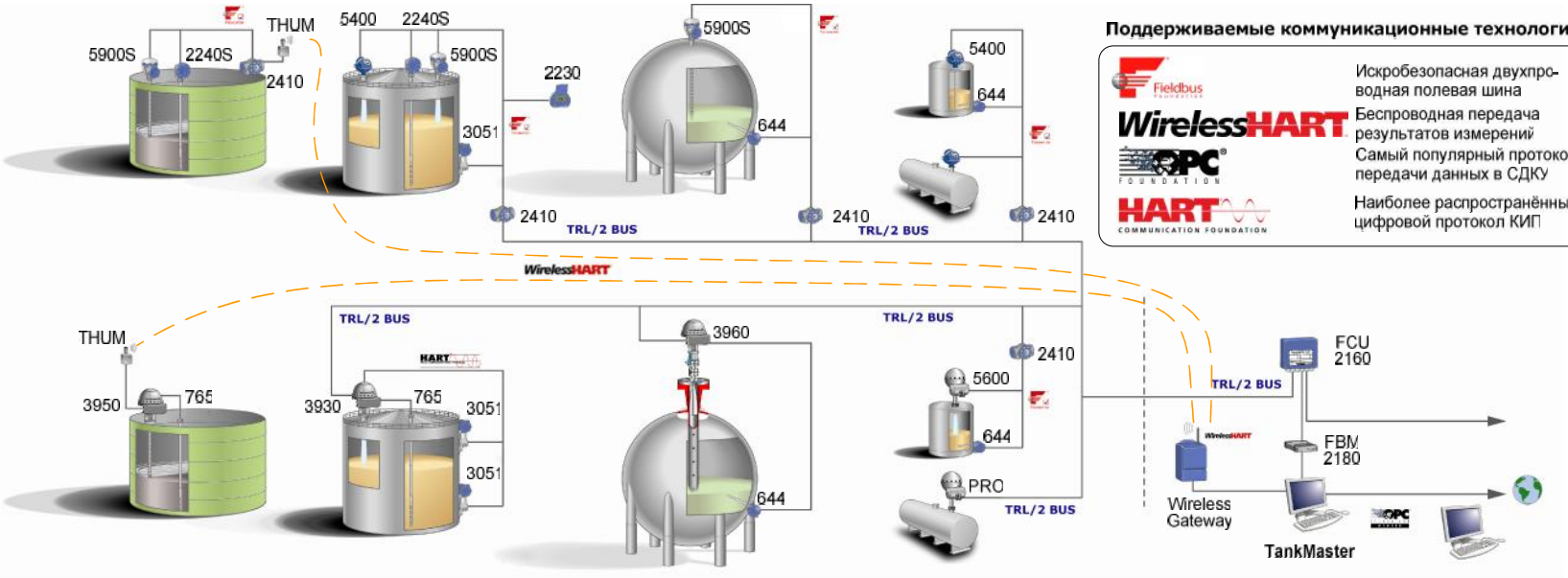
- вычисление общего измеренного объема TOV и наблюдаемой плотности продукта в модуле связи 2410;
- вычисление приведенного объема "нетто" согласно стандартам API и ГОСТ с использованием программного обеспечения TankMaster;
- вычисление плотности и массы продукта согласно стандартам API и ГОСТ (с использованием программного обеспечения TankMaster,
- контроль операций по приему/отпуску продукта (с использованием ПО TankMaster;

В состав системы Raptor может входить следующее оборудование:

- радарные уровнемеры 5900S (см. стр. 25, 3900REX (см. стр. 25;
- радарные уровнемеры 5300см. стр. 55, 5400 см. стр. 63, PROTH43 (см. стр. 44;
- измеритель (преобразователь температуры 2240S (см. стр.68;
- многоточечный датчик температуры 565NLI) , 566NL -Cryo и 765WLSi с интегрированным датчиком подтоварной воды WLS (см. стр. 71;
- модуль сбора данных DAU2100 (см. стр. 11 и 16;
- преобразователь измерительный 644 с термометром сопротивления платиновым 65 (см. стр. 77;
- преобразователь давления измерительный 3051S см. стр. 78;
- модуль связи 2410TankHUB (см. стр. 80;
- модуль полевых соединений FCU 2160 (см. стр. 84;
- модем полевой шины FBM2180 (см. стр. 85;
- дисплейный модуль 2230, RDU40 (см. стр. 86;
- модули ввода-вывода информации IOT 5100 см. стр. 88 , T-BOX (см стр. 89;
- рабочая станция с программным обеспечением TankMaster (см. стр. 91;

Также к системе модулю связи 2410, уровнемерам 3900REX и PRO TH43 по протоколу Fieldbus или токовому входу могут подключаться дополнительные датчики, например датчик уровня подтоварной воды Universal IV.

Структурная схема системы учета Raptor



Поддерживаемые коммуникационные технологии

Fieldbus — Искробезопасная двухпроводная полевая шина

WirelessHART — Беспроводная передача результатов измерений

OPC FOUNDATION — Самый популярный протокол передачи данных в СДКУ

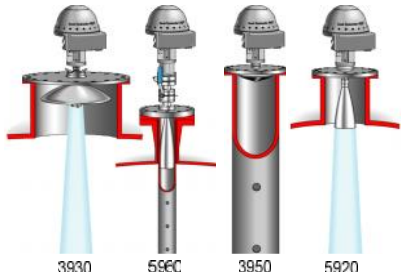
HART COMMUNICATION FOUNDATION — Наиболее распространённый цифровой протокол КИП

Оборудование, входящее в систему учета Raptor

Уровнемеры 5900S

5900S парабол – с параболической антенной
5900S рупор – с рупорной антенной
5900S направл – для направляющей трубы
5900S LNG/LPG – для резервуаров LNG/LPG

Уровнемеры 3900



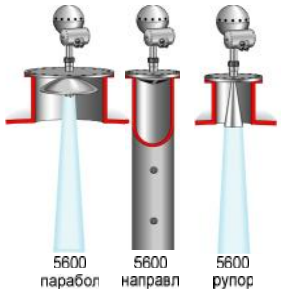
3920 – с рупорной антенной
3930 – с параболической антенной
3950 – для установки в направляющей трубе
3960 – для резервуаров LNG/LPG

Уровнемеры 5400/5300

5300 – волноводный импульсный уровнемер

5400 – Бесконтактный импульсный уровнемер

Уровнемеры 5600 / PRO



5600 парабол – С параболической антенной
5600 рупор – С рупорной антенной
5600 направл – Для направляющей трубы

Датчики давления и температуры

565 – многоточечный термометр
765 – многоточечный термометр с датчиком водь
644 – одноточечный датчик температуры
3051 – интеллектуальный датчик давления

Оборудование связи

2410 – модуль связи
2230/RDU40 – дисплей графический
FCU 2160 – модуль полевого соединения
THUM – адаптер беспроводной сети
Wireless Gate – шлюз беспроводного доступа
FBM 2180 – модем полевой шины
2240S – преобразователь температуры

1.3. Принципы функционирования системы

Значения измеренных параметров от установленных на резервуаре датчиков передаются по полевой шине TRL/2 в уровнемер 3900REX или по шине Tankbus на основе FOUNDATION™ fieldbus в модуль связи 2410, который устанавливается в резервуарном парке.

Модуль полевых соединений FCU 2160 осуществляет сбор данных измерений с модулей 2410 и/или с уровнемеров серий 3900REX и передает эти данные на рабочую станцию с программным обеспечением TankMaster

Уровнемеры серий 3900REX и 5900S в режиме "эмуляция" могут включаться в состав систем других производителей. Это может быть использовано при поэтапной замене устаревших измерительных систем в резервуарных парках, расходы на эксплуатацию которых ежегодно увеличиваются.

Полевая шина Tankbus работает с использованием стандарта передачи данных FOUNDATION™ fieldbus, который обеспечивает включение в состав системы любого полевого устройства, работающего с использованием этого протокола связи.

Подключение системы Raptor к системам "верхнего уровня" может быть осуществлено с использованием промышленных стандартов: по протоколу Modbus, по технологии OPC или по протоколу IEC 62591 (WirelessHART.

1.4. Принципы построения системы

В состав системы могут включаться устройства, обеспечивающие выполнение различных требований:

- по точности и принципу измерения;
- по функциональным возможностям;
- по способам и методам передачи данных.

Модульный принцип построения системы обеспечивает возможность её дальнейшего развития и модернизации.

Архитектура системы Raptor позволяет существенно снизить потребление электроэнергии в процессе ее эксплуатации. Это достигается использованием 2-х проводного искрозащищенного подключения полевых устройств к полевой шине Tankbus, по которой осуществляется передача данных и питание полевых устройств (за исключением PROTH43 и 3900REX .

Подключение устройств по 2-х проводной схеме позволяет также:

- обеспечить безопасность производства в процессе запуска и эксплуатации системы;
- ускорить и упростить подключение оборудования системы;
- исключить прокладку дополнительных кабелей питания, и, тем самым снизить затраты на кабельную продукцию;

Использование шины Tankbus на основе FOUNDATION™ fieldbus позволяет также обеспечить простое включение в состав системы новых полевых устройств. При подключении стандартных полевых устройств в состав сегмента шины FOUNDATION™ fieldbus системы Raptor автоматически происходит их конфигурация для работы в составе системы.

Монтаж оборудования может быть произведен без вывода резервуаров из эксплуатации кроме р езервуаров, работающих под давлением).
Для передачи данных о параметрах продукта в резервуаре между модулем связи 2410 и операторной резервуарного парка могут быть использованы беспроводные линии связи на основе технологии Smart Wireless.

Модульный принцип построения системы обеспечивает возможность ее дальнейшего расширения и модернизации. В состав системы Raptor может быть также включено оборудование системы TankRadar L/2.

1.5. Обеспечение защиты от переполнения резервуаров

При решении задач по контролю состояния резервуарного парка в процессе эксплуатации должен быть обеспечен достоверный контроль уровня продукта в целях исключения случаев перелива резервуаров.

Система Raptor в процессе функционировании обеспечивает уровни безопасности SIL2 и SIL3 согласно стандарту IEC 61508 (соответствует российскому стандарту ГОСТ Р МЭК 61508-2007.

Уровнемер 5900S с опцией «защита от перелива» при достижения уровня продукта предельного аварийного значения может использоваться для выдачи аварийного сигнала. Этот сигнал автоматически переключает состояние взрывобезопасного релейного выхода модуля связи 2410.

Уровнемер 5900S с двумя гальванически развязанными измерителями уровня в одном корпусе (устройство 2-в-1.

Система Raptor может иметь в своем составе устройства, работающие в режиме горячего резервирования. Так уровнемер 5900S, в зависимости от заказа, может иметь в своем составе один или два электронных измерительных блока в одном корпусе (опция «2-в-1».

Уровнемер с опцией «2-в-1» может использоваться как уровнемер, работающий в режиме горячего резерва, или как один уровнемер совместно с независимым бесконтактным сигнализатором предельного аварийного уровня.

При работе в режиме «горячего» резервирования уровнемер с опцией «2-в-1» автоматически производит диагностику обоих каналов измерения, сравнивая их показания.

При эксплуатации уровнемера с опцией «2-в-1» оба электронных блока используют одно и тоже антенное устройство и подключаются к шине Tankbus одним кабелем. В этом случае снижение затрат на оборудование и затрат на монтаж и на кабель очевидно.

1.6. Функции системы

В зависимости от специфики применения, к измерительной системе в резервуарных парках могут быть предъявлены различные требования. Система Raptor может осуществлять измерение уровень, температура и пр.) и вычисление объем, плотность и масса параметров продукта с точностью, тр е-буемой для ведения учетных операций, либо с точностью достаточной для оперативного контроля операций приема/отпуска продуктов.

Для обеспечения измерения и вычисления параметров продукта в резервуаре при ведении учетных операций система Raptor может включать в состав следующее оборудование:

- уровнемеры серии 5900S или/и 3900REX – для измерения уровня;
- преобразователь 2240S с датчиками 565NLI) , 566NL -Cryo , 765WLSi – для измерения температуры до 16 терм оэлементов 3-х или 4-х проводной схемы подключения) и уровня подтоварной воды;
- модуль сбора данных DAU2100 с датчиком NLi, в том числе с датчиком WLS – для измерения температуры до 14 термоэлементов 3 -х проводной схемы подключения) и уровня подтоварной воды датчики NLi, в том числе с датчиком уровня подтоварной воды WLS, могут подключаться н апрямую к уровнемеру 3900REX;
- датчики давления серии 2051, 3051 и 3051S – для измерения давления;
- преобразователь 644 с одноточечным датчиком температуры 65 – для измерения температуры;
- рабочая станция с программным обеспечением TankMaster/WinOpi – для вычислений.

Для обеспечения высокой точности измерений устройства системы должны обмениваться данными между собой по цифровому протоколу. Например, для вычисления средней температуры продукта необходимо знать значение его уровня в резервуаре для исключения из расчета средней т емпературы показаний термометров, не погруженных в продукт). А для приведения вычисленного объёма к стандартным условиям необходимо знать среднюю температуру продукта.

Система оперативного контроля используется в том случае, когда контроль перекачки осуществляется по объему продукта – параметр TOV "общий измеренный объем". Этот параметр вычисляется по значению уровня с использованием градуировочной таблицы резервуара. В системе оперативного контроля этот параметр может вычисляться без учета поправочных коэффициентов.

Система Raptor для обеспечения решения задач оперативного контроля может включать в свой состав:

- уровнемеры серии 5300, 5400 или PROTH43 – для измерения уровня;
- преобразователь 644 с одноточечным датчиком температуры 65 – для измерения температуры;
- рабочая станция с программным обеспечением TankMaster/WinOpi – для вычислений.

Программное обеспечение TankMaster является во многих случаях основным инструментом настройки и конфигурации системы Raptor.

Программное обеспечение TankMaster поддерживает передачу данных согласно промышленному стандарту OPC. Это позволяет обеспечить доступ к значениям параметров продукта в резервуаре в реальном масштабе времени.

Программное обеспечение TankMaster реализует широкий спектр функций, необходимых для коммерческого и оперативного учёта: вычисление объёма, согласно API/ISO и ГОСТ, составление отчётов, формирование аварийных сигналов, отображение данных в цифровой и графической форме, учёт партий продукта и т.д.

Разработаны программные модули, обеспечивающие информационный обмен ПО TankMaster с наиболее распространёнными системами СДКУ SCADA. Указанные модули проверены и одобрены ра зработчиками систем СДКУ.

1.7. Радарные измерители уровня

Радарные уровнемеры системы Raptor обеспечивают высокоточное измерение уровня и имеют высокую надежность, т.к. не содержат движущихся частей, при этом внутри резервуара находится только антенна или волноводный чувствительный элемент (уровнемеры серии 5300.

Для измерения уровня продукта в резервуаре с помощью радарных уровнемеров обычно используются два вида зондирующих радиосигналов:

- непрерывный частотно-модулированный сигнал FCMW – используется при реализации частотного метода измерения. Сигнал такого типа используется совместно с цифровыми методами обработки и фильтрации сигналов для высокоточных измерений уровня измерение уровня для систем коммерческого учета.
- импульсный сигнал – используется при реализации импульсного метода измерения, основанного на измерении времени распространения зондирующего сигнала до поверхности продукта и обратно. На основании этого времени вычисляется значение уровня продукта в резервуаре. Технология TDR представляет собой особый случай импульсного метода измерения, когда маломощный наносекундный импульс распространяется по чувствительному элементу к поверхности продукта, от которой он затем отражается.

В систему Raptor могут входить радарные уровнемеры следующих типов:

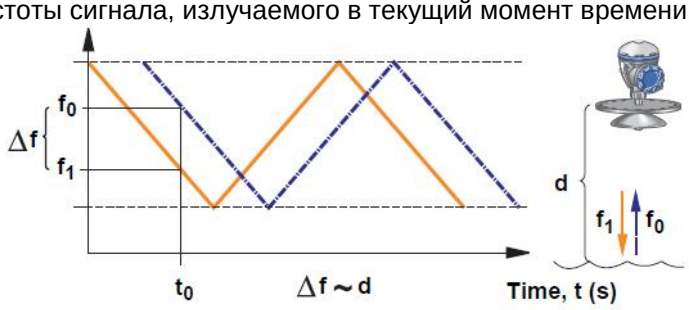
- серия 5900S и серия 3900 – бесконтактные высокоточные радарные уровнемеры, реализующий частотный метода измерения. Используются в системах коммерческого учёта;
- серия PROTH43 – бесконтактный радарный уровнемер, реализующий частотный метод измерения. Используется в системах оперативного контроля;
- серия 5300 – уровнемер с чувствительным элементом с использованием TDR технологии для систем оперативного контроля;
- серия 5400 – бесконтактный импульсный радарный уровнемер для систем оперативного контроля.

Радарный уровнемер на основании измеренного времени распространения радиоволны от антенны до поверхности продукта и обратно вычисляет расстояние до поверхности продукта, а затем с использованием значения высоты резервуара, записываемого в его память, вычисляет значение уровня продукта.

Радарный уровнемер состоит из электронного блока и антенного устройства. Антенны уровнемеров одной серии полностью взаимозаменяемы. Это позволяет существенно минимизировать состав ЗИП. При этом электронный блок уровнемера может использоваться с любой совместимой антенной, благодаря чему его замену можно производить без вывода резервуара из эксплуатации.

Частотный метод измерений

Радарные уровнемеры серий 5900S, 3900REX и PROTH43 непрерывно излучают частотно-модулированный электромагнитный сигнал по направлению к поверхности продукта. Несущая частота излучения уровнемера – 10 ГГц. Отраженный от поверхности продукта сигнал принимается антенной уровнемера, в электронном блоке которого определяется разница частоты отраженного сигнала и частоты сигнала, излучаемого в текущий момент времени.

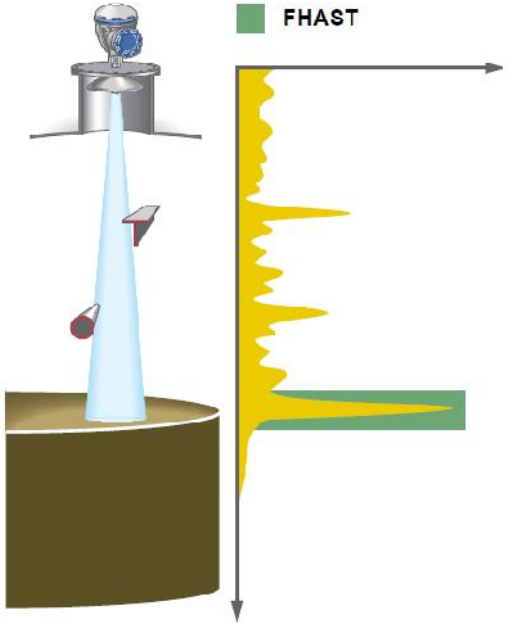


Метод частотно-модулированной непрерывной волны - FCMW.

После выделения разностной частоты уровнемер определяет расстояние до поверхности продукта и с использованием значения базовой высоты резервуара вычисляет значение уровня продукта.

Использование частотного метода измерений позволяет достичь высокой точности измерений времени распространения сигнала и вычисления уровня.

Компенсация изменения базовой высоты резервуара, обусловленной тепловым расширение материала стенки резервуара, позволяет радарным уровнемерам обеспечивать высокоточное измерение уровня продукта в широком спектре температуры окружающей среды. Тем самым достигается возможность их применения в различных климатических зонах без специального обогрева.



Метод FHAST. Размер фильтра определяет границы поиска «полезного» сигнала вблизи ранее найденного сигнала от поверхности продукта.

В процессе измерений расстояния до поверхности продукта уровнемер использует несколько методов цифровой обработки сигнала.

Метод Быстрого Преобразования Фурье БПФ, FFT – способ обработки сигналов, позволяющий получить спектральную структуры всех отражений внутри резервуара.

Метод фиксации паразитных отражений EchoFixer - метод обеспечивающий выделение сигнала, отраженного от поверхности продукта, несмотря на сильные паразитные отражения внутри резервуара от внутренних структур резервуара типа мешалок и перегородок.

Метод быстрого поиска сигнала FHAST. Уровнемер автоматически делает 6 измерений в секунду. За время между двумя измерениями в соответствии с разрешенной скоростью наполнения или опорожнения резервуара не более 6 м/ч уровень продукта не может измениться более чем на 1,7 мм. Поэтому поиск сигнала, отраженного от поверхности продукта осуществляется в определенной области вблизи ранее измеренного значения уровня продукта. Это позволяет также повысить скорость измерений.

Для обеспечения высокой точности измерений при разработке уровнемеров серии 5900S/3900/PRO были использованы следующие уникальные технические решения:

- высокая линейность и стабильность сигнала – обеспечивается применением прецизионного термостабильного кварцевого генератора.
- алгоритмы вычисления частотных поправок термокомпенсации, обеспечивающие высокую точность измерений, которая в первую очередь, зависит от степени линейности изменения частоты.
- минимизация влияния конденсата – в соответствии с рекомендациями API антенны уровнемеров не имеют горизонтальных поверхностей, что снижает возможность образования конденсата на их поверхности. А использование материалов типа Teflon в случае образования конденсата обеспечивают его естественное стекание. Все это, в конечном итоге, обеспечивает нормальное прохождение сигнала и необходимое соотношение сигнал/шум на входе антенны.

- обеспечение измерения вблизи стенки резервуара – уровнемер может устанавливаться на крыше резервуара в существующих патрубках, расстояние от которых до стенки резервуара обычно составляет от 0,3 до 1 м. При такой установке должна применяться параболическая антенна диаметром 440 мм имеющая узкую диаграмму направленности. Конструкция такой антенны позволяет изменить угол наклона ее оси в диапазоне ± 3º. Также можно использовать коническую антенну с наклоном фланца до 4º или установить уровнемер в направляющей трубе используя array-антенну.

Согласно большинству международных стандартов, предельная плотность безопасного для человеческого организма радиоизлучения не должна превышать 1 мВт/см^2. В системе Raptor используются радарные уровнемеры с очень низкой мощностью излучения, что позволяет человеку безопасно находится даже вплотную к антенне.

Например, плотность мощности излучения уровнемеров серии 5900S вблизи антенны не превышает 0,001 мВт/см^2, при этом она уменьшается пропорционально квадрату расстояния по мере распространения излучения по направлению к поверхности продукта. Для сравнения – плотность мощности солнечного света в ясный летний день составляет порядка 100…150 мВт/см^2. Общая мощность излучения радара не превышает 0,1 мВт.

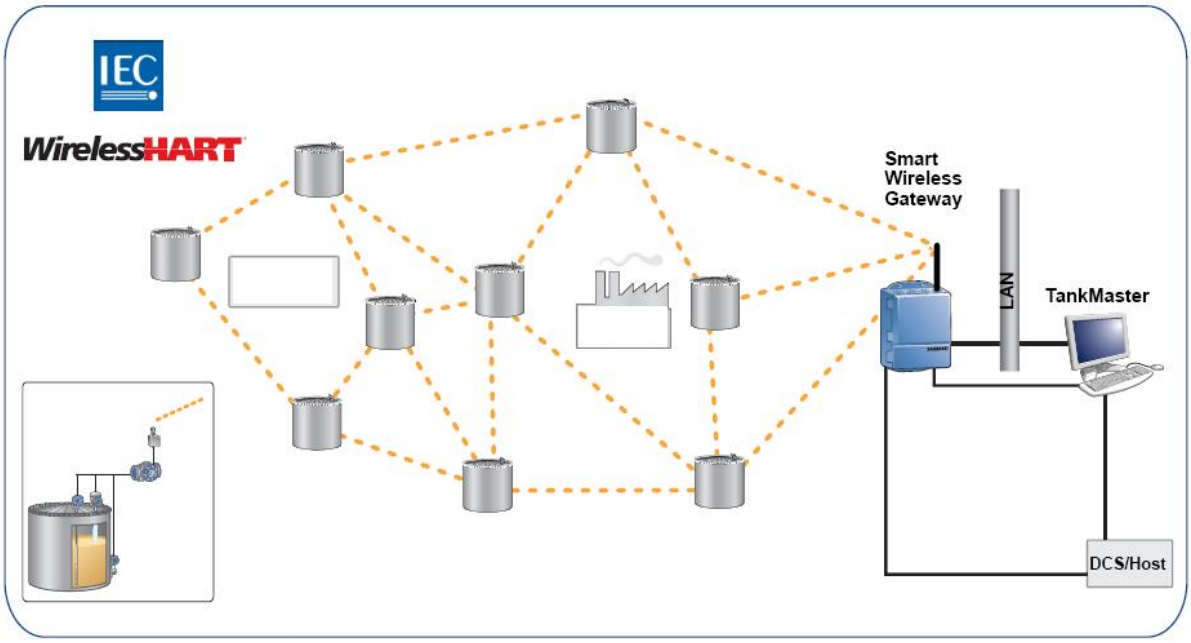
1.8. Система беспроводной передачи данных Smart Wireless

Передача данных в системе Raptor может осуществляться с использованием системы беспроводной передачи данных Smart Wireless, разработанной компанией Emerson на основе стандарта IEC62591 WirelessHART.

Применение оборудования Smart Wireless обеспечивает построения системы связи, основанной на ячеистой самоорганизующейся сети, что обеспечивает высочайшую стойкость к помехам и отражениям, создаваемым постоянно существующими или временными источниками. При появлении новых источников помех или отражений сигнала ячеистая сеть самостоятельно перестраивает свою топологию для обеспечения оптимального транспорта данных. То же самое происходит при отключении или выходе из строя одного из абонентов сети – передававшиеся через него потоки данных перенаправляется на соседние устройства.

Организация беспроводной сети связи Smart Wireless позволяет подключенным устройствам передавать как свои собственные данные, так и данные измерений от других устройств сети. При наличии постоянных и временных препятствий устройства сети автоматически находят путь передачи данных вокруг этих препятствий. Узлы сети могут определять сеть, идентифицировать ее, подключаться к ней и самостоятельно организовывать динамические пути передачи данных. Надежность передачи данных увеличивается с расширением сети – чем больше узлов сети, тем большее количество путей передачи данных.

Использование этой системы в отличие от проводных систем позволит существенно сократить затраты на проектирование, закупку, прокладку и ввод в эксплуатацию линий передачи данных в резервуарном парке.



Самоорганизующаяся сеть автоматически находит лучший путь вокруг любого постоянного или временного препятствия. Все устройства сети связаны с системой "верхнего уровня" через сетевой шлюз Smart Wireless Gateway.

По сравнению с другими системами, интервал времени между началом проектирования и вводом в эксплуатации для системы Smart Wireless значительно меньше. Для передачи данных между резервуаром и центром сбора информации не требуется прямая видимость. Использование беспроводных линий связи в системе Raptor позволяет снизить затраты на подсистему передачи данных более чем на 40%, но это не единственное достоинство системы.

Система Smart Wireless обеспечивает высокий уровень защиты данных. Передаваемые данные защищены 128-битным кодом, с использованием алгоритмов проверки подлинности, верификации, устранения помех и переменным ключом сети. Это новая ступень в обеспечении безопасности по сравнению с другими аналогичными сетями передачи данных.

Для обеспечения передачи данных используются следующие основные устройства:

Сетевой шлюз Smart Wireless Gateway

Устройство Smart Wireless Gateway представляет собой сетевой шлюз между устройствами беспроводной системы передачи данных Smart Wireless и системой "верхнего уровня", в качестве которой обычно выступает рабочая станция системы Raptor с ПО TankMaster.

Один сетевой шлюз обеспечивает обмен данными в сети, в состав которой может входить до 100 устройств.

Сетевой шлюз подключается к АРМ системы Raptor с ПО TankMaster по интерфейсу Ethernet.

Smart Wireless THUM™ адаптер

Smart Wireless THUM™ адаптер позволяет подключать к беспроводной сети Smart Wireless модули связи 2410 и отдельные измерительные устройства имеющие выходной сигнал HART уровнемеры серий 3900REX и PRO TH43 , датчики давления 3051S и т.д.).

Таким образом может быть обеспечена беспроводная передача данных от любых средств измерений, входящих в систему ПО верхнего уровня системы.

Каждый узел беспроводной сети в системе Raptor состоит из радарного уровнемера серий 3900REX, PROTH43 с адаптером беспроводной связи THUM или модуля связи 2410 с подключенными уровнемерами: не более одного 5900S или нескольких уровнемеров серии 5300/5400.

Модуль 2410 осуществляет связь с сетевым шлюзом Gateway через адаптер THUM™.

Уровнемеры серии 3900REX и PROTH43 при оснащении адаптером THUM™ могут непосредственно включаться в сеть Smart Wireless и обмениваться данными со шлюзом Gateway.

По беспроводной линии связи могут передаваться измеренные датчиками параметры продукта в резервуаре, такие как уровень, температура, давление и уровень подтоварной воды.

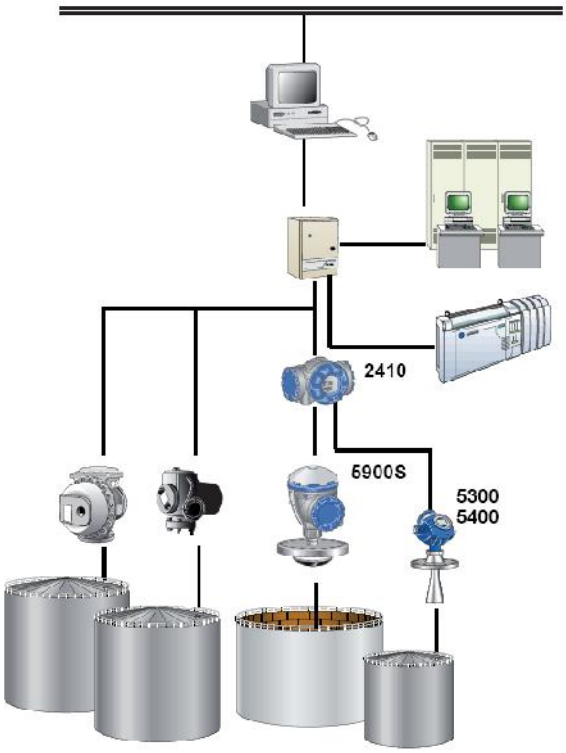
Система Raptor может быть дополнена беспроводными температурными датчиками и датчиками давления.

1.9. Эмуляция уровнемеров других производителей

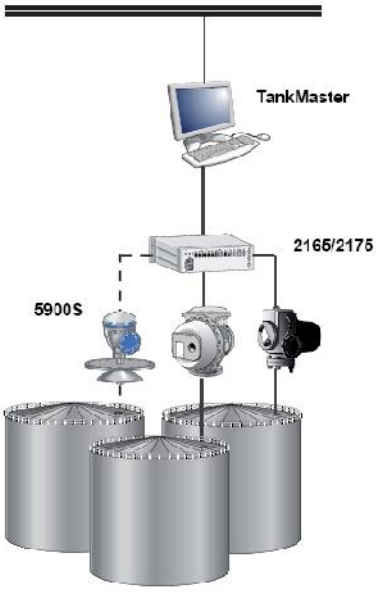
Система Raptor совместима практически со всеми системами измерений в резервуарных парках ведущих мировых производителей. Это означает, что полевое оборудование системы может подключаться к коммуникационному оборудованию и/или АРМ других систем, и оборудование систем других производителей может работать в составе системы Raptor. Благодаря этому возможна пошаговая модернизация установленных систем других производителей, как в части замены полевого оборудования, так и в части оборудования в операторной.

Устаревшие сервоуровнемеры можно заменить на современные уровнемеры системы Raptor, которые будут работать через модули связи 2410. При этом можно использовать те же самые "места привязки" оборудования и кабельные трассы. Замена уровнемеров обычно производится без вывода резервуара из эксплуатации, и без производства огневых работ.

Модуль связи 2410 разработан таким образом, что может осуществлять обмен с использованием нескольких физических интерфейсов и информационных протоколов передачи данных. С использованием уровнемеров системы Raptor и модуля связи 2410 можно заменить другие уровнемеры независимо от технологии измерений. Данные от нового уровнемера, интегрированного в существующую систему, передаются на "главное устройство" существующей системы измерений в резервуарном парке.



Замена старых электромеханических уровнемеров позволит избежать расходов на ежегодную периодическую калибровку и поверку уровнемеров, а также на закупку запасных части, ремонт и обслуживание.



Также в существующих системах можно заменить "верхний уровень", т.е. существующее программное обеспечение на программное обеспечение системы Raptor – TankMaster. Рабочая станция TankMaster будет обеспечивать сбор данных от уровнемеров различных типов и производителей, производить необходимые вычисления и отображать данные на экране.

Модуль полевых соединений FCU 2160 может производить опрос полевого оборудования других производителем, и выполнять функцию эмуляции "верхнего уровня" и/или контроллеров существующих систем. Программное обеспечение TankMaster, получая данные через модуль FCU 2160 от старых и новых полевых устройств, будет производить вычисления для коммерческого учета.

Это техническое решение обеспечивает устойчивую связь между рабочей станцией TankMaster и полевыми устройствами, часто с лучшими характеристиками достоверности и оперативности чем в существующей старой системе.

