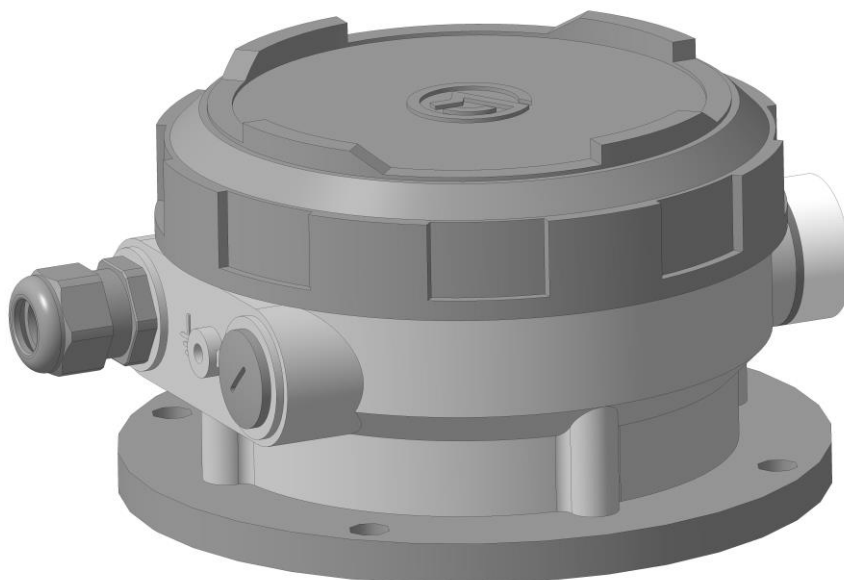


**РУКОВОДСТВО ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ И
МОНТАЖУ РАДИОВОЛНОВЫХ
БЕСКОНТАКТНЫХ УРОВНЕМЕРОВ
УЛМ-31-НФ, УЛМ-31-НФ-Ф, УЛМ-31А1,
УЛМ-31А1-НФ, УЛМ-31А1-НФ-Ф,
УЛМ-31А1-НФ-Ф-ЛС.**





СОДЕРЖАНИЕ

1	Информация о документе	
1.1	Назначение документа	5
1.2	Целевая группа	5
1.3	Условные обозначения	5
2	Основные правила безопасности	
2.1	Требования к персоналу	6
2.2	Назначение	6
2.3	Эксплуатационная безопасность	6
2.4	Общие указания по безопасности	6
2.5	Экологическая безопасность	6
3	Описание изделия	
3.1	Комплект поставки уровнемеров	7
3.2	Конструкция изделия	8
3.3	Идентификация изделия	10
3.4	Принцип работы	11
3.5	Упаковка, транспортирование и хранение	14
4	Монтаж	
4.1	Выбор позиции для монтажа	15
4.2	Общие требования к установке на монтажный патрубок ...	21
4.3	Монтажные патрубки	22
4.4	Зона действия измерительного луча	23
4.5	Мертвая зона	24
4.6	Примеры монтажа	25
4.7	Конструкции в емкости	27
5	Электрическое подключение	
5.1	Общие указания	28



5.2	Соединительный кабель	28
5.3	Экранирование и заземление	29
5.4	Назначение клемм. Подключение.	30
5.5	Источник питания	32
5.6	Порядок подключения прибора	34
6	Начальная настройка и ввод в эксплуатацию	
6.1	Установка адреса уровнемера	37
6.2	Подключение к ПК по интерфейсу RS-485	38
6.3	Настройка основных параметров прибора посредством ПК по RS-485	41
6.4	Токовый выход 4-20 мА. Настройка аварийных сигналов .	46
6.5	Настройка релейных сигналов	48
6.6	Bluetooth	50
7	Информация о работе прибора	
7.1	Диагностика прибора	51
7.2	Эмуляция выходного сигнала	53
7.3	Фотографии	53
7.4	Заводские настройки уровнемера.....	54
8	Обнаружение и устранение неисправностей	55
9	Техническое обслуживание	59
10	Демонтаж	
10.1	Порядок демонтажа	60
10.2	Утилизация	60
11	Ремонт	61
12	Приложения	
12.1	Технические характеристики	62
12.2	Присоединительные размеры уровнемера без монтажного фланца	65



12.3	Присоединение уровнемера к монтажному фланцу	65
12.4	Монтаж уровнемера УЛМ-31А1 на патрубке	67
12.5	Монтаж уровнемеров УЛМ-31-НФ-Ф, УЛМ-31А1-НФ-Ф, УЛМ-31А1-НФ-Ф-ЛС на патрубке	68
12.6	Монтаж уровнемеров УЛМ-31-НФ, УЛМ-31А1-НФ на патрубке	69
12.7	Монтаж уровнемера УЛМ-31А1 на патрубке с изолирующей прокладкой	70
12.8	Монтаж уровнемеров УЛМ-31-НФ-Ф, УЛМ-31А1-НФ-Ф, УЛМ-31А1-НФ-Ф-ЛС на патрубке с изолирующей прокладкой	71
12.9	Монтаж уровнемеров УЛМ-31А1, УЛМ-31-НФ-Ф, УЛМ-31А1-НФ-Ф, УЛМ-31А1-НФ-Ф-ЛС на патрубке с изолирующей прокладкой с использованием прижимного фланца	72
12.10	Монтаж уровнемеров УЛМ-31-НФ, УЛМ-31А1-НФ на патрубке с изолирующей прокладкой с использованием прижимного фланца.....	73
12.11	Монтаж уровнемеров УЛМ-31-НФ-Ф, УЛМ-31А1-НФ-Ф, УЛМ-31А1-НФ-Ф-ЛС с применением перехода на патрубках малого диаметра	74
12.12	Герметизация	75
12.13	Технологический фланец	76
12.14	Конструкция	77



1 ИНФОРМАЦИЯ О ДОКУМЕНТЕ

1.1 Назначение документа

В настоящем руководстве по эксплуатации приведена информация, необходимая для монтажа, подключения, ввода в эксплуатацию и настройки, а также указания по техническому обслуживанию и устранению неисправностей. Перед монтажом и пуском уровнемера в эксплуатацию необходимо ознакомиться с изложенными здесь инструкциями.

1.2 Целевая группа

Данное руководство по эксплуатации предназначено для обученного персонала, который выполняет монтаж, ввод в эксплуатацию, диагностику и обслуживание уровнемера. Персонал должен знать и выполнять, изложенные в данном документе инструкции.

1.3 Условные обозначения

Условный символ	Значение
! ВНИМАНИЕ	Несоблюдение инструкции может вывести прибор из строя или привести к некорректной работе.
! ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ	Несоблюдение инструкции может нанести вред персоналу и/или повреждению прибора.
ПРИМЕЧАНИЕ	Символ означает полезную информацию, на которую следует обратить внимание.



2 ОСНОВНЫЕ ПРАВИЛА БЕЗОПАСНОСТИ

2.1 Требования к персоналу

Персонал, выполняющий монтаж, ввод в эксплуатацию, диагностику и обслуживание уровнемера должен изучить данное руководство и быть допущенным к работе с прибором. При работе с оборудованием персонал должен применять требуемые средства индивидуальной защиты в соответствии с нормами на предприятии.

2.2 Назначение

Уровнемеры УЛМ-31А1, УЛМ-31-НФ, УЛМ-31А1-НФ, УЛМ-31-НФ-Ф, УЛМ-31А1-НФ-Ф и УЛМ-31А1-НФ-Ф-ЛС, далее по тексту уровнемеры, предназначены для непрерывного бесконтактного измерения уровня жидких, вязких и сыпучих продуктов и ориентированы для использования в системах технологического учёта. Уровнемеры применяются для измерения уровня в закрытых и открытых резервуарах, подходят для измерения широкого класса продуктов, таких как кислоты, щёлочи, водные растворы, пищевые продукты, цемент, уголь и др. Не соответствующее назначению прибора применение может привести к аварийной ситуации на производстве или вывести прибор из строя и является источником потенциальной опасности.

Заказной индекс НФ в обозначении уровнемеров УЛМ-31-НФ, УЛМ-31А1-НФ, УЛМ-31-НФ-Ф, УЛМ-31А1-НФ-Ф и УЛМ-31А1-НФ-Ф-ЛС обозначает высокочастотную комплектацию модели УЛМ-31А1 с аналоговым выходом.

2.3 Эксплуатационная безопасность

Эксплуатационная безопасность прибора обеспечивается только при соблюдении указаний данного руководства. Для обеспечения эксплуатационной безопасности и соблюдения гарантийных обязательств, запрещено вносить какие-либо изменения в конструкцию прибора. Действия с прибором, кроме изложенных в данном руководстве, могут выполняться только с официального разрешения изготовителя.

2.4 Общие указания по безопасности

Уровнемеры УЛМ-31А1, УЛМ-31-НФ, УЛМ-31-НФ-Ф, УЛМ-31А1-НФ, УЛМ-31А1-НФ-Ф и УЛМ-31А1-НФ-Ф-ЛС удовлетворяют всем современным требованиям и нормам безопасности. Рабочая частота излучения уровнемеров в зависимости от модификации составляет около 24 ГГц для УЛМ-31А1 и 120 – 140 ГГц для УЛМ-31-НФ, УЛМ-31-НФ-Ф, УЛМ-31А1-НФ, УЛМ-31А1-НФ-Ф и УЛМ-31А1-НФ-Ф-ЛС. Мощность излучения не превышает 8 мВт, что значительно ниже предельно допустимых значений. Уровнемер полностью безопасен для человека и животных. Устройство разрешается эксплуатировать только в исправном состоянии во избежание аварийных ситуаций на производстве. Уровнемеры разрешено использовать только во взрывобезопасной зоне.

2.5 Экологическая безопасность

Защите окружающей среды способствует соблюдение рекомендаций, изложенных в разделах «Упаковка, транспортирование и хранение» и «Утилизация».



3 ОПИСАНИЕ ИЗДЕЛИЯ

3.1 Комплект поставки уровнемеров.

Комплект поставки включает:

- Радарный уровнемер (УЛМ-31, УЛМ-31-НФ, УЛМ-31-НФ-F, УЛМ-31А1, УЛМ-31А1-НФ, УЛМ-31А1-НФ-F, УЛМ-31А1-НФ-F-LC);
- Программное обеспечение для настройки и документация на электронном носителе (компакт диск CD):
 - Программа для настройки Ulmcfg;
 - Драйверное ПО (Bluetooth, HART);
 - Руководство по эксплуатации;
 - Дополнительная документация (сертификаты и разрешения, при необходимости прочая техническая информация).

ПРИМЕЧАНИЕ

Программное обеспечение и документация на электронном носителе может поставляться в количестве 1 шт. на весь комплект заказа по спецификации.

Дополнительное оборудование, которое может быть включено в спецификацию заказа:

- Программное обеспечение верхнего уровня:
 - «Limaco OPC Server»;
 - OPC клиент – «Reservoir Viewer» визуализация системы измерения;
- источник питания;
- преобразователи интерфейса RS-485;
- преобразователи интерфейса HART;
- пульт конфигуратор ПЛ-01;
- герметизирующая прокладка;
- переходный фланец.