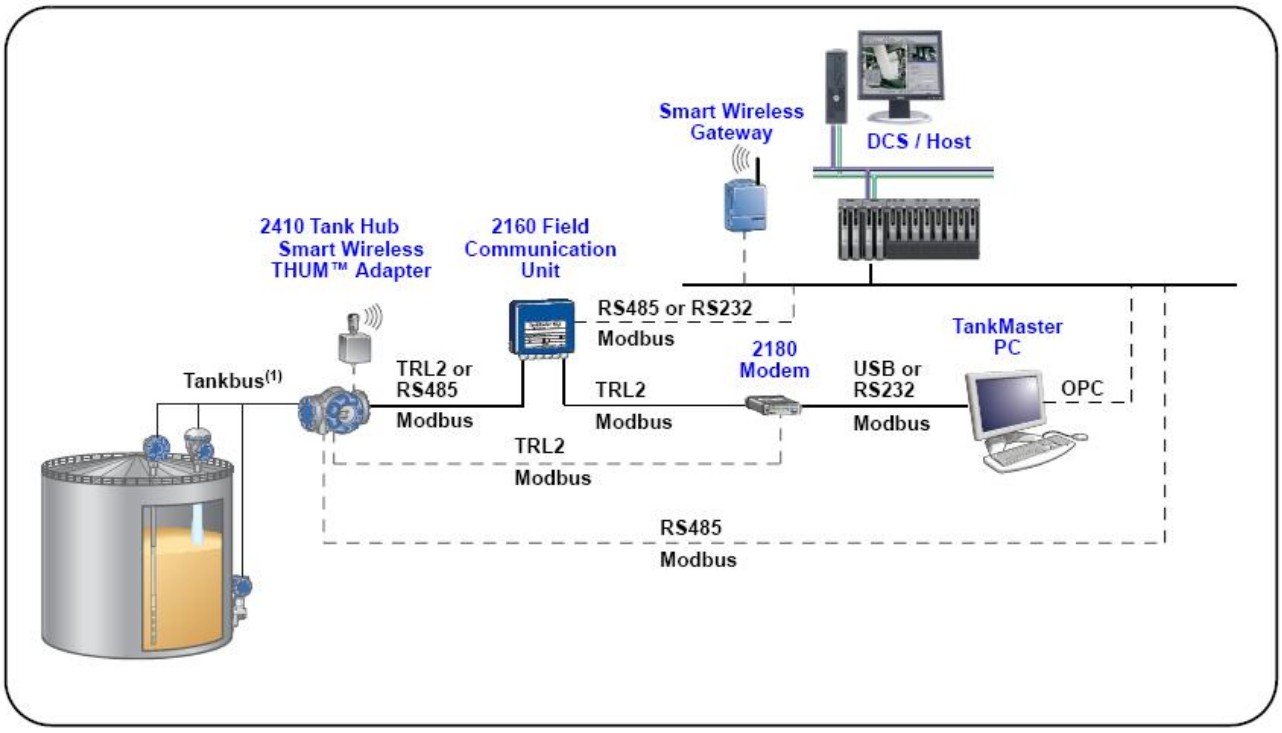
1.10. Передача данных системы Raptor в другие системы

Система Raptor может быть подключена практически ко всем известным системам управления, системам DCS/SCADA, а также к их рабочим станциям и терминалам.

Подключение системы может быть осуществлено несколькими способами:

- через рабочую станцию TankMaster с использованием OPC-технологии;
- через модуль полевых соединений FCU 2160
- через модуль связи 2410;
- полевое оборудование может быть непосредственно подключено к контроллеру системы управления по полевой шине FOUNDATION™ fieldbus.

Подключение систем "верхнего уровня" к рабочей станции TankMaster предоставляет возможность передачи не только измеренных, но и вычисленных данных о продукте в резервуаре.



Способы подключения системы Raptor к системе верхнего уровня

1.11. Измерение параметров продукта, вычисление объёма и массы продукта

Для измерения параметров продукта в резервуарах в состав системы Raptor входят различные датчики: уровня, температуры, давления и уровня подтоварной воды уровень раздела фазы "продукт - вода". Дальнейшее вычисление данных осуществляется на основе стандартов API, ISO и ГОСТ.

Измеренное значение уровня продукта может быть скорректировано в зависимости от изменений базовой высоты резервуара обусловленных тепловым расширением стенок резервуара. Вычисление средней температуры производится с использованием алгоритмов API, основанных на учете показаний термоэлементов, находящихся в продукте.

Модуль связи 2410 может предоставить следующие параметры продукта:

- уровень, значение которого может быть скорректировано с учетом теплового расширения стенки резервуара;
- температура продукта в точке по показаниям точечных термоэлементов;
- средняя температура продукта;
- уровень подтоварной воды – уровень раздела фаз "продукт-вода";
- общий вычисленный объем TOV – объем продукта по градуировочной таблице соответствующий значению уровня;
- наблюдаемая плотность продукта (при наличии датчиков давления).

На рабочей станции TankMaster дополнительно могут вычисляться такие параметры, как расход продукта м ^{3}/час, приведенная плотность, масса и различные объемы: объем брутто GOV, приведе нный объем брутто (GSV. См. (см. стр. 91;

Вычисление объема продукта производится с использованием градуировочной таблицы, которая вводится в базу программного обеспечения – до 5000 точек. Вычисление объема в сферических и горизонтальных цилиндрических резервуарах осуществляется с использованием квадратичной интерполяции, что позволяет уменьшить количество вводимых точек градуировочной таблицы.

Существует два основных способа учета продукта в резервуаре: по объему и массе, при этом учёт по массе осуществляется путём измерения объёма и вычисления на базе полученного значения объёма продукта его массы. Кроме значения объёма продукта используется также значение его плотности, получаемое из лаборатории или измеряемое системой.

Кроме непосредственного измерения объёма продукта в резервуаре при текущей температуре необходимо произвести пересчёт объёма продукта при эталонной температуре.

Система Raptor может иметь два уровень и температура или три уровень, температура и пло тность измерительных кана ла.

Двухканальная система канал измерения уровня и канал измер ения температуры продукта явл яется базовым вариантом построения системы и наиболее широко используется для коммерческого учета нефти и нефтепродуктов.

Система включает в себя высокоточный уровнемер для измерения уровня продукта, а также многоточечный датчик температуры для вычисления средней температуры продукта и приведение значения объёма к эталонной температуре. В такой системе значение плотности продукта вводится вручную в программное обеспечение TankMaster из паспорта качества или по данным лаборатории. После этого программное обеспечение также автоматически производит расчет массы продукта и его веса в воздухе в реальном масштабе времени.

Трехканальная система канал измерения уровня, ка нал измерения температуры и канал измерения плотности является полностью автоматизированной системой учета массы нефти и нефтепродуктов.

В такой системе в дополнение к базовому составу оборудования используются датчики давления, обеспечивающие измерение текущей плотности продукта гидростатическим методом. Расчет массы продукта производится в реальном масштабе времени с использованием данных об уровне продукта, средней температуры и его плотности, определяемой на основе показаний датчика гидростатического давления жидкости продукта, устанавливаемого вблизи днища резервуара. В некоторых случаях необходимо использовать датчик измерения избыточного давления для компенсации давления в газовом пространстве резервуара.

Для вычислений плотности с повышенной точностью на резервуаре можно установить датчик измерения давления в газовом пространстве и несколько датчиков для измерения давления столба жидкости с разными диапазонами.

Точность вычисления плотности в значительной степени зависит от точности используемых датчиков давления. В составе системы Raptor Применяется датчик давления 3051S. Этот датчик является стандартным датчиком с погрешностью измерений 0,025…0,065 %. В серию датчиков давления 3051S входят датчики с фланцами, которые могут использоваться в резервуарах всех типов, включая резервуары с сырой нефтью, резервуары под давлением, с фиксированной или плавающей крышей, а также в резервуарах с понтоном.

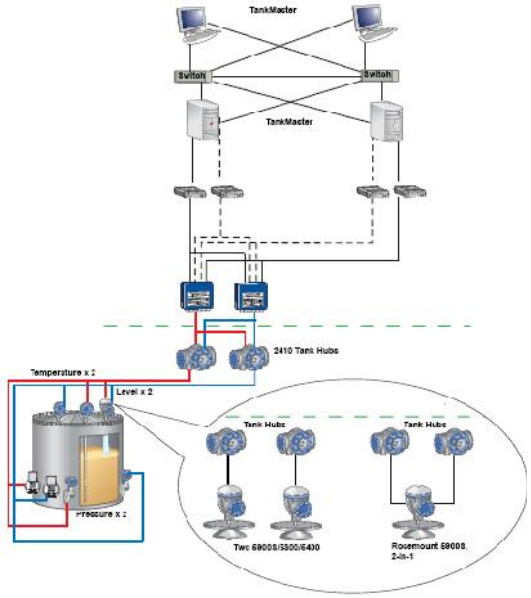
1.12. Резервирование

Для повышения надежности системы Raptor при разработке её структуры возможно резервирование используемых измерительных приборов и оборудования связи. Система Raptor поддерживает резервирование различных своих составляющих от уровня операторской до полевого оборудования.

В составе системы может быть две рабочие станции TankMaster, подключенные к локальной сети и работающие в горячем резерве. Каждая рабочая станция TankMaster должна быть подключена к модулям полевых соединений FCU 2160 через разные групповые шины. При этом одна рабочая станция является основной (активной, а вторая работает в режи ме ожидания.

Два модуля полевых соединений FCU 2160 могут работать в таком же режиме – режиме «горячего» резервирования. Все входы и выходы этих модулей подключены к полевому оборудованию и к "верхнему" уровню параллельно. Один модуль является активным и выполняет работу основного модуля в системе, второй модуль находится в режиме ожидания. Между этими двумя модулями осуществляется непрерывный обмен данными. Если в работе основного модуля обнаружится ошибка, или резервный модуль не получит сигнал от основного модуля, то он автоматически станет выполнять функции основного модуля полевых соединений системы. Сигнал об изменении статуса модулей передается на рабочую станцию TankMaster и в систему DCS/SCADA.

На одном резервуаре можно смонтировать два модуля связи 2410 с двумя отдельными шинами Tankbus и с двойным набором полевого оборудования.



Резервирование элементов системы Raptor

Резервирование датчиков уровня на одном резервуаре может быть обеспечено двумя способами:

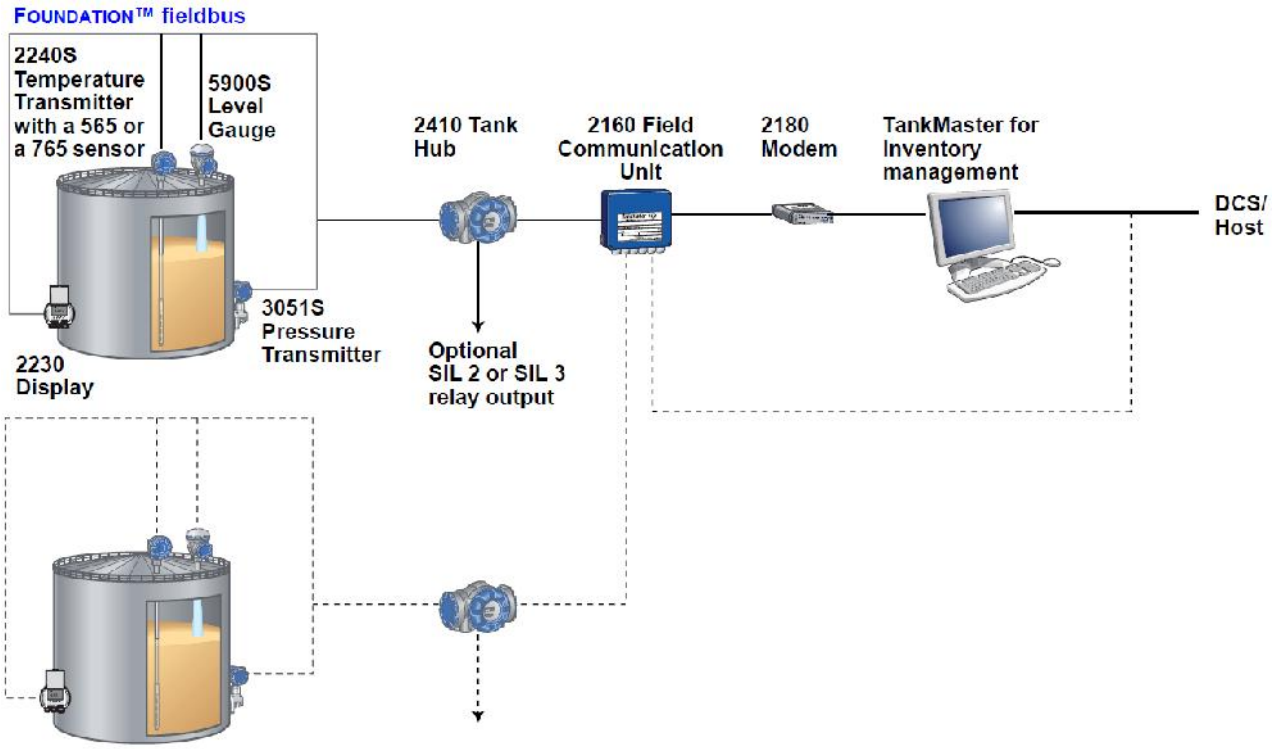
- два отдельных измерителя уровня,
- уровнемер 5900S (с опцией «2-в-1».

При этом, при применении уровнемеров 5900S оба измерителя могут подключаться к модулям FCU 2160 через разные модули связи 2410.

1.13. Примеры конфигурации системы Raptor

1.13.1. Система коммерческого учёта массы

Для измерений уровня используются радарные уровнемеры 5900S или 3900REX не контактирующие с продуктом. Для измерения температуры продукта используются многоточечные температурные датчики 565NLI) и 765WLSi с преобразователем 2240S при использовании уровнемера 5900S, для измерения давления – датчики 3051S.



На рисунке показана система Raptor в составе, обеспечивающем решение задач коммерческого учета с самой высокой точностью.

Данные измерений передаются на рабочую станцию, на которой с помощью программного обеспечения TankMaster выполняется вычисление параметров продукта на основе алгоритмов API/ISO/ГОСТ. Вычисление объема происходит с использованием градуировочной таблицы резервуара с учетом температурных изменений конструкции резервуара.

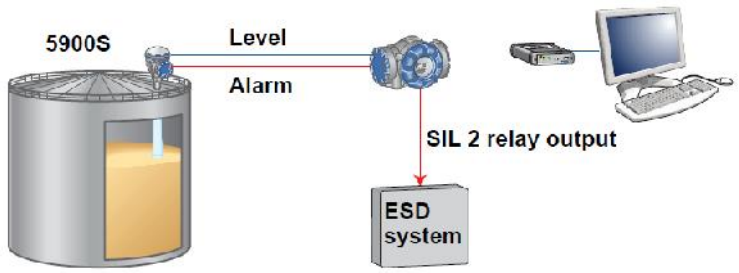
1.13.2. Выполнение требований по уровню безопасности SIL2 и SIL3

Радарные уровнемеры 5900S и 3900REX могут быть использованы в качестве высоконадёжного средства защиты от перелива. Для этого они опционально оборудуются отдельным выходом для выдачи сигнала при достижении предельного аварийного уровня и могут быть использованы в качестве высоконадежных устройств защиты от перелива, соответствующего требованиям SIL3 уровнемер серии 5900S или SIL2 (уровнемеры серий 5900S и 3900 REX.

Уровнемер 5900S модификации 2-в-1 сертифицирован по требованиям SIL3 и может поставляться с этим уровнем безопасности. Каждый из двух электронных блоков уровнемера может быть настроен на выдачу своего аварийного сигнала предельный аварийный и предельный допустимый. Поэтому уровнемер 5900S 2 -в-1 может заменить два отдельных си гнализатора, при этом может занять только один патрубок на крыше резервуара и один оставить свободным. Одновременно уровнемер будет выполнять и свою основную функцию – высокоточное, надежное и непрерывное измерение уровня продукта в резервуаре в требуемом диапазоне измерений.

В отличие от обычного сигнализатора уровнемер предоставляет оператору информацию о значении уровня непрерывно, а не только в момент достижения его определенного аварийного значения. Кроме этого, порог срабатывания может быть изменен, т.е. сигнализатор может перенастраиваться программно оператором без дополнительных затрат.

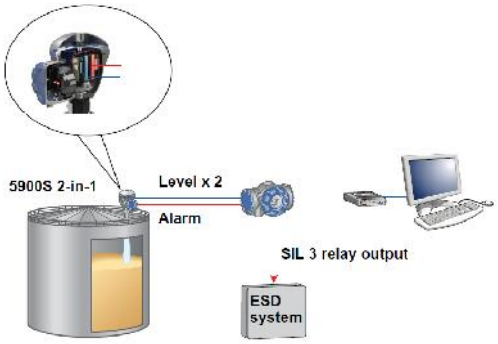
Обеспечение безопасность уровня SIL2



Выполнение требований безопасности уровня SIL2 обеспечивается уровнемером серии 3900REX оснащённым релейным выходом или уровнемером 5900S и модулем связи 2410 оснащенного одним релейным выходом.

Аварийный сигнал подключается к системе противоаварийной защиты ПАЗ. Такая конфигурация системы Raptor сертифицирована по требованиям стандарта IEC61508 и может быть использована для обеспечения безопасности уровня SIL2.

Обеспечение безопасность уровня SIL3 одним уровнемером с опцией «2-в-1»

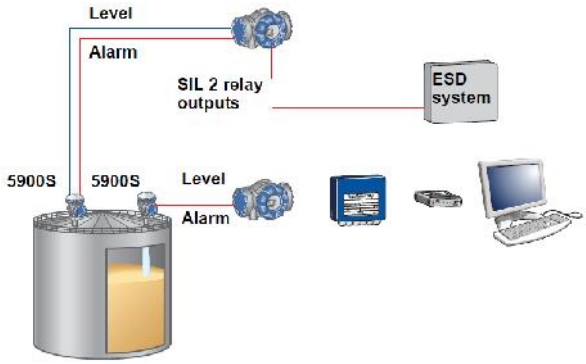


Выполнение требований безопасности уровня SIL3 обеспечивается применением уровнемера 5900S с опций «2-в-1» и модуля связи 2410, оснащенного двумя релейными выходами.

Аварийные сигналы подключаются к системе ПАЗ.

Такая конфигурация системы Raptor сертифицирована по требованиям стандарта IEC61508 и может быть использована для обеспечения безопасности уровня SIL3.

Обеспечение безопасность уровня SIL3 двумя уровнемерами



Выполнение требование сертификата SIL3 обеспечивается также двумя уровнемерами 5900S, подключенными к разным модулям связи 2410, оснащенными одним релейным выходом.

Аварийные сигналы подключаются к системе ПАЗ.

Такая конфигурация системы Raptor сертифицирована по требованиям стандарта IEC61508 и может быть использована для обеспечения безопасности уровня SIL3.

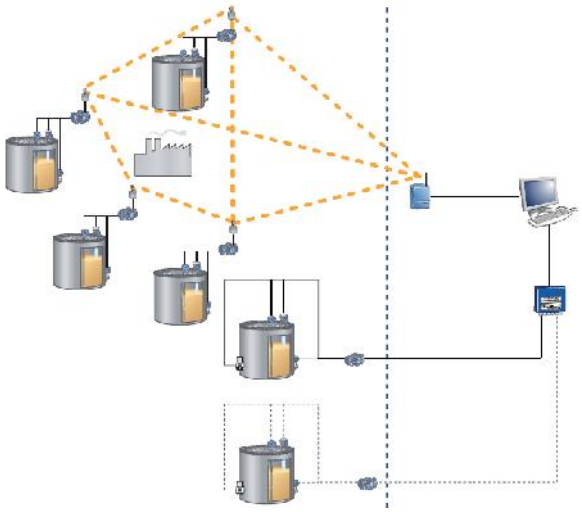
1.13.3. Комбинированная передача данных

В составе системы Raptor возможно использование как беспроводных, так и проводных каналов передачи данных от модуля связи 2410 в операторную резервуарного парка.

Оборудование системы Raptor может быть подключено по беспроводным линиям связи с использованием стандартных протоколов к существующей системе измерений в резервуарах.

В качестве резервной системы связи может быть использовано оборудование Smart Wireless, обеспечивающее построение самоорганизующейся беспроводной ячеистой сети передачи данных.

Более подробно см раздел **1.8 Система беспроводной передачи данных Smart Wireless** стр. 9



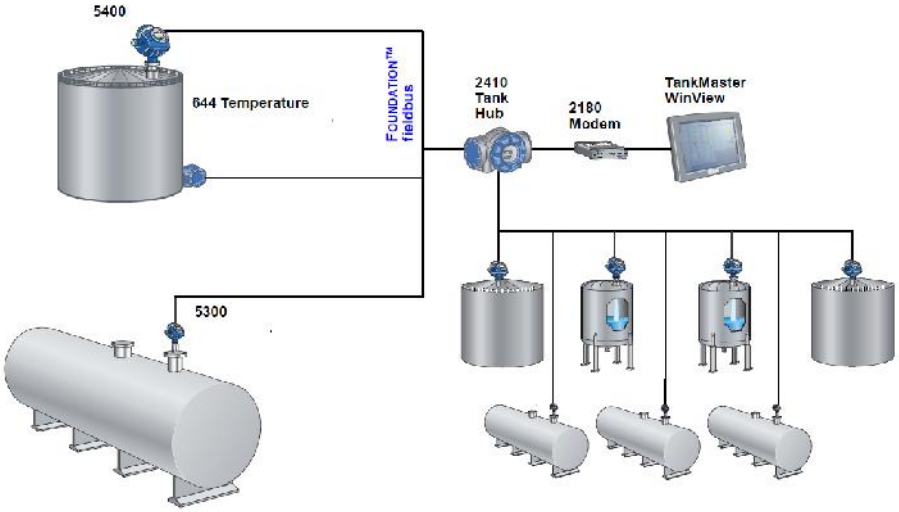
1.13.4. Состав системы для оперативного учета

Система учета Raptor для оперативного учета и контроля основана на уровнемерах серий 5300, 5400 и PROTH43 . Такая система является бюджетным вариантом системы Raptor для промежуточных резервуарных парков нефтеперерабатывающих и химических заводов, раздаточных нефтебаз и пр.

Для измерений уровня продукта в резервуарах используются не имеющие контакта с продуктом уровнемеры PRO TH43 и 5400 или волноводные уровнемеры 5300. Для температурных измерений в такой системе используется одноточечный датчик температуры 65 с преобразователем 644. При необходимости измерения температуры продукта в более чем одной точке нужно использовать многоточечный датчик температуры с преобразователем 2240S.

При необходимости к одному модулю связи 2410 могут быть подключены несколько уровнемеров, установленных на разных резервуарах

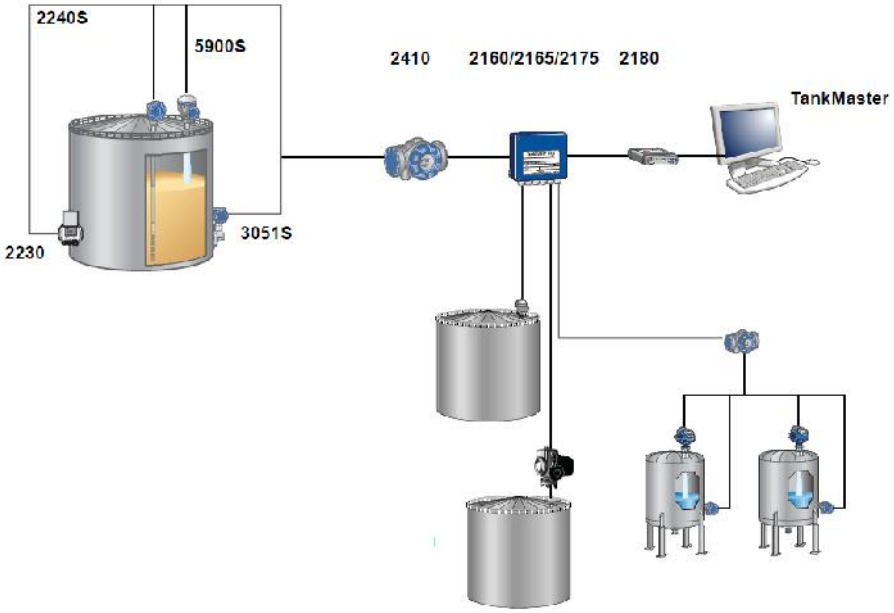
Данные измерений передаются на рабочую станцию TankMaster и отображаются с использованием программного обеспечения WinView.



Система Raptor с использованием уровнемеров серий 5300/5400/PRO является эффективным решением для системы оперативного контроля до 10 резервуаров с одним модулем связи 2410.

1.13.5. Работа системы в комбинированном составе

Система Raptor может включать в свой состав ранее поставленное оборудование производства компании Rosemount Tank Radar, а также оборудование других производителей.



стемы
йс, в её составе могут ра
N™ fieldbus. В состав сис
серий 5900S, 5400 и 5300,
X и PROTH43 .

по шине FOUNDATION™
PROTH43 и 3900REX . П
оэтому при их подключени

вания суммарным током г
во потребляет определе
модулю связи, нужно учи

льзовании уровнемеров с
ервуаре.
использовании уровнем
на 10 резервуарах.

ия – 9 В.

	Потребление (мА
	50
уровнемер 5900S (2-в-1	100
уровнемер 5300/5400	21
дисплейный модуль 2230	30
преобразователь температуры 2240S с многоточечным датчиком температуры и датчиком подтоварной воды WLS	30
преобразователь температуры 644 с одноточечным датчиком температуры	11
датчик давления 3051S/2051	18

дие варианты подключени

туры и датчиком WLS – 1 и

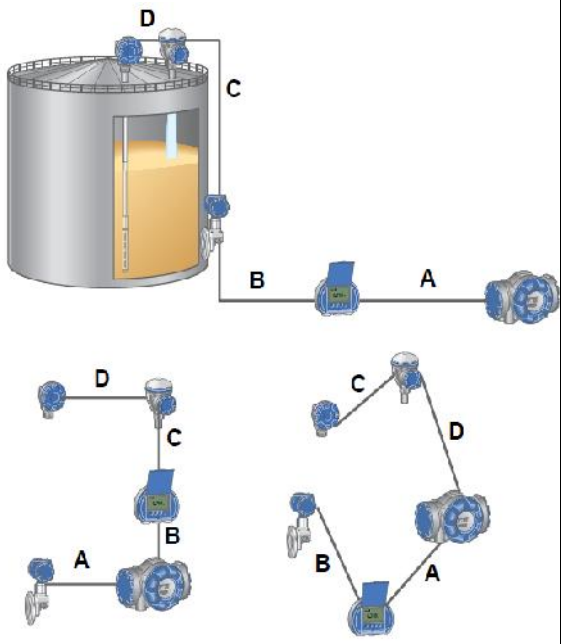
витая пара» с индивидуа
ебования для кабелей по

	значение
	15…150 Ом/км
индуктивность	0,4…1,0 мГн/км
емкость	45…200 нФ/км
макс. длина участка кабеля (сегмент)	60 м
макс. общая длина кабеля	1000…1900 м

Типовой кабель для шины Tankbus имеет следующие параметры:

- сечение – 0,75 мм^2 (AWG18;
- сопротивление – 42 Ом/км (сопротивление петли их двух жил;
- емкость – 115 нФ/км;
- индуктивность – 0.65 мГн/км.

В таблице приведены примеры показывающие максимальную длину шины Tankbus для различных конфигураций системы. Расчеты произведены для крайних случаев. Когда суммарное расстояние между источником питания модуль связи 2410 и полевыми устройствами на резервуаре максимал ьны.



Суммарная длина кабеля A+B+C+D шины Tankbus не должна превышать определенной длины.

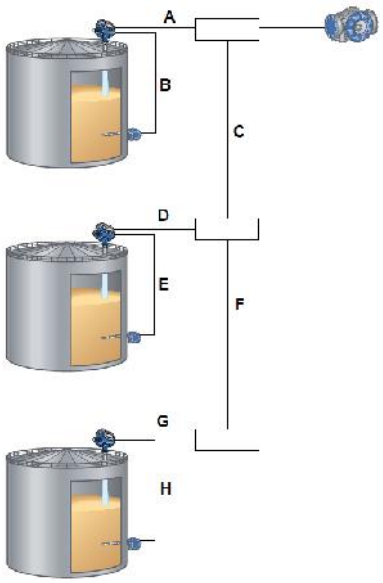
Максимальная длина шины Tankbus для системы Raptor уровнемер 5900S с максимальной конфигурацией (вариант 1.
Модуль связи 2410 обеспечивает питание 250 мА 12,5 В. Для работы устройств на шине Tankbus н еобходимо напряжение питания минимум 9 В, поэтому падение напряжения на кабеле может быть не более 3,5 В или его сопротивление не должно превышать 14 Ом 3,5 В/0,250 А. Такое сопротивление имеет кабель длиной 333 м (14 Ом : 42 Ом/км.

Максимальная длина шины Tankbus для системы Raptor уровнемер 5900S с типовой конфигурацией (вариант 2.
На резервуаре установлены: уровнемер 5900S, преобразователь 2240S с датчиком и дисплейный модуль 2230. В этом случае требуемое питание – 128 мА, сопротивление не должно превышать 27,34 Ом 3,5 В/0,128 А. Такое сопротивление имеет кабель длиной 651 м (27,34 Ом : 42 Ом/км).

Максимальная длина шины Tankbus для системы Raptor уровнемер 5900S версии "2-в-1" с прив еденной выше типовой конфигурацией (вариант 3.
В этом случае требуемое питание – 178 мА, сопротивление не должно превышать 19,66 Ом 3,5 В/0, 178 А. Такое сопротивление имеет кабель длиной 468 м 19,66 Ом : 42 Ом/км).

Расчетное значение максимальной длины шины Tankbus для кабеля определенного типа сечения жил приведено в таблице

Тип кабеля	**Сопротивление Ом/км**	**Максимальная суммарная длина шины Tankbus**		
		вариант 1	**вариант 2**	**вариант 3**
AWG20 (0,5 мм^2	66	212	414	298
AWG18 (0,75 мм^2	42	333	651	468
AWG17 (1,0 мм^2	33	424	829	596
AWG16 (1,5 мм^2	26	538	1000	756



Максимальная длина шины Tankbus для системы оперативного учета уровнемеры 5300/5400 с типовой конф игурацией.

На резервуаре установлены: уровнемер 5300/5400 и преобразователь 644 с датчиком 65. Требуемое питание – 32 мА, а максимальная длина кабеля – 2604 м.

Модуль связи 2410 обеспечивает питание 250 мА, поэтому к нему можно подключить до 7 комплектов оборудования с требуемым питанием 224 мА.

Это будет возможно, если общая длина шины Tankbus не превысит значения, приведенного в таблице. При расчете длины шины должны учитываться длины всех соединительных кабелей – на рисунке общая длина шины будет равна сумме A+B+C+D+E+F+G+H.

В таблице приведены расчетные значения максимальной длины шины Tankbus для разного состава оборудования и типа кабеля.

Тип кабеля	**Сопротивление, Ом/км**	**Максимальная суммарная длина шины Tankbus в зависимости от количества резервуаров**						
		7	6	5	4	3	2	1
AWG20	66	236	276	331	414	552	826	1000
AWG18	42	372	434	520	651	868	1000	1000
AWG17	33	473	552	662	828	1000	1000	1000
AWG16	26	600	701	841	1000	1000	1000	1000

На полевой шине Tankbus системы для коммерческого учета с уровнемером 5900S с типовой конфигурацией для надежной и устойчивой связи необходимо использование на шине Tankbus специальных терминаторов. Терминаторы должны устанавливаться в модуле связи 2410 и на последнем дальнем от мо дуля связи 2410 устройстве на шине Tankbus.

Связь между модулем связи 2410 и модулем полевых соединений FCU 2160 по протоколу Modbus и с интерфейсом полевой шины TRL/2. Для этой связи необходим кабель типа экранированная «витая пара» с индивидуальным экраном. Максимальная длина кабеля – 4 км, при этом возможно использование существующих ранее проложенных кабелей.

2. Радарный уровнемер 5900S

Радарный уровнемер 5900S – высокоточный измеритель уровня для систем коммерческого учета Raptor в наземных резервуарных парках. Уровнемеры серии 5900S представляют собой продолжение семейства высоконадежных бесконтактных уровнемеров, разрабатываемых на протяжении 40 лет. Точность измерений этих уровнемеров не зависит от свойств жидкости: плотности и вязкости и пр.

Уровнемер 5900S с параболической антенной

Радарные уровнемеры серии 5900S непрерывно излучают частотно-модулированный электромагнитный сигнал с частотой около 10 ГГц по направлению к поверхности продукта.

Отраженный от поверхности продукта сигнал принимается антенной уровнемера, в электронном блоке которого определяется разница частоты принятого сигнала и частоты сигнала, излучаемого в текущий момент времени. После выделения разностной частоты уровнемер определяет расстояние до поверхности продукта и, используя значения базовой высоты резервуара, вычисляет значение уровня продукта.

Высокая точность измерений обусловлена применением в конструкции уровнемера высокостабильного кварцевого генератора и современной электронной базы для обеспечения высокой линейности изменения частоты излучения.

Значения уровня по шине Tankbus поступают в модуль связи 2410, и затем, по запросу, передаются на рабочую станцию с ПО TankMaster или другим системам «верхнего уровня».

Компенсация изменения базовой высоты резервуара, обусловленной тепловым расширение материала стенки резервуара, позволяет радарным уровнемерам обеспечивать высокоточное измерение уровня продукта в широком спектре температуры окружающей среды. Тем самым достигается возможность их применения в различных климатических зонах без специального обогрева.

Обеспечение выполнения функций безопасности

Уровнемер 5900S может поставляться с опциями, обеспечивающей соответствие системы Raptor требования по безопасности защиты от перелива . Соответствие требованиям безопасности уровня SIL2 обеспечивается уровнемером 5900S и модулем связи 2410 с релейным выходом. Соответствие требованиям безопасности уровня SIL3 обеспечиваются уровнемером 5900S "2-в-1" с двумя реле йными выходами модуля связи 2410. Уровнемер прошёл сертификацию, подтверждающую соответствие указанным уровням безопасности.

Уровнемер 5900S состоит из двух основных элементов: электронного блока и антенны.

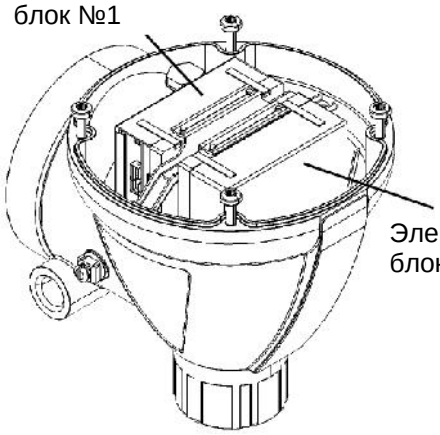
2.1. Электронный блок уровнемера

Корпус электронного блока уровнемера имеет две камеры: в одной размещаются электронные компоненты уровнемера, во второй камере, имеющей кабельные вводы, находится клеммная коробка для внешних подключений. Такая конструкция позволяет производить замену составных частей и самого блока уровнемера без вывода резервуара из эксплуатации или его разгерметизации.

Прочный корпус уровнемера защищен от пыли и влаги. Поверхность корпуса уровнемера имеет покрытие устойчивое к воздействию атмосферы и агрессивной среды нефтехимических производств. Клеммный модуль обеспечивает не только внешние подключения, также он содержит встроенный барьер молниезащиты, обеспечивающий защиту электроники уровнемера от скачков напряжения, возникающих при грозе.

В корпус уровнемера может быть установлен один или два монолитных электронных блока уровнемера. Электронный блок уровнемера включает в свой состав отдельные компоненты для выполнения различных функций:

- микроволновый блок - формирует, передаёт и принимает электромагнитный сигнал;
- процессорный блок - производит сигнальную обработку и вычисление уровня продукта;
- коммуникационный блок - обеспечивает обмен данными по шине Tankbus.