ПРИМЕЧАНИЕ

Конкретный тип дополнительного оборудования (интерфейсных адаптеров, фланцев, герметизирующих прокладок) может иметь различное исполнение, оговаривается при заказе оборудования и указывается в спецификации заказа. В пункте 12.12 приведен один из вариантов переходных фланцев - технологический фланец.

3.2 Конструкция изделия

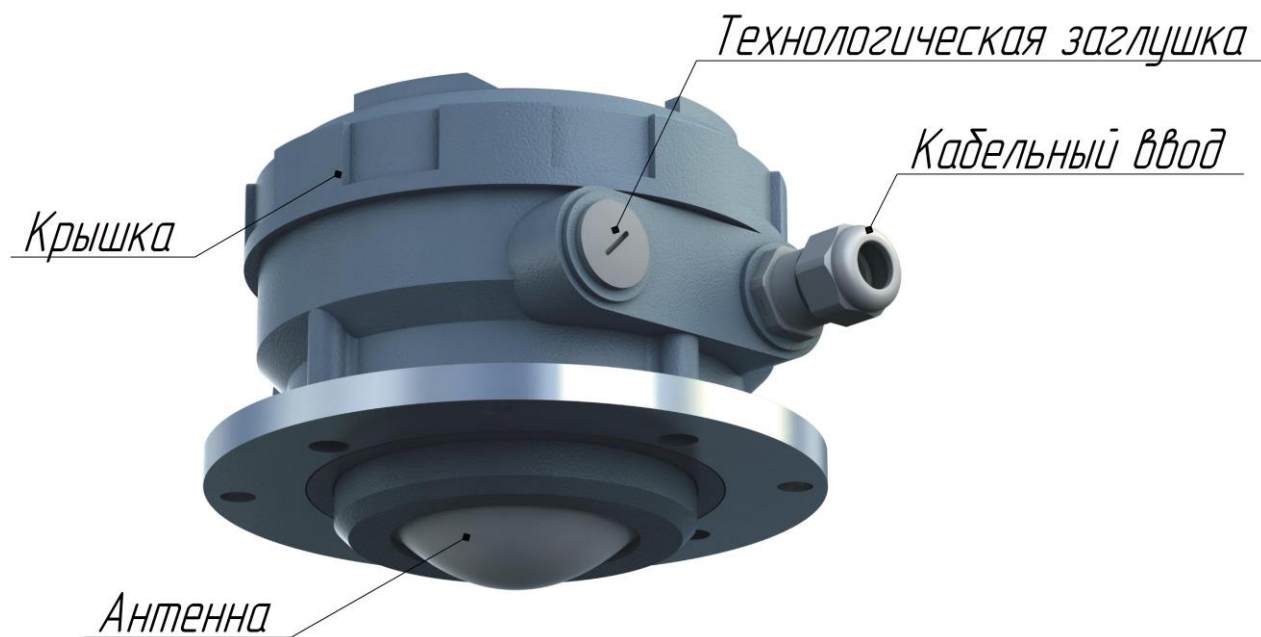


Рис. 3.1. Внешний вид и расположение основных элементов уровнемера УЛМ-31-НФ, УЛМ-31А1-НФ.

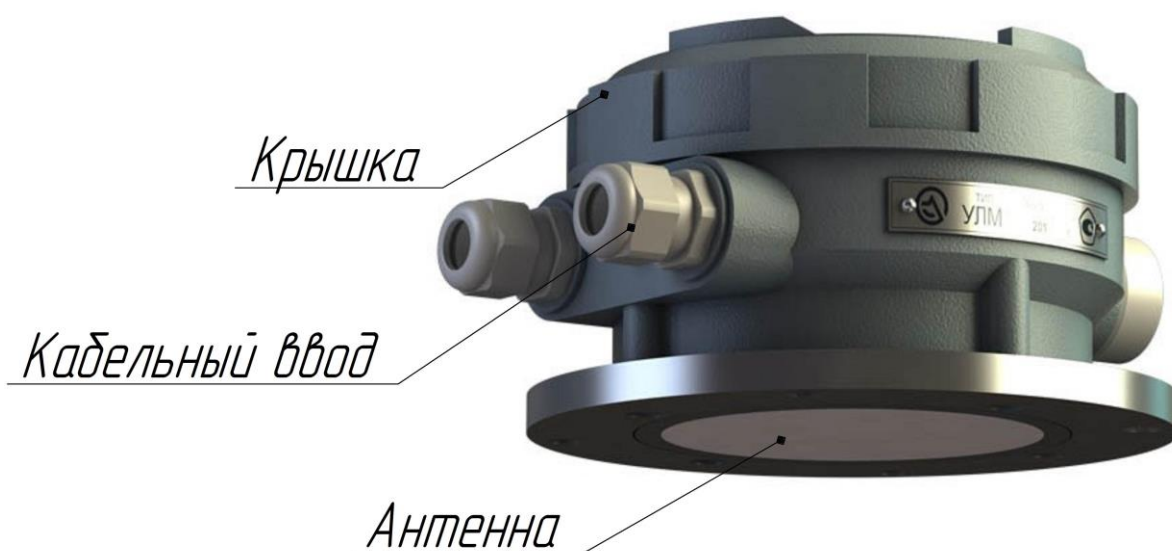


Рис. 3.2. Внешний вид и расположение основных элементов уровнемера УЛМ-31А1.

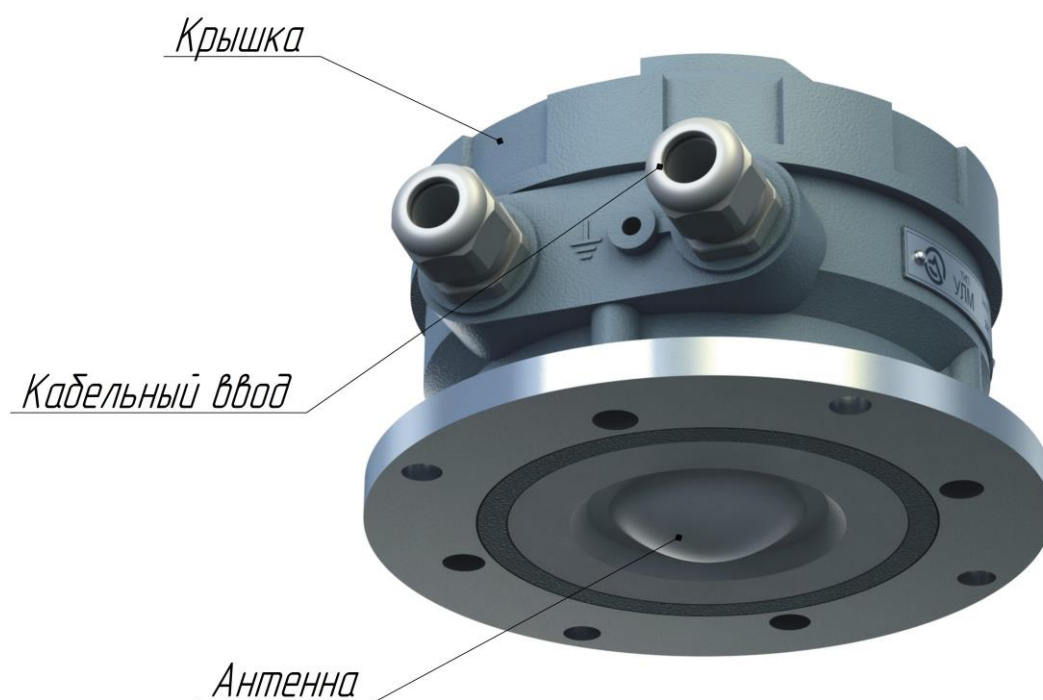


Рис. 3.3. Внешний вид и расположение основных элементов
уровнемера УЛМ-31-HF-F, УЛМ-31A1-HF-F и УЛМ-31A1-HF-F-LC.

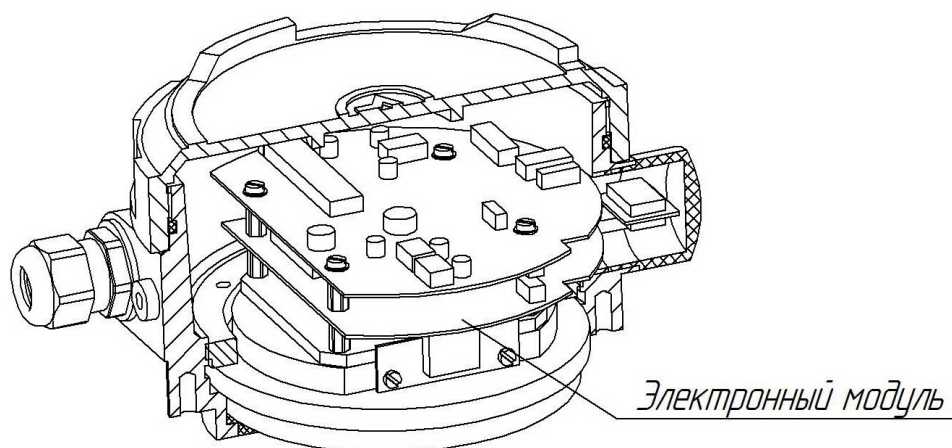


Рис. 3.4. Конструкция уровнемера. Расположение электронного модуля.

3.3 Идентификация изделия

Идентификация прибора выполняется одним из возможных способов:

- по данным, указанным на заводской табличке устройства (шильдике);
- по прилагаемому паспорту изделия;
- по запросу на предприятие изготовитель с указанием серийных номеров уровнемера.

Типовой шильдик уровнемера содержит следующие данные для идентификации и применения прибора:

- логотип изготовителя;
- тип устройства;
- серийный номер;
- год изготовления;
- знак соответствия;
- степень защиты IP;
- допустимая температура окружающей среды;
- напряжение питания;
- выходные сигналы.

Примеры типовых шильдиков:

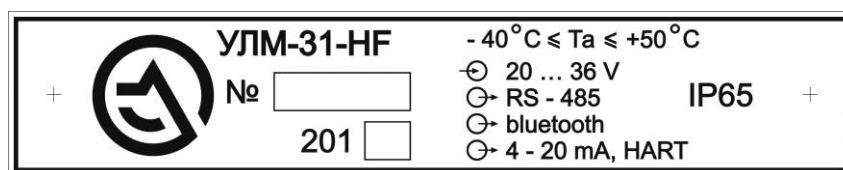


Рис. 3.5. Типовой шильдик УЛМ-31-HF

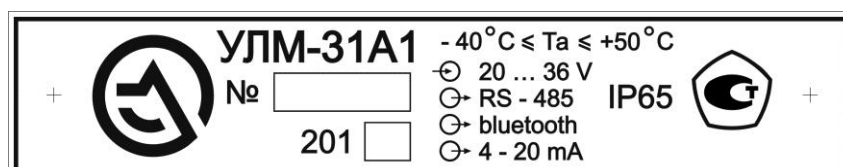


Рис. 3.6. Типовой шильдик УЛМ-31A1

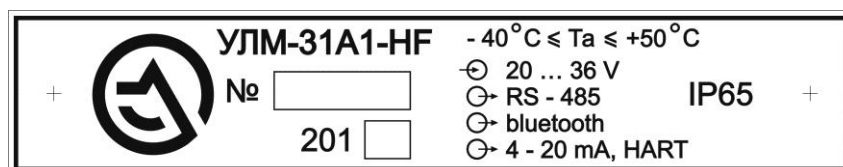


Рис. 3.7. Типовой шильдик УЛМ-31A1-HF

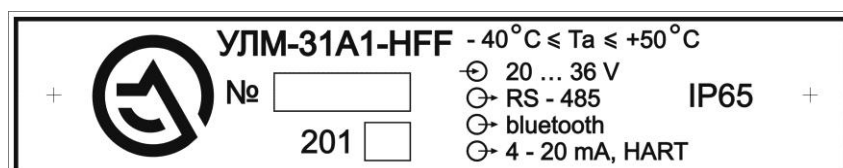


Рис. 3.8. Типовой шильдик УЛМ-31A1-HF-F

3.4 Принцип работы

Уровнемер устанавливается на крыше резервуара, на фланце патрубка. При этом никакие его части не опускаются внутрь резервуара. Прибор измеряет расстояние L от экрана антенны (п. 12.13) до поверхности продукта через отверстие во фланце. Затем производится вычисление уровня по формуле $U = H - L$, где H – высота установки.

Базовой плоскостью измерительного диапазона уровнемера является нижняя поверхность экрана антенны.

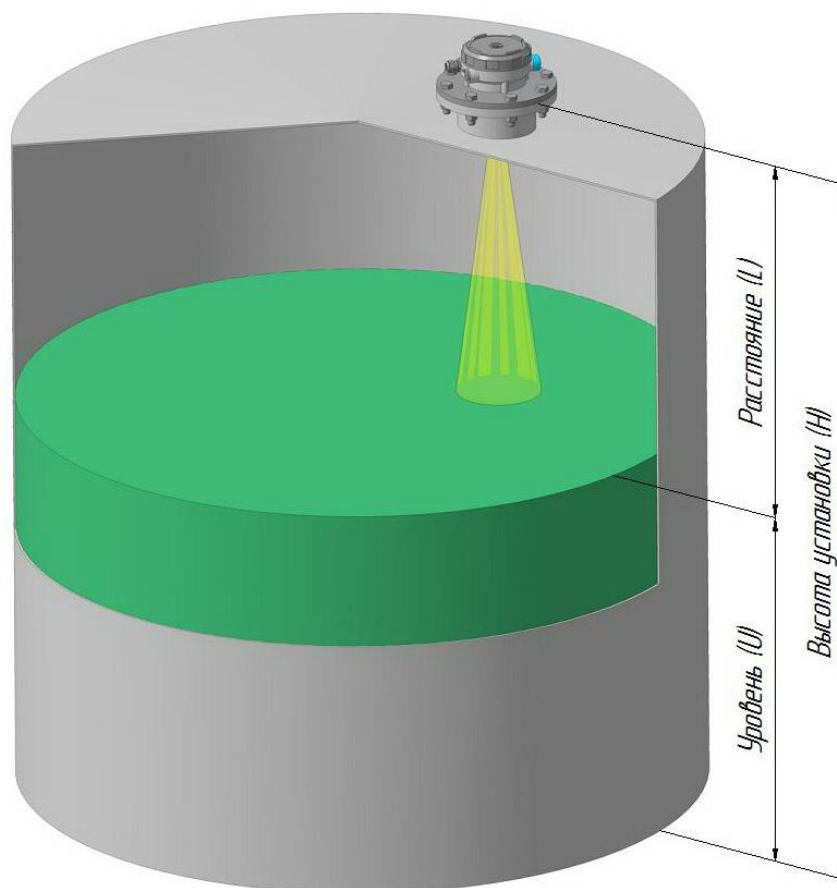


Рис. 3.9. Уровнемер на резервуаре.

Антенна радарного уровнемера излучает радиосигнал и принимает отраженный от поверхности продукта эхосигнал. Электронный блок посредством программно-аппаратного комплекса обрабатывает эхосигнал и преобразует его в соответствующий выходной сигнал, который несет информацию об измеренном значении.

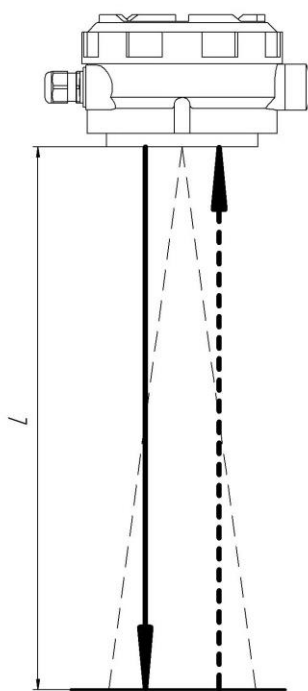


Рис. 3.10. Принцип измерения.

Уровнемеры работают по принципу ЛЧМ (FMCW) - радиолокатора. Это один из классических методов бесконтактного измерения расстояния, позволяющий минимизировать влияние паразитных помех и помех, связанных с неровностями (волнениями) поверхности измеряемого продукта.

Принцип действия заключается в следующем: сверхвысокочастотный генератор малой мощности формирует зондирующий радиосигнал, частота которого в течении периода измерения линейно растёт (сплошная линия на рис.3.11). Этот сигнал (назовём его прямым), излучается антенной датчика в направлении поверхности продукта. Через время задержки T_3 , отраженный от поверхности сигнал (пунктирная линия на рис. 3.11), возвращается в антенну. T_3 – время, которое требуется радиоволне для прохождения расстояния от антенны до отражающей поверхности и обратно. $T_3 = 2 \cdot L / c$, где c – скорость света.

Так как скорость распространения радиоволн постоянна, то зная время задержки, можно определить пройденное расстояние. Из рис. 3.6 видно, что за время T_3 , частота прямого сигнала увеличится на ΔF . При смешивании прямого и отражённого сигналов выделяется низкочастотный сигнал разностной частоты ΔF . Далее этот сигнал оцифровывается и обрабатывается сигнальным процессором (DSP). Используя алгоритм на основе преобразования Фурье и оригинальные адаптивные алгоритмы обработки и шумоподавления, DSP выполняет спектральный анализ сигнала, результатом которого является точное значение разностной частоты. Определив эту частоту, мы определим время задержки сигнала, а значит и расстояние, пройденное радиоволной. Далее измеренное расстояние используется для вычисления уровня и объёма.

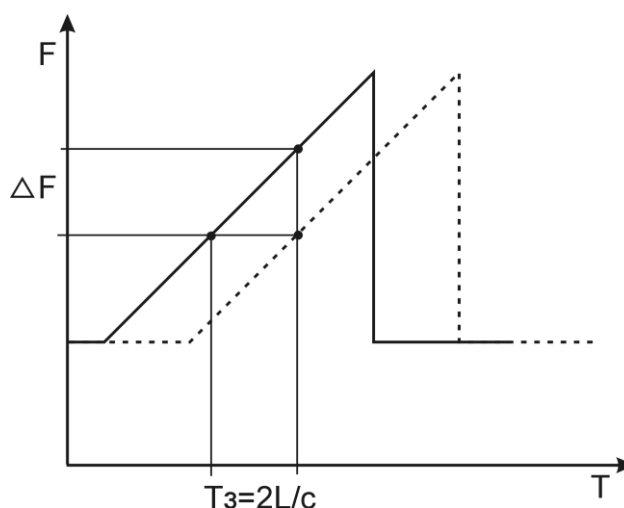


Рис. 3.11. Принцип работы ЛЧМ радиолокатора

3.5 Упаковка, транспортирование и хранение

Уровнемер поставляется в упаковке, обеспечивающей его защиту во время транспортирования.

Упаковка изготовлена из картона, который является перерабатываемым материалом. В отдельных случаях возможно применение пенополиэтилена и полиэтиленовая пленка, которые утилизируются на специальных перерабатывающих предприятиях.

Транспортировка прибора должна выполняться в оригинальной упаковке. После транспортировки прибор должен быть проверен на предмет отсутствия транспортных повреждений и комплектности. В случае обнаружения транспортных повреждений или некомплектности оборудования все выявленные недостатки оформляются в установленном порядке.

Приборы до проведения монтажа должны храниться в оригинальной заводской упаковке в закрытом виде. При хранении должны соблюдаться следующие условия:

- температура хранения $-40 \dots +80^\circ\text{C}$;
- относительная влажность $20 \dots 85\%$;
- не допускается хранение под воздействием агрессивной среды;
- не допускается хранение на открытом воздухе;
- не допускается механическое воздействие на прибор при хранении.

4. МОНТАЖ

4.1 Выбор позиции для монтажа

От правильной установки уровнемера зависит стабильность показаний и точность измерения продукта.

При выборе монтажной позиции прибора следует придерживаться следующих рекомендаций:

- устанавливать прибор таким образом, чтобы зоне измерения (подробнее п. 4.4) не должно быть предметов или конструкций, создающих помехи распространению радиолуча (трубы, арматура, мешалки, стенки резервуара и пр.);

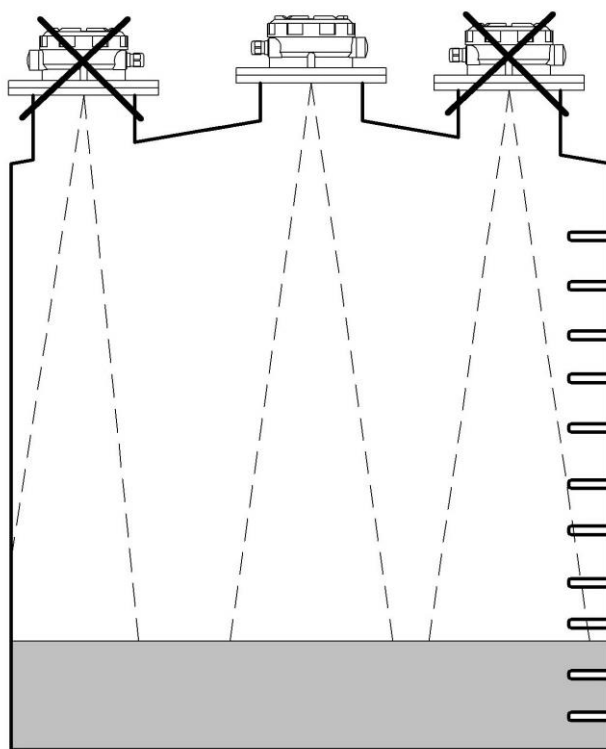


Рис. 4.1. Установка прибора на резервуаре. Конструктивные элементы

- не следует устанавливать прибор таким образом, чтобы поток заполняющего емкость продукта попадал в зону действия луча, оптимально располагать прибор в стороне от места загрузки;

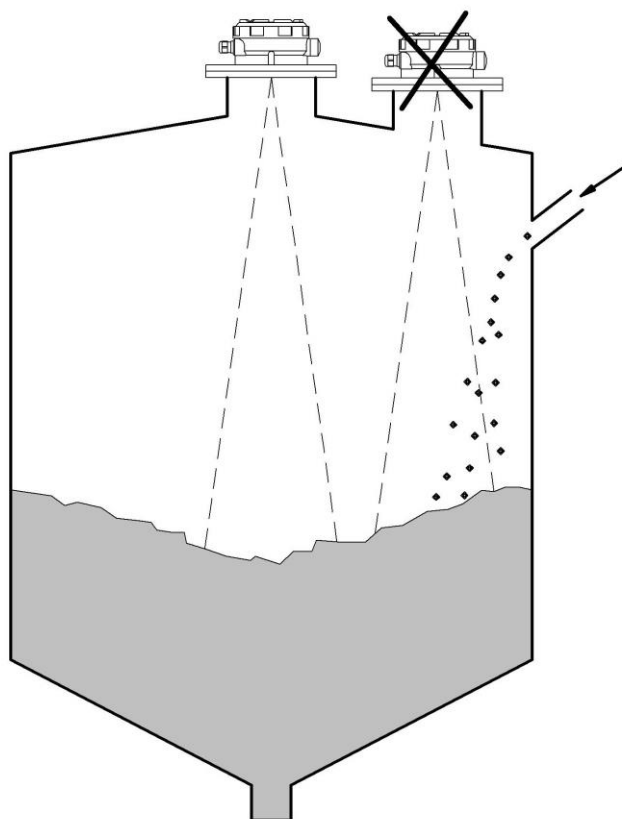


Рис. 4.2. Установка прибора на резервуаре. Подача продукта.