При необходимости обеспечить повышенную надежность, а также для обеспечения соответствия требованиям безопасности SIL применяются уровнемеры 5900S с опцией «2-в-1», которые является эффективным средством по соотношению «цена-качество» в случае необходимости использования двух независимых измерителей уровня.
Электронные блоки двух уровнемеров устанавливаются в одном корпусе и имеют гальваническую развязку. Таким образом, два независимых измерителя уровня используют одну и ту же антенну, и патрубок на крыше резервуара.

При этом существенно снижаются затраты на кабельную продукцию и монтаж оборудования на резервуаре.

2.2. Антенна уровнемера

Антенна уровнемера обеспечивает фокусировку электромагнитной волны, генерируемой электронным блоком уровнемера. Использование сформированного таким образом узконаправленного пучка позволяет достичь высокой точности измерения уровня.

2.2.1. Особенности конструкции антенн уровнемера 5900S

Одной из существенных проблем, возникающих при измерении уровня с помощью радарных уровнемеров, является ослабление электромагнитных сигналов конденсатом, скапливающимся на поверхности антенны.

Для снижения влияния этого эффекта антенны уровнемера 5900S согласно рекомендациям American Petroleum Institute API) не имеют горизонтальных поверхностей. Все детали антенн выполнены из материалов с низкой смачиваемостью тефлон, витон, AISI316, силикон и т.д.) и тщательно отполир ованы. Всё это обеспечивает свободное стекание конденсата, ослабляющего прохождение электромагнитного излучения.

Наличие разного типа антенн обеспечивает возможность использования уровнемера серии 5900S для измерения уровня в резервуарах разных конструкций и условий использования.

2.2.2. Типы антенн, применяемых с уровнемером 5900S.

В зависимости от конструкции резервуара, условий измерений и типа продукта существует четыре модели уровнемеров серии 5900S (различаются типом используемой антенны:

- 5900S с параболической антенной - применяется для измерения уровня в резервуарах с фиксированной крышей без направляющих труб, особенно тяжёлых и вязких продуктов;
- 5900S с конической антенной - применяется для измерения уровня в резервуарах с фиксированной крышей без направляющих труб, для всех продуктов кроме тяжёлых и вязких продуктов;
- 5900S с Array-антенной - применяется для измерения в направляющих трубах;
- 5900S с антенной LPG/LNG - применяется для измерения уровня в резервуарах с сжиженными газами под большим давлением.

Блок уровнемера может использоваться с антенной любого типа – это позволяет существенно сократить перечень запасных частей и состав ЗИП на объекте.

2.2.3. Параболическая антенна

Уровнемер 5900S параболической антенной

Уровнемер 5900S с параболической антенной является оптимальным решением для измерения уровня в резервуарах с фиксированной крышей, особенно при измерении уровня продуктов с высокой вязкостью и низкой отражающей способностью.

Параболическая антенна имеет диаметр 440 мм, и может быть установлена на существующем свободном патрубке диаметром не менее 500 мм.

Параболическая антенна имеет высокий коэффициент усиления и высокое отношение сигнал/шум.

Большой диаметр антенны обеспечивает формирование узкого луча ширина диаграммы направленности составляет 5 °, что позволяет эффективно измерять уровень продуктов с низкой диэлектрической проницаемостью и, как следствие, низким коэффициентом отражения) а также обеспечивает возможность установки радара близко к стенке резервуара.

В некоторых случаях уровнемер 5900S с параболической антенной может быть использован для измерения уровня в резервуарах с плавающей крышей или понтоном. Уровнемер устанавливается в верхней части резервуара и измеряет расстояние до плавающей крыши или понтона, на которых должна быть установлена специальная металлическая пластина.

Параболическая антенна монтируется на фланце патрубка с помощью специальной "фланцевой" втулки, которая обеспечивает быстрый монтаж антенны на фланце патрубка резервуара и позволяет при необходимости легко изменять наклон уровнемера относительно плоскости фланца. Это позволяет наклонять ось уровнемера при установке на патрубках около стенки резервуара, а также монтировать уровнемер на фланцах, имеющих большой наклон к по отношению к горизонтали.

Установка параболической антенны обычно производится без вывода резервуара из эксплуатации.

2.2.4. Коническая антенна

Коническая антенна обычно используется в том случае, когда невозможно использовать параболическую антенну, т.е. нет свободных патрубков диаметром 500 и более мм.

Уровнемер 5900S с конической антенной

Антенна этого типа монтируется на крыше резервуара на фланце патрубка размером 8” диаметр 200 мм) или более. Антенна имеет небольшой размер, что обуславливает относительно широкий луч ширина диаграммы направленности 15°

Коническая антенна может использоваться для измерения уровня практически всех продуктов, за исключением тяжелых и вязких продуктов, битума и пр., для которых рекомендуется использование параболической антенны.

В комплект антенны входит специальная втулка для обеспечения наклона антенны относительно вертикали при установке вблизи со стенкой резервуара.

Для обеспечения высокоточных и надежных измерений антенна должна устанавливаться строго вертикально. Но в отдельных случаях, возможна поставка версии антенны с обеспечением ее наклонной установки под наклоном 4° относительно вертикали для обеспечения высокоточных измерений вблизи стенки резервуара.

Установка конической антенны обычно производится без вывода резервуара из эксплуатации.

2.2.5. Array-антенна для направляющих труб

Уровнемер 5900S с антенной для направляющей трубы (фиксированная установка

Уровнемер 5900S с антенной для направляющей трубы (на откидном фланце

Array-антенна планарная антенна была специально разработана для измерений в существующих или вновь устанавливаемых направляющих трубах в резервуарах с плавающей крышей (понтоном) или без нее.

Антенна имеет малые размеры, ее конструкция полностью соответствует рекомендациям API по предотвращению скопления конденсата на ее наклонных поверхностях.

Типовыми применениями Array-антенны является резервуар с сырой нефтью с плавающей крышей или резервуар с бензином с понтоном.

Для достижения высокой точности измерений и исключения влияний на процесс измерений отложений на стенках направляющей трубы Array-антенна обеспечивает применение круговой поляризации электромагнитного излучения уровнемера. Это обеспечивает передачу излучения с максимумом на середине радиуса и фактически исключает влияние состояния направляющей трубы, даже если труба старая, грязная и покрыта отложениями.

Array-антенна для направляющих труб выпускается двух типов: с фиксированной установкой и с установкой на откидном фланце и может устанавливаться на трубах внутренним диаметром 5", 6", 8", 10" и 12".

Антенна с установкой на откидном фланце позволяет производить в направляющей трубе ручные замеры уровня продукта для калибровки уровнемера.

Установка Array-антенны обычно производится без вывода резервуара из эксплуатации.

2.2.6. Антенна для измерения уровня сжиженных газов

Уровнемер 5900S с антенной для измерения уровня сжиженных газов

Эта антенна разработана для измерений уровня в резервуарах со сжиженными газами LPG/LNG, находящихся под давлением.

Распространение сигнала осуществляются в специальных направляющих трубах, которые обеспечивают достаточно сильный отраженный от поверхности продукта сигнал, даже при волнении на поверхности и кипении продукта.

В конструкции антенны используется кварцевое или керамическое уплотнение, обеспечивающее герметичность резервуаров.

В стандартном варианте уровнемер комплектуется огнестойким шаровым краном и датчиком давления типа 2051T.

Показания датчика давления используются для корректировки значения уровня, связанной с изменением скорости электромагнитных волн в газах под высоким давлением.

Запатентованный метод проверки точности измерения с использованием эталонных штырей в направляющей трубе позволяет проводить проверку уровнемера без демонтажа электронного блока, без разгерметизации резервуара и его вывода из эксплуатации. Для перевода уровнемера в режим проверки достаточно повернуть электронный блок уровнемера на 90° вокруг оси.

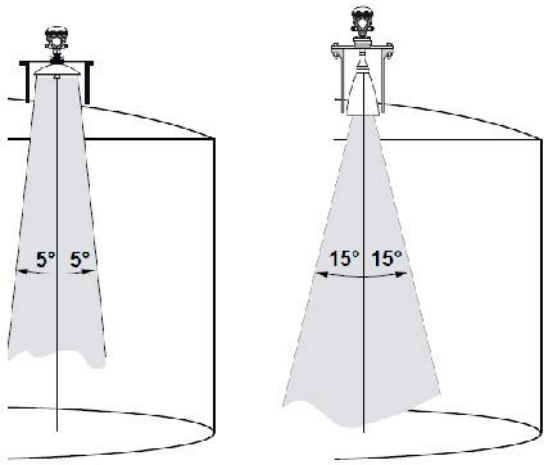
В режиме проверки уровнемер проводит измерение расстояния до этих штырей с последующим сравнением измеренных значений с данными, введенными в память электронного блока уровнемера при его запуске. По результатам сравнения этих данных может быть проведена повторная настройка уровнемера без вывода резервуара из эксплуатации.

Установка антенны уровнемера для измерения уровня сжиженных газов производится на резервуаре при выводе его из эксплуатации.

2.3. Основные рекомендации по монтажу

Уровнемеры 5900S имеют малый вес, поэтому их транспортировка на крышу резервуара не требует применения специального подъёмного оборудования. Монтаж уровнемеров может быть просто выполнен как на существующих, так и на новых резервуарах.

Антенна и основной блок уровнемера могут быть установлены на резервуаре последовательно. После монтажа антенны можно «закрывать» резервуар, и начинать проведение регламентных работ например, водные испытания резервуара. Таким образом, обеспечивается возможн ость пошагового монтажа оборудования на резервуаре.



Ширина диаграммы направленности параболической и конической антенн

При выборе места установки уровнемера на резервуаре необходимо исключить попадание в луч излучения радара элементов конструкций размером более 5 см.

Подобные препятствия создают достаточно сильные отражения радиоволн, которые могут не только повлиять на точность измерений, но и сделать невозможным сам процесс измерений.

В большинстве случаев гладкая вертикальная стенка резервуара не будет оказывать существенного влияния на процесс измерений.

Коническая антенна имеет более широкий луч, поэтому для этой антенны нужно более тщательно выбирать место установки. Кроме того, коническая антенна не подходит для использования в резервуарах с вязкими продуктами, а также с продуктами имеющими малый коэффициент отражения. В таких случаях необходимо применение параболической антенны.

Для вновь строящихся резервуаров с плавающей крышей рекомендуется использовать направляющие трубы диаметром 8” и более

Связь и питание уровнемера 5900S осуществляется по шине Tankbus от модуля связи 2410.

Клеммник внутри клеммной коробки уровнемера 5900S имеет клеммы для подключения терминатора согласующего сопротивления), который используется в случае необходимости для об еспечения качественной и надежной связи.

В зависимости от версии стандарт, 2 -в-1 и SIL уровнемер 5900S может иметь разные клеммники внешних подключений внутри клеммной коробки. Подробнее см. «Радарный уровнемер 5900S. Руководство по монтажу, запуску, настройке и обслуживанию».

Связь между полевыми устройствами системы Raptor осуществляется по шине FOUNDATION™ fieldbus. Конфигурация и настройка устройств может осуществляться с помощью внутреннего программного обеспечения каждого устройства, и мастера установки, который облегчает запуск системы в целом.

Для конфигурации и настройки устройств рекомендуется использовать программное обеспечение TankMaster/WinSetup. В ряде случаев, при необходимости общая настройка системы может быть выполнена также с помощью ручного Field Communicator’a, программного обеспечения AMS™ Suite, DeltaV или другой DD-совместимой системой.

Однако полная расширенная настройка полевых устройств системы может быть произведена только с использованием программного обеспечения TankMaster.

2.4. Характеристики уровнемера 5900S

2.4.1. Характеристики электронного блока уровнемера 5900S

В таблице приведены характеристики электронного блока уровнемера, общие для всех уровнемеров семейства 5900S.

Основные	
Наименование	радарный уровнемер 5900S
Принцип измерений	непрерывный частотно-модулированный сигнал
Антенна	коническая антенна, параболическая антенна, array-антенна для направляющих труб, антенна LPG/LNG
Инструментальная точность	± 0.5 мм
Температурная стабильность	± 0.5 мм (в диапазоне -40…+70°C)
Полевая шина (стандарт)	шина FOUNDATION™ fieldbus FISCO (Tankbus
Период измерений	0.3 с
Повторяемость	0.2 мм
Скорость изменения уровня	макс. 200 мм/с
Безопасность/переполнение	SIL2, SIL3
Маркировка взрывозащиты	Ex ia IIC T4 Ga
Электрические	
Питание	питание от модуля связи 2410 (=9.0…17.5 В
Потребляемый ток	50 мА (100 мА для версии 2-в-1
Кабель для шины Tankbus	экранированная витая пара 0.5…1.5 мм^2 (AWG22-16
Мощность излучения	< 1 мВт
Механические	
Материал корпуса	алюминий с полиуретановым покрытием
Резьба для кабельных вводов	1/2" NPT (2 шт.), по заказу – M20x1.5
Масса	Основной блок 5900S - 5.1 кг (5.4 кг для версии "2-в-1" 5900S с конической антенной: 12 кг 5900S с параболической антенной: 17 кг 5900S с array-антенной: 13.5…24 кг 5900S с антенной LPG/LNG: 30…40 кг
Условия эксплуатации	
Рабочая температура окр. среды	-40…+70°C (запуск -50…+70°C, хранение -50…+85°C)
Влажность	0…100 % относительной влажности
Погодозащита	IP 66/67 и Nema 4X
Молниезащита	согласно IEC 61000-4-4-5 до 2 кВ на заземление IEEE 587

2.4.2. Характеристики уровнемеров семейства 5900S с антеннами различных типов.

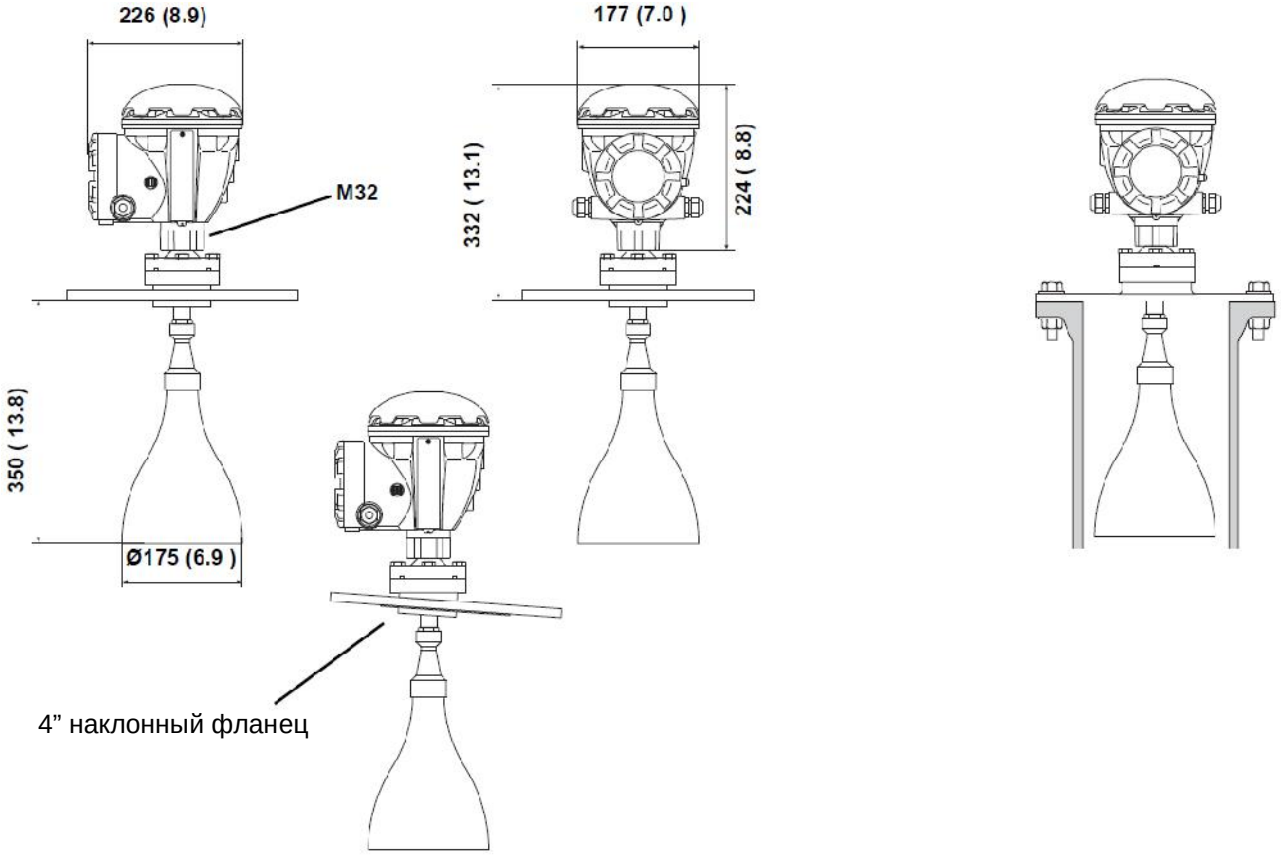
В таблице приведены характеристики уровнемеров семейства 5900S с антеннами различных типов.

5900S с параболической антенной	
Температура в резервуаре	макс. +230 °C
Диапазон измерений	0.8…30 м ниже фланца. по заказу 0.5…50 м ниже фланца
Давление внутри резервуара	-0.2…0.2 бар, по заказу -0.2…+10 бар
Материал внутри резервуара	нержавеющая кислотоустойчивая сталь AISI316, тефлон, витон
Диаметр антенны	440 мм
Патрубок для установки	типа Ду500 и более открывающийся
5900S с конической антенной	
Температура в резервуаре	макс. +230 °C
Диапазон измерений	0.8…20 м ниже фланца. по заказу 0.5…30 м ниже фланца
Давление внутри резервуара	-0.2…+2.0 бар
Материал внутри резервуара	нержавеющая кислотоустойчивая сталь AISI316, тефлон, витон
Диаметр антенны	175 мм
Патрубок для установки	типа Ду200 или больше
5900S с array-антенной	
Температура в резервуаре	-40…+120 °C
Диапазон измерений	0.8…30 м ниже фланца. по заказу 0.5…40 м ниже фланца
Давление внутри резервуара	-0.2…+2.0 бар
Материал внутри резервуара	полифенилинсульфид (PPS, тефлон, силикон
Диаметр направляющей трубы	5”, 6”, 8”, 10” и 12”
5900S с антенной LPG/LNG	
Температура на шаровом кране	-55…+90 °C
Температура в резервуаре	-170…+90 °C
Диапазон измерений	0.8…30 м ниже фланца. по заказу 0.5…60 м ниже фланца
Давление внутри резервуара	-1…+25 бар, с шаровым краном не более 20 бар.
Материал внутри резервуара	нержавеющая кислотоустойчивая сталь AISI316, кварц, тефлон
Диаметр трубы	4” и 100 мм по заказу доступны антенны для труб других ди а-метров
Фланец	4” 10 бар/150 psi или 20 бар/300 psi

2.5. Установочные размеры уровнемера

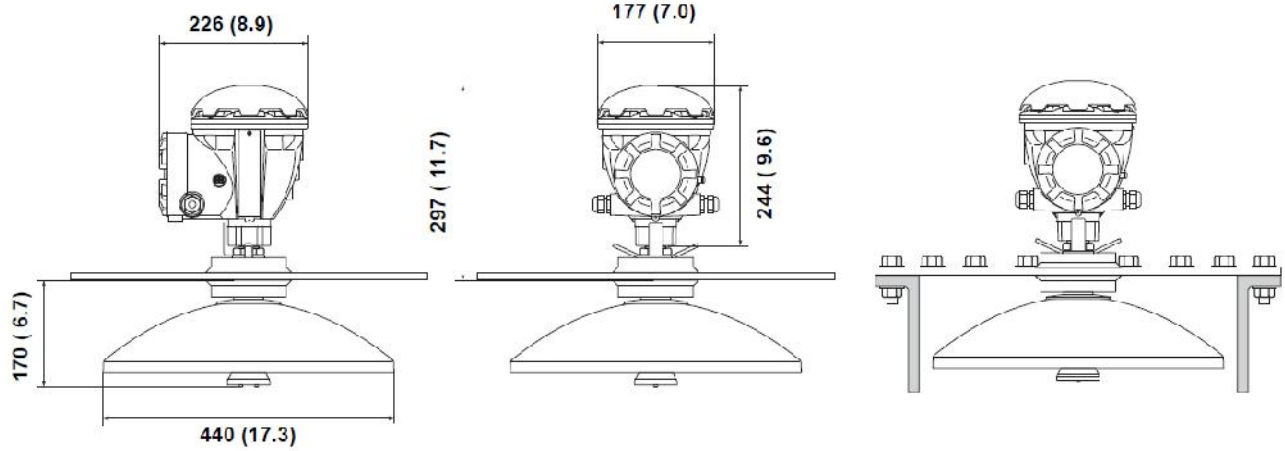
В данном разделе приведены чертежи с габаритными размерами уровнемера 5900S. Все размеры приведены в миллиметрах (в скобках приведены размеры в дюймах.

2.5.1. Размеры уровнемера 5900S с конической антенной

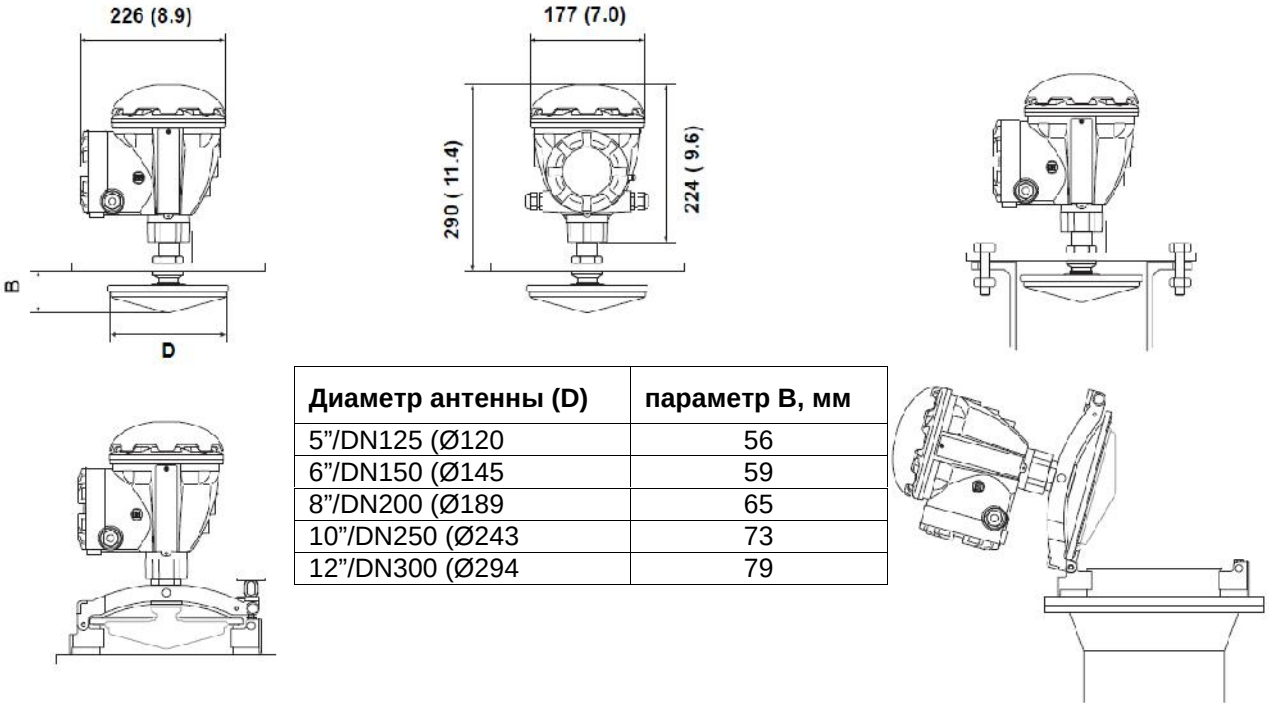


тип фланца	мин. диаметр фланца, мм	мин. высота патрубка, мм
горизонтальный	180	330
4° наклонный	185	330

2.5.2. Размеры уровнемера 5900S с параболической антенной

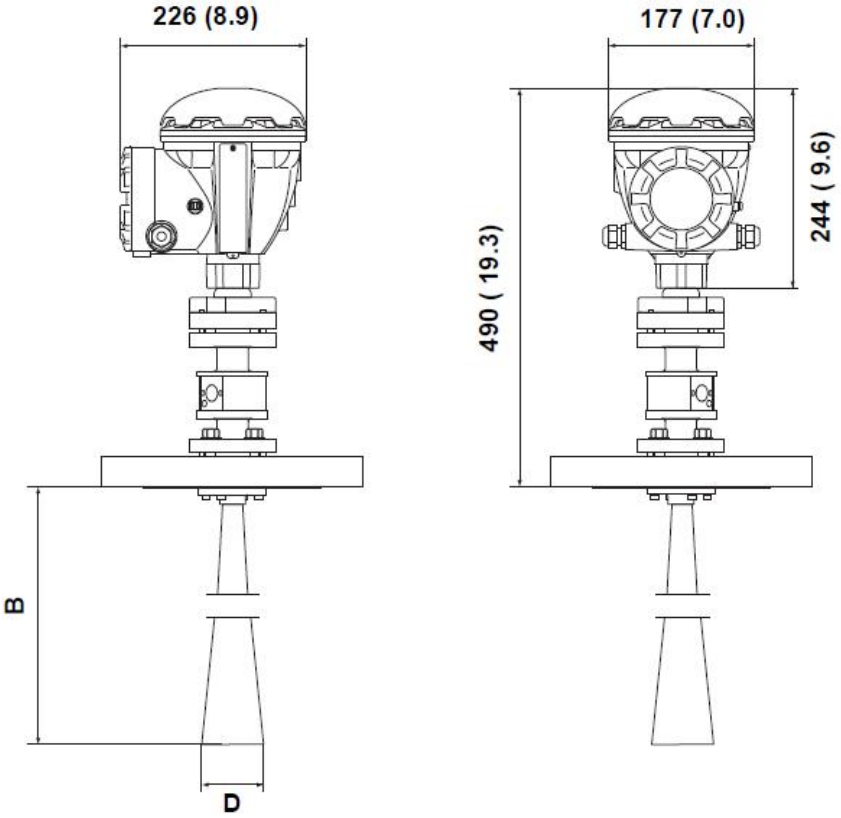


2.5.3. Размеры уровнемера 5900S с array-антенной



Диаметр антенны (D)	параметр B, мм
5”/DN125 (Ø120	56
6”/DN150 (Ø145	59
8”/DN200 (Ø189	65
10”/DN250 (Ø243	73
12”/DN300 (Ø294	79

2.5.4. Размеры уровнемера 5900S с антенной для измерения уровня сжиженных газов



Тип трубы и диаметр антенны (D)	Длина конуса (B), мм
4” Sch 10 (Ø107	752
4” Sch 40 (Ø101	534
DN100 (Ø99	502

3. Радарные уровнемеры 3900REX

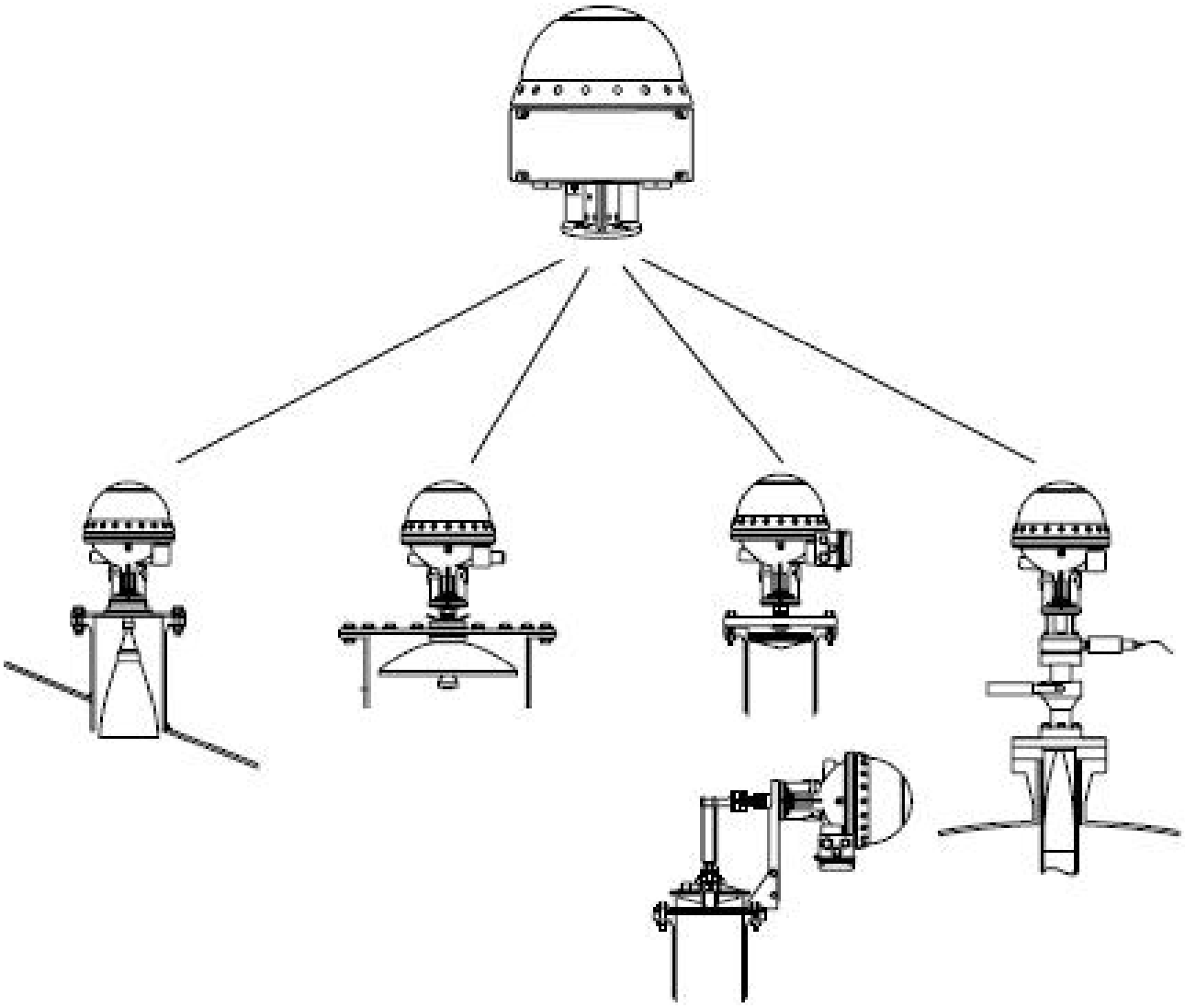
Уровнемеры 3900REX обеспечивают высокоточное измерение уровня продуктов в резервуарах и предназначены для использования в системах коммерческого учета нефти и нефтепродуктов в резервуарных парках.

Уровнемер 3900REX состоит из двух основных элементов: электронного блока и антенны.

3.1. Электронный блок уровнемера 3900REX

Электронный блок уровнемера 3900REX состоит из взрывонепроницаемого корпуса, электронного блока, интегрированной клеммной коробки и погодозащитного колпака. В зависимости от назначения уровнемер снабжается антеннами различных типов, при этом используется один и тот же электронный блок. Вес электронного блока уровнемера 3900 составляет 8 кг.

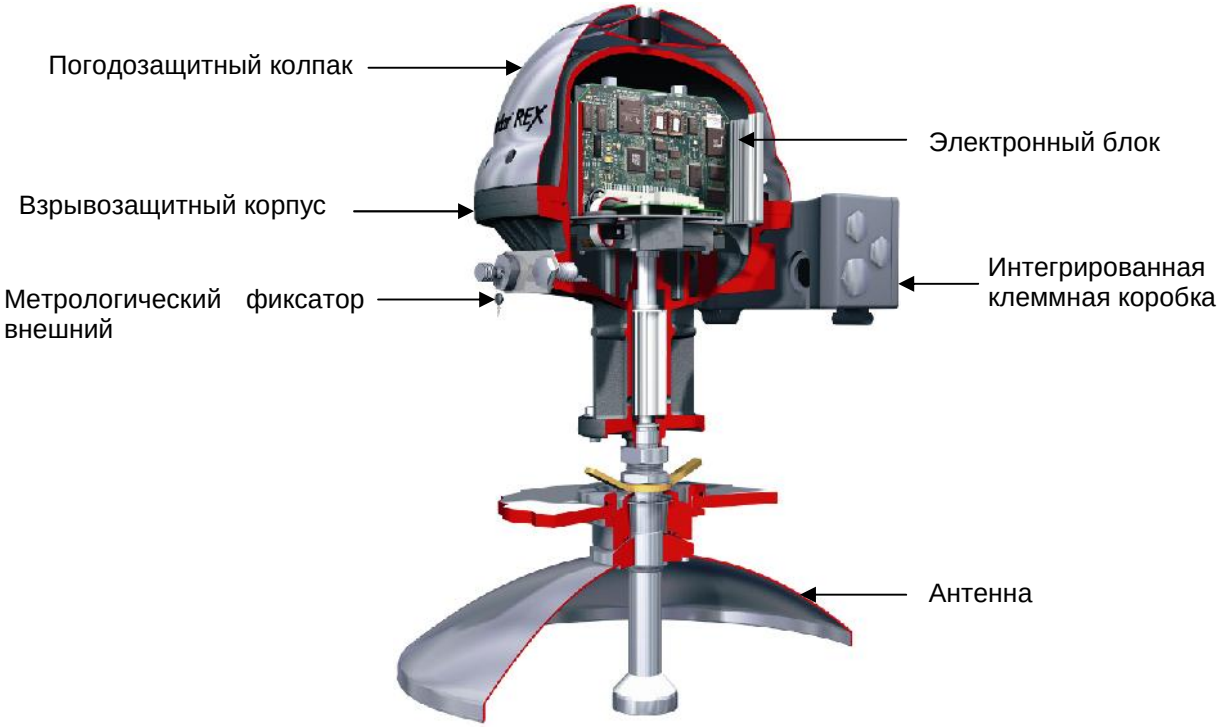
На рисунке приведён уровнемер 3900REX с различными типами антенн.



Уровнемер 3900REX с различными типами антенн

3.1.1. Корпус уровнемера

Взрывонепроницаемый корпус уровнемера предназначен для защиты электронного блока от воздействий окружающей среды, а также среды взрывоопасной зоны, в которой устанавливается уровнемер, от возможного взрыва. Корпус уровнемера состоит из двух частей, в нижней из которых имеется три уплотненные отверстия для кабельных вводов и прохождения микроволнового излучения. Между двумя частями корпуса уровнемера существует резиновая прокладка, которая предназначена для постепенного выравнивания давления внутри корпуса уровнемера.