- при выгрузке продукта из резервуара, на поверхности продукта может образоваться воронка. Это надо учитывать при выборе места размещения прибора. Уровнемер необходимо установить над местом с самой гладкой поверхностью продукта.

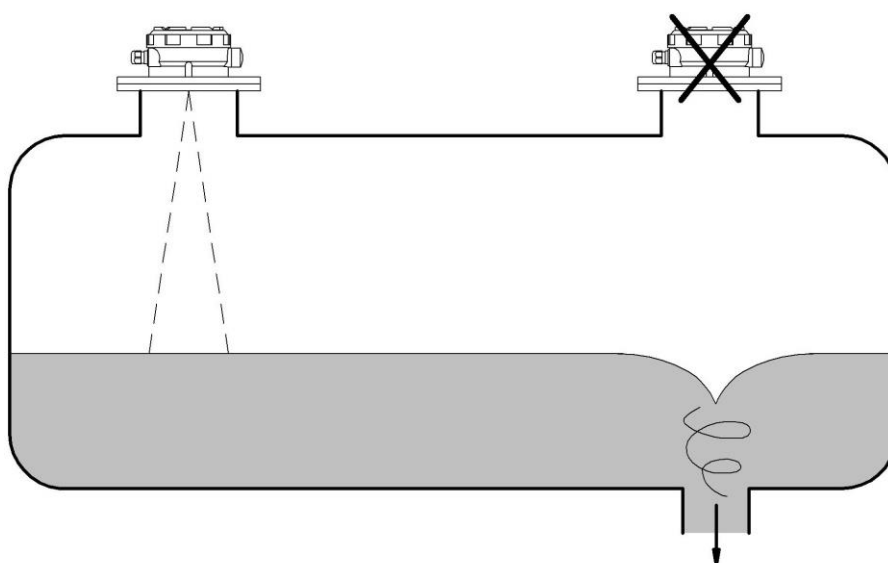


Рис. 4.3. Установка прибора на резервуаре. Выгрузка продукта.

- для обеспечения измерения уровня по всей глубине емкости уровнемер должен быть сориентирован по направлению к самой нижней точке емкости. На вертикальных цилиндрических бункерах с коническим выпуском это достигается монтажом в середине бункера.

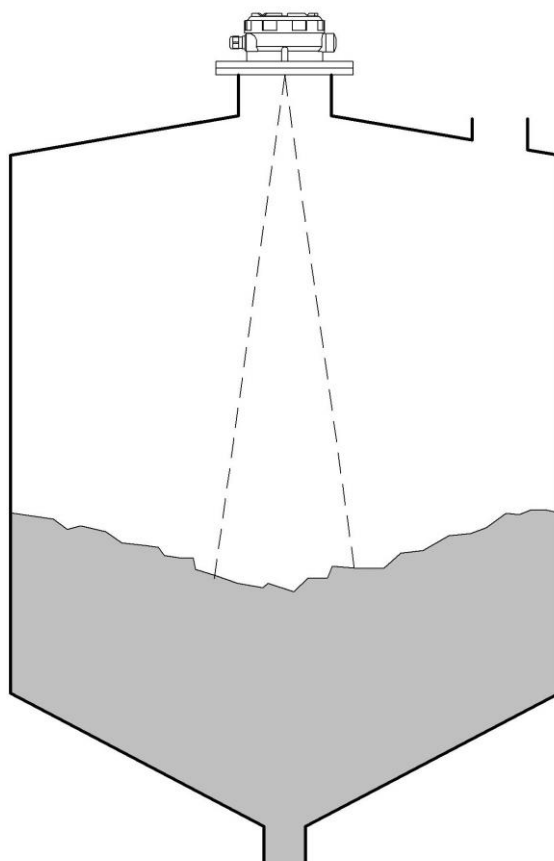


Рис. 4.4. Установка прибора на бункере с коническим дном.

Если такой способ монтажа невозможен, необходимо направить измерительный луч прибора в центр бункера, что достигается наклоном плоскости фланца монтажного патрубка.

Необходимый угол наклона β зависит от монтажной позиции и размеров бункера. Угол наклона можно проверить при помощи датчика угла наклона, встроенного в уровнемер (подробнее п. 7.1 Диагностика прибора) или при помощи уровня.

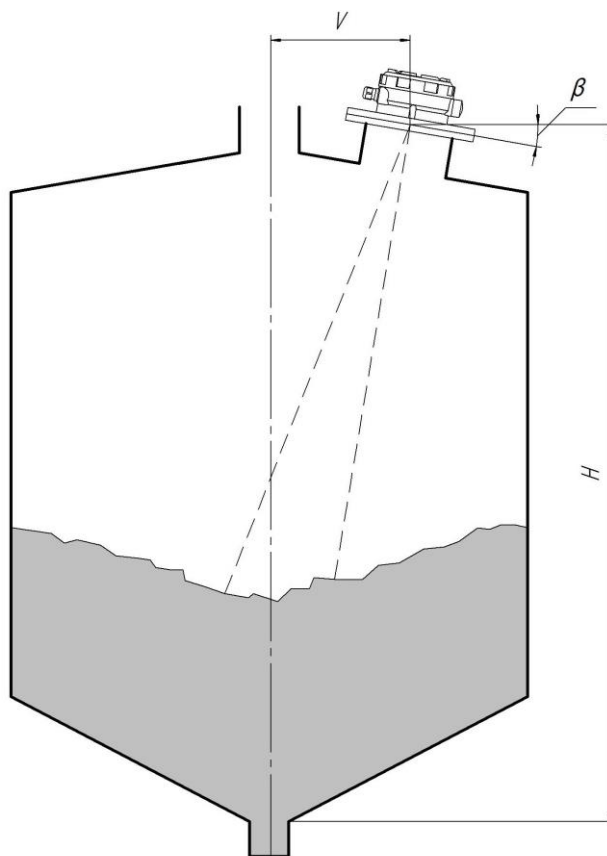


Рис. 4.5. Установка прибора с наклоном на бункере с коническим дном.

В следующей таблице приведены значение расстояния V от центра емкости до монтажной позиции.

Высота установки H , м	$\beta = 2^\circ$	$\beta = 4^\circ$	$\beta = 6^\circ$	$\beta = 8^\circ$	$\beta = 10^\circ$
2	0,1	0,1	0,2	0,3	0,4
4	0,1	0,3	0,4	0,6	0,7
6	0,2	0,4	0,6	0,8	1,1
8	0,3	0,6	0,8	1,1	1,4
10	0,3	0,7	1,1	1,4	1,8
15	0,5	1,0	1,6	2,1	2,6
20	0,7	1,4	2,1	2,8	3,5
25	0,9	1,7	2,6	3,5	4,4
30	1,0	2,1	3,2	4,2	5,3
35	1,2	2,4	3,7	4,9	6,2
40	1,4	2,8	4,2	5,6	7,1
45	1,6	3,1	4,7	6,3	7,9
50	1,7	3,5	5,3	7,0	8,8

Для примера. Бункер высотой 15 м, уровнемер смонтирован на расстоянии 1,6 от центра. По таблице определим требуемый угол наклона 6° .

- в условиях жаркого климата следует использовать козырек или навес для защиты прибора от прямых солнечных лучей;

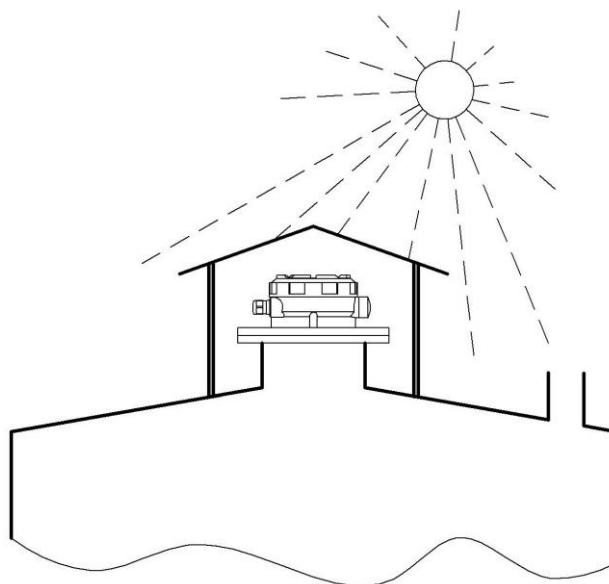


Рис. 4.6. Установка прибора с защитным козырьком

- температура в месте установки уровнемера не должна превышать $+50^\circ\text{C}$, при монтаже на резервуар с высокой температурой среды следует использовать радиопрозрачную герметизирующую прокладку см. п.п. 12.5, 12.6;
- при установке уровнемера на резервуар с избыточным давлением или разряжением, необходимо использовать радиопрозрачную герметизирующую прокладку см. п.п. 12.5, 12.6;

ПРИМЕЧАНИЕ

В случае использования прибора резервуаре, когда невозможно выдержать условия монтажа по отсутствию конструкций в измерительном луче следует придерживаться следующих рекомендаций:

- расстояние от стенки емкости до центральной оси уровнемера выбирать в пределах $1/2 \dots 1/3$ радиуса резервуара, рис. 4.7;

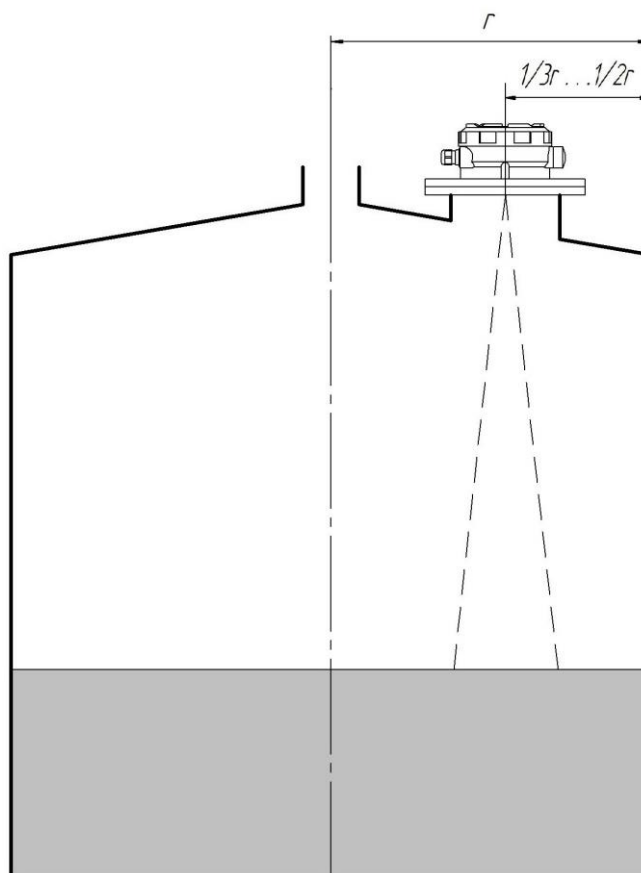


Рис. 4.7. Установка прибора

- если стенки резервуара не являются гладкими (например, рифленый металл, сварные швы, конструкции) расстояние от стенки должно быть максимально возможным.