Составные части уровнемера 3900REX на примере уровнемера модели RTG 3930

3.1.2. Погодозащитный колпак

Погодозащитный колпак предназначен для предохранения основного блока от дождя или чрезмерного нагревания солнцем, т.е. для отражения прямых солнечных лучей.

3.1.3. Электронный блок уровнемера

Электронный блок уровнемера состоит из электронных плат, устанавливаемых на материнской плате, и микроволнового блока. Все электронные компоненты устанавливаются на заменяемом модуле, который находится внутри взрывозащищенного корпуса.

Высокая точность измерений достигается путем использования цифрового эталонного генератора и поддержания постоянной внутренней температуры.

Электронный блок может содержать следующие электронные платы:

- материнская плата;
- плата преобразования питания (TRC);
- плата процессора (SPC);
- плата полевой связи (FCC);
- плата обработки аналоговых сигналов (APC);
- плата интерфейса (TIC) – дополнительно;
- плата температурных входов (TMC) – дополнительно;
- плата релейных выходов ROC) – дополнительно.

Плата процессора (SPC)

Плата процессора включает в себя процессор и память ПЗУ для записи данных настройки измерений на конкретном резервуаре с использованием программного обеспечения с удаленного компьютера.

Плата обработки аналоговых сигналов (APC)

Плата обработки аналогового сигнала используется для фильтрации и усиления аналоговых входных сигналов. При размещении аналоговых усилителей на отдельной плате достигается более высокое соотношение сигнал/шум.

Плата интерфейса (TIC)
Плата интерфейса используется для искробезопасного подключения внешних датчиков с аналоговым выходом: температуры, давления, подтоварной воды и др. В максимальной конфигурации может включать в себя:

- 2 входа барьеры на диодах Зейнера для питани я датчиков и обратные барьеры для подключ е-ния токовых датчиков типа 4…20 мА. При этом на первый вход можно подключить три датчика по HART-протоколу;
- 1 вход для подключения подчиненного модуля DAU или дисплейного модуля RDU40;
- 1 вход для платы температурных входов (TMC).

Плата температурных входов (TMC
Плата температурных входов используется для подключения к электронному блоку уровнемера до 6 температурных датчиков. Поддерживается подключение как точечных, так и многозонных датчиков средней температуры температурных датчиков – обычно градуировки Pt100. К уровнемеру можно также подключать датчики температуры другой градуировки.

Плата релейных выходов (ROC)
Плата релейных выходов содержит одно или два реле. Они позволяют управлять внешними устройствами, такими как клапаны, насосы, нагревательные элементы.

Плата полевой связи (FCC)
Плата полевой связи поддерживает связь с внешними устройствами. Существуют различные версии платы полевой связи для использования различных типов протоколов связи, а также для эмуляции протоколов других типов измерительных приборов.

Таким образом, уровнемеры 3900REX представляют собой не только измеритель уровня продукта в резервуаре, а имеют в своем составе набор контроллеров для подключения токовых датчиков, датчиков сопротивления, датчиков по протоколу HART и других устройств системы – модуля DAU и дисплейной панели RDU40. Уровнемер может иметь также два релейных и один аналоговый выход.

Метрологический фиксатор
Защита содержимого базы данных электронного блока уровнемера исходн ые данные для работы уровнемера может обеспечиваться следующим образом:

- установка внешнего и внутреннего метрологического фиксатора;
- ввод в базу данных электронного блока уровнемера пароля для изменения ее содержимого.

Переключатель, расположенный на плате полевой связи может быть использован для предотвращения несанкционированного изменения базы данных электронного блока уровнемера. Переключатель может быть переведен в позицию, запрещающую запись, и с помощью специальной пластиковой пластины (внутренний метрологический фиксатор зафиксирован в этом положении.

Внешний метрологический фиксатор позволяет переводить переключатель из одного положения в другое без вскрытия корпуса уровнемера.

3.1.4. Интегрированная клеммная коробка
Для подключения внешних устройств радарный уровнемер может по заказу дополнительно оснащаться клеммной коробкой, монтируемой на уровнемере. Коробка обеспечивает взрывозащиту 1Ex d [ia] ia IIB T6. С одной стороны расположены клеммы Exe для подключения питания и полевой шины, с другой стороны клеммы Eexi для искробезопасного подключения внешних устройств.

Внешний вид уровнемера 3900REX с интегрированной клеммной коробкой

На левой стороне клеммной коробки имеются два резьбы М20 и одна резьба М25 для кабельных вводов. Коробка Х12 имеет 15 клемм для искробезопасного подключения внешних аналоговых и HART датчиков, подчиненного DAU (или дисплейного модуля RDU40 и температурных датчиков.

На правой стороне интегрированной клеммной коробки имеются два две резьбы М25 одна резьба М20 для кабельных вводов. Коробка Х11 имеет 8 клемм для подключения питания, полевой шины и релейных выходов.

Стандартная поставка включает по два кабельных ввода с каждой стороны клеммной интегрированной коробки остальные резьбовые отверстия закрыты комплектными металлически ми взрывозащищёнными заглушками.

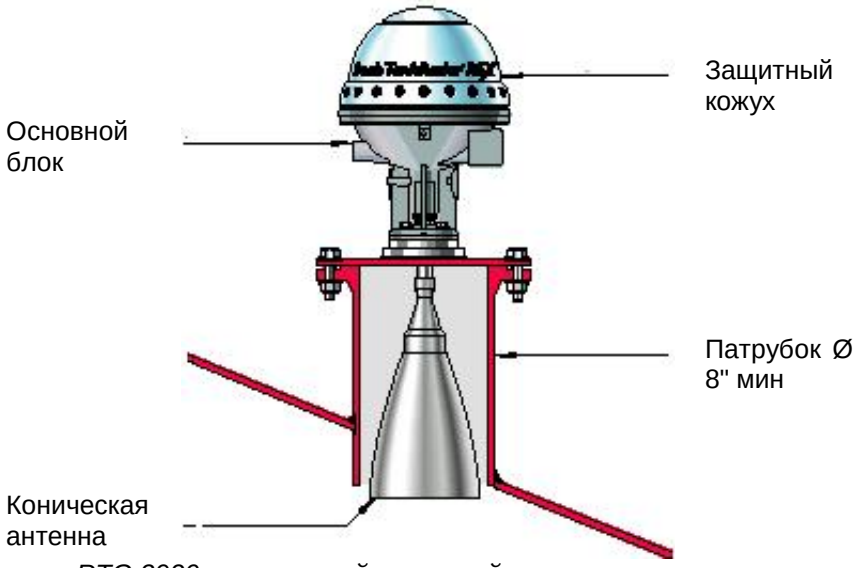
3.2. Уровнемеры 3900REX с различными типами антенн

3.2.1. Уровнемер RTG 3920 с конической антенной

Конструкция уровнемера RTG 3920 позволяет легко монтировать его на патрубках типа Ду200 резервуаров с фиксированной крышей без вывода из эксплуатации.

Уровнемер RTG 3920 может использоваться для измерения уровня различных химических и нефтепродуктов, за исключением тяжелых продуктов типа битум, асфальт. Антенна изготовлена из материала с хорошей теплоемкостью, что препятствует образованию конденсата на ее поверхности.

Монтаж уровнемера осуществляется без вывода резервуара из эксплуатации. Фланец, на котором монтируется уровнемер, может иметь наклон до 4° относительно горизонтальной поверхности.



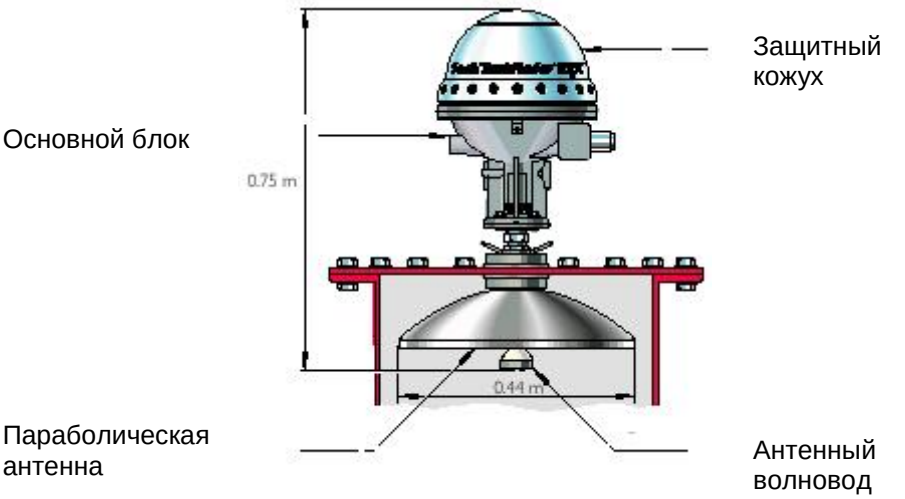
Уровнемер RTG 3920 с конической антенной.

3.2.2. Уровнемер RTG 3930 с параболической антенной

Уровнемер RTG 3930 с параболической антенной может использоваться для измерения уровня всех типов жидкостей от легких нефтепродуктов до битумов и мазутов. Большой размер антенны обеспечивает оптимальное соотношение сигнал/шум и высокую помехозащищенность при распространении сигнала. Уровнемер сконструирован для монтажа на резервуарах с фиксированной крышей, однако может использоваться для измерения уровня продукта в резервуарах с понтоном на понтоне нео б-ходимо дополнительно смонтировать металлическую отражающую пластину.

Конструкция параболической антенны не имеет горизонтальных поверхностей, что обеспечивает ее защиту от конденсации и ее надежную работу при загрязнении ее поверхности продуктом.

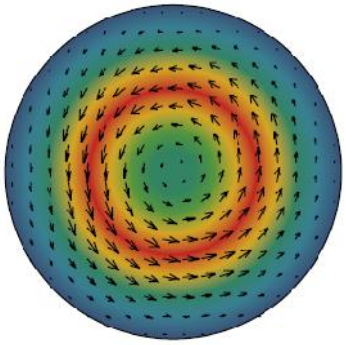
Монтаж уровнемера осуществляется без вывода резервуара из эксплуатации. Конструкция антенны такова, что фланец, на котором монтируется уровнемер, может иметь наклон до 17° относительно горизонтальной поверхности при наклоне более 3 ° монтаж уровнемера осуществляется с использо-ванием специализированной вваривaемой втулки .



Уровнемер RTG 3930 с параболической антенной.

3.2.3. Уровнемер RTG 3950 с антенной для направляющих труб

Уровнемер RTG 3950 используется для измерения уровня продукта в резервуарах с плавающей крышей или понтоном. Измерения производятся в направляющей трубе, которая обычно устанавливается внутри направляющей трубы плавающей крыши или понтона.



Уровнемер RTG 3950 устанавливается на трубы 5", 6", 8", 10" и 12", в том числе и на уже имеющиеся. Для монтажа уровнемера нет необходимости выводить резервуар из эксплуатации.

Уровнемер имеет антенну малых размеров типа "обратный к о-нус", которая обеспечивает круговую поляризацию электрома г-нитного излучения в направляющей трубе.

При этом максимальная мощность излучения сосредоточена на середине радиуса трубы, благодаря чему измерение уровня продукта в направляющей трубе может производиться даже при наличии отложений продукта на ее внутренней поверхности до 2-х мм для 8"-ой трубы.

Уровнемер RTG 3950 имеет две модификации, первая из которых предоставляет возможность про-ведения ручных замеров уровня продукта в направляющей трубе.

Версия Inclined **Версия Fixed**

Уровнемер RTG 3950 с антенной для установки в направляющей трубе.

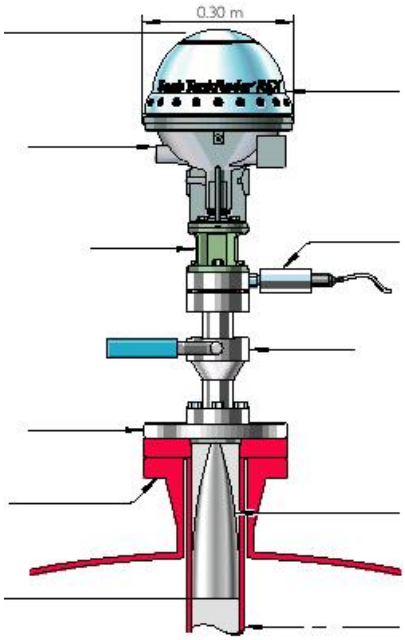
3.2.4. Уровнемер RTG 3960 для резервуаров со сжиженными газами

Уровнемер RTG 3960 разработан для измерения уровня сжиженных газов в специальных резервуа-рах. Использование направляющей трубы позволяет получить отраженный от поверхности продукта сигнал необходимой мощности для его последующей обработки.

Коническая антенна обеспечивает герметичность резервуара благодаря использованию в своей кон-струкции кварцевой или керамической "линзы". Для обеспечения безопасного демонтажа основного блока уровнемера без вывода резервуара из эксплуатации в составе уровнемера предусмотрен жа-роустойчивый шаровой кран. В комплект уровнемера должен обязательно входить датчик давления, показания которого используются для измерения уровня сжиженного газа в резервуаре с необходи-мой точностью.

Уровнемеры RTG 3960 имеют три модификаций для работы при различных давлениях внутри резер-вуара: 10, 20 и 25 Бар. Для обеспечения возможности периодического контроля точности показаний уровнемера, внутри направляющей трубы должны быть установлены эталонные штыри, расстояние от верхнего фланца трубы до каждого штыря должно быть известно с точностью до 1 мм. В нормаль-ном режиме работы штыри располагаются перпендикулярно плоскости поляризации излучения уров-немера и излучаемый уровнемером сигнал от них не отражается. После перевода уровнемера в тес-товый режим работы, излучаемый сигнал отражается от штырей, и уровнемер измеряет расстояние от фланца, на котором он установлен, до каждого штыря. Если показания уровнемера отличаются от известных расстояний более чем на 5 мм, то необходима его повторная настройка.

Монтаж уровнемера RTG 3960 на резервуаре возможен только с выводом резервуара из эксплуата-ции.



Уровнемер RTG 3960 для резервуаров со сжиженными газами.

3.3. Технические характеристики уровнемера 3900REX

Отличительной особенностью и преимуществом уровнемеров 3900REX от уровнемеров других типов и изготовителей является то, что погрешность измерений практически не зависит от температуры окружающей среды. Ее изменение в диапазоне от -40 до +70° С составляет ± 1 мм.

3.3.1. Технические характеристики электронного блока уровнемера 3900REX

Основные	
Наименование	радарный уровнемер 3900REX
Принцип измерений	непрерывный частотно-модулированный сигнал
Антенна	коническая антенна, параболическая антенна, array-антенна для направляющих труб, антенна LPG/LNG
Полевая шина (стандарт)	TRL/2
Период измерений	0.3 с
Повторяемость	0.2 мм
Скорость изменения уровня	макс. 200 мм/с
Безопасность/переполнение	SIL2
Точность	
Погрешность измерения уровня	± 0.8 мм (опционально ± 3 мм)
Погрешность канала температуры	± 0,2°C для диапазона –20…+120°C
Электрические	
Питание	100-240 VAC, 50-60 Гц, $P_{ср}$ = 15 Вт, $P_{макс}$=80 Вт по заказу 24-48 VDC и 48- 99 VDC
Кабель для шины Tankbus	экранированная витая пара 0.5…1.5 мм^2 (AWG22-16
Мощность излучения	< 1 мВт
Механические	
Материал корпуса	алюминий с полиуретановым покрытием
Резьба для кабельных вводов	1/2" NPT, (по заказу – M20x1.5
Масса	Основной блок уровнемера 3900REX - 8 кг 3920 (с конической антенной: 20 кг 3930 (с параболической антенной: 25 кг 3950 (с array-антенной: от 28,5 до 41,5 кг 3960 (с антенной LPG/LNG: 38…48 кг
Условия эксплуатации	
Рабочая температура окр. Среды	-40…+70°C
Влажность	0…100 % относительной влажности
Погодозащита	IP 66 и IP 67
Электромагнитная совместимость	EMC директива 2004/108/EC и EN61326-3-1, OIML R85:2008
Молниезащита	согласно IEC 61000-4-4-5 до 2 кВ на заземление IEEE 587
Класс взрывозащиты	1Ex d[ia] ia IIB T6
Входы / выходы	
Аналоговый выход	один аналоговый выход (активный или пассивный
Аналоговый вход	– 1 токовый вход 4…20 мА или – 2 токовых входа 4…20 мА или – 2 токовых входа 4…20 мА, к первому из которых можно подключить до 3-х HART-датчиков
Релейный выход	– 1 реле или – 2 реле
Температурные входы	– до 6 датчиков с общими жилами – до 3-х датчиков с индивидуальными жилами – до 14-ти датчиков через модуль DAU

3.3.2. Технические характеристики уровнемеров 3900REX с антеннами разных типов

3920 (с конической антенной)	
Температура в резервуаре	макс. +230 °C
Диапазон измерений	0,85…20 м ниже фланца, по заказу от 0,3…30 м ниже фланца
Давление внутри резервуара	-0.2…+2.0 бар
Материал внутри резервуара	нержавеющая кислотоустойчивая сталь AISI316, тефлон, витон
Диаметр антенны	175 мм
Патрубок для установки	типа Ду200 или больше
3930 (с параболической антенной)	
Температура в резервуаре	макс. +230 °C
Диапазон измерений	0,8…40 м ниже фланца
Давление внутри резервуара	-0.2…0.2 бар, по заказу -0.2…+10 бар
Материал внутри резервуара	нержавеющая кислотоустойчивая сталь AISI316, тефлон, витон
Диаметр антенны	440 мм
Патрубок для установки	типа Ду500 или более открывающийся
3950 (с array-антенной)	
Температура в резервуаре	-40…+120 °C
Диапазон измерений	от 0,8 до 40 м от конца антенны
Давление внутри резервуара	-0.2…+2.0 бар
Материал внутри резервуара	полифенилинсульфид (PPS, тефлон, силикон
Диаметр направляющей трубы	5”, 6”, 8”, 10” и 12”
3960 (с антенной LPG/LNG	
Температура на шаровом кране	-55…+90 °C
Температура в резервуаре	-170…+90 °C
Диапазон измерений	от 0,5 до 60 м от среза антенны
Давление внутри резервуара	-1…+25 бар, с шаровым краном не более 20 бар.
Материал внутри резервуара	нержавеющая кислотоустойчивая сталь AISI316, кварц, тефлон
Диаметр трубы	4” и 100 мм по зак азу доступны антенны для труб других диаметров
Фланец	4” 10 бар/150 psi или 20 бар/300 psi

4. Радарный уровнемер PROTH43

4.1. Особенности радарного уровнемера PROTH43

Радарный уровнемер PROTH43 является многофункциональным высокоточным измерителем уровня, обеспечивающим бесконтактное измерения уровня практически любых жидкостей.

Уровнемер не содержит движущихся частей и не имеет контакта с измеряемой средой, что обеспечивает высокую точность измерений в различных условиях, а также высокую надёжность прибора.

Высокая гибкость при выборе типа антенны и свойств блока уровнемера для измерений в различных условиях; простота конфигурации с использованием программного обеспечения под Windows и клавиатуры дисплейной панели; аналоговый выход 4…20 мА с наложенным сигналом по HART- протоколу, а также выход по протоколу Modbus, FOUNDATION™ fieldbus, Profibus DP.

Внешний вид уровнемера PROTH43

Уровень продукта измеряется с использованием непрерывно излучаемого сигнала, который после отражения от поверхности продукта возвращается обратно и принимается антенной. Поскольку частота излучаемого сигнала изменяется во времени, то отраженный от поверхности сигнал будет иметь частоту немного отличную от частоты сигнала, излучаемого в данный момент времени. Разность частот этих сигналов пропорциональна расстоянию до поверхности жидкости. Уровнемер измеряет расстояние до поверхности продукта по разности частот. Такой метод называется методом непрерывной частотно-модулированной волны (FMCW.

В уровнемере PROTH43 для достижения оптимального баланса между шириной луча и чувствительностью антенны к конденсату и загрязнению используется сигнал в диапазоне 10 ГГц.

Подробнее о частотном методе измерения см раздел 1.7 настоящего документа.

Возможные применения уровнемера PROTH43 :

- в реакторах и резервуарах хранения химической и нефтехимической промышленности;
- в реакторах фармацевтической промышленности;
- в резервуарах со сжиженных газах;
- в пищевой промышленности;
- в установках нефтеперерабатывающих заводов;
- на очистных сооружениях;
- на плотинах и дамбах гидроэлектростанций;
- для измерения уровня цемента, щебня, а также других сыпучих и гранулированных веществ

4.2. Конструкция уровнемера PROTH43

Уровнемер Pro состоит из основного блока и модуля подсоединения к резервуару, включающего антенну.

Основные элементы уровнемера PROTH43

4.2.1. Основной блок уровнемера

Основной блок уровнемера состоит из корпуса, электронного блока, погодозащитного колпака, соединительной коробки, состоящей из двух частей. Основной блок уровнемера также может легко сниматься и заменяться без нарушения герметичности резервуара.

Основной блок уровнемера может выпускаться для установки как во взрывоопасной, так и в обычной зоне. В зависимости от этого, а также от версии программного обеспечения электронного блока основной блок уровнемера может выпускаться в четырех модификациях:

Модификация "Lite"
Предназначена для применения только в неопасных зонах. Целесообразно использование в резервуарах без внутренней структуры и мешалок, например в резервуарах хранения, с водой, на дамбах и пр. Блок Lite осуществляет обработку сигнала только с использованием модуля быстрого преобразование Фурье FFT, что позволяет обеспечить измерение уровня продукта с точностью ± 10 мм. Д о-полнительно блок Lite может укомплектовываться модулями фиксации паразитных отражений Echofixer, быстрого поиска сигнала отраженного от поверхности FHAST и модулем повышения его разрешающей способности (MET.

Модификация "Standart"
Предназначена для применения во взрывоопасных зонах. Целесообразно использование в резервуарах с внутренней структурой, а также в сферических и цилиндрических резервуарах. Блок Standart оснащается модулем Echofixer, программное обеспечение которого более точно, чем модуля FFT фиксирует внутренние паразитные отражения. Точность измерений блока Standart составляет ± 10 мм, которая при использовании дополнительных модулей может быть повышена до ± 5 мм.

Модификация "Gold"
Основной блок уровнемера Gold предназначен для применения в резервуарах с мешалками, нагревателями и другой внутренней структурой. Его программное обеспечение имеет в своем составе модули Echofixer, FHAST и MET. Точность измерений - ± 5 мм.

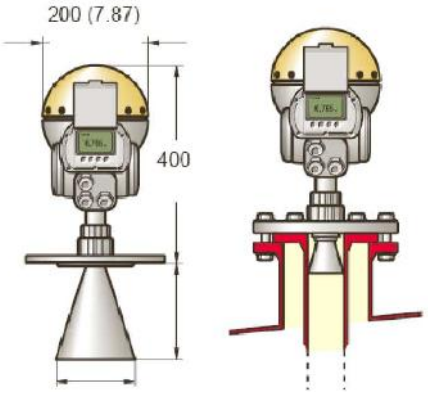
Модификация "Platinum"
Наиболее совершенная модификация основного блока для проведения измерений высокой точностью ± 3 мм с параболич еской антенной, коническая антенна 8, Array-антенна для направляющих труб.

4.3. Типы антенн, используемые с уровнемерами PROTH43

Уровнемер PROTH43 может изготавливаться с несколькими типами антенн для проведения измерений в различных условиях. Антенна - это единственная часть уровнемера, подверженная влиянию атмосферы резервуара. Наиболее часто используется коническая антенна. При выборе размера антенны рекомендуется использование антенны возможно большего диаметра.

4.3.1. Коническая антенна

Коническая антенна удовлетворяет широкому спектру требований проведения измерений как в условиях свободного распространения луча уровнемера, так и при установке в направляющих трубах. Фланец антенны, благодаря его конструкции, может просто использоваться для монтажа на резервуаре. Уровнемер может изготавливаться также и с дополнительным специальным фланцем.



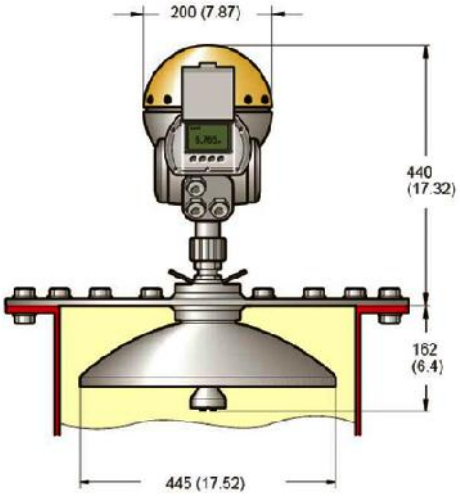
Применение конической антенны обеспечивает:

- возможность установки на резервуары с фланцами 3", 4", 6" и 8". Конусы 3", 4" и 6" могут удлиняться для установки в высоких патрубках;
- уровнемеры с 1" и 2" конусом могут поставляться вместе с направляющей трубой;
- возможность заказа изготовления частей антенны, подверженных влиянию атмосферы резервуара из различных материалов: уплотнение - из тефлона или кварца, антенна - из нержавеющей стали или других металлов, кольцевая прокладка из витона;
- точность ± 5 мм при использовании модуля FHAST;
- точность ± 3 мм для блока Platinum с конусом 8";

4.3.2. Параболическая антенна

Параболическая антенна является наиболее подходящей для измерения уровня жидких и сыпучих продуктов. Поскольку она имеет самый большой диаметр и, следовательно, наиболее узкую диаграмму направленности, то она может использоваться для измерения уровня продукта в самых высоких резервуарах.

Параболическая антенна наиболее устойчива к ее загрязнению, поэтому она может использоваться в условиях сильного загрязнения ее поверхности, например, битумом или жидкой серой.

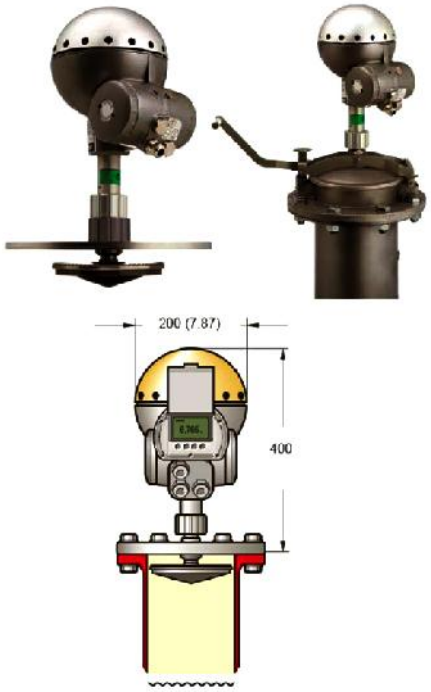


Параболическая антенна изготавливается для монтажа на 20" фланце в двух модификациях: для низкого давления - монтаж по центру фланца в отверстии диаметром 96 мм clamped; для в ысокого давления - монтаж при помощи сварки (welded.

Применение параболической антенны обеспечивает:

- монтаж на резервуарах, имеющих свободные патрубки диаметром 450 мм (18" и более;
- изготовление частей антенны, подверженные влиянию атмосферы резервуара из нержавеющей стали и тефлона;
- высокая точность и стабильность измерений;
- самый высокий коэффициент усиления антенны;
- сохранение характеристик в условиях сильного загрязнения зеркала антенны и ее облучателя;
- диапазон измерений до 100 м;
- точность измерений ± 3 мм для блока Platinum;

4.3.3. Array антенна для установки в направляющей трубе



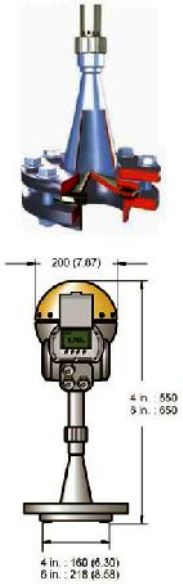
Array антенна имеет малые размеры и предназначена для измерения уровня продукта в направляющих трубах вну тренних или вынесенных. Типичным применением подобной антенны является ее использование для измерения уровня продукта в резервуарах с плавающей крышей или с понтоном.

При измерении уровня продукта используется метод Low Loss Mode, при котором излучение радара сосредоточено практически в центре направляющей трубы. Это позволяет исключить влияние отложений на внутренней поверхности трубы на точность измерений. Для достижения высокой точности измерений направляющая труба должна быть установлена вертикально - отклонение от вертикали не более 0,5° (0,2 м на 20 м).

Применение антенны для направляющих труб обеспечивает:

- возможность выбора из двух модификации: для фиксированной установки и для установки на откидывающимся фланцем.
- монтаж в существующих направляющих трубах;
- различные размеры антенны для установки в 5-, 6-, 8-, 10- или 12" направляющие трубы;
- исполнение частей антенны, подверженных влиянию атмосферы резервуара, из нержавеющей стали, эбонита, силикона и тефлона;
- точность измерений ± 3 мм для блока Platinum

4.3.4. Антенна с промышленным уплотнением



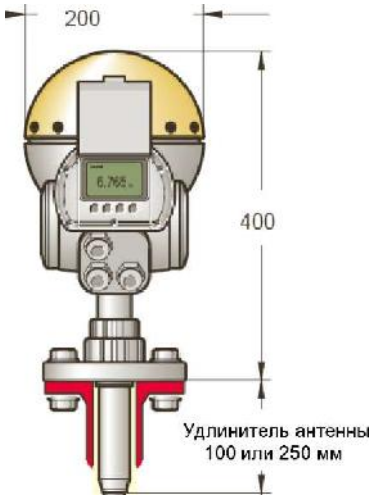
Специальное уплотнение линза, изготавлива емое из тефлона или керамики, предотвращает воздействие атмосферы резервуара на конус антенны.

Это позволяет использовать коническую антенну в резервуарах с высокими экологическими требованиями или с агрессивными химическими препаратами.

Применение антенны с промышленным уплотнением обеспечивает:

- возможность использования в резервуарах с высокими экологическими и/или санитарными требованиями, в резервуарах с агрессивными средами;
- защита конической антенна от воздействия атмосферы резервуара специальным уплотнением из тефлона или керамики;
- керамическое уплотнение обеспечивает применение конической антенны при высоких температурах и давлениях;
- конус размером 4" и 6";
- точность измерений ± 10 мм

4.3.5. Штыревая антенна



Штыревая антенна устанавливается на резервуарах, на которых свободными являются патрубки малых размеров.

Штыревая антенна изготавливается в следующих модификациях:

- общая длина 400 мм, длина активной части 300 мм;
- общая длина 550 мм, длина активной части 300 мм;

Длина неактивная часть антенны выбирается исходя из условий монтажа на резервуаре.

Особенности использования уровнемера со штыревой антенной:

- использование в резервуарах с высоким давлением;
- монтаж на 1,5-, 2-, 3-, 4" фланцах резервуара;
- точность измерений ± 5 мм

4.4. Модули программного обеспечения

Возможны следующие способы обработки сигнала для повышения точности измерений в различных условиях:

FFT
Быстрое Преобразование Фурье - простейший способ обработки сигналов для отображения структуры всех отражений внутри резервуара.

Echofixer
Модуль фиксации паразитных отражений, который обеспечивает выделение сигнала, отраженного от поверхности продукта, несмотря на сильные паразитные сигналы, внутри резервуара от внутренних структур резервуара типа мешалок и перегородок.

FHAST™
Модуль быстрого поиска сигнала, отраженного от поверхности, осуществляет поиск "полезного" сигнала в определенном диапазоне частот. Этот модуль обеспечивает точность измерений ± 5 мм.

MET™
Модуль повышения разрешающей способности уровнемера при обработке паразитных отражений позволяет повысить точность измерений и скорость поиска сигнала, отраженного от поверхности, вблизи внутренних структур и дна резервуара

Вычисление объема продукта в резервуарах стандартной формы цилиндр, сфера доступно для блоков любой версии. Вычисление объема по вводимой градуировочной таблице доступно по выбору как дополнительная функция.

Модули программного обеспечения, используемые в различных модификациях уровнемера PROTH4 3

Модификация уровнемера	**Используемые модули ПО**			
	FFT	**FHAST™**	**Echofixer**	**MET™**
Lite	x	Дополн.	Дополн.	Дополн.
Standart	x	Дополн.	X	Дополн.
Gold	x	x	x	x
Platinum	x	x	Дополн.	-

4.5. Диапазон измерений уровнемеров Pro

На приведенных ниже диаграммах показан диапазон измерений уровнемера PROTH43 в зависимости от типа используемой антенны, диэлектрической постоянной продукта ε и условий пр оведения измерений. Для измерений с паспортной точностью необходимо, чтобы максимальное измеряемое расстояние находилось в пределах диапазона, обозначенного на диаграммах более темным цветом. Для увеличения диапазона измерений в резервуарах с турбулентной поверхностью уровнемер необходимо устанавливать в направляющей трубе.

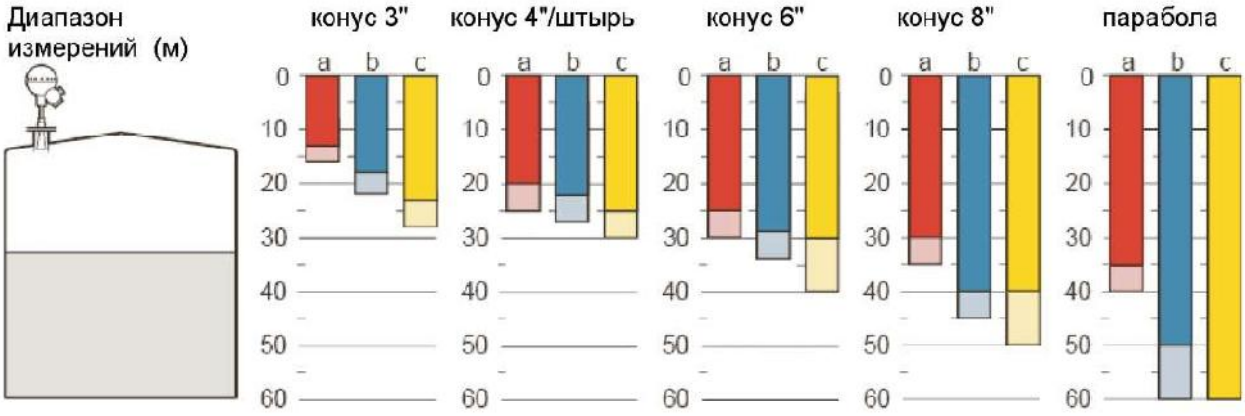
4.5.1. Категории жидкостей

Уровнемеры PROTH43 могут быть использованы для измерения следующих основных типов
a ε = 1.9-4.0 Нефть и нефтепродукты;
b ε = 4.0-10.0 Спирты, ацетон, нефтесодержащая жидкость, концентрированная кислота;
c ε > 10.0 Водные растворы, разбавленные кислоты;

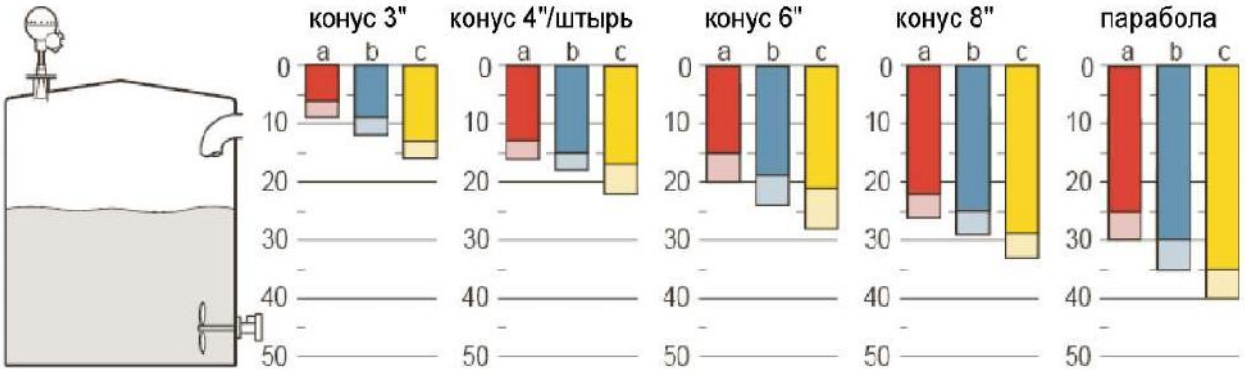
Для измерения уровня жидкостей с ε < 1,9 например, сжиженных газов без направляющих труб р екомендуется использование антенн диаметром 8" и больше. В этом случае диапазон измерений в резервуарах со спокойной поверхностью будет составлять 15 м.

4.5.2. Диаграмма диапазонов измерения уровнемера PROTH43

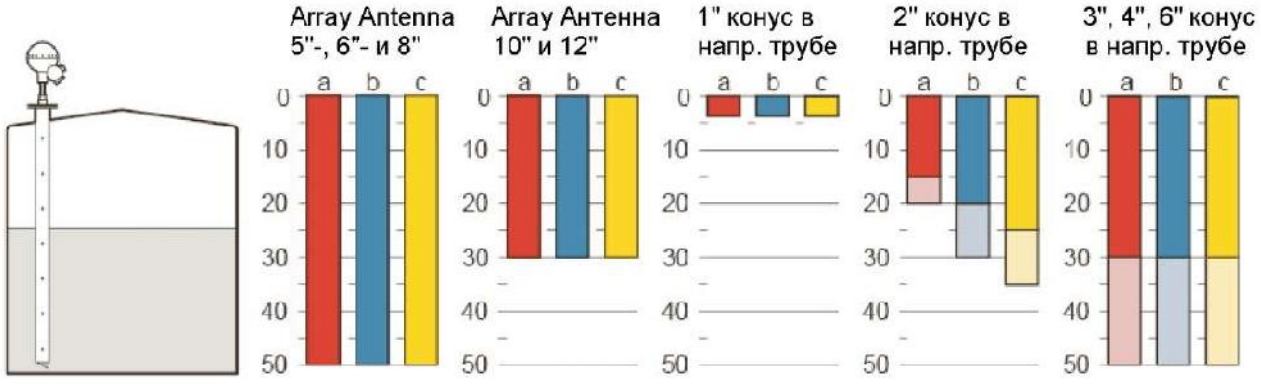
Диаграммы приведены для чистых антенн.



Диапазон измерений уровнемера PROTH43 в резервуарах со спокойной поверхностью



Диапазон измерений в размешиваемых резервуарах



Диапазон измерений в направляющей трубе

Примечания:

- Для Array-антенны диапазон измерений зависит от суммарной площади отверстий на трубе.
- Диапазон измерений 4" антенны с промышленным уплотнением на 60% меньше 8" антенны. Расстояние от конца антенны до поверхности продукта не должно быть меньше 20 мм
- Диапазон измерений уровня продукта диэлектрическая проницаемость не менее 1,9 в напра вляющей трубе варьируется от 0…35 м до 0…50 м.

4.6. Подключение уровнемера

Уровнемер может иметь несколько различных альтернативных выходов: аналоговый 4…20 мА с наложенным HART-протоколом, Fieldbus Foundation, Profibus DP или Modbus-протокол по шине TRL/2. Аналоговый выход может быть настроен на выдачу информации по одному из параметров продукта: уровень, объем, средняя температура. Аналоговый выход может быть пассивным или активным, а также взрыво- или искробезопасным.

Данные измерений и вычислений могут отображаться на дисплейном модуле RDU40. Дисплейный модуль RDU40 может монтироваться на уровнемере или устанавливаться отдельно от него на расстоянии до 100 м. Через дисплейный модуль RDU40 к уровнемеру могут быть подключены датчики температуры до 6 термоэлементов. В этом случае уровнемер может вычислять среднюю температуру продукта в резервуаре.

Конфигурация уровнемера может быть просто осуществлена с использованием 4-кнопочной клавиатуры дисплейного модуля RDU40. Конфигурация уровнемера может быть также выполнена с использованием компьютера при помощи программного обеспечения RadarMaster, работающего в среде Windows.

4.6.1. Использование уровнемера в системе Raptor

К одной полевой шине TRL/2 может подключаться 12…15 уровнемеров PROTH43 . Полевая шина подключается к одному из четырех портов модуля полевых соединений 2160 FCU, при этом к одному модулю 2160 FCU может быть подключено максимум 32 резервуара. Для обработки информации от большего числа резервуаров необходима установка нескольких модулей 2160 FCU. Модуль полевых соединений 2160 FCU по запросу Master- устройства компьютер, DCS или PLC) может передавать данные измерений по протоколу Modbus с использованием интерфейса RS232/RS485 или шины TRL/2.

4.7. Монтаж уровнемера PROTH43

Уровнемер PROTH43 легко транспортируется на крышу резервуара и просто монтируется на подходящем фланце или трубе.

4.7.1. Общие рекомендации по установке

Установка уровнемера должна быть осуществлена следующим образом:

- ось антенны должна быть ориентирована строго вертикально;
- в зоне распространения луча радара, по возможности, не должно быть каких-либо препятствий;
- место установки уровнемера должно выбираться вдали от патрубков, через которые осуществляется наполнение резервуара;
- для обеспечения максимального диапазона измерений необходимо выбирать антенну возможно большего диаметра;
- расстояние от оси антенны до стенки резервуара должно быть не менее 0,6 м.
- для обеспечения максимальной точности измерений коническая антенна при установке на резервуаре высотой более 10 м может быть наклонена 1-2°

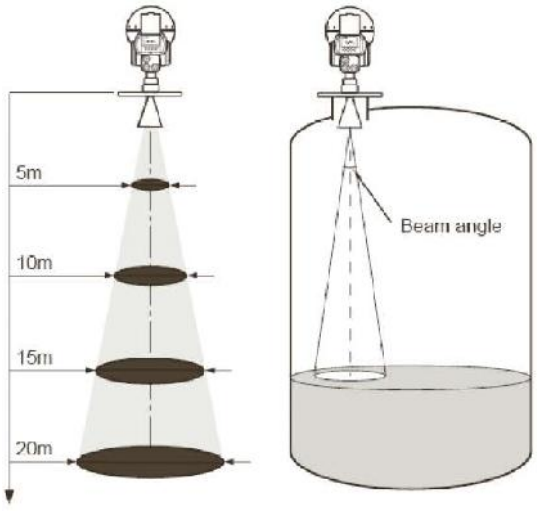
Для установки уровнемера в длинных патрубках может использоваться специальный конус с удлинением. Стандартная длина такой 3 ", 4 " или 6 " конической антенны составляет 500 мм. Возможно изготовление конических антенн большей длины

4.7.2. Ширина луча антенн различных типов

Ширина луча варьируется для разных типов антенн. В таблице приведены значения ширины луча для антенн различных типов и размер пятна луча на различных расстояниях

Тип антенны	**коническая 3"**	**штыревая/ коническая 4"**	**коническая 6"**	**коническая 8"**	**параболическая**
ширина луча*	25°	21°	18°	15°	10°
Диаметр пятна на расстоянии 5м, м	2,2	1,9	1,6	1,3	0,9
Диаметр пятна на расстоянии 10м, м	4,4	3,7	3,1	2,6	1,9
Диаметр пятна на расстоянии 15 м, м	6,7	5,6	4,7	3,9	2,6
Диаметр пятна на расстоянии 20м, м	8,9	7,4	6,3	5,3	3,5

* ширина луча на уровне половинной мощности (3 dB



Диаметр пятна на различных расстояниях

4.7.3. Монтаж в направляющей трубе

Монтаж уровнемера в направляющей трубе используется в резервуарах с большой турбулентностью на поверхности продукта или для измерения уровня продукта с малой диэлектрической постоянной ε, например, в резервуарах со сжиженными газами. Уровнемер может устанавливаться в направляющие трубы диаметром 2", 3", 4" и 6".

Направляющие трубы должны иметь чистую внутреннюю поверхность, без неровностей и больших отверстий.

В трубах диаметром 1" уровнемер может использоваться без антенны диапазон измерений менее 10 м).

Уровнемеры с 1" и 2" конусом могут использоваться только для чистых продуктов и могут поставляться вместе с трубой монтаж не требует сварочных работ), отражающей пластиной и монтажным ко мплектом.

Монтаж этих труб может производиться внутри труб большего диаметра (6", 8", 10" и 12".

4.8. Технические параметры уровнемера PROTH43

Основные	
Наименование изделия	Уровнемеры PROTH43 модели Lite, Standart, Gold и Platinum
Принцип измерений	Метод частотно-модулированной непрерывной волны (FMCW , 10 ГГц
Излучаемая мощность	Максимум 1 мВт.
Обработка сигнала	Цифровая обработка сигнала с использованием методов FFT, FHAST, MET и Echofixer
Измерение температуры	1-3 точечных датчика (1-6 с общим кабелем) Pt 100. Выходная точность - ± 0, 5 °C.
Погрешность измерений	± 3 мм, ± 5 мм или ± 10 мм в зависимости от модели
Диапазон измерений	В зависимости от модели: 0 - 50 м по умолчанию, 0 - 99 м по заказу
Механические параметры	
Тип антенны	Коническая, штыревая, параболическая, в направляющей и коническая с промышленным уплотнением
Материал антенны, подверженный влиянию атмосферы резервуара	тефлон, нержавеющая сталь 316L, Hastelloy C22, Тантал, Monel 400, Витон, оксид алюминмия (AlO_3, титан , кварц, Эбонит, Силикон. Материал зависит от типа антенны и условий применения
Кабельные вводы	3/4" NPT
Материал корпуса	алюминиевый сплав
Вес	8 кг (без фланца
Электрические параметры	
Напряжение питания	Универсальное U = 24..240 В, частота 0..60 Гц
Потребляемая мощность	Максимальная 10 Вт, номинальная 5 Вт
Входные кабели	Экранированный типа "витая пара" с сечением > 0.5 мм^2 (AWG20
Выходы	
Основной выход	аналоговый 4-20 мА + HART или шина TRL/2 Bus (Modbus-протокол или Foundation fieldbus или протокол Profibus DP
Дополнительный выход (опция)	Аналоговый 4…20 мА активный или пассивный
Условия эксплуатации	
Дополнительно: обработка паразитных отражений	методы обработки Echofixer и MET
Окружающая температура	-40 +70 °C
Температура в резервуаре	-40 +400 °C
Влагозащищенность	IEC 60068-2-3
Вибростойкость, Климат/коррозия	IEC 721-3-4 класс 4M4 IEC 68-2-1, IEC 60068-2-52
Защита по входам Электромагнитная совместимость	IP66, IP67 NEMA 4 по излучению: EN 50081-1 по защите: EN 50082-2
Молниезащита	EN 61000-4-5, IEC 801-5, уровень 2 кВ

5. Радарный уровнемер 5300

Уровнемеры серии 5300 представляют собой подключаемый по двухпроводной схеме датчик уровня типа “wave radar” волноводный радар, используемый для измерения уровня жидкости в резервуарах различных конструкций со средней точностью.

5.1. Модификации уровнемера 5300

Уровнемер серии 5300 имеет две модификации:

- 5301 для измерения уровня продукта;
- 5302 для измерения уровня продукта и уровня подтоварной воды.

Уровнемеры серии 5300 являются хорошим выбором для измерения уровня сжиженных газов в горизонтальных резервуарах и подземных резервуарах из-за ограниченного места под монтаж оборудования.

Радар измеряет расстояние до поверхности продукта. С использованием базовой высоты резервуара вычисляет значение уровня и передает это значение по шине Tankbus через модуль связи 2410 на рабочую станцию TankMaster.

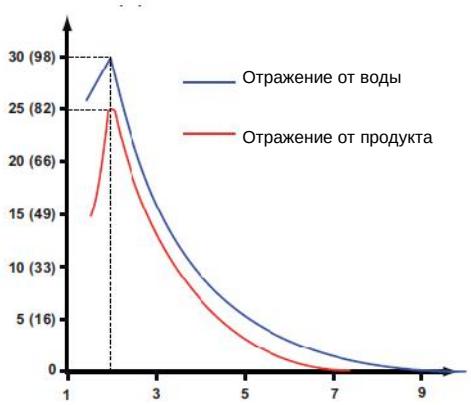
Уровнемер серии 5300 состоит из электронного блока в алюминиевом корпусе, монтируемого на фланце резервуара и чувствительного элемента, находящегося внутри резервуара.

Уровнемеры серии 5300 построены по модульному принципу, поэтому любой чувствительный элемент может использоваться с любым блоком радара.

Уровнемер серии 5300 может поставляться совместно с фланцем, что обеспечивает простоту его монтажа на резервуаре.

Уровнемеры серии 5300 с выходом по протоколу HART сертифицированы на соответствие требованиям безопасности уровня SIL2 для защиты от переполнения резервуара.

Комплект для монтажа уровнемера на резервуаре состоит из уплотнения, фланца или резьбового крепления. Радар серии 5300 в зависимости от условий измерений может иметь три типа чувствительного элемента: коаксиальный, гибкий и двойной гибкий применяется при мон таже уровнемера вблизи стенки резервуара.



Уровнемер 5302 кроме измерения уровня способен измерять уровень раздела фаз «продукт-вода» или границу раздела других жидкостей с существенной разницей диэлектрических постоянных. Это бывает полезным при измерении уровня подтоварной воды, большего, чем диапазон измерений стандартного датчика подтоварной воды.

При измерении уровня часть излучения не отражается от поверхности продукта и продолжает свое распространение внутри продукта и отражается от нижней границы раздела фаз. При этом скорость распространения внутри продукта зависит от его диэлектрической проницаемости.

Разница между двумя поверхностями должна быть более 0,13 м, только в этом случае уровнемер сможет различить эти две поверхности.

Максимальное расстояние между этими поверхностями-границами фаз зависит от чувствительного элемента и диэлектрической проницаемости продукта.

5.2. Диапазон измерения

Диапазон измерений для каждого чувствительного элемента зависит от физических свойств жидкости – таким параметром является диэлектрическая проницаемость. В зависимости от его значений жидкости делятся на три условные группы:

Уровнемеры 5300 могут быть использованы для измерения следующих основных типов
a ε = 1.9-4.0 (Нефть и нефтепродукты;
b ε = 4.0-10.0 (Спирты, ацетон, нефтесодержащая жидкость, концентрированная кислота;
c ε > 10.0 (Водные растворы, разбавленные кислоты;

В таблице представлены данные о диапазоне измерения уровня чистых жидкостей с идеально ровной поверхностью.

Тип антенны	**тип жидкости**		
	a	*b*	*c*
коаксиальный	6 м	6 м	6 м
гибкий	35 м	15 м	50 м
гибкий двойной	35 м	15 м	50 м

На мощность отраженного сигнала влияют различные параметры, поэтому максимальная дальность может уменьшаться по следующим причинам:

- элементы конструкции рядом с чувствительным элементом обуславливают паразитные отражения сигнала и затрудняют процесс поиск поверхности продукта;
- пена на поверхности продукта и пары в газовом пространстве снижают точность измерений;
- вязкий продукт со временем образовывает отложения на чувствительном элементе, что приводит к резкому уменьшению диапазона измерений и к ложным показаниям.

Для измерения уровня вязких продуктов необходимо использовать бесконтактные уровнемеры серии 5400 или 5900S.

Обычно уровнемер устанавливается на крыше резервуара со своим фланцем или на резьбовом соединении строго вертикально. Однако чувствительный элемент может устанавливаться и под углом, даже горизонтально. Для удобного просмотра дисплея уровнемера и упрощения подключения кабелей корпус уровнемера может свободно поворачиваться на 360^{o}.

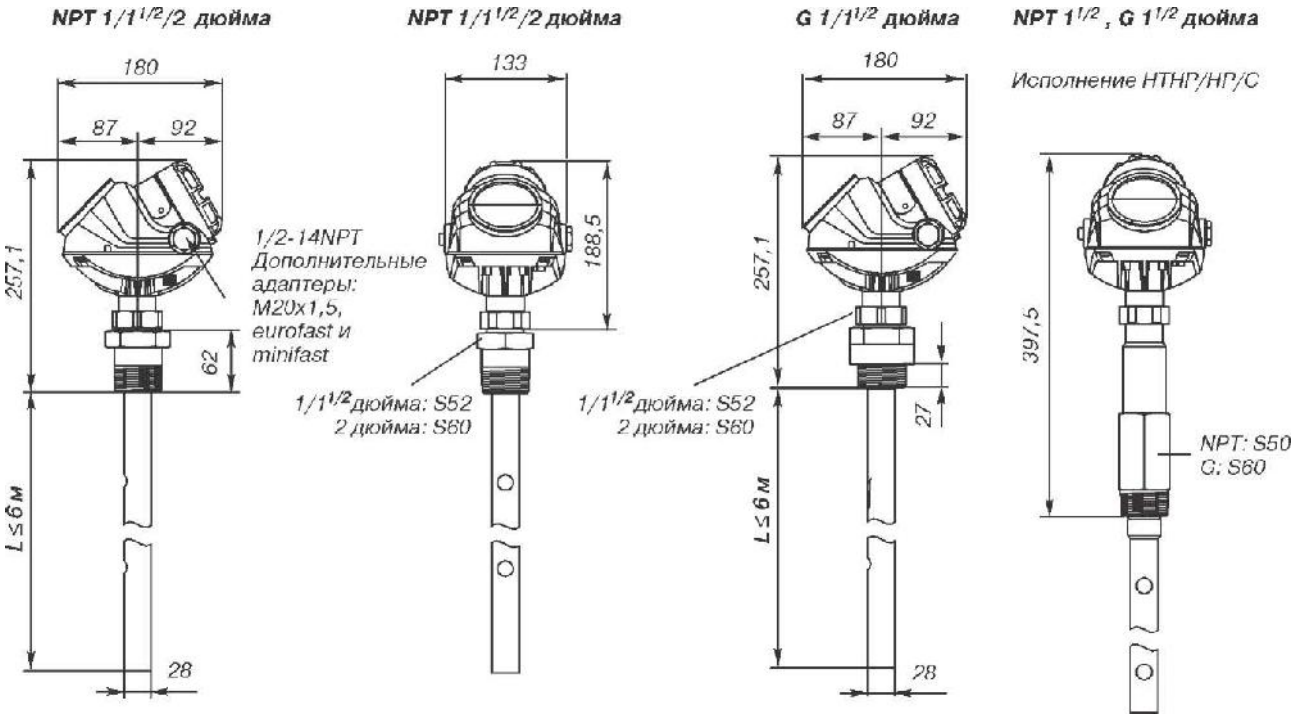
Конфигурация и настройка уровнемера серии 5300 может быть произведена с помощью программного обеспечения TankMaster, RadarMaster, AMS™ Suite, DeltaV и Field Communicator.

5.3. Характеристики

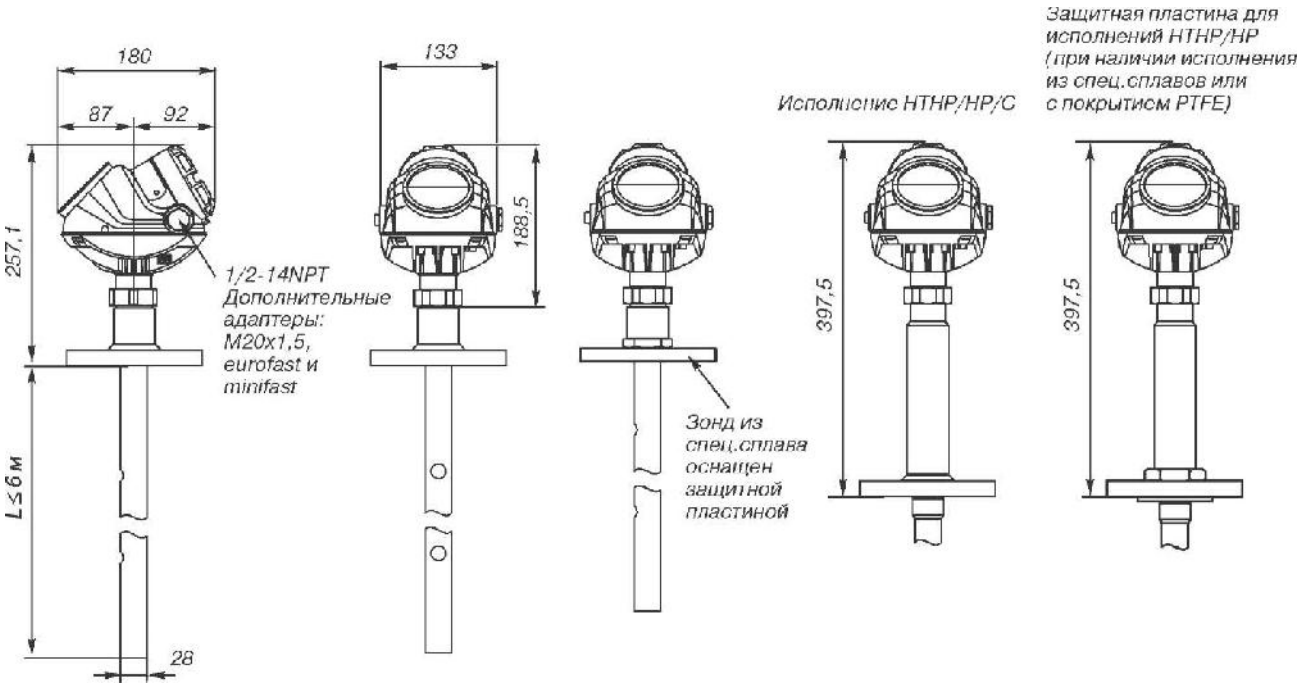
Наименование	радарный уровнемер 5300
Назначение	модель 5301 – измерение уровня модель 5302 – измерение уровня и уровня раздела фаз
мощность излучения	0,3 мВт, макс 45 мВт
диапазон измерений	0,4…50 м
инструментальная точность	±3 мм в нормальных условиях
температурная зависимость	±0,2 мм/К
период измерений	1 с
измеряемые параметры	5301 и 5302: уровень, пустота, скорость изменения уровня, объем, величина сигнала. Для 5302: уровень раздела фаз, расстояние до раздела фаз, скорость изменения уровня раздела фаз, верхний объем, нижний объем, толщина верхнего слоя.
Питание	от модуля связи 2410
потребляемый ток	21 мА
потребляемая мощность	макс. 50 мВт
чувствительный элемент	коаксиальный: 0.4…6 м гибкий: 1…50 м гибкий двойной: 1…50 м
материал корпуса	алюминий с полиуретановым покрытием
резьба для кабельных вводов	резьба 1/2" NPT 2 шт.), по заказу - резьба M20x1.5
кабель для шины Tankbus	экранированная витая пара 0.5…1.5 мм^2 (AWG22-16
температура окр. Среды	-40…+60 °C
температура хранения	-50…+90 °C
температура в резервуаре	-40…+150 °C
давление внутри резервуара	до 40 бар
влажность	0…100 % относительной влажности
погодозащита	IP 66/67 и Nema 4X

5.4. Габаритные размеры уровнемера 5300

5.4.1. Уровнемер 5300 с коаксиальным зондом

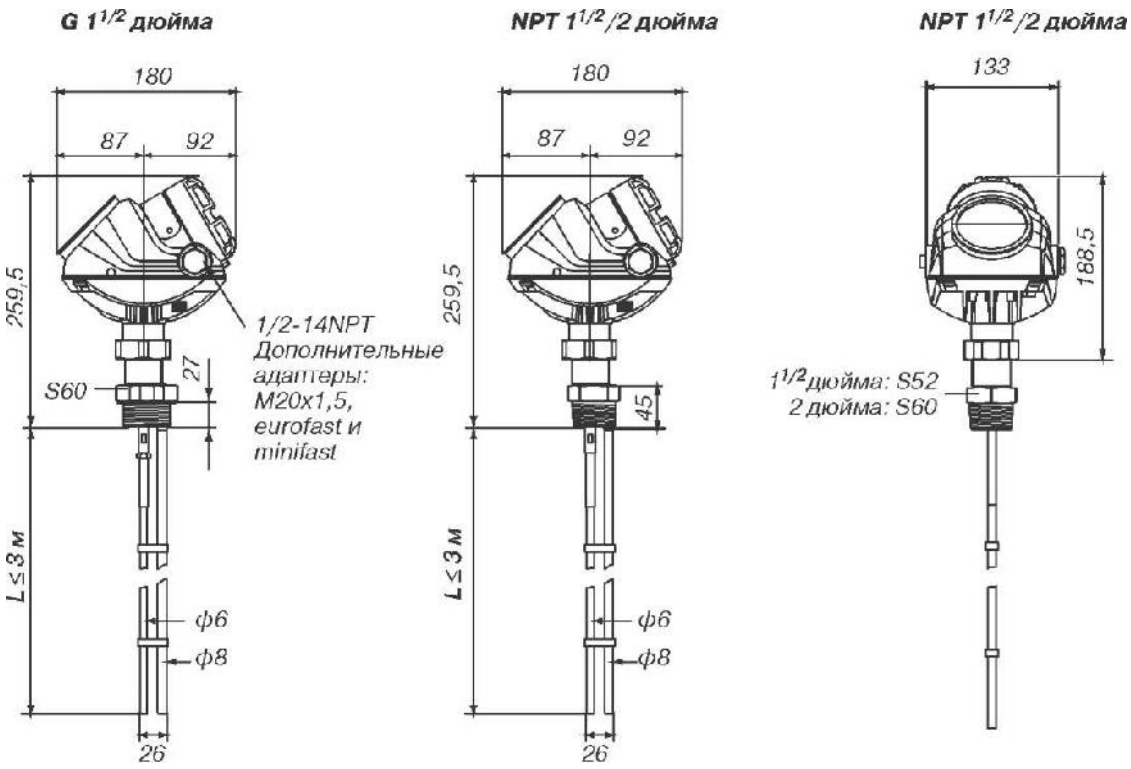


Габаритные размеры уровнемера с резьбовым присоединением

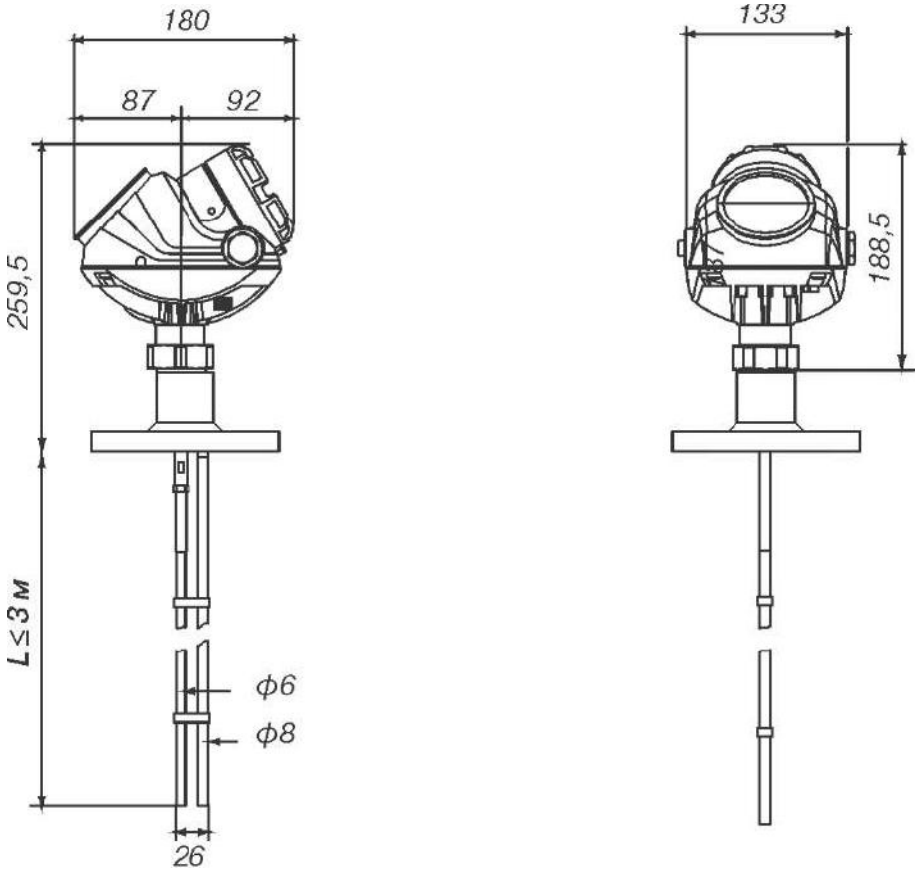


Габаритные размеры уровнемера с фланцевым присоединением

5.5. Уровнемер 5300 с двойным жестким зондом



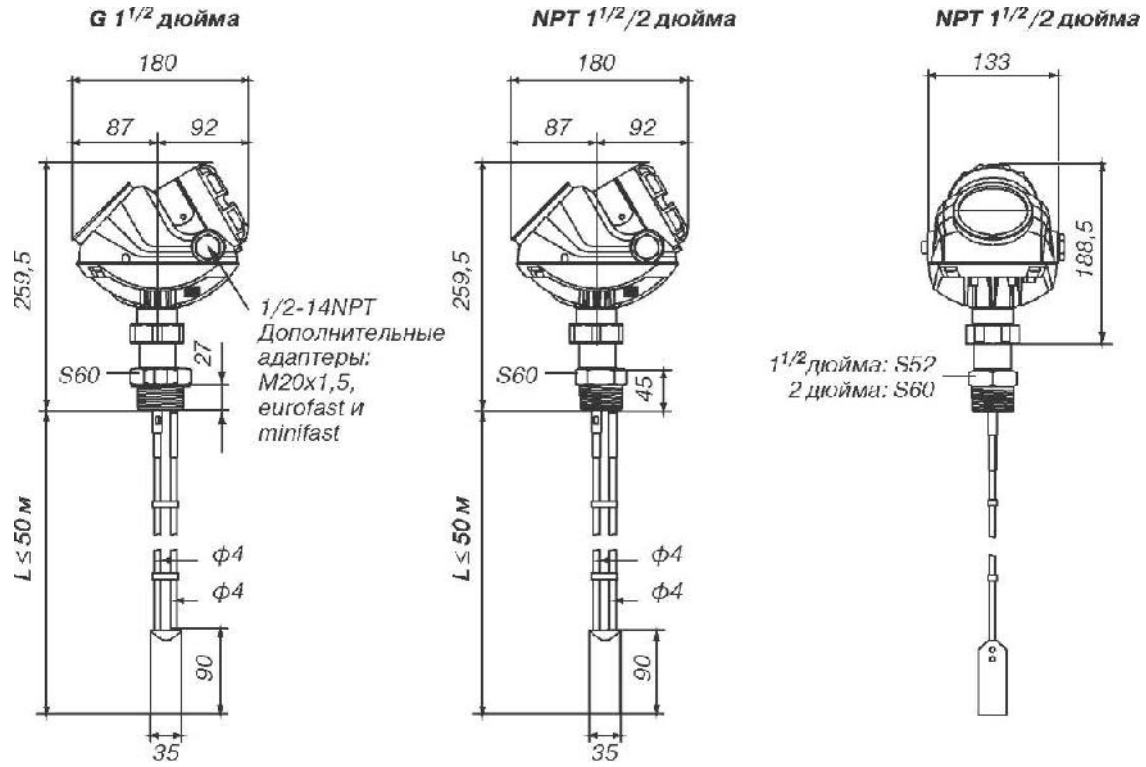
Габаритные размеры уровнемера с резьбовым присоединением



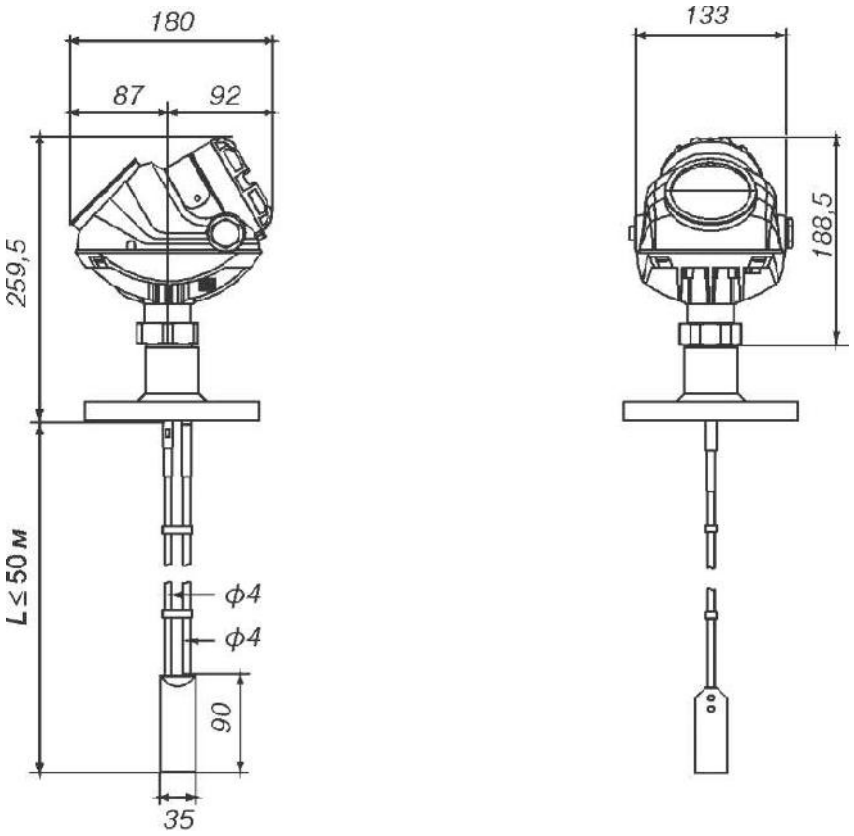
Габаритные размеры уровнемера с фланцевым присоединением

5.6. Уровнемер 5300 с двойным гибким зондом

Расстояние между осевыми линиями проводов составляет 19 мм.