ПРИМЕЧАНИЕ

В случае применения прибора на резервуарах из непроводящего материала (например, пластик), следует учитывать, что конструкции вне резервуара могут попадать в измерительный луч. Поэтому, при монтаже следует выбирать монтажную позицию с учетом данного факта.

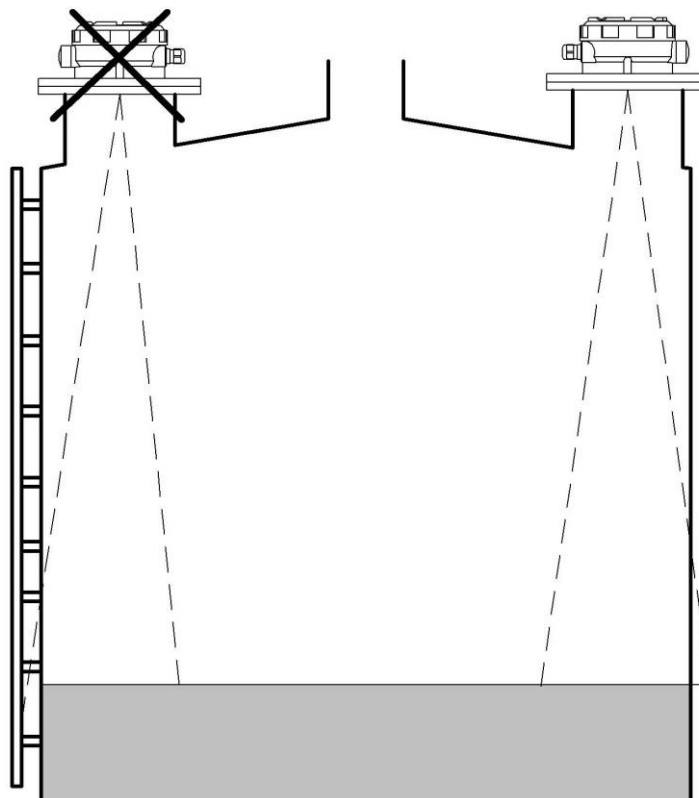


Рис. 4.8. Установка прибора. Резервуар из непроводящего материала.

4.2 Общие требования к установке уровнемера на монтажный патрубок

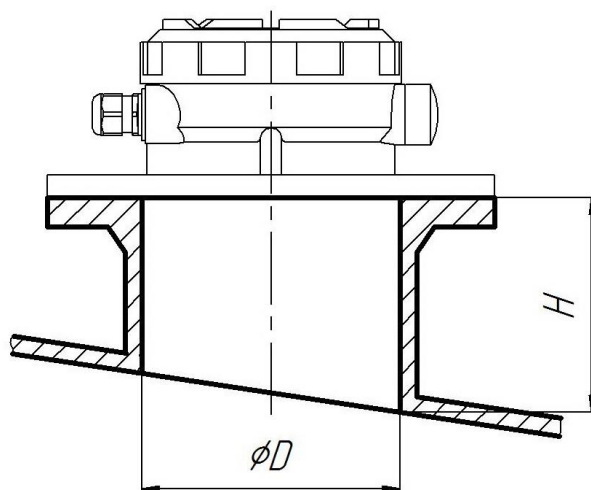


Рис. 4.9. Установка прибора на монтажный патрубок.



Внутренний диаметр патрубка D должен быть не менее 100 мм¹. Допустимое отклонение оси патрубка от вертикали, при измерении уровня жидких продуктов - 1°.

Высота патрубка H измеряется по его внутренней поверхности от фланца до нижней кромки отверстия. Максимальная допустимая высота патрубка зависит от его диаметра. Чем больше диаметр, тем выше допустимый патрубок. Формулы, связывающие диаметр патрубка и его высоту, выбираются в зависимости от применения, см. п. 4.3.

Применение более высокого патрубка может привести к возникновению паразитных переотражений и может затруднить процесс измерения. При желании применить более длинный патрубок, чем рассчитанный для данного применения, необходимо согласование конструкции с производителем. Отверстие в крыше под патрубком должно быть не меньше внутреннего диаметра патрубка. Внутренняя поверхность патрубка не должна содержать неровностей размером более 3 мм. Паразитные отражения от неровностей внутри патрубка могут привести к ухудшению точности и устойчивости измерения.

В случае, использования патрубков прямоугольного сечения высота патрубка с учетом толщины крыши вместе с внутренними конструкциями, примыкающими к крыше (ребра жесткости и т.д.) не должна превышать рассчитанную по формулам, приведенным в п. 4.3, где вместо диаметра патрубка записывается размер узкой стороны прямоугольника.

4.3 Монтажные патрубки

Требования к патрубку зависят от вида применения. Применения подразделяются на два вида: с сильным отраженным сигналом и слабым.

К применениям со слабой отражающей способностью относятся жидкости с возможностью пенообразования >1 см, резервуары с мешалкой, в случаях, когда луч прибора попадает на коническую поверхность, возникающую из-за перемешивания и имеющую угол наклона более 6 градусов, а также все сыпучие материалы.

Все остальные применения относятся к применениям с сильным отраженным сигналом.

Требования к патрубку для применений с сильным отраженным сигналом. Допустимая высота патрубка H рассчитывается по формуле:

$$H = D \cdot 2.5;$$

где H – максимальная высота патрубка в мм, D – диаметр патрубка в мм.

¹ Уровнемер УЛМ-31А1-НF-F с применением перехода (см.п.12.10) допускает установку на патрубки меньшего диаметра.



В следующей таблице приведен расчет для типовых патрубков.

Диаметр патрубка, мм	Максимально-допустимая высота, мм
100	250
150	400
200	500
300	750

Требования к патрубку и отверстию в крыше для применений со слабым отраженным сигналом.

Высота монтажного патрубка должна быть не более его диаметра:

$$H = D.$$

Для данных применений не рекомендуется использование патрубков высотой более 250 мм.

4.4 Зона действия измерительного луча

Основная энергия прибора излучается в луче, определенном диаграммой направленности.

Модель уровнемера	УЛМ-31-HF	УЛМ-31A1	УЛМ-31A1- HF	УЛМ-31A1-HF-F, УЛМ-31-HF-F, УЛМ-31A1-HF-F- LC
Ширина измерительного луча α , град.	2	9	2	5

Диаметр луча W определяется на основе функции от ширины измерительного луча α и измеряемого расстояния L согласно формуле:

$$W = 2 \cdot L \cdot \tan\left(\frac{\alpha}{2}\right)$$

Для расчета ширины зоны действия измерительного луча можно использовать упрощенную формулу для соответствующей модели уровнемера:

Модель уровнемера	УЛМ-31-HF	УЛМ-31A1	УЛМ-31A1- HF	УЛМ-31A1-HF-F, УЛМ-31-HF-F, УЛМ-31A1-HF-F- LC
Диаметр луча	$W = 0.035 \cdot L$	$W = 0.157 \cdot L$	$W = 0.035 \cdot L$	$W = 0.087 \cdot L$

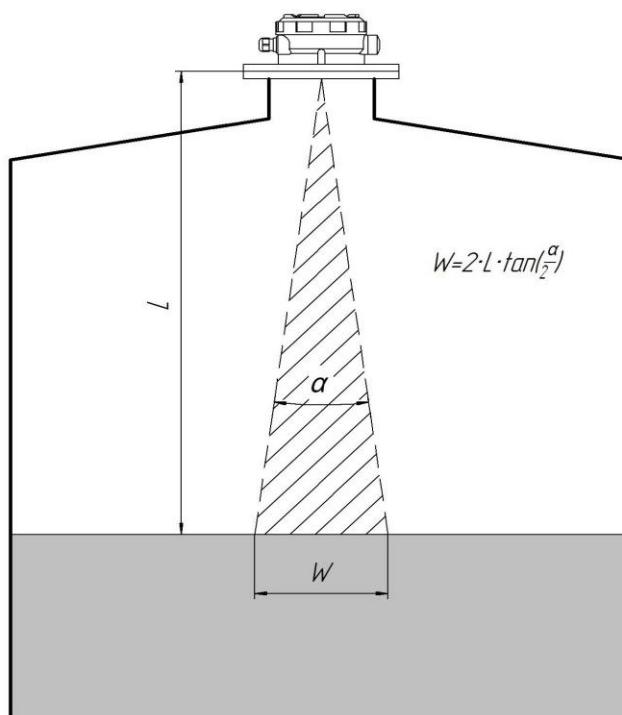


Рис. 4.10. Зона действия измерительного луча

4.5 Мёртвая зона

Уровнемеры имеют так называемую «мёртвую зону». Это зона вблизи антенны датчика, измерение в которой затруднительно либо невозможно. «Мёртвая зона» изображена на рис. 4.11, её можно условно разделить на три области. Самая ближняя (на рисунке слева) область, измерение в которой невозможно. Средняя – область нестабильных измерений, прибор может определять расстояние с низкой точностью, возможны скачки показаний. Дальняя область «мёртвой зоны» – измерения в ней стабильны, но паспортная точность не достигается. Протяжённость областей «мёртвой зоны» зависит от отражающей способности продукта, наличия конструкций резервуара, попадающих в луч датчика. При соблюдении правил установки датчика на резервуаре, «мёртвая зона» не превышает 600 мм.