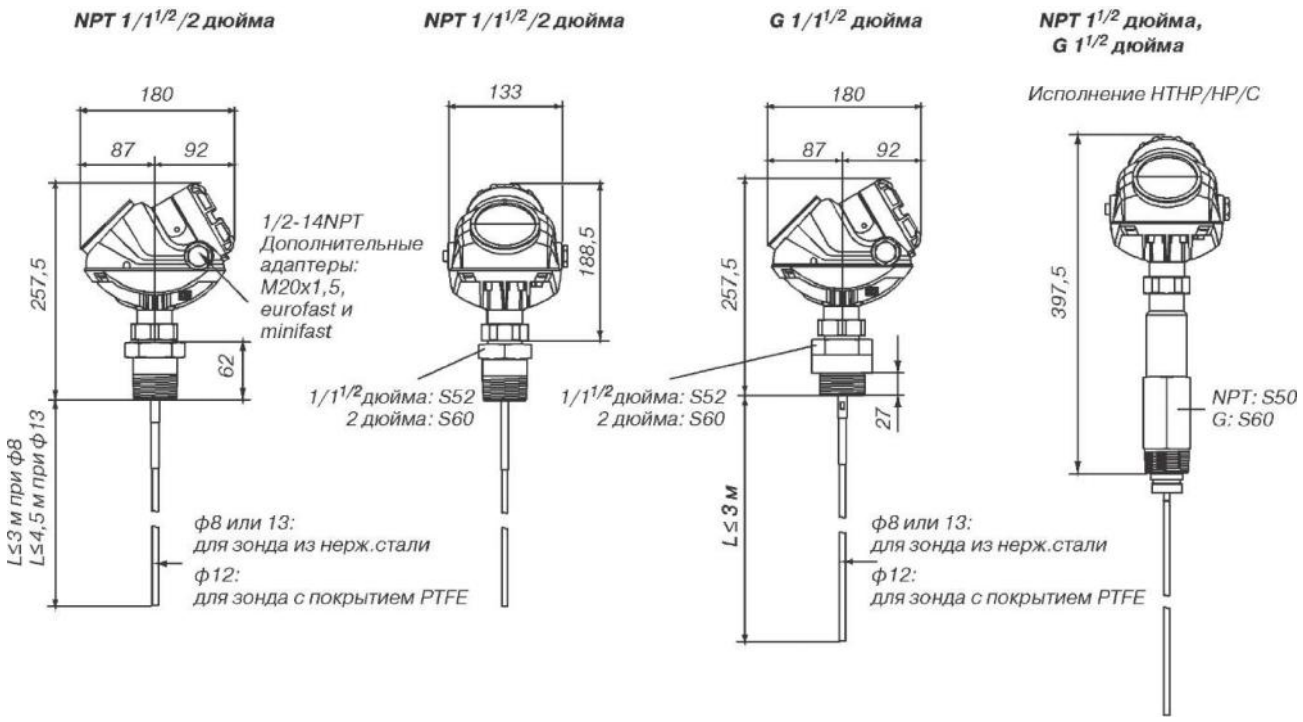


Габаритные размеры уровнемера с резьбовым присоединением

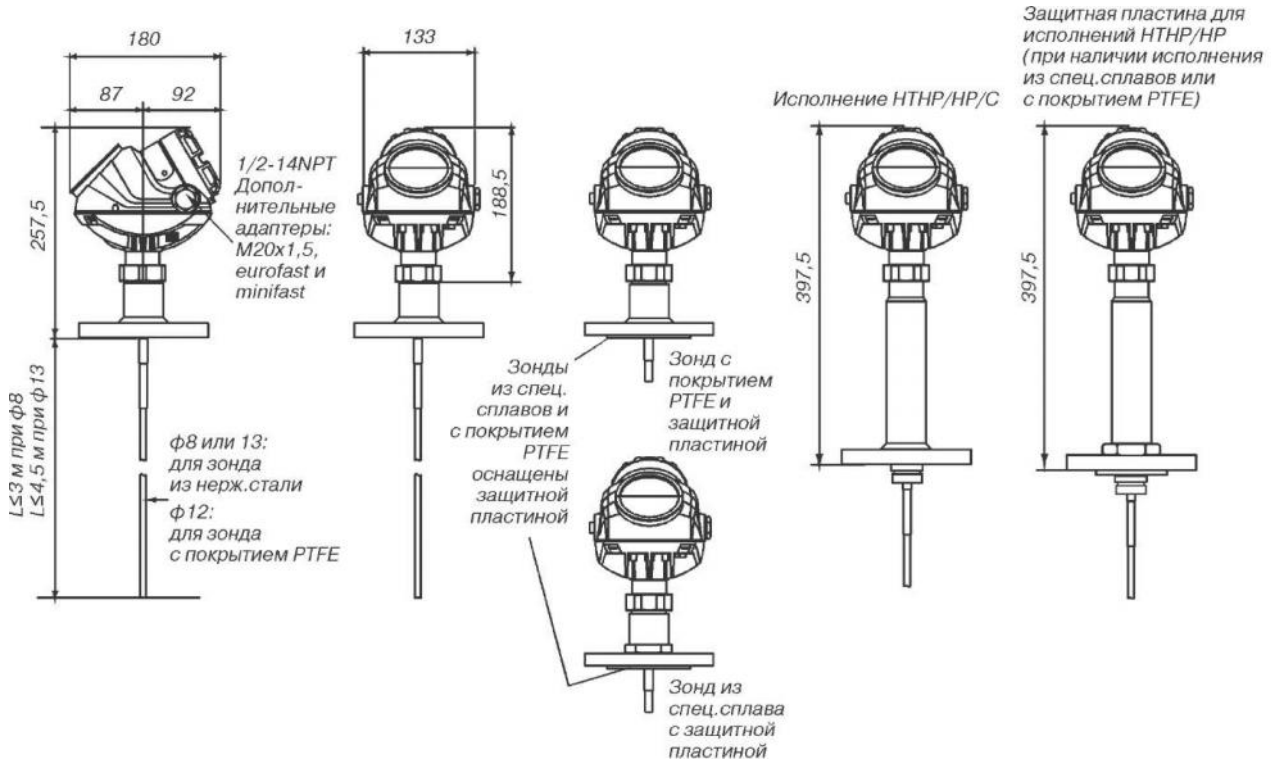


Габаритные размеры уровнемера с фланцевым присоединением

5.7. Уровнемер 5300 с одинарным жестким зондом

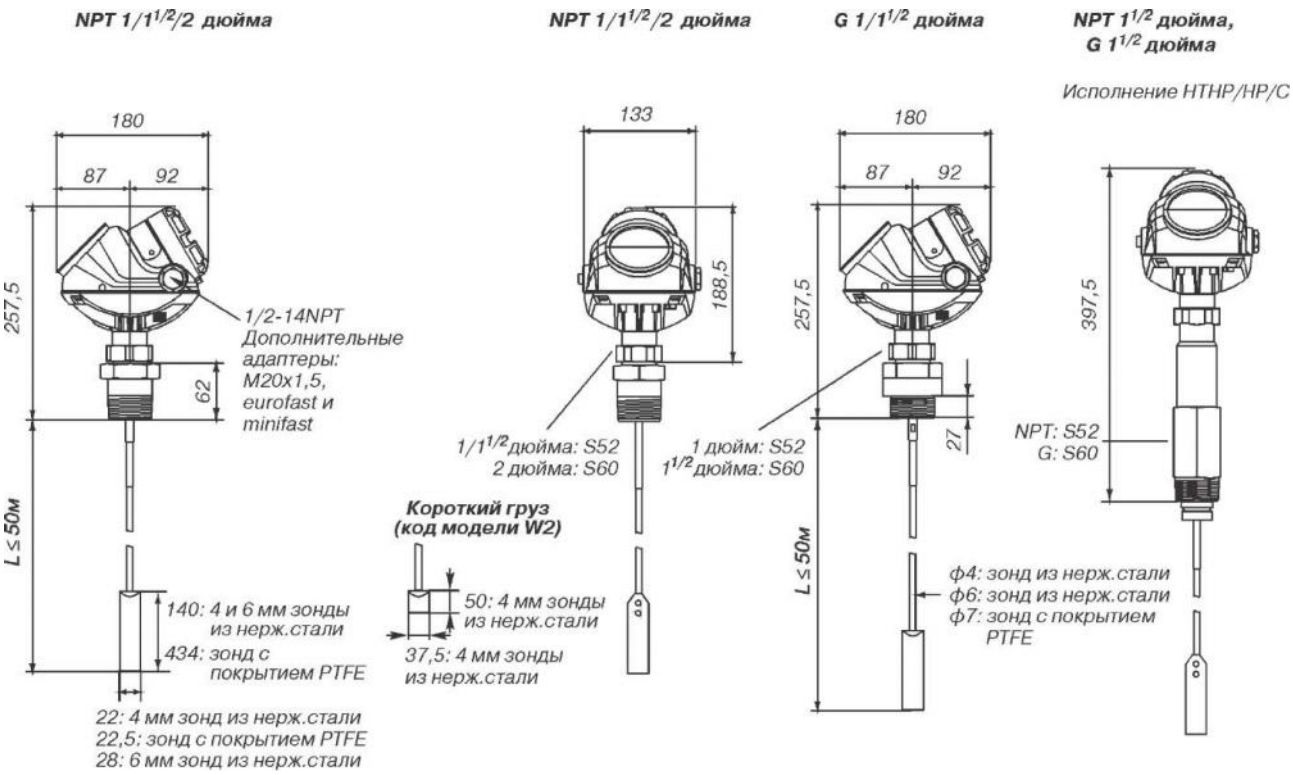


Габаритные размеры уровнемера с резьбовым присоединением

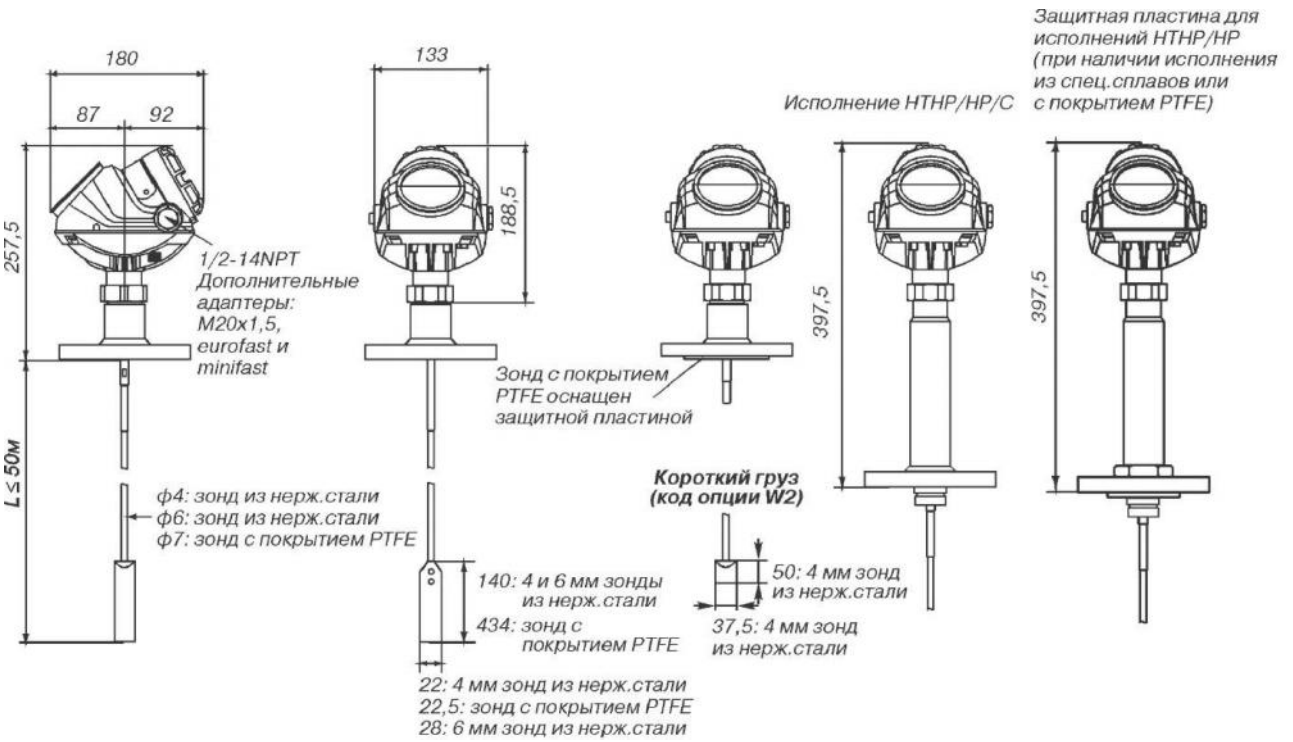


Габаритные размеры уровнемера с фланцевым присоединением

5.8. Уровнемер 5300 с одинарным гибким зондом



Габаритные размеры уровнемера с резьбовым присоединением



Габаритные размеры уровнемера с фланцевым присоединением

6. Радарный уровнемер 5400

Уровнемеры серии 5400 представляют собой подключаемый по двухпроводной схеме бесконтактный датчик уровня типа “pulse radar”, используемый для измерения уровня жидкости в резервуарах различных конструкций со средней точностью.

6.1. Назначение

Радар измеряет расстояние до поверхности продукта. С использованием базовой высоты резервуара вычисляет значение уровня и передает это значение по шине Tankbus через модуль связи 2410 на рабочую станцию TankMaster.

Уровнемер серии 5400 состоит из корпуса, в котором находится электронный блок, приспособлений для его монтажа на резервуаре и чувствительного элемента.

Со средой внутри резервуара взаимодействует антенна и нижняя часть фланца уровнемера. Уровнемеры серии 5400 построены по модульному принципу, поэтому любой чувствительный элемент может использоваться с любым блоком радара.

Уровнемер серии 5400 поставляется совместно с фланцем, что делает процедуру его монтажа на резервуаре очень простой и без использования дополнительных инструментов.

Уровнемеры серии 5400 с выходным сигналом по протоколу HART сертифицирован по SIL1 для защиты от переполнения резервуара.

Корпус уровнемера, состоящий из двух отсеков, может быть просто отсоединен от антенны без вывода резервуара из эксплуатации, что позволяет произвести его замену. Корпус радара имеет два 1/2" кабельных ввода для внешних подключений.

Антенна является единственной частью уровнемера, находящейся внутри резервуара. В основном, уровнемеры серии 5400 используются с коническими антеннами разного диаметра.

6.2. Диапазон измерения

Диапазон измерений уровнемеров серии 5400 зависит от размера антенны, диэлектрической проницаемости продукта и условий измерений. В зависимости от значений диэлектрической проницаемости жидкости делятся на три условные группы:

a ε = 1.9-4.0 (Нефть и нефтепродукты;
b ε = 4.0-10.0 (Спирты, ацетон, нефтесодержащая жидкость, концентрированная кислота;
c ε > 10.0 (Водные растворы, разбавленные кислоты;

В таблице представлены данные для чистых жидкостей с идеально ровной поверхностью.

Уровнемер 5402 с конической антенной	тип жидкости		
	a	*b*	*c*
коническая антенна 4”	20	25	35

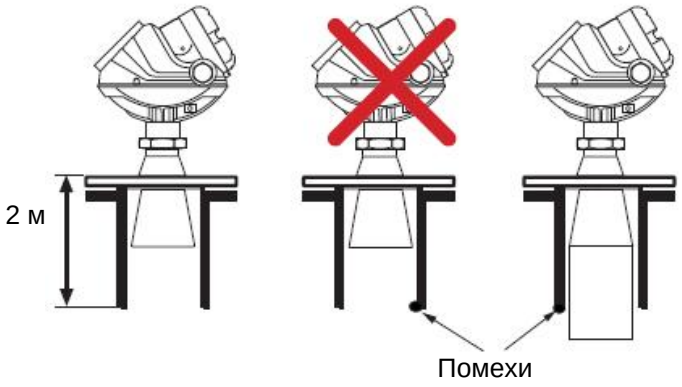
Чем выше диэлектрическая проницаемость, тем большая часть сигнала отражается от поверхности продукта и возвращается к уровнемеру.

Уровнемер 5402 с напр. Трубой	тип жидкости		
	a	*b*	*c*
коническая антенна 4”	25	30	35

6.3. Рекомендации по установке

Обычно уровнемер устанавливается на крыше резервуара строго вертикально. Для удобного просмотра дисплея уровнемера и упрощения подключения кабелей корпус уровнемера может свободно поворачиваться на 360º.

Уровнемер должен устанавливаться сбоку резервуара, вдали от наливных/сливных патрубков, в зоне распространения излучения радара не должно быть каких-либо элементов конструкций. Излучение радара имеет круговую поляризацию, поэтому нет никаких ограничений по расстоянию от места монтажа уровнемера до стенки резервуара.



Коническая антенна может устанавливаться в патрубках длиной до 2 м, но если внутренняя часть патрубка имеет выступы или другие неровности, то необходимо использование удлиненных конусов.

Уровнемер 5400 может использоваться на резервуарах с плавающей крышей даже в случае отсутствия свободных направляющих труб. Например, уровнемер можно установить в верхней части резервуара и настроить его на измерение расстояния до верхней части плавающей крыши.

Конфигурация и настройка уровнемера серии 5400 может быть произведена с помощью программного обеспечения TankMaster, RadarMaster, AMS™ Suite, DeltaV и Field Communicator.

Дополнительный встроенный дисплей легко настраивается с использованием программного обеспечения TankMaster или Field Communicator.

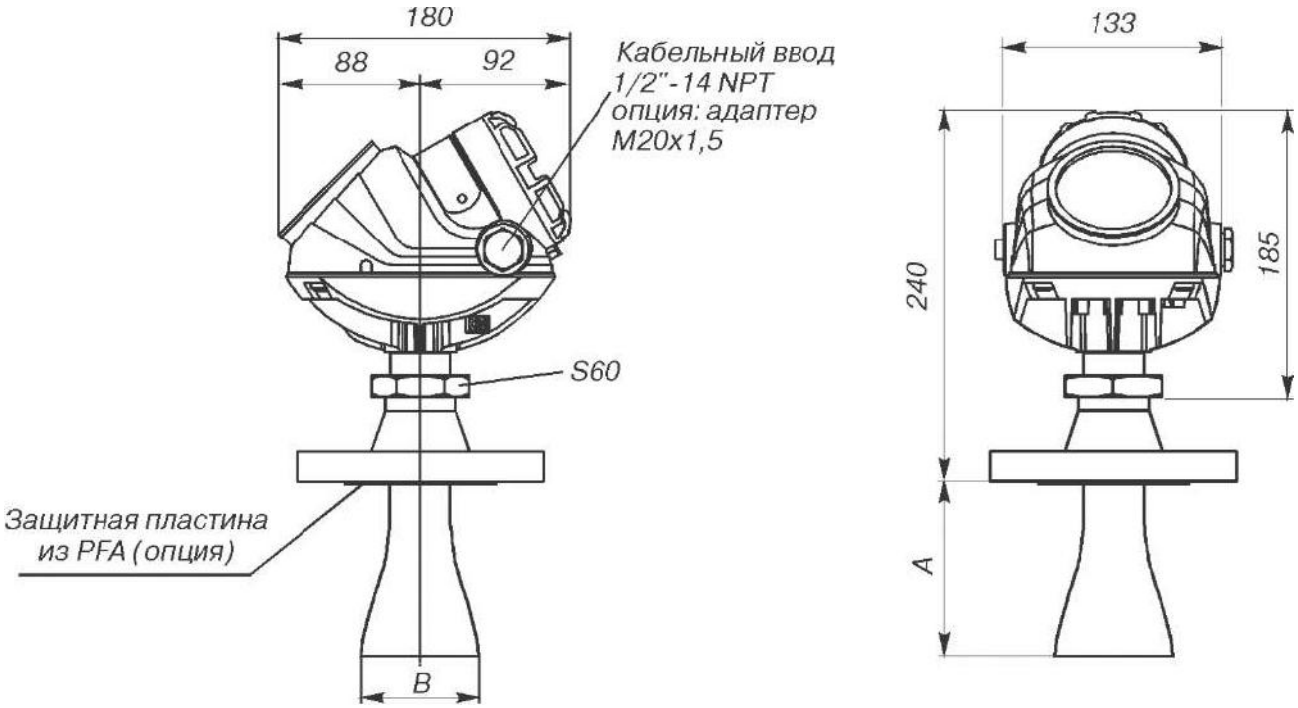
Можно настроить постоянное отображение одного параметра или последовательное отображение нескольких параметров с заданным периодом.

6.4. Характеристики уровнемера 5402

наименование	радарный уровнемер 5402
мощность излучения	< 1 мВт
диапазон измерений	до 35 м
инструментальная точность	±3 мм в нормальных условиях
температурная зависимость	0.05%/10º в диапазоне -40…+80 °C
период измерений	1 с
измеряемые параметры	уровень, пустота, скорость изменения уровня, объем, величина сигнала.
Питание	от модуля связи 2410
потребляемый ток	21 мА
потребляемая мощность	макс. 50 мВт
материал корпуса	алюминий с полиуретановым покрытием
антенна	4” для свободного распространения 2”, 3” и 4” конус для направляющей трубы
резьба для кабельных вводов	1/2" NPT (2 шт.), по заказу M20x1.5
кабель для шины Tankbus	экранированная витая пара 0.5…1.5 мм^2 (AWG22-16
температура окружающей среды	-40…+60 °C
температура хранения	-50…+90 °C
влажность	0…100 % относительной влажности
погодозащита	IP 66/67 и Nema 4X

6.5. Габаритные размеры уровнемера 5400

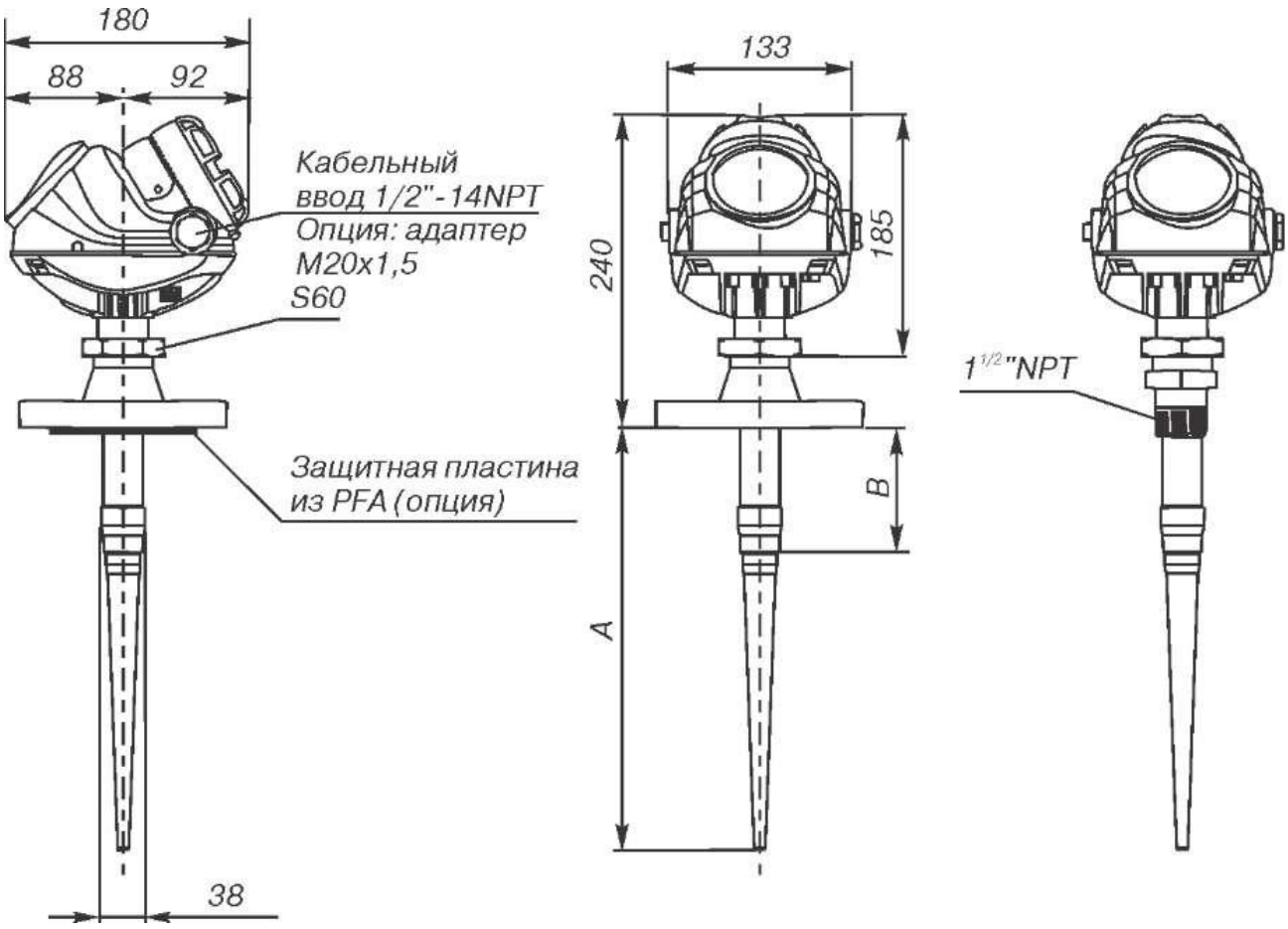
6.5.1. Модель 5402 с конической антенной



Габариты антенн различных типоразмеров

Материал	размер конуса к модели 5402	Размер A, мм	Размер B, мм
Нержавеющая сталь 316L	2"	165	50
	3"	150	67
	4"	225	92
Hastelloy® Monel®	2"	150	50
	3"	175	67
	4"	250	92

6.5.2. Модель 5401 то стержневой антенной



.

Габариты антенн различных типоразмеров

Тип стержня	Размер А, мм	Размер В, мм
Стандартный	365	100
Удлиненный	515	250

7. Преобразователь температуры 2240S

7.1. Назначение преобразователя температуры 2240S

Высокостабильный преобразователь показаний многоточечных датчиков температуры 2240S может использоваться в системах коммерческого учета для высокоточных вычислений объема «нетто» на основе значений уровня и средней температуры продукта.

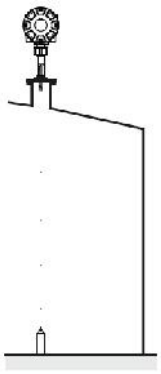
К преобразователю 2240S может быть подключено до 16-ти точечных датчиков температуры по 3-х или 4-х проводной схеме подключения и датчик уровня подтоварной воды. Показания каждого термоэлемента, погруженного в продукт, совместно со значением уровня продукта используются для вычисления средней температуры продукта.

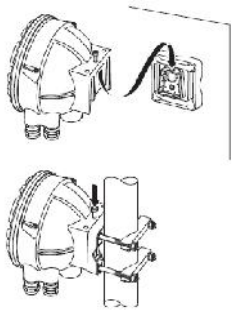
Преобразователь 2240S имеет очень малую погрешность преобразования ±0.05 °C. Вычисленные значения передаются по шине Tankbus с использованием протокола связи FOUNDATION™ fieldbus.

Корпус преобразователя имеет пылевлагонепроницаемый корпус с защитой от пыли и влаги класса IP 66/67 и Nema 4X, покрытие корпуса устойчиво к агрессивным средам, что дает возможность его использования в самых тяжелых условиях.

Датчик уровня подтоварной воды имеет заводскую калибровку, но в случае необходимости может быть откалиброван по месту установки с использованием встроенной в преобразователь 2240S функции калибровки.

Преобразователь 2240S рекомендуется смонтировать на датчике температуры 565 или 765 заранее перед установкой на резервуаре.





Преобразователь 2240S может быть смонтирован отдельно от датчика температуры на трубе или на стене, он может преобразовывать показания датчиков со стандартной калибровкой Pt100. При удаленной установке для ввода толстого кабеля может использоваться специальный кабельный ввод M33.

Преобразователь 2240S может подключаться к шине Tankbus, как и все полевые устройства системы Raptor. Преобразователь 2240S имеет встроенные клеммы для установки перемычки, с помощью которой включается интегрированный терминатор шины.

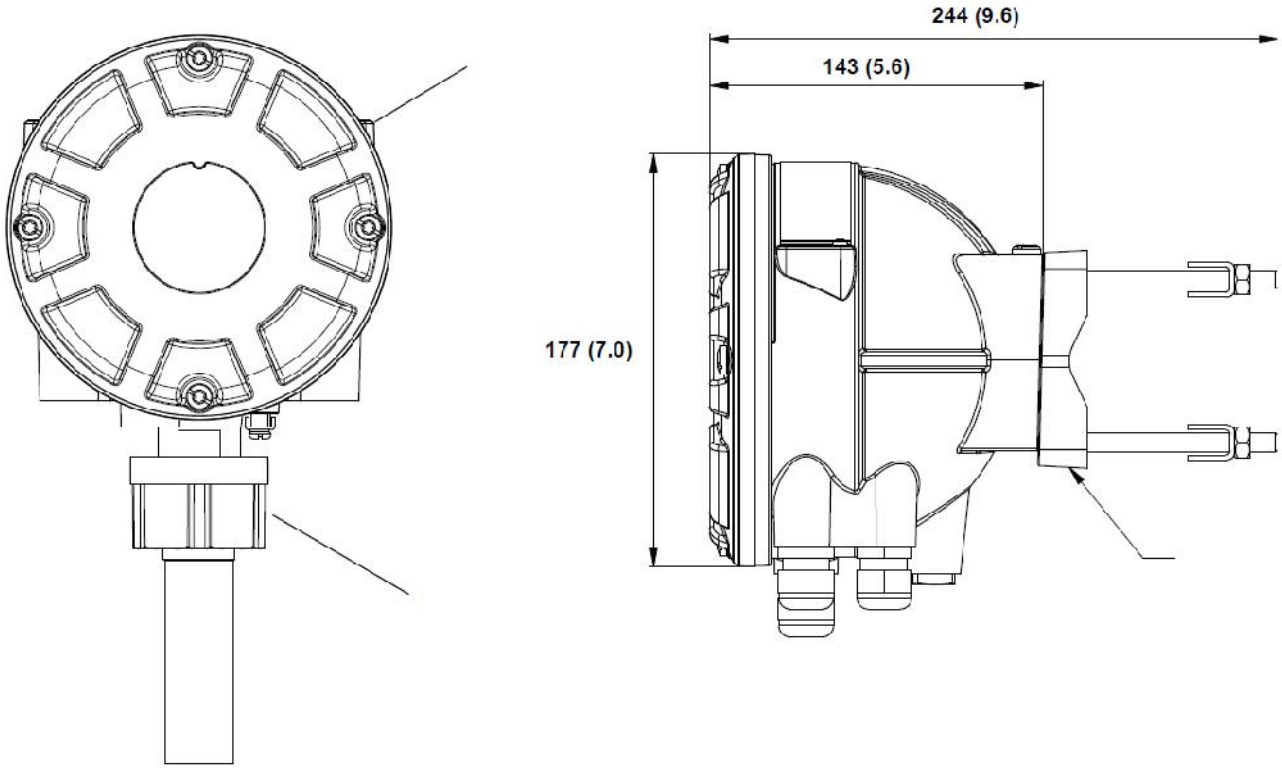
При подаче питания настройка связи между 2240S и 2410 происходит автоматически под управлением модуля 2410.

Полная конфигурация и настройка работы преобразователя 2240S должна производиться с использованием программного обеспечения TankMaster/WinSetup.

7.2. Характеристики

Основные	
наименование	измеритель температуры 2240S
термоэлементы и кабели	температурные датчики 565, 566 и 765 можно подключить тремя способами: • 3-х проводное подключение с общими жилами для всех элементов (1…16 элементов • 3-х проводное подключение с индивидуальными общими жилами 1..16 элементов для датчика 565NLI) 1…6 элементов для датчика 566NL -Cryo 1…14 элементов для датчика 765WLSi • 4-х проводное с индивидуальными общими жилами 1..16 элементов для датчика 565NLI) , 1…4 элементов для датчика 566NL -Cryo и 1…10 элементов для датчика 765WLSi
тип термоэлемента	Pt-100 (согласно IEC/EN60751, ASTM E1137
защита от изменения настроек	есть
Преобразование	
погрешность преобразования	±0.05 °C
температурная зависимость	±0.05 °C
диапазон	-200…+250 °C для Pt-100
разрешение	±0.1 °C согласно требованиям API часть 7 и 12
период опроса	4 с
Электрические	
питание	питание от модуля связи 2410 (=9.0…17.5 В
потребляемая мощность	0.5 Вт
потребляемый ток	30 мА
кабель для шины Tankbus	экранированная витая пара 0.5…1.5 мм^2 (AWG22-16
встроенный терминатор	да (активируется при необходимости
изоляция Tankbus	не менее 700 В
внешний датчик	датчик уровня подтоварной воды (WLS
Механические	
материал корпуса	алюминий с полиуретановым покрытием
резьба для кабельных вводов	резьба 1/2" NPT (5 шт.), по заказу: резьба M20x1.5 ввод M33 при монтаже 2240S на датчике температуры
вес	2,8 кг
Условия эксплуатации	
температура окр. Среды	-40…+70 °C
температура хранения	-50…+85 °C
влажность	0…100% относительной влажности
погодозащита	IP 66/67 и Nema 4X

7.3. Габаритные размеры преобразователя 2240S



Габаритные размеры электронного блока преобразователя. Размеры приведены в миллиметрах, в скобках даны размеры в дюймах.

8. Многоточечный датчик температуры и датчик подтоварной воды

Температура продукта является важным параметром для коммерческого учета в резервуарах. В системе Raptor используются высокоточные многоточечные температурные датчики с 3-х или 4-х проводным подключением термоэлементов, которые могут измерять температуру продукта в нескольких до 16 -ти точках. В системе комме рческого учета могут использоваться датчики следующих типов:

- многоточечный датчик температуры 565 (NLI);
- многоточечный датчик 566 (NL-Cryo для измерения низких температур;
- многоточечный датчик температуры 765 (WLS с датчиком уровня подтоварной воды;

Многоточечный датчик температуры 565/566 и датчик уровня подтоварной воды подключается к преобразователю 2240S. После преобразования сигналов термоэлементов и датчика подтоварной воды, их показания в цифровом виде передаются по шине Tankbus на модуль связи 2410 и затем по запросу на рабочую станцию TankMaster или к системе DCS/SCADA.

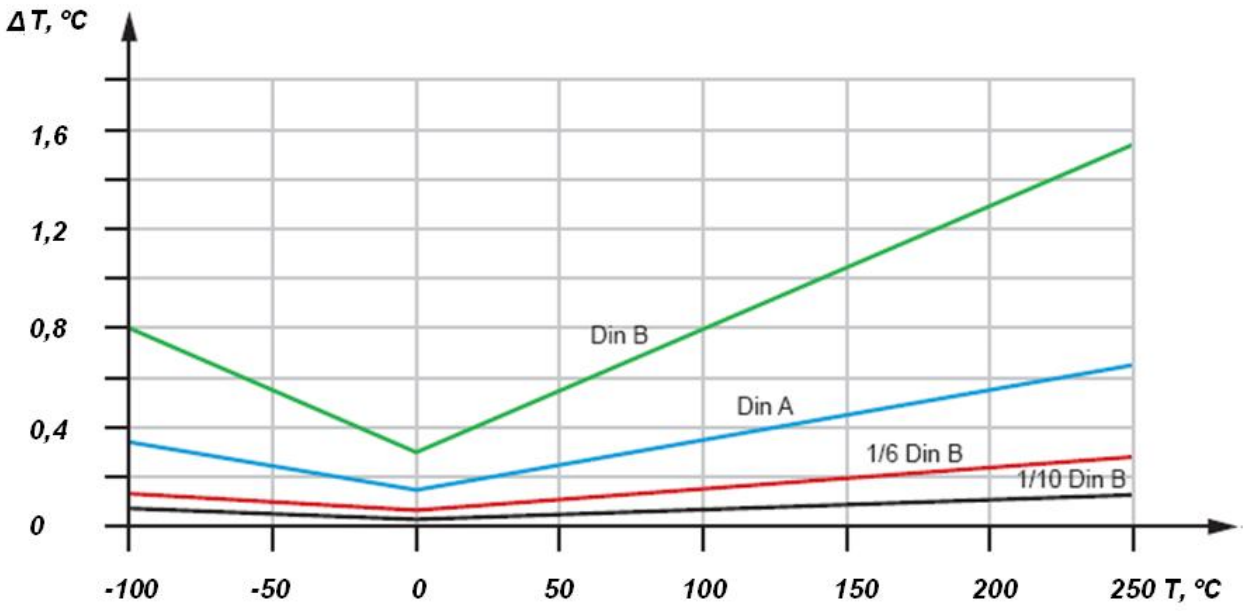
8.1. Измерение температуры

Для измерения температуры в точке используются обычно температурные датчики сопротивления RTD). Пассивный RTD, как правило, изготовляется из чистого материал а, сопротивление которого предсказуемо изменяется в зависимости от температуры. Измеряя сопротивление такого датчика можно измерять температуру. Наиболее распространенными являются RTD из платины с характеристикой согласно IEC/EN 60751. При температуре t=0ºC сопротивление такого термоэлемента равно 100 Ом, поэтому такие RTD имеют название Pt100.

В стандартах IEC/EN 60751 и ASTM E1137 определены два класса термоэлементов с разными зависимостями сопротивления и температурой:

- Класс A: ± (0.15 + 0.002 * | t |
- Класс B: ± (0.30 + 0.005 * | t |

Для уменьшения погрешностей по классу A и B до требуемой точности измерения температуры могут использоваться термоэлементы с улучшенными характеристиками. Например, датчик с характеристикой 1/10 класса B точнее, чем датчик класса A.



Зависимость погрешности измерения от температуры

В системе Raptor рекомендуется использование термодатчиков двух типов с разными характеристиками:

- 1/6 DIN B = ± (0,30 + 0,005*|T|/6
- 1/10 DIN B = ± (0,30 + 0,005*|T|/10

Термоэлементы градуировки 1/6 и 1/10 DIN B используются в многоточечных датчиках температуры 565NLI), 566NL -Cryo и 765WLSi . Эти датчики могут иметь 3-х и 4-х проводное подключение термо-

элементов. В случае 3-х проводного подключения термоэлемента обеспечивается частичная компенсация влияния соединительных кабелей. Однако, для полного устранения влияния соединительных кабелей и качества контактов в клеммных коробках на достижение самой высокой точности измерения температуры необходимо использовать 4-х проводную схему подключения термоэлементов к преобразователю 2240S.

8.2. Датчики температуры 565NLI), 566NL -Cryo и 765WLSi)

Многоточечный датчик температуры 565NLI) может иметь от одного до шестнадцати термоэлементов типа Pt100, расположенных на разных высотах для определения профиля температуры продукта и последующего вычисления средней температуры.

Температурный датчик монтируется на отдельном патрубке резервуара и подключается к преобразователю 2240S, который может устанавливаться на самом датчике или отдельно.

Вычисление средней температуры продукта производится модулем 2240 с использованием показаний только тех датчиков, которые находятся в продукте.

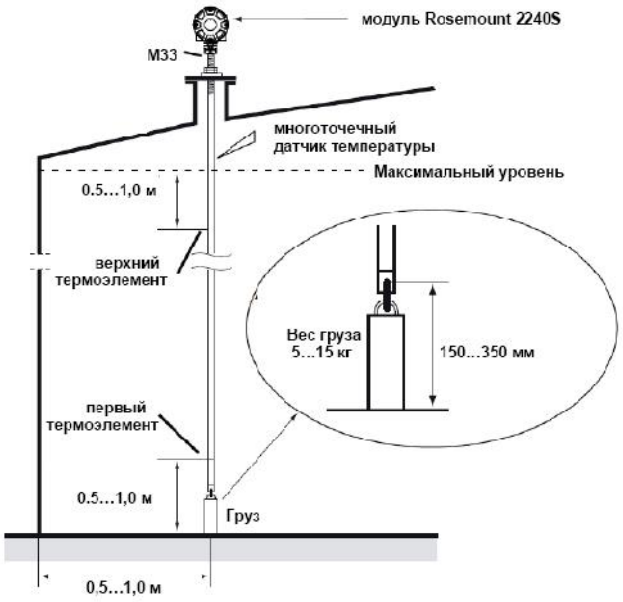
При подключении датчика 565NLI) к модулю сбора данных DAU2100 и уровнемеру 3900REX вычисление средней температуры продукта производится соответственно модулем DAU2100 или уровнемером 3900REX.

Значение средней температуры продукта используется для последующих вычислений объема и массы продукта.

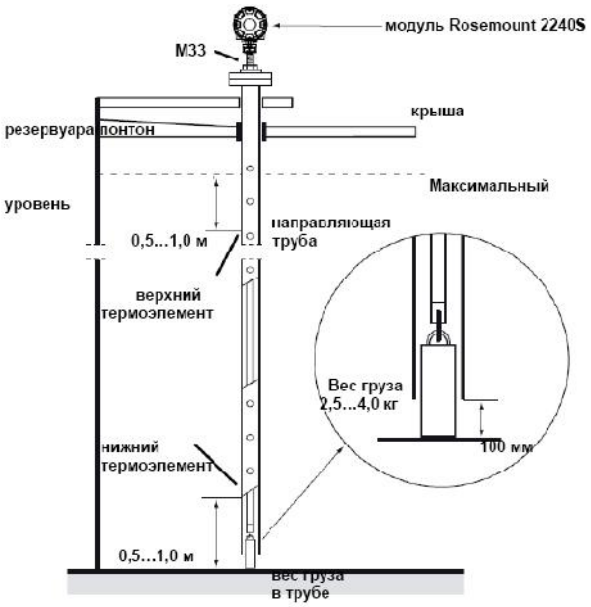
Термоэлементы помещены в металлорукав, который изготавливается из нержавеющей стали. Тонкостенная спиральная трубка из стали AISI 316 выдерживает высокое внешнее давление и рекомендуется для использования в агрессивных продуктах. В том числе и при высоких температурах.

Все термоэлементы подключены к одному проводу, который проложен от верхнего конца датчика до основания датчика. Для обеспечения неподвижного вертикального положения датчика может использоваться груз.

Согласно рекомендациям API часть 7 в составе системы должны использоваться многоточечные датчики температуры с расстоянием между термоэлементами не более 3 м.



монтаж на резервуаре с фиксированной крышей



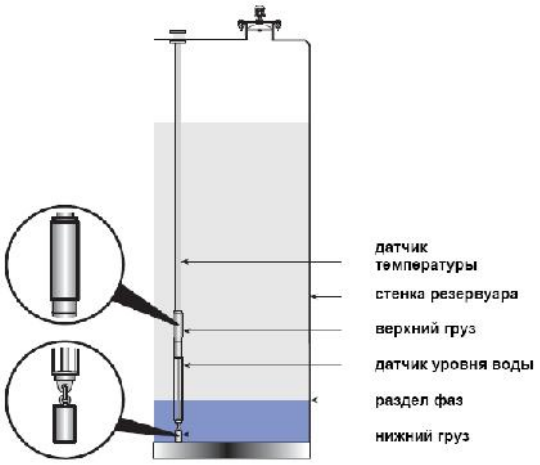
монтаж на резервуаре с плавающей крышей/понтоном

Датчик 566NL -Cryo оснащен специальными термоэлементами точности класса А для измерения низких температур. Этот датчик может использоваться для измерения температур в LNG-резервуарах. Датчик помещается внутрь герметичной стальной трубы, заполненной аргоном в целях предотвращения образования конденсата и льда внутри нее при низких температурах. Внутренний диаметр этой направляющей трубы должен быть не менее 49,8 мм.

Многоточечный датчик температуры 565NLI) может использоваться в комплекте с уровнемером серии 3900REX. Этот датчик может подключаться к радару напрямую до 6 термоэлементов или через модуль DAU2100 (до 14 термоэлементов.

В нижней части датчика 765WLSi находится датчик измерения уровня раздела фазы «продукт-вода» емкостного типа.

Корпус датчика 765 изготовлен из нержавеющей стали (AISI 316, к нижней части которого приварен датчик уровня подтоварной воды. Этот датчик может использоваться в агрессивных средах. Датчик подтоварной воды в цифровом виде передает сигнал в преобразователь 2240S. Внутри чувствительного элемента датчика подтоварной воды может быть установлен термодатчик типа Pt100 для измерения температуры в нижней части резервуара.



Полная длина датчика подтоварной воды равна длине чувствительного элемента плюс 140 мм.

Датчик 765WLSi может быть двух версий в зависимости от типа чувствительного элемента датчика подтоварной воды: открытый и закрытый. Открытый тип чувствительного элемента используется для нефти и других темных и вязких нефтепродуктов, а закрытый для светлых нефтепродуктов.

Калибровка датчика подтоварной воды может быть произведена с помощью преобразователя 2240S, к которому он будет подключен.

Груз может быть установлен как над датчиком подтоварной воды, так и снизу этого датчика. Устройство для крепления «нижнего груза» при необходимости может быть удалено.

8.3. Общие характеристики многоточечных термометров

Датчик температуры 565NLI), 566NL -Cryo, 765WLSi)	
наименование	датчик температуры 565 (NLI), 566 (NL-Cryo, 765 (WLS
тип термоэлемента	Pt-100 согласно IEC/EN60751
точность	565NLI) /765 WLSi 1/6 DIN B (стандарт), по заказу 1/10 DIN B 566NL -Cryo DIN A (стандарт
диапазон давлений продукта	0…4 бар
диапазон температур	для 565NLI) /765WLSi : -50…+250 °C, для 566 NL-Cryo : -170…+100 °C,
количество термоэлементов	для 565NLI) /765WLSi : до 16 по 3-х и 4-х проводной схеме для 566 NL-Cryo : до 12 по 3-х проводной схеме
общая длина	5…70 м
конструкция	гофро-шланг из стали AISI316 диаметром 25 мм, толщина стенки 0,3 мм
регулировка	253 мм
патрубок для монтажа	Ду50
длина жил	0,4 м (стандарт), по заказу – до 10 м
количество жил	три или четыре жилы от каждого термоэлемента или две общие на все термоэлементы (только при трех проводном подключении
вес груза	2,5…15 кг; для установки в трубе – 2,5…4,0 кг
позиция первого термоэлемента	150 мм от конца датчика
минимальное расстояние от верхнего конца датчика до самого верхнего термоэлемента	850 мм
класс погодозащиты	IP68
Датчик подтоварной воды из состава 765WLSi)	
наименование	датчик температуры 765 (WLS интегрированный с датчиком по д-товарной воды
диапазон измерений	500 мм, 1000 мм
выходной сигнал	Modbus/RS485 или 4…20 мА + HART
точность измерений	± 2 мм при длине чувствительного элемента 500 мм ± 4 мм (при длине чувствительного элемента 1000 мм
температура хранения	-40…+80 °C
диапазон рабочих температур	0…+120 °C (максимальная температура на фланце +80 °C)
диапазон давлений	0…4 бар

8.4. Характеристики многоточечных термометров различных моделей

Тип датчика	Диапазон измерений	Тип подключения	Максимальное количество термоэлементов
565NLI)	-50…+120 °C -20…+250 °C	3-х жильное инд. 4-х жильное инд. 3-х жильное общ.	16 16 16
566NL -Cryo	-170…+100 °C	3-х жильное инд. 4-х жильное инд. 3-х жильное общ.	6 4 16
765WLSi	-50…+120 °C	3-х жильное инд. 4-х жильное инд. 3-х жильное общ.	14 10 16

9. Модуль сбора данных DAU 2100

9.1. Назначение модуля сбора данных DAU 2100

Модуль сбора данных DAU предназначен для многоточечных измерений температуры продукта и вычисления его средней температуры. Данные измерений и вычислений отображаются на жидкокристаллическом дисплее в реальном масштабе времени.

Модуль DAU 2100 используется в том случае, когда необходимо подключить многоточечный датчик температуры с количеством термометров сопротивления более 6 к радарному уровнемеру 3900REX. К модулю сбора данных может быть подключено до 14 точечных термометров сопротивления.

В погодозащищенном корпусе модуля DAU размещена плата DMB, на которой находится клеммник для подключения температурных датчиков и клеммник для подключения питания и полевой шины TRL/2 от уровнемера 3900REX. Кабельные вводы размещены в нижней части корпуса модуля DAU.

Модуль сбора данных DAU 2100.

Модуль DAU работает только совместно с уровнемером 3900REX, он получает от него питание, значение уровня продукта и передает ему значение средней температуры продукта и значения температуры "по точкам". Для совместной работы уровнемера 3900REX и модуля сбора данных DAU в составе электронного блока уровнемера должна быть установлена плата интерфейса – TIC.

Модуль DAU по заказу может быть оснащен жидкокристаллическим дисплеем, на котором может отображаться информация о значениях уровня, температуры, скорости изменения уровня и др. В этом случае модуль DAU может быть смонтирован в нижней части резервуара для отображения на дисплее значений измеряемых параметров.

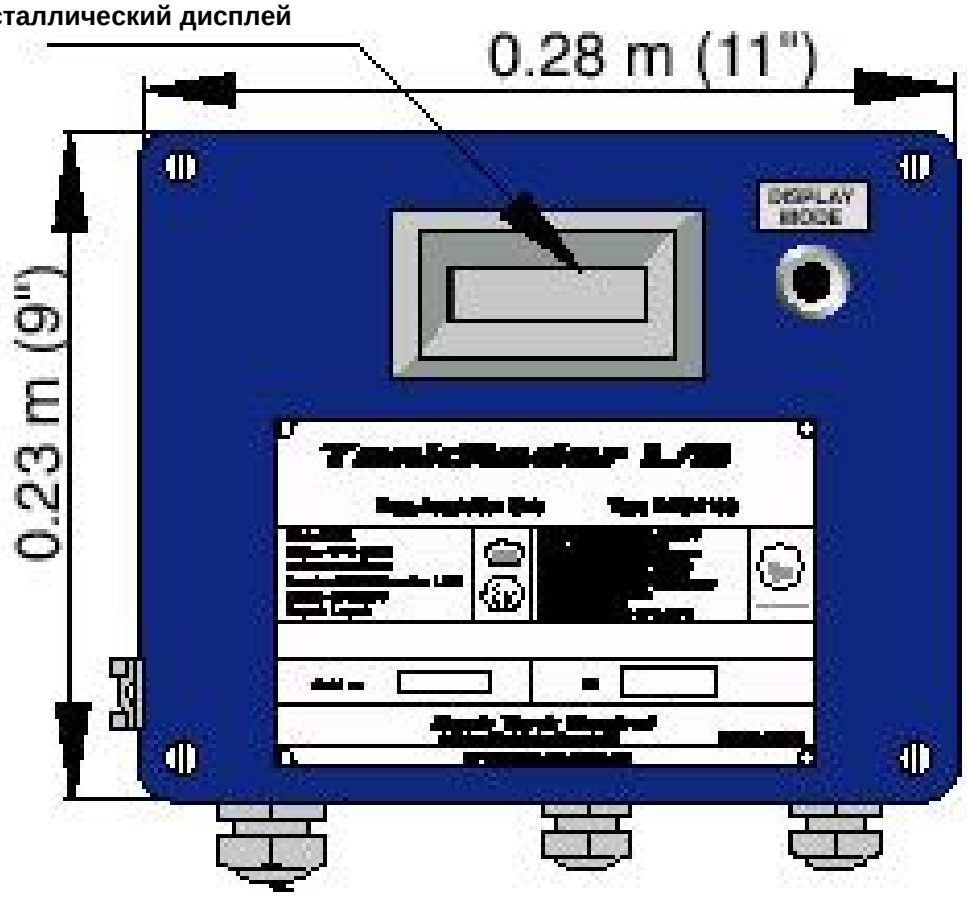
Дисплей работает до -25°C, поэтому для районов Крайнего Севера рекомендуется поставка модулей DAU с крышками без дисплеев или с двумя крышками: с дисплеем и без дисплея устанавливаемых на модуль в зависимости от сезона.

9.2. Технические характеристики модуля сбора данных DAU 2100

Температура окружающей среды для жидкокристаллического дисплея	-40°C …+70°C -30°C …+70°C
Температурные датчики	Pt 100 или Cu 90
Погрешность преобразователя	± 0,15 ºC
Количество подключаемых датчиков	до 14
Диапазон измерения температур	Диапазон 1: -50 - + 125°C Диапазон 2: -50 - + 300°C Диапазон 3: -200 - + 150°C
Взрывозащита	EEX ia IICT4
Погодозащита	IP 66 и 67
Питание	Искробезопасное от уровнемера 3900REX

9.3. Габаритные размеры модуля сбора данных

Жидкокристаллический дисплей



10.Преобразователь 644 с датчиком температуры 65

10.1.Применение преобразователя 644 в составе системы Raptor

Одноточечные датчики температуры используются в системах оперативного учета и контроля, в которых предъявляются более низкие требования к точности измерения температуры продукта или нет возможности использовать многоточечные датчики температуры из-за особенностей конструкции резервуара или условий измерения, например, в резервуарах с сжиженным газом.

Датчики температуры серии 65 имеет чувствительный элемент типа Pt100 и используется совместно с преобразователем 644.

10.2.Конструкция

Преобразователь температуры 644 монтируется на одноточечный датчик температуры 65 и совместно устанавливается на резервуаре.

Значение температуры передается на рабочую станцию TankMaster или в систему управления через модуль связи 2410.

Датчик температуры 65 может устанавливаться в защитной гильзе, может устанавливаться на своем фланце или на существующем с помощью резьбового соединения.

Чувствительный элемент датчика температуры может поставляться двух классов: класса A и класса B. По стандарту поставляется чувствительный элемент класса B, по запросу может поставляться и класс A.

10.3.Характеристики преобразователя 644

Наименование	преобразователь температуры 644
Подключение	3-х и 4-х проводное датчика 65
погрешность преобразования	± 0.15 °C
Разрешение	± 0.1 °C
период измерения	0,5 с
диапазон температур	– 50…+450 °C или –196…+600 °C
Питание	от модуля связи 2410
потребляемый ток	11 мА
потребляемая мощность	макс. 70 мВт
резьба под кабельные вводы	1/2" NPT (1 шт.) или M20x1.5
кабель для шины Tankbus	экранированная витая пара 0.5…1.5 мм^2 (AWG22-16
температура окр. Среды	-40…+85 °C
температура хранения	-50…+120 °C
влажность	0…99 % относительной влажности
Датчик 65	
наименование	одноточечный датчик температуры 65
тип термоэлемента	Pt-100 согласно IEC/EN60751 подключение 3-х и 4-х проводное
точность	DIN B (стандарт), по заказу DIN A
диапазон температур	-50…+450 °C, по заказу -196…+600 °C
температура окр. среды	-40…+85 °C

11.Преобразователь давления 3051

11.1.Применение

В системе Raptor для измерения давления используются датчики серии 3051 с изменяемым диапазоном измерений.

Датчики давления серии 3051 могут поставляться с различными преобразователями, модулями для их монтажа практически на всех типах резервуаров включая резервуары с сырой нефтью, резервуары под давлением, и резервуары с плавающим покрытием.

Датчики давления серии 3051 измеряет давление с точностью до 0,025% и обеспечивают перестройку диапазона 200:1.

Датчики давления 3051 подключаются к шине Tankbus и передают данные на модуль связи 2410. Также возможно подключение датчиков давления к аналоговым входам устройств системы (уровнемеры 3900REX и PROTH43, м одуль связи 2410.

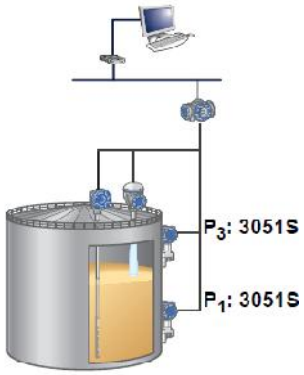
Датчики серии 3051S могут поставляться для использования в системах с беспроводной системой передачи данных согласно IEC 62591 WirelessHART. Такие датчики оборудованы взрывобезопасным блоком питания, который обеспечивает их длительную работу с характеристиками аналогичными обычным подключаемым по кабелю датчикам 3051.

Датчик гидростатического давления 3051L для вязких жидкостей типа сырая нефть.

Компланарный датчик 3051CG для измерений давления в газовом пространстве и компланарный датчик 3051S для измерения гидростатического давления нефтепродуктов

Датчик давления 3051S для беспроводной передачи данных

Модификации датчиков давления серии 3051:
3051L - датчик давления для измерения гидростатического давления;
3051S - универсальный датчик давления для различных применений;
3051CG - модель для измерения давления в газовой подушке



С использованием датчиков давления вместе с измерениями уровня и температуры возможно в реальном масштабе времени вычислять плотность и массу продукта.

Один или более датчиков давления с различными диапазонами измерений могут использоваться на одном резервуаре для измерения давление в газовом пространстве резервуара и гидростатического давления столба жидкости.

Точность вычисления плотности в значительной степени зависит от точности используемых датчиков давления.

Датчик P3, измеряющий давление паров в газовом пространстве, должен быть компланарного типа.

11.2.Характеристики преобразователя давления 3051

Основные	
наименование	датчик давления 3051S
диапазон измерений	-0.98…2.5 бар
точность	от 0.025…до 0.065% от диапазона
питание	от модуля связи 2410
потребляемый ток	17.5 мА
резьба под кабельные вводы	1/2" NPT (1 шт.), по заказу M20x1.5
кабель для шины Tankbus	экранированная витая пара 0.5…1.5 мм^2 (AWG22-16
вес	от 4 до 15 кг
Условия эксплуатации	
температура окр. среды	-40…+85 °C
температура хранения	-45…+70 °C
влажность	0…100 % относительной влажности
погодозащита	IP 66/68 и Nema 4X

12.Модуль связи 2410 TankHub

12.1.Функции модуля связи 2410 в системе Raptor

Модуль связи 2410 осуществляет обмен данными между полевыми устройствами и операторной. Модуль связи поставляется в двух версиях: для одного и нескольких резервуаров.

Модуль связи 2410 обеспечивает связь между полевыми устройствами и системой управления

К модулю связи 2410 по шине Tankbus (полевая шина на базе протокола FOUNDATION™ fieldbus может быть подключено оборудование, установленное на одном или нескольких резервуарах. Одновременно модуль связи обеспечивает питание полевых устройств.

При подаче питания по шине Tankbus осуществляется автоматическая настройка связи между устройствами. Эта функция является запатентованной особенностью системы Raptor. Модуль связи, являясь мастер-устройством на шине Tankbus, автоматически определяет устройства, осуществляет обмен данными между ними и непрерывно контролирует их состояние. Кроме этого, модуль связи является «посредником» в обмене данными между полевыми устройствами и системой «верхнего» уровня.

Модуль связи осуществляет сбор данных измерений параметров продукта в резервуаре: уровень, температура, давление и пр.

На основе полученных данных модуль связи 2410 при применении в системах оперативного учёта может вычислять значение средней температуры продукта, наблюдаемой текущей плотности и об ъема продукта. Все данные измерений и вычислений могут отображаться на встроенном экране модуля связи, на отдельно установленной дисплейном модуле 2230 или передаваться на рабочую станцию TankMaster и систему DCS/SCADA.

Модуль связи 2410 может одновременно осуществлять обмен данными с «верхним» уровнем по двум независимым шинам. Он может поддерживать следующие протоколы обмена: TRL2 Modbus, RS485 Modbus, эмуляции и беспроводной связи.

Модуль связи имеет два встроенных слота первичный и вторичный для установки платы, соответс т-вующей нужному протоколу обмена TRL/2, Enraf и др.). При поставке мод уля связи 2410 с функцией SIL второй слот используется для функции реле.

Модуль 2410 может иметь дополнительно функция non -SIL два реле типа «сухой контакт», которые могут быть настроены на срабатывание по значению параметра уровень, температура, уровень подтоварной воды и пр. Релейный выход может быть выдан в систему управления. Реле имеют возможность быть сконфигурированными как «нормально замкнуто» или «нормально разомкнуто».

Третье реле из состава модуля связи 2410 используется исключительно для функции SIL – контроль за переполнением резервуара. Это реле является частью отдельного канала выдачи аварийного сигнала. Этот канал имеет независимое программное обеспечение по диагностике и управлению работой реле. Реле будет активизировано изменит свое норм ально замкнутое состояние если уровень продукта достигнет установленного предела и/или если произойдет сбой в работе устройства. Выход реле обычно подключен к системе ПАЗ.

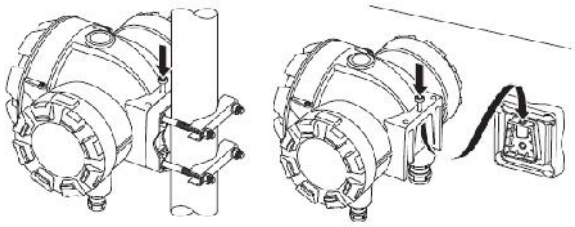
Модуль связи 2410 обеспечивает питание всех устройств, подключенных к шине Tankbus. Он имеет в своем составе барьер, необходимый для искрозащищенного подключения устройств, и встроенный терминатор. Терминатор необходимо устанавливать на каждом конце шины Tankbus для качественной и надежной связи.

С использованием адаптера беспроводной связи THUM модуль связи может передавать по радиоканалу данные на сетевой шлюз Gateway, с которого данные могут поступать на рабочую станцию TankMaster. Канал беспроводной связи также можно использовать в качестве резервного канала передачи данных.

Модуль связи 2410 может опционально быть снабжён аналоговыми входами для подключения датчиков с токовым выходом 4…20 мА (например, датчик давления или датчик уровня воды Universal IV.

12.2. Рекомендации по монтажу

Ниже представлены основные данные по установке и подключению модуля связи 2410, подробную информацию можно найти в соответствующих документах и чертежах.

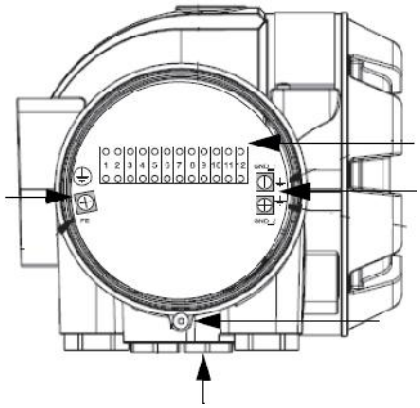


Модуль связи 2410 может монтироваться на стенке или на трубе диаметром 1”…2”.

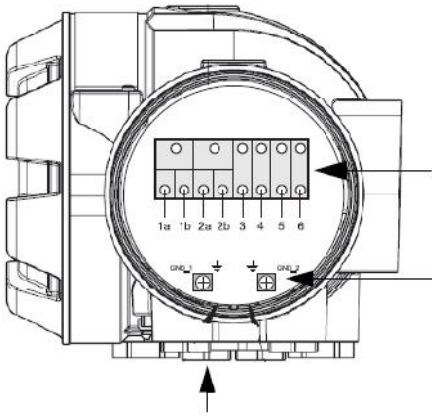
Модуль обычно монтируется за обвалованием резервуара, но может монтироваться и на крыше резервуара, например, в случае использования беспроводной связи или для снижения затрат на монтаж оборудования.

Модуль связи может подключаться к модулю полевых соединий FCU 2160 или к рабочей станции TankMaster по протоколу Modbus, длина кабеля может составлять до 4-х км по интерфейсу TRL2. Длина шины Tankbus обычно не превышает 500 м.

Для подключения кабелей модуль связи 2410 имеет два специальных отделения с клеммниками: одно взрывобезопасное для подключений со стороны операторной, и одно искрозащищенное для подключений полевых устройств по шине Tankbus.



Клеммник для взрывобезопасных подключений



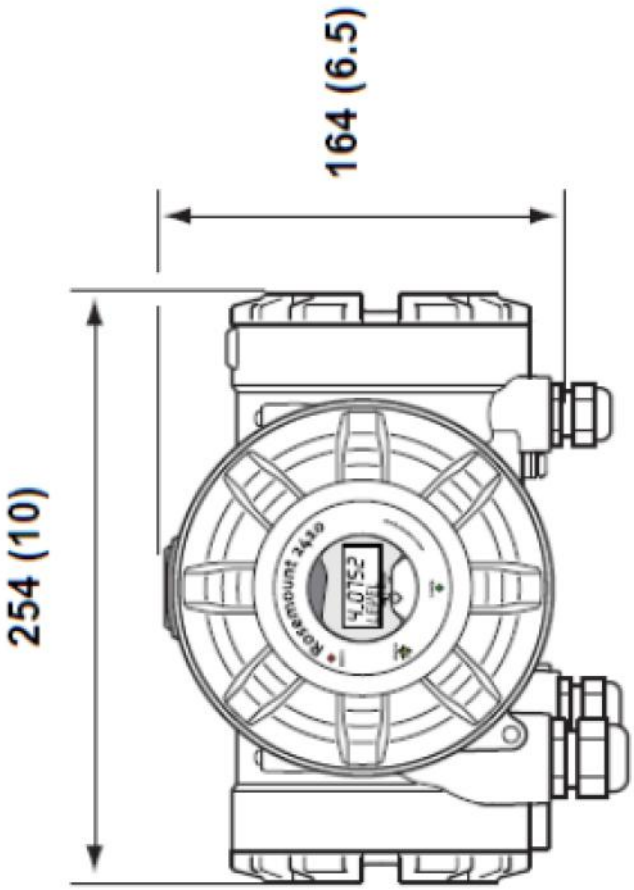
кабельные вводы

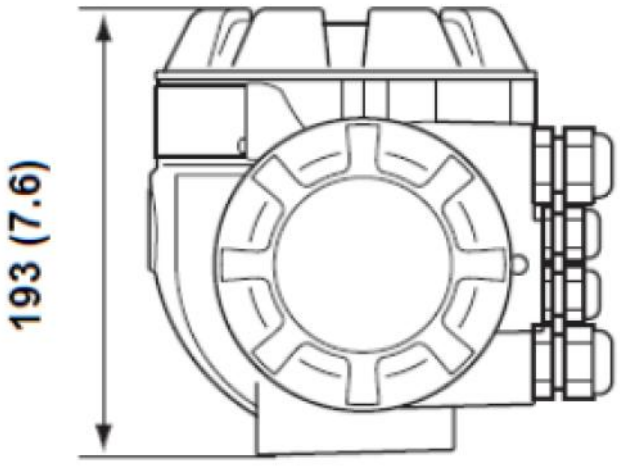
Клеммник для подключений полевых устройств

12.3. Характеристики

Основные	
Наименование	модуль связи 2410 TankHub
версия для одного резервуара	• подключение оборудования системы 5900S; • вычисление по градуировочной таблице объема TOV
версия для нескольких резервуаров	• подключение оборудования системы 5300/5400 до 10 резервуаров; • вычисление по градуировочной таблице объема TOV для одного резервуара; • поддержка подключения 16 полевых устройств и 10 резервуаров; • вычисление наблюдаемой плотности для 3-х резервуаров;
подключаемые устройства	уровнемер 5900S, 5300 и 5400, преобразователь температуры 2240S и 644, датчик температуры/подтоварной воды, датчик давления 3051S, дисплейный модуль 2230
безопасность	обеспечение SIL2 и SIL3
маркировка взрывозащиты	[Ex ib] IIB Gb, Ex de IIB T4
Входы и выходы	
Tankbus	искрозащищенная шина для подключений полевых устройств на базе протокола FOUNDATON™ fieldbus
Fieldbus	шина для связи с «верхним» уровнем первичная: TRL2 Modbus, RS485 Modbus, Enraf или HART вторичная: TRL2 Modbus, Enraf и WirelessHART
релейные выходы	релейный выход SIL: одно реле сертифицированное по SIL2/SIL3 с характеристиками 350 VAC/VDC, 100 мА
	релейный выход Non -SIL: одно или два реле с характеристиками 350 VAC/VDC, 80 mA
отображаемые параметры на дисплее (по заказу	уровень, скорость изменения уровня, пустота, величина отр. сигнала, объем TOV, средняя температура продукта, температура в точке 1…16, средняя температура паров, уровень подтоварной воды, давление паров, давление продукта, наблюдаемая плотность, расход продукта
аналоговые входы	один аналоговый вход 4…20 мА + HART, активный/пассивный
Электрические	
питание	=24-48 В или ~48-240 В, 50/60 Гц
потребляемая мощность	макс. 20 Вт
кабельные вводы	4 ввода 1/2” и 2 ввода 3/4", по заказу M20 и M25
кабель для инф. шины	экранированная витая пара 0.5…1.5 мм^2 (AWG22-16
кабель для питания релейных выходов	экранированная витая пара 0.5…2.5 мм^2 (AWG22-14
встроенный терминатор	Да
Механические	
материал корпуса	алюминий с полиуретановым покрытием
вес	4,7 кг
Условия эксплуатации	
температура окр. среды	-40…+70 °C, для дисплея -25…+70 °C
температура хранения	-50…+85 °C, для дисплея -40…+85 °C
влажность	0…100 % относительной влажности
погодозащита	IP 66/67 и Nema 4X

12.4.Установочные размеры модуля связи 2410





13.Модуль полевых соединений 2160

13.1.Функции модуля полевых соединений FCU 2160 в системе Raptor

Модуль полевых соединений FCU 2160 является в системе Raptor концентратором данных, который постоянно производит опрос полевых устройств системы Raptor через модуль связи 2410.