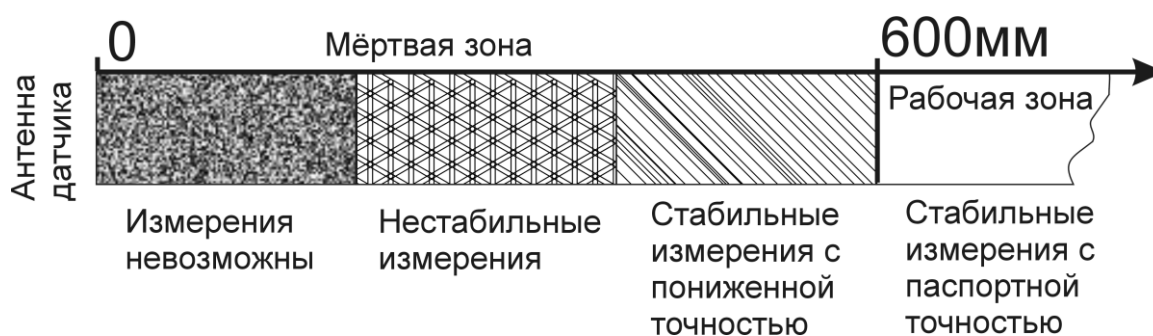


Рис. 4.11. Мертвая зона прибора

4.6 Примеры монтажа

На рис. 4.12, в позициях А и В показаны примеры монтажа уровнемера, выполненного в соответствии с требованиями настоящей инструкции. На рис.4.12 вариант А, показан монтаж уровнемера на фланец резервуара без использования патрубка, на вариант В – с патрубком. В вариантах С-Е изображены типичные ошибки монтажа, на которые следует обратить внимание.

Вариант С – край крыши под патрубком выступает внутрь патрубка, кроме того, отверстие в крыше меньше минимально допустимого.

Вариант D - нижний край патрубка заглублен относительно крыши, из-за чего длина патрубка оказывается больше допустимой.

Вариант Е - уровнемер установлен с большим смещением относительно вертикальной оси патрубка. Следует устанавливать прибор по центральной оси патрубка.

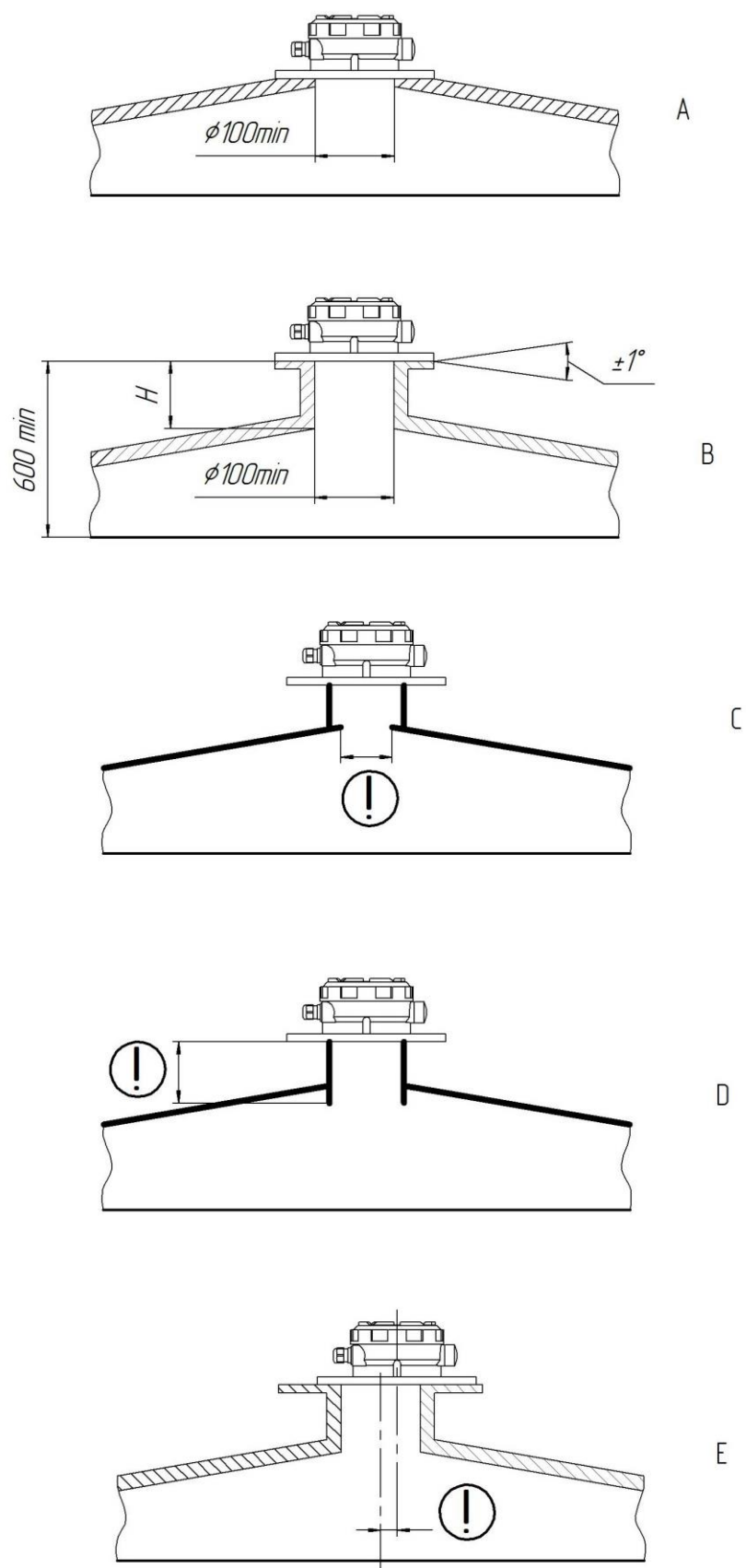


Рис. 4.12. Примеры монтажа

4.7. Конструкции в емкости

Находящиеся в емкости конструкции - трубы, арматура, мешалки, стенки рифленые стенки резервуара, сигнализаторы уровня и прочие предметы, могут быть источником паразитного сигнала. Монтажная позиция уровнемера должна быть выбрана так, чтобы на пути распространения радиосигнала не было никаких препятствий. Если данное условие невозможно выполнить в силу конструктивных особенностей резервуара следует обратиться в службу технической поддержки производителя.

Влияние конструктивных элементов можно уменьшить применением наклонных отражателей, которые рассеивают радиосигнал. Отражатели могут быть изготовлены из листового металла.

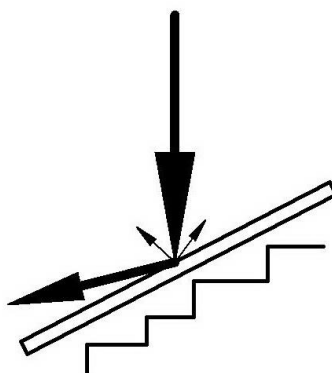


Рис. 4.13. Пример наклонного отражателя над конструкцией в резервуаре



5. ЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ ПОДКЛЮЧЕНИЕ

5.1 Общие указания

! ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ

Все подключения должны выполняться при отключенном напряжении. Работы по электрическому подключению должны выполняться только квалифицированным персоналом, имеющим допуск на данный вид работ.

Уровнемер имеет возможность установки двух кабельных вводов с самоуплотняющейся резьбой NPT. При поставке с завода-изготовителя в корпус может быть установлен один кабельный ввод с технологической заглушкой, в этом случае на месте второго устанавливается сертифицированная заглушка.

! ВНИМАНИЕ

Запрещается:

- *оставлять уровнемер на монтажной позиции без технологической заглушки без подключенного кабеля;*
- *оставлять уровнемер на монтажной позиции с подключенным кабелем, но незатянутым кабельным вводом;*
- *оставлять незаглушенными неиспользуемые кабельные вводы, на их место должна быть установлена сертифицированная заглушка.*

5.2 Соединительный кабель.

При использовании только аналогового выхода 4-20 мА можно использовать стандартный неэкранированный кабель

При использовании цифровых интерфейсов RS-485 или HART рекомендуется использование экранированного кабеля.

Необходимо использовать кабель круглого сечения. Для обеспечения заявленных характеристик по защите от проникновения пыли и влаги IP необходимо использовать кабель подходящего для данного кабельного ввода диаметра.

Подробнее см. п. 12.1 Технические характеристики. Электромеханические данные.

! ВНИМАНИЕ

Запрещено вводить в прибор через один кабельный ввод несколько кабелей.

ПРИМЕЧАНИЕ

Для защиты прибора от проникновения вовнутрь влаги рекомендуется соединительный кабель в непосредственной близости от кабельного ввода изогнуть вниз для стекания влаги от дождя или конденсата.

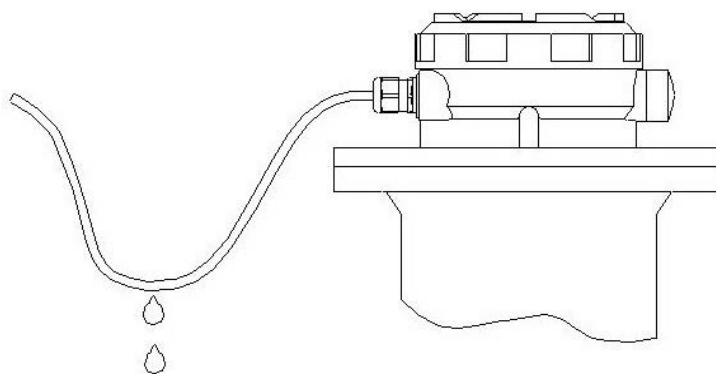


Рис. 5.1 Рекомендация по прокладке кабеля

5.3 Экранирование и заземление.

При использовании экранированного кабеля рекомендуем подключать экран кабеля к потенциалу земли с одной стороны. Используйте клемму заземления со стороны приемного устройства выходного сигнала.

Прибор должен быть заземлен. Имеется клемма внешнего заземления на корпусе прибора, которая подключается к заземлению резервуара.

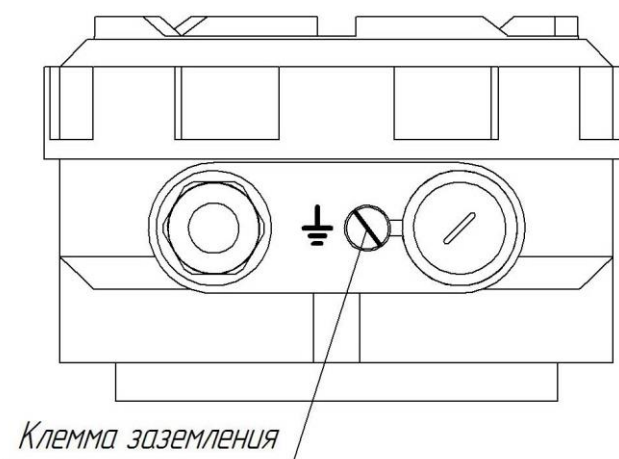


Рис. 5.2 Клемма заземления

5.4 Назначение клемм. Подключение.

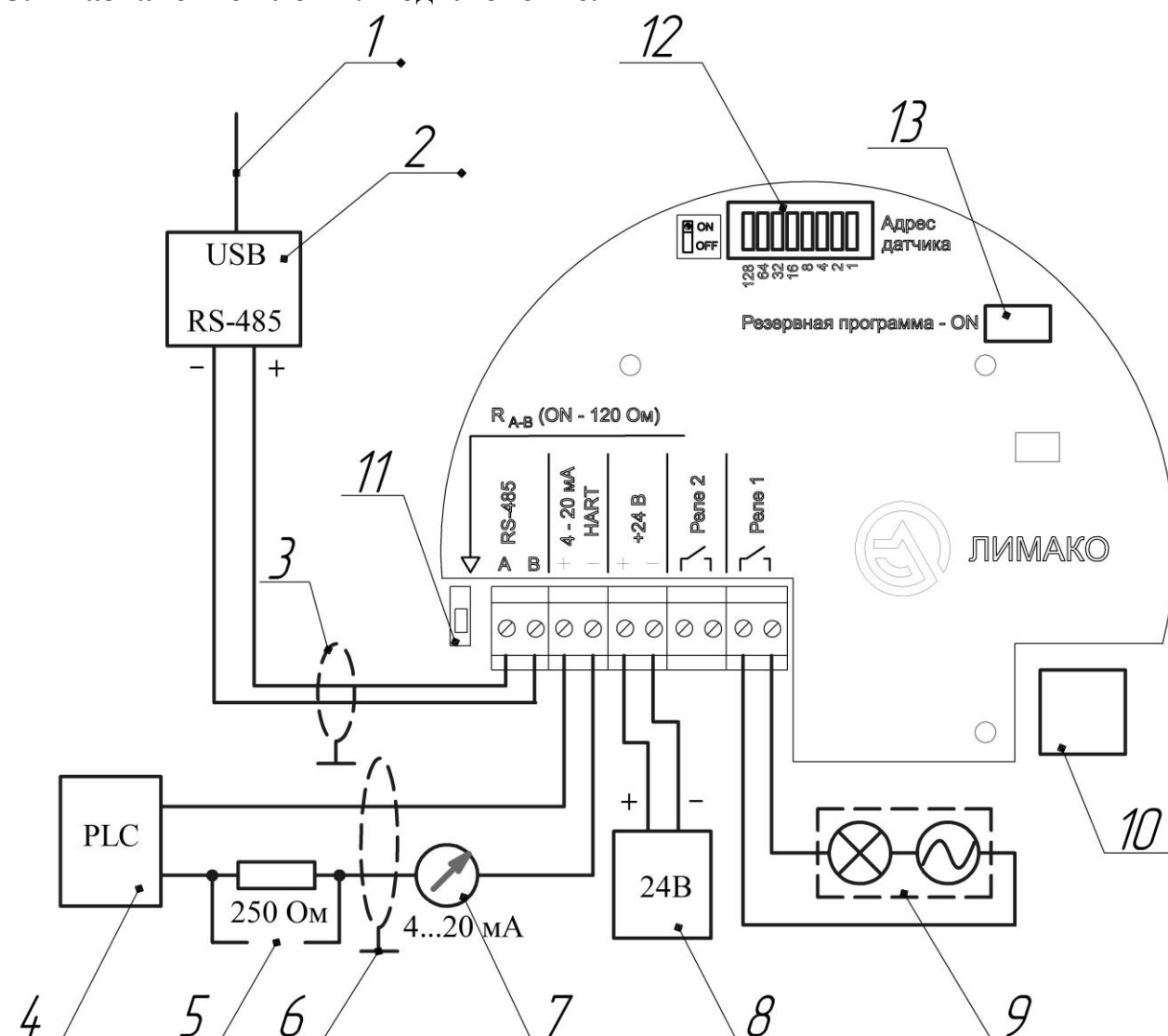


Рис. 5.3 Подключение уровнемеров УЛМ-31А1, УЛМ-31-НФ, УЛМ-31-НФ-Ф, УЛМ-31А1-НФ и УЛМ-31А1-НФ-Ф.

- 1 – Подключение к ПК;
- 2 – Преобразователь RS-485/USB;
- 3 – Экран линии RS-485, подключение к «земле» со стороны преобразователя;
- 4 – Блок контроля, например PLC;
- 5 – Разъем для подключения HART-модема;
- 6 – Экран цифровой линии HART;
- 7 – Аналоговый блок индикации;
- 8 – Источник питания 24В;
- 9 – Блок релейной индикации, пример построения световой сигнализации;
- 10 – Разъем карты памяти microSD;
- 11 – Переключатель, согласующая нагрузка линии RS-485 $R_{A-B}=120 \text{ Ом}$;
- 12 – Переключатель адреса Modbus;
- 13 – Переключатель «Резервная программа», возврат на заводские настройки.

Модификация УЛМ-31А1-НF-F-LC, предназначенная для измерения уровня жидкости. Он спроектирован для измерения уровня в простых условиях, где не требуется сложной регулировки и никакой дополнительной функции обслуживания. Кроме того, радарный уровнемер УЛМ-31А1-НF-F-LC оснащен специальной антенной и обеспечивает надежное измерение жидкостей, даже если он устанавливается на высоких и узких патрубках. Такие решения могут быть интересными, например, в случае измерения уровня в дренажных резервуарах, зарытых под землей.

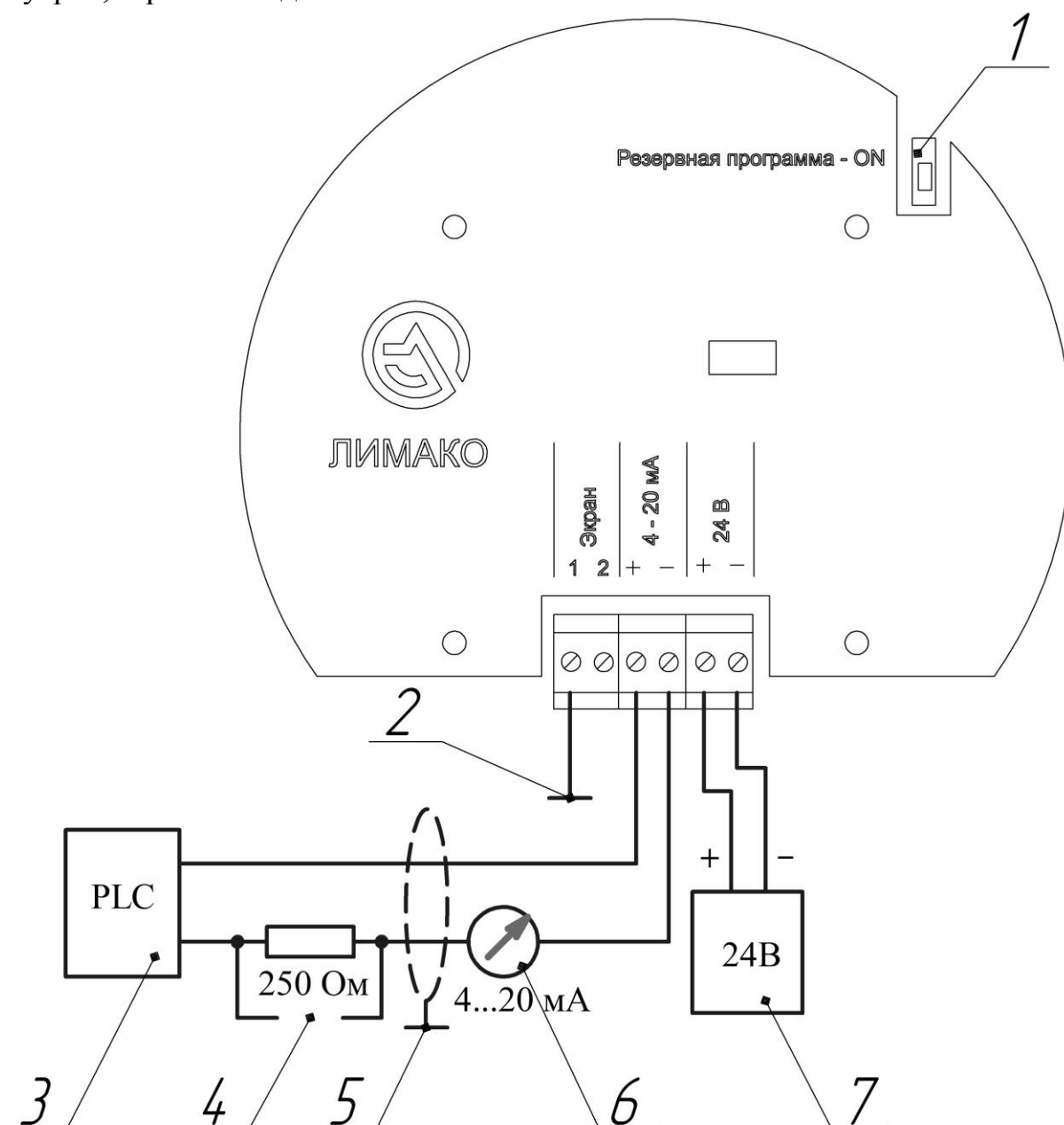


Рис. 5.4 Подключение уровнемера модификации УЛМ-31А1-НF-F-LC.

- 1 – Переключатель «Резервная программа», возврат на заводские настройки.
- 2 – Экран;

- 3 – Блок контроля, например PLC;
- 4 – Разъем для подключения HART-модема;
- 5 – Экран цифровой линии HART;
- 6 – Аналоговый блок индикации;
- 7 – Источник питания 24В;

5.5 Источник питания

Рекомендуется применять стабилизированный источник питания постоянного тока, с выходным напряжением $U_{ИП} = 24...36В$. К одному источнику питания можно подключать несколько уровнемеров.

Источник питания должен обеспечивать ток в нагрузке из расчёта 0.3А на каждый датчик:

$$I_{ИП} = 0.3 \cdot n,$$

где n – количество подключенных к источнику уровнемеров.

Мощность источника должна быть не менее $P_{ИП} = U_{ИП} \cdot I_{ИП}$.

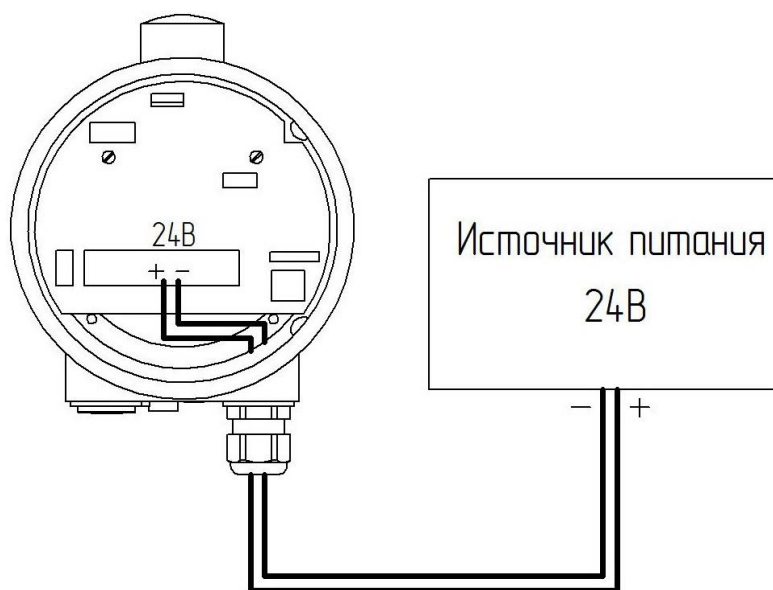


Рис. 5.5 Схема подключения уровнемера к ИП

При протяженной линии питания следует учитывать падение напряжения на подводящих проводах. Максимально допустимая длина (в метрах) подводящего кабеля рассчитывается по формуле

$$l_{к\partial} = 95.24 S_{к\partial} (U_{ин} - 20).$$

где $S_{к\partial}$ - сечение в мм.кв. одного провода питания, $U_{ин}$ - напряжение источника питания.