К модулю FCU 2160 могут также подключаться уровнемеры системы TankRadar L/2: уровнемеры 3900REX и PROTH43 .

Модуль полевых соединений FCU 2160 хранит данные полученные от полевых устройств в оперативной памяти и по запросу от Master-устройства передает их в систему «верхнего» уровня.

Модуль 2160 на групповой шине является Slave-устройством, а на полевой шине – Master-устройством. Модуль полевых соединений FCU 2160 имеет шесть портов связи, каждый из которых настраивается отдельно и работает независимо от других портов.

Из шести портов два порта X1 и X2 являются всегда полевыми шинами, а порты X5 и X6 – всегда групповыми. Порты X3 и X4 могут быть сконфигурированы как полевыми шинами по умолчанию или как групповыми.

Интерфейс обмена по каждой шине может быть выбран отдельно путем установки соответствующей платы: для интерфейса TRL2 – FCM-плата и для интерфейса RS485 – FCI-плата. Кроме этого, два порта X5 и X6 всегда групповые шины могут быть сконфигурированы для работы по интерфейсу RS232.

Каждый уровнемер серии полевых соединений 3900REX, PROTH43 и модуль связи 2410 для работы по полевой шине должен иметь свой уникальный Modbus-адрес.

Два модуля 2160 могут быть настроены на работу в горячем резерве, т.е. резервный модуль будет находиться в режиме ожидания, и при отсутствии сигнала от основного автоматически перейдет в рабочий режим.

13.2.Характеристики

Наименование	модуль полевых соединений FCU 2160
взрывозащита	Нет
количество резервуаров	32
интерфейс связи	полевая шина: TRL2 шина и RS485 рекомендуется на каждый порт 8 резервуаров по протоколу TRL2 и 32 резервуара по интерфейсу RS485 групповая шина: TRL2 шина, RS232 или RS485 скорость по групповой шине – до 19200 протокол передачи данных – Modbus RTU
Питание	~115 или 230 В, 50…60 Гц, макс. 10 Вт
кабельные вводы	7 вводов M20 x 1.5
Вес	4,5 кг
температура окр. Среды	-40…+70 °C
Погодозащита	IP65

14.Модем полевой шины 2180

14.1.Применение модема полевой шины в составе системы Raptor

Модем полевой шины FBM2180 является преобразователем интерфейса полевой шины системы TRL/2 в стандартный интерфейс RS232 или USB и обратно, информационным протоколом при этом является протокол Modbus.

Модем FBM2180 используется для подключения рабочей станции TankMaster к модулю полевых соединений FCU2160.

В комплект поставки включен монтажный комплект для установки модема FBM2180 на стандартной DIN рейке. Кабели для подключения модема к рабочей станции к COM -порту и USB-порту также входят в комплект поставки.

Питание модема при его подключении к USB-порту осуществляется по одному и тому же соединительному кабелю.

При подключении модема к COM-порту и нтерфейс RS232 необходимо дополнительное питание, кабель для этого и преобразователь питания также входят в комплект поставки.

На передней панели модема имеются светодиоды для отображения интенсивности обмена и режимов работы. А также переключатели для усиления сигнала и включения терминатора.

14.2.Характеристики

наименование	модем полевой шины 2180
питание	7…12 В, 50 мА от адаптера питания (включен в поставку
кабель для подключения к компьютеру	3 м для RS232; 3 м для USB (включены в поставку
взрывозащита	нет
защита по полевой шине	гальваническая развязка

15.Дисплейный модуль 2230 / RDU

15.1.Функции дисплейного модуля в системе Raptor

Дисплейный модуль 2230 / RDU40 отображает данные измерений таких параметров продукта как уровень, температура и давление.

Дисплейный модуль может устанавливаться во взрывоопасной зоне на крыше резервуара или у его основания.

Дисплейный модуль 2230 подключается к шине Tankbus и получает питание от модуля связи 2410, он может отображать данные измерений, получая их от устройств, подключенных к одному модулю 2410, и установленных максимум на 10 резервуарах.

Дисплейный модуль RDU40 подключается непосредственно к уровнемерам 3900REX и PROTH43, от которых получает питание и информацию о параметрах продукта в резервуаре.

Четыре функциональных кнопки предназначены для настройки отображения данных на экране панели.

С помощью этих кнопок можно настроить просмотр одного, двух и четырех параметров одновременно. Размер шрифта при отображении одного параметра составляет 25 мм.

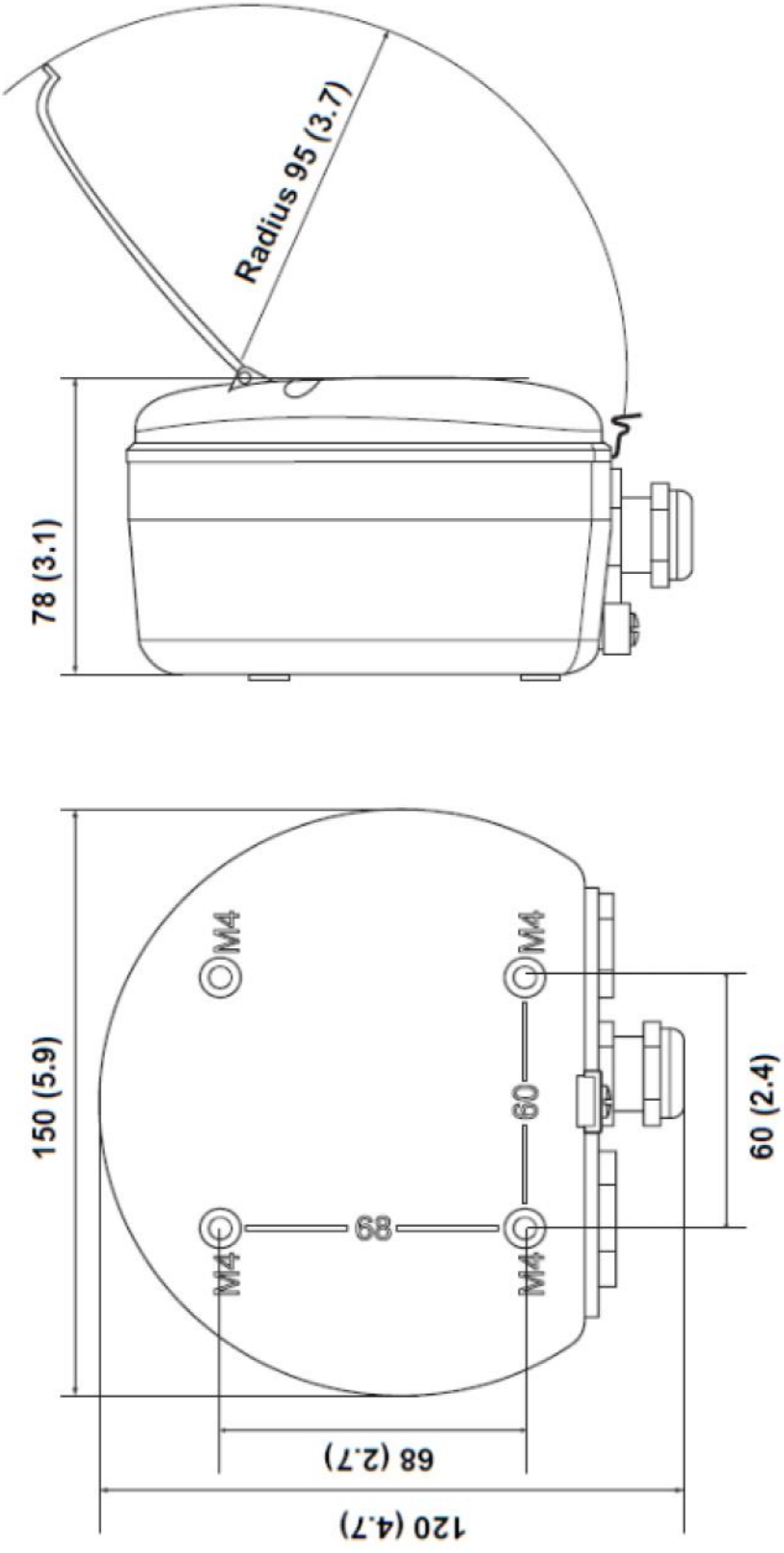
Дисплейный модуль 2230 имеет встроенный терминатор, который может быть использован для обеспечения качественной связи по шине Tankbus.

Дисплейный модуль 2230 / RDU40 может быть установлен на стенке или пластине с использованием четырех винтов M4. Место установки должно обеспечить свободное открытие и закрытие крышки. Защитная крышка предотвращает выгорание дисплея при попадании солнечных лучей.

15.2.Характеристики

Основные	
наименование	дисплейный модуль 2230 / RDU40
время переключения	2…30 с
отображаемые параметры	уровень, скорость изменения уровня, пустота, величина отражённого сигнала, объем TOV, средняя температура продукта, температура в точке 1…16, средняя температура паров, уровень подтоварной воды, давление паров, давление продукта, наблюдаемая плотность, расход продукта
Электрические	
питание	питание от модуля связи 2410 (=9.0…17.5 В
потребляемый ток	30 мА
время запуска	5 с
время обновления	2…30 с
время реакции	0,5 с
кабель для шины Tankbus	экранированная витая пара 0.5…1.5 мм^2 (AWG22-16
встроенный терминатор	да
Механические	
материал корпуса	алюминий с полиуретановым покрытием
кабельные вводы	2 ввода M20×1,5 и 1 ввод M25×1,5
вес	1,2 кг
Условия эксплуатации	
температура окр. среды	-20…+70 °C
температура хранения	-30…+85 °C
влажность	0…100 % относительной влажности
погодозащита	IP 66/67 и Nema 4X

15.3.Установочные размеры



16. Блоки ввода – вывода информации

16.1. Функции блоков ввода-вывода информации

Блоки ввода – вывода информации серии IOT 5100 значительно расширяют возможности системы. С использованием блоков серии IOT5100 возможно создание законченной системы управления малыми объектами.

Блоки серии IOT5100 работают по стандартному Modbus протоколу интерфейс RS485. Они подключаются к дополн ительному COM-порту рабочей станции TankMaster с использованием преобразователя интерфейса RS232 – RS485. К одному порту можно подключить до 64-х блоков IOT.

Существует четыре разновидности блоков серии IOT 5100:

- IOT 5110 – 16 аналоговых входов;
- IOT 5120 – 16 аналоговых выходов;
- IOT 5130 – 16 дискретных входов;
- IOT 5140 – 8 дискретных выходов.

С использованием блока IOT 5110 к рабочей станции можно подключить 16 токовых датчиков по входу 4…20 мА или датчиков напряжения 0…10 В. Значение измеряемых параметров можно "привязать" к резервуару.

С использованием блока IOT 5120 можно передавать в систему управления информацию о значениях 16 параметров продукта в виде токового сигнала 4..20 мА или напряжения 0…10 В.

Через блок IOT 5130 к рабочей станции можно подключить 16 дискретных входов и отображать в TankMaster состояние клапанов, задвижек и пр.

Блок IOT 5140 может быть использован для передачи в систему управления 8 дискретных сигналов, например, состояние сигналов тревоги.

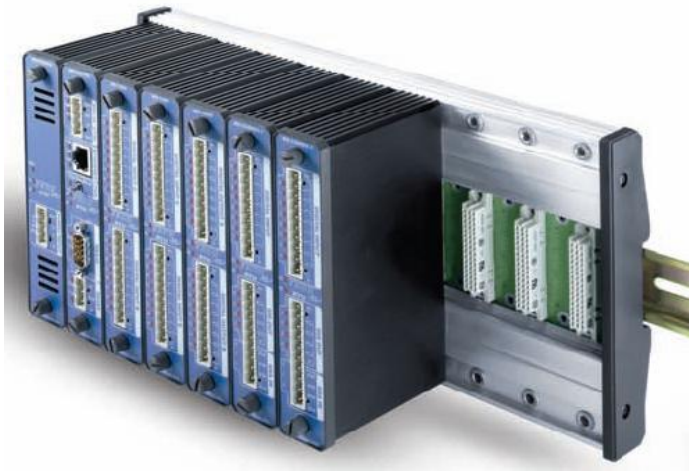
16.2. Характеристики

Общие характеристики	
Протокол	Modbus
Интерфейс	RS 485
Скорость передачи данных	115 кб/с
Питание	= 24 В
Габаритные размеры	160 x 100 x 80 мм
Взрывозащита	нет
Температура	0 … + 55 ºС
Монтаж	DIN рейка 35 мм
Блок аналоговых входов IOT5110	
Число каналов	16
Сопротивление нагрузки	по току 50 Ом по напряжению 10 кОм
Погрешность	± 0,5 % от диапазона
Блок аналоговых выходов IOT5120	
Число каналов	16
Сопротивление нагрузки	50 Ом (макс. 500 Ом) для выхода 0..20 мА
Ток нагрузки	< 5 мА для выхода 0..10 В
Погрешность	по току ± 0,5 % от диапазона по напряжению ± 0,2 % от диапазона
Блок дискретный входов IOT5130	
Число каналов	16
Входное напряжение	0…35 В
Входной сигнал	"сухой" контакт
Входной ток	макс. 0,6 мА
Блок релейных выходов IOT5140	
Число каналов	8 реле
Входное напряжение	макс. 250 В, 2 А

17.Блок T-Box с релейными выходами

17.1.Применение блоков T-Box в системе коммерческого учёта

Блоки T-BOX MS обеспечивают выдачу аварийных сигналов в систему автоматики.



Блок T-Box MS подключается к групповой шине модуля полевых соединений FCU 2160 по стандартному протоколу Modbus RTU с использованием интерфейса RS232 или RS485. T-Box MS является для модуля FCU2160 отдельным Master-устройством, поэтому обмен данными производится независимо от обмена с рабочей станцией TankMaster.

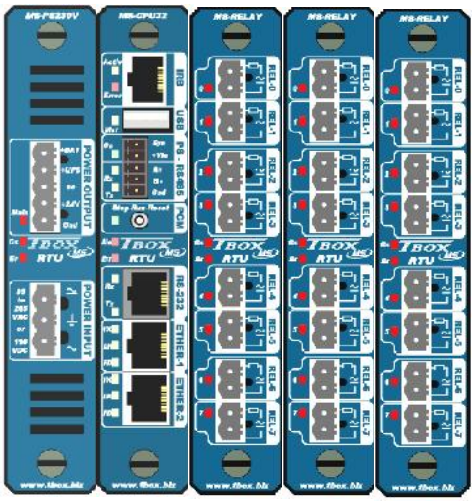
Блок T-Box MS с задаваемым периодом опроса осуществляет независимое считывание измеренных параметров продукта в резервуаре уровень, скорость изменения уровня, уровень подтоварной воды, давление и пр.) по всем резервуарам, оборудование которых подключено к модулю FCU2160.

При выходе значения какого-либо параметра за установленные пределы, T-Box может изменять состояние одного или нескольких реле из состава подключенных модулей релейных выходов.

17.2.Устройство блоков T-Box

Блок T-Box MS имеет модульную структуру, в которую обязательно должны входить преобразователь питания и процессорный модуль. Остальные модули включаются в состав блока в зависимости от применения блока. Все модули вставляются в стандартные корпуса емкостью для 1, 5, 10, 15 и 20 модулей. Корпус может крепиться на стандартной DIN-рейке.

При необходимости к преобразователю питания может подключаться аккумуляторная батарея, которая может обеспечить работоспособность всего блока при отключении питания. При возобновлении питания заряд батареи автоматически восстанавливается.



Процессорный модуль также может быть двух типов, отличающихся разрядностью процессора, объемом оперативной памяти, быстродействием и производительностью. На процессорном модуле имеются стандартные порты RS232 и RS485 – для подключения модуля полевых соединений FCU2160.

Модуль релейных выходов MS-Relay имеет в своем составе 8 реле, срабатывание которого может быть оперативно настроено в зависимости от значения любого измеряемого параметра.

На каждом модуле из состава блока T-Box имеются светодиоды, которые могут сигнализировать о возможных ошибках в работе модулей, отображать процесс обмена и состояния реле.

17.3. Характеристики

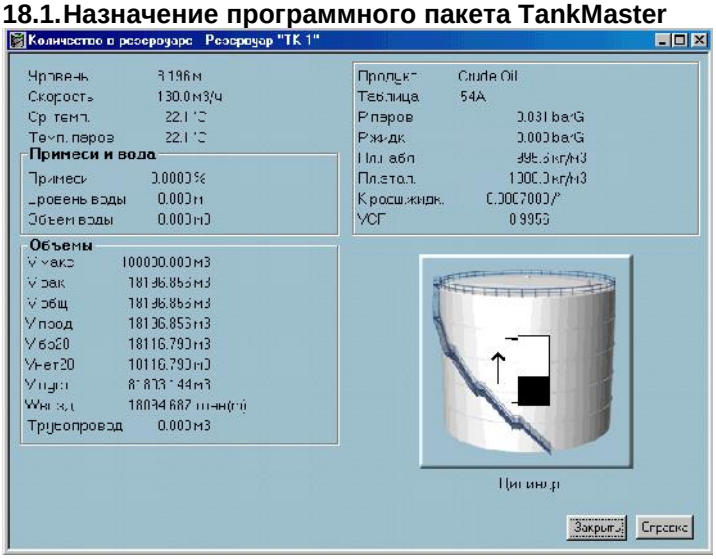
Общие характеристики		
Температура хранения	-40…+80 ℃	
Рабочая температура	-10…+50 ℃	
Влажность	5…95 %	
Наработка на отказ	>400 000 часов	
Габариты	150 x 83 x 29 мм	
Преобразователь питания		
Наименование модуля	MS-PS230V	MS-PS-DCN
Напряжение питания	~85…265 В = 90…375 В	=24 В
Номинальная потребляемая мощность	20 Вт	20 Вт
Максимальная потребляемая мощность	50 Вт	50 Вт
Выходная мощность	15 Вт	30 Вт
Вес	350 г	350 г
Процессорный модуль		
Наименование модуля	CPU 16-бит	CPU 32-бит
Порты связи	RS232 -1 шт. RS485 -1 шт. Ethernet -1 шт.	RS232 -1 шт. RS485 -1 шт. Ethernet -2 шт. USB -1 шт.
Тактовая частота	7,2 МГц	266 МГц
Оперативная память	768Кб	64 Мб
Потребление	200 мА	400 мА
Вес	272 г	272 г
Модуль релейных выходов		
Наименование модуля	MS-RELAY	
Тип выхода	релейный, типа "сухой контакт"	
Количество выходов	8	
Напряжение на контактах реле: для блока MS-PS230V для блока MS-PS-DCN	~230 В =30 В	
Ток на контактах реле	3 А	
Ресурс срабатываний	10 000 000	
Потребление	20 мА	
Напряжение на пробой	3 кВ	
Вес	258 г	

18.Программное обеспечение TankMaster

TankMaster представляет собой работающий в операционной системе Windows пакет программного обеспечения, предназначенного для управления работой системы учета Raptor и/или TRL/2.

Программное обеспечение TankMaster разработано на основе промышленного стандарта обмена данными OPC, его ядром является OPC сервер – TankServer. Использование OPC технологии позволяет обеспечить передачу данных системы учёта в системы управления, программное обеспечение которых работает по стандарту OPC: Emerson DeltaV, Intellution's iFIX и Wonderware's InTouch, а также в приложения Microsoft Office.

18.1.Назначение программного пакета TankMaster



TankMaster обеспечивает настройку полевого оборудования, а также настройку системы для выполнения задач учета и передачи данных измерений и вычислений в систему «верхнего уровня». Кроме того TankMaster предоставляет возможность создания графического интерфейса пользователя для отображения информации измеряемой и вычисляемой системой.

Рабочая станция TankMaster непрерывно опрашивает подключенное оборудование, и на основе полученных данных измерений уровень, температура, давление и пр.) проводит в реальном масштабе времени вычисления объема, плотности и массы продукта в резервуаре.

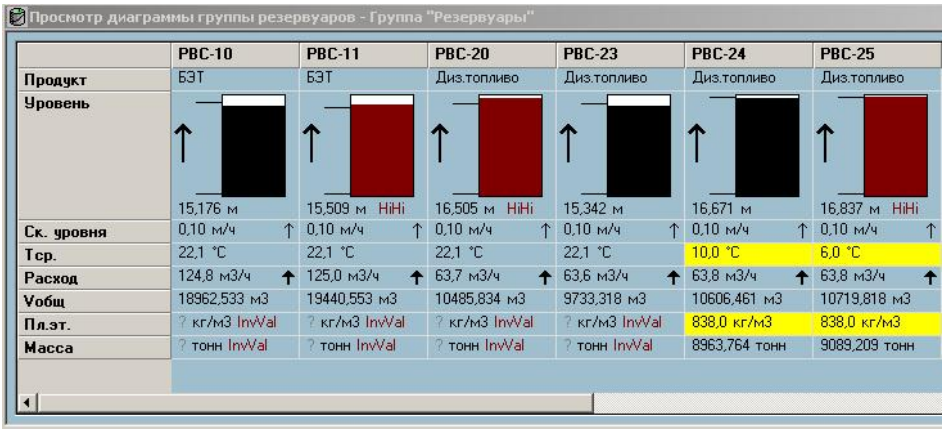
Отображение сразу всех значений параметров продукта данные измерений и вычислений в резе р-вуаре осуществляется в одном окне.

Программное обеспечение TankMaster кроме отображения параметров продукта может выполнять следующие функции:

- сигнализация достижения контролируемыми параметрами заданных значений;
- контроль за значением параметров продукта и выдача сигналов тревоги в случае их выхода за установленные пределы;
- контроль за возможными утечками продукта в резервуарах по значениям уровня и объема, приведенного к эталонной температуре;
- прогноз времени заполнения и опорожнения резервуаров.

В программном обеспечении TankMaster возможно организовать разграничение функций и полномочий пользователей (20 уровней.

При группировке резервуаров по сортам или видам продукта, их расположению или другому признаку в группы на экран дисплея и/или печать может выводиться любая информация по каждому резе р-вуару и суммарная по группе резервуаров.



Просмотр данных измерений и вычислений для группы резервуаров.

18.2. Состав программного пакета TankMaster и функции компонентов

18.2.1. Модуль настройки (WinSetup

Обязательным компонентом пакета TankMaster является программа WinSetup, которая позволяет производить настройку компонентов системы и системы в целом. WinSetup обеспечивает выполнение следующих действий:

- настройка параметров информационного обмена устройств, входящих в состав системы Raptor;
- задание конфигурационных параметров работы оборудования геометрия резервуаров, отобр а-жение данных на встроенных дисплеях, диапазоны измерений и т.д.);
- тестирование и юстировка измерительного оборудования, входящего в состав системы Raptor;
- обновление ПО входящих в состав системы Raptor устройств.

18.2.2. Модули вычисления и отображения

Программное обеспечение из пакета TankMaster, обеспечивающее вычисление и отображение данных, может поставляться в двух версиях:

- WinOpi - полная версия, доступны все функции по учету и инвентаризации. Все вычисления производятся согласно требованиям API, стандартов ISO и ГОСТ.
- WinView - пакет программ с основными функциями инвентаризации. Этот пакет является наиболее выгодным для малых терминалов, нефтебаз хранения и промежуточных резервуарных парков нефтеперерабатывающих и нефтехимических заводов.

В обоих случаях конфигурация системы производится программой WinSetup, которая включена в комплект поставки.

В приведенной ниже таблице приведено сравнение пакетов WinOPI и WinView по основным выполняемым функциям.

Функции	**WinOPI**	**WinView**
выдача сигналов тревоги	да	да
выдача данных в АСУ	да	да
расчеты по API	да	
отчеты	да	да
перевод на русский язык	да	да
функция Network	да	
работа с TankMaster.net	да	
редактор окон	да	
создание групп резервуаров	да	
резервирование рабочей станции	да	
настройка гидростатической системы измерений	да	
Параметры	**WinOPI**	**WinView**
уровень	да	да
скорость изменения уровня	да	да
расход	да	да
средняя температура	да	да
температура по точкам	да	да
температура паров	да	
температура окружающего воздуха	да	
уровень подтоварной воды	да	да
объем подтоварной воды	да	да
общий измеренный объем (TOV	да	да
объем продукта (GOV	да	
приведенный объем продукта (GSV	да	
приведенный объем «нетто» (NSV	да	
давление жидкости, паров и окружающего воздуха	да	
наблюдаемая плотность	да	да (ручной ввод
эталонная плотность	да	
вычисление массы	да	да

18.2.3. Сетевой модуль

Сетевой модуль TankMaster.net - представляет собой web-сервер. Это программное обеспечение с заданным интервалом запрашивает рабочую станцию TankMaster, и размещает полученные значения параметров продукта на своих страницах. При наличии доступа к web-серверу TankMaster.net можно через локальные или глобальные сети передачи данных получить любые данные по резервуарному парку.

В локальной сети можно настроить работу клиентских станций TankMaster просмотр данных рабочей станции TankMaster, и полное взаимодействие просмотр и настройка нескольких рабочих станций TankMaster между собой – функции программного обеспечения Client и Network соответственно.

18.3. Системные требования компонентов программного пакета TankMaster

В таблице приведены системные требования компонентов программного пакета TankMaster

Программное обеспечение TankMaster WinOPI, WinView, WinSetup	
операционная система	Windows XP professional edition. Service pack: SP 2 or SP 3 Windows 2003 Server with service pack 2 (SP 2
процессор	Windows XP: 2 ГГц, double processor Windows 2003 Server: 2.5 ГГц, double processor
оперативная память	Windows XP: 1 ГБ для клиента и 2 ГБ для сервера Windows 2003 Server: 3 ГБ
видеокарта	1152*864, 65536 цветов (16 bit)
порты	RS232 или USB-порт для модема FBM2180
Hardware ключ	на сервере необходим USB-порт для ключа
Программное обеспечение TankMaster.net	
операционная система	Windows XP professional edition (SP 2, Windows 2000 server, Windows 2003 Server, with IIS,
процессор	1,3 ГГц и лучше
оперативная память	1024 МБ
видеокарта	1152*864, 65536 цветов (16 bit)
скорость подключения к TankMaster	20 кБ/с на каждый резервуар
скорость подключения к сети	не менее 256 кБ/с

19. Алгоритмы ПО TankMaster. Методика выполнения измерений

Настоящая методика выполнения измерений разработана на основе документа “Tank Master. Inventory Calculation” из комплекта технической документации производителя на систему Raptor.

Измеряемыми параметрами являются: уровень, средняя температура, давление в газовом пространстве и гидростатическое давление продукта.

Основными вычисляемыми параметрами являются: объем, плотность и масса продукта в резервуаре.

19.1. Вычисление объёма

Общий объем в резервуаре после измерения уровня и средней температуры продукта вычисляется по градуировочной таблице с учетом температурного расширения стенок резервуара. Градуировочная таблица задается парными значениями “уровень-объем” на линейный интервал. Каждый линейный интервал (обычно пояс резервуара задается четырьмя параметрами:

- уровень начала интервала (H_H ;
- объем начала интервала V_H ;
- уровень конца интервала H_H ;
- коэффициент пропорциональности (C .

Объем по градуировочной таблице определяется:

$$V = V_H + C \times H - H_H$$

где: H - текущее значение уровня.

Поправка на температурное расширение стенок резервуара определяется:

$$V_c = V \times 2\sim \times T_{cm} - T_{гр}$$

где:

$\sim$ – температурный коэффициент линейного расширения материала стенки резервуара, значение которого принимается 12,5x10-6 1/°C;

T_{cm} - температура стенки резервуара, принимаемая равной средней температуре жидкости в процессе измерений, °C;

$T_{гр}$ - температура стенки резервуара при градуировке, °C. $T_{гр}$ принимается равной 20°C

Таким образом, общий объем равен:

$$TOV = V + V_C$$

19.2. Вычисление температуры

Средняя температура продукта вычисляется:

$$T_{ср} = \frac{\sum_{1}^{n} T_i}{n}$$

где: T_i – текущие значения температуры, измеряемые находящимися в продукте термоэлементами.

Объем подтоварной воды FWV вычисляется в случае установки датчика подтоварной воды с использованием градуировочной таблицы аналогично п. 1.

Объем продукта брутто GOV вычисляется:

$$GOV = TOV - FWV$$

При коммерческом учете подтоварная вода должна быть предварительно слита и поэтому $FWV = 0$

При наличии датчиков гидростатического давления плотность продукта D_0 вычисляется:

$$D_0 = \frac{P_1 - P_2}{H - L_p \times g}$$

где:

D_0 - плотность в воздухе (в атмосфере, кг/м ^{3};

P_1 – давление столба жидкости, Па;

P_2 – давление в газовом пространстве резервуара, Па;

H - уровень продукта в резервуаре, м;

L_p – расстояние от дна резервуара до середины мембраны датчика давления,

g – ускорение свободного падения для места установки системы.

19.3. Вычисление плотности

Плотность продукта в вакууме равна:

$$D = D_0 - D_a$$

где D_a – плотность воздуха, кг/м^3

При отсутствии датчиков гидростатического давления плотность продукта D при 20°C вводится вручную.

19.4. Вычисление массы

Масса брутто продукта резервуаре вычисляется:

$M = GOV_{20} \times D_{20}$, где:

GOV_{20} – объем брутто продукта, приведенный к 20°C по стандарту API 2540, м^3

D_{20} – плотность продукта в вакууме, приведённая к 20°C по стандарту ИСО 91-2, кг/м^3

Приведение значения плотности продукта к 20°C по стандарту API 2540 выполняется по таблицам 60A для нефти и 60B для нефтепродуктов.

Масса-нетто нефти вычисляется:

$$M_H = M \times \left(1 - \frac{W}{100}\right)$$

где:

$W = W_B + W_{МП} + W_{XC}$

W_B – массовая доля воды в нефти, %

$W_{МП}$ – массовая доля механических примесей в нефти, %

W_{XC} – массовая доля хлористых солей в нефти, %

Значение доли механических примесей, растворенной воды и хлористых солей вводится вручную согласно паспорту качества продукта.

19.5. Определение погрешности вычисления массы

Согласно стандарту ГОСТ Р 8.595-2004 расчет погрешности вычисления массы продукта, находящегося в резервуаре типа РВС (КФ= 1 выполняется по формуле:

$$\Delta m = \pm 1{,}1\sqrt{\left(\frac{\Delta H}{H}\times 100\right)^2 + \Delta K^2 + G^2 \times \Delta^{\circ\,2} + {}^2 10^4 \Delta T_{\circ}^2 + {}^2 10^4 \Delta T_V^2 + \Delta M^2}$$

где:

Δm - относительная погрешность измерения массы продукта, %;

ΔH - абсолютная погрешность измерения уровня, м;

H - уровень продукта, м;

ΔK - относительная погрешность градуировки резервуара, %;

Δ° - относительная погрешность измерения плотности, %;

G - коэффициент, вычисляемый по формуле: $G = \frac{1 + 2\ T_V}{1 + 2\ T_{\circ}}$;

$T_{\circ}$, T_V - значения температур при измерении плотности и объема, °С

$\Delta T_{\circ}$, ΔT_V - абсолют. погрешности измерения температур при измерении плотности и объема, °С

ΔM - относительная погрешность блока обработки данных, %

- коэффициент объемного расширения продукта, 1/°С

Значения относительной погрешности измерения массы при градуировке резервуара с погрешностью 0,1% при использовании системы Raptor с уровнемерами серии 3900 и 5900S приведены в таблице

Уровень продукта в резервуаре, м	**Измерение плотности в лаборатории**		**Измерение плотности автоматически в резервуаре**	
	3900	5900S	3900	5900S
2,0	0,15	0,13	0,5	0,43
5,0	0,13	0,12	0,3	0,23
10,0 – 20,0	0,13	0,12	0,25	0,18

Относительная погрешность вычислений массы продукта программного обеспечения TankMaster не превышает 0,02 %.

19.6. Дополнение для резервуаров с плавающим покрытием.

Градуировочная таблица резервуара составляется по ГОСТ 8.570-2000 для определенной плотности хранимой жидкости. ГОСТ 8.570 предусматривает возможность внесения поправки в получаемый объем жидкости при отклонении реальной плотности жидкости от заложенной в таблице $D_{ж}$ при наличии плавающего покрытия на плаву. При внесении градуировочной таблицы в ПО системы также заносят поправочный коэффициент на изменение объема жидкости, вытесненной плавающим покрытием $V_{п}$, при изменении плотности

$$V_{AF} = \frac{V_0}{D_{баз}}$$

Поправка на изменение объема брутто GOV для реальной плотности продукта в резервуаре с плавающим покрытием вычисляется

$$FRA = V_{AF} \times D - D_{баз}$$

19.7.Дополнение для резервуаров с сжиженным газом.
Для определения общей массы сжиженного газа в резервуаре к объему газа в жидком состоянии прибавляется эквивалентный объем газа, находящийся в газовом пространстве.

Объем паров, приведенный к температуре 15 °С и давлению 1 атм.

$$V = \frac{AVRM \times P_V - P_A \times T_B}{P_A \times T_A}$$

где:

$AVRM$ – свободный объем

P_V – давление паров

P_A – атмосферное давление

T_B – базовая температура в Кельвинах (273,15 + 15

T_A – температура паров в Кельвинах (273,15 + T

Эквивалентный объем жидкости

$$V_0 = \frac{V}{VLVR}$$

где $VLVR$ – соотношение «газ – жидкость» для продукта.

Масса сжиженного газа в резервуаре вычисляется

$$M = GSV + V_0 \times D_{REF}$$

где :

GSV – приведенный объем «брутто»

D_{REF} – приведенная плотность продукта

Вычисление объема и плотности осуществляется по стандарту API 2540 – таблица 54E.