В таблице приведены результаты расчёта максимальной длины кабеля питания уровнемера для наиболее распространённых сечений провода и напряжения на выходе источника питания 24-28В.

Максимально допустимая длина кабеля питания.

Сечение провода мм.кв.	24В	25В	26В	27В	28В
0.25	95 м	119 м	142 м	166 м	190 м
0.35	133 м	166 м	200 м	233 м	266 м
0.5	190 м	238 м	285 м	333 м	380 м
0.75	285 м	357 м	429 м	500 м	571 м
1	380 м	476 м	571 м	666 м	761 м

Если внешний диаметр кабеля окажется больше допустимо для используемого кабельного ввода уровнемера, необходимо применить клеммную коробку, соединяющую подводный кабель прибора допустимого сечения и кабель большего сечения (магистральный кабель) большего сечения. Описанная схема подключения показана на рис. 5.5.

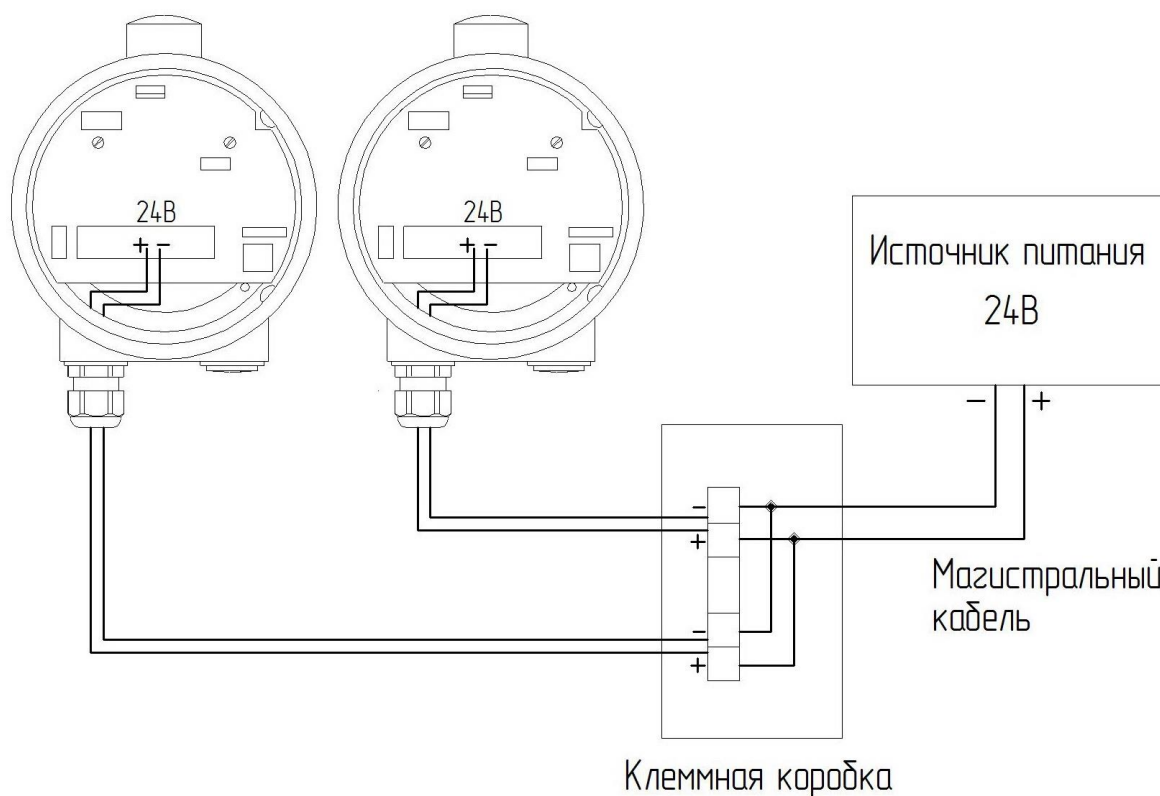


Рис. 5.6 Схема подключения уровнемеров к ИП с использованием клеммной коробки.

5.6 Порядок подключения прибора

! ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ

- необходимо строго выполнять принятые на предприятии правила техники безопасности;
- все работы должны выполняться при отключенном напряжении питания;
- подводимое напряжение питания должно соответствовать техническим характеристикам прибора;
- перед подачей напряжения питания необходимо подключить внешнюю клемму заземления прибора.

Необходимые инструменты:

- шлицевая отвертка 3 мм;
- шлицевая отвертка 6 мм;
- стриппер или любой подходящий инструмент для зачистки проводов;
- при использовании многожильных проводов рекомендуется применять наконечники.

Подготовка к подключению:

1. Установите в корпус прибора требуемое количество кабельных вводов. При использовании двух кабельных вводов выкрутите заглушку отверткой 6 мм и установите второй кабельный ввод на ее место.

2. Удалить технологическую заглушку из установленного на предприятии-изготовителе кабельного ввода.

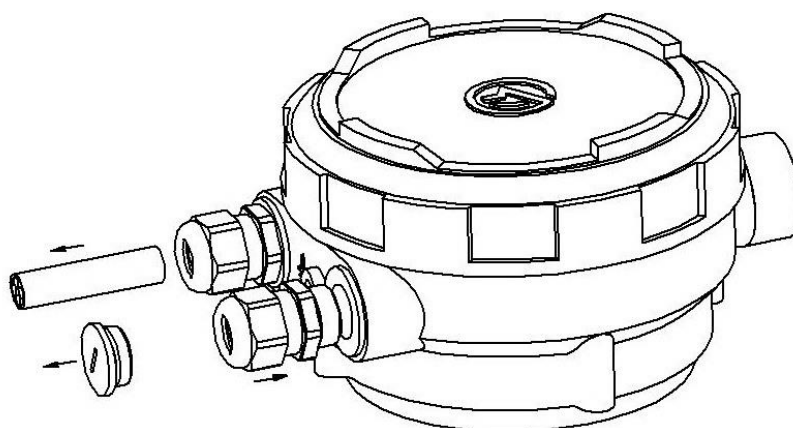


Рис. 5.7 Установка второго кабельного ввода

Подключение прибора выполняется в следующем порядке:

1. Открутить крышку уровнемера.
2. Ослабить гайку цанги кабельного ввода.
3. Ввести кабель внутрь уровнемера через уплотнительную манжету кабельного ввода.

! ВНИМАНИЕ

Отсутствие или повреждение уплотнительного кольца нарушает пыле-влагозащиту прибора, и может привести к выходу его из строя.

4. Удалите внешнюю изоляцию кабеля. При использовании экранированного кабеля удалите экран.
5. Удалите изоляцию с проводов на 4-6 мм от края. При использовании многожильных проводов рекомендуется обжать зачищенные концы в наконечники.
6. Подключите кабель в соответствии со схемой назначения контактов. Согласно п. 5.4 и руководствуясь указаниями на шильдике прибора. Притяните отверткой 3 мм винтовые клеммы.

! ВНИМАНИЕ

Неправильное подключение может привести к выходу прибора из строя.

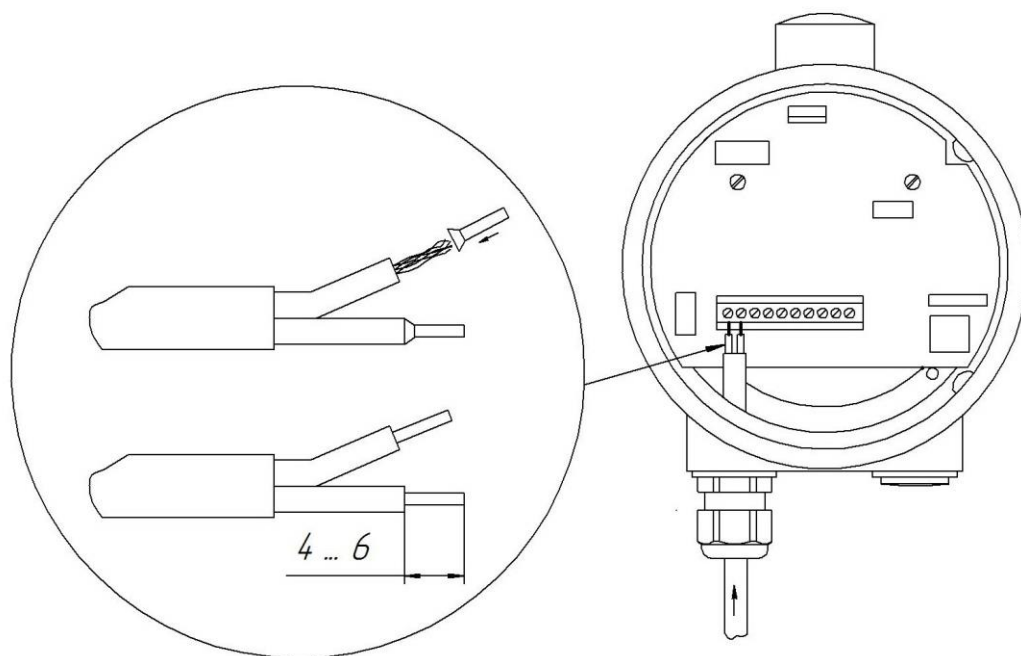


Рис. 5.8 Подключение уровнемера.

7. Слегка потяните за провода, тем самым проверьте надежность их фиксации в контактах клеммника.



8. Отрегулируйте необходимую для подключения к клеммам длину кабеля и плотно затяните гайку кабельного ввода. Уплотнительное кольцо должно полностью облегать кабель.
9. Проверьте наличие и целостность уплотнительного кольца крышки (п. 12.7 поз. 3) и закрутите крышку уровнем.
10. Подключите клемму внешнего заземления при помощи отвертки 6 мм к заземлению резервуара.

После подключения рекомендуется провести проверку качества выполненных работ по следующим пунктам:

- отсутствие повреждений кабелей;
- отсутствие механического напряжения в результате натяжения кабелей;
- кабельные вводы установлены, закручены и уплотнены надлежащим образом;
- установлена и плотно закручена крышка корпуса прибора.

6. НАЧАЛЬНАЯ НАСТРОЙКА И ВВОД В ЭКСПЛУАТАЦИЮ

Настройка прибора перед вводом в эксплуатацию может выполняться следующим образом:

- 1) при помощи ПК с использованием интерфейса RS-485 (протокол обмена Modbus RTU, подробнее описание протокола см. «Протокол обмена уровнемеров УЛМ») и конфигурационной утилиты ulmcfg;
- 2) при помощи ПК с использованием интерфейса HART;
- 3) при помощи смартфона по каналу Bluetooth.

6.1 Установка адреса уровнемера.¹

В соответствии с применяемым протоколом обмена каждому уровнемеру присваивается уникальный Modbus адрес - число от 1 до 255. Адрес задаётся в двоичном исчислении при помощи 8-ми разрядного DIP-переключателя, расположенного в датчике напротив надписи на шильдике «Адрес датчика». Адрес получается как сумма цифр, указанных на шильдике, напротив взведенных в единицу степеней разрядов переключателя.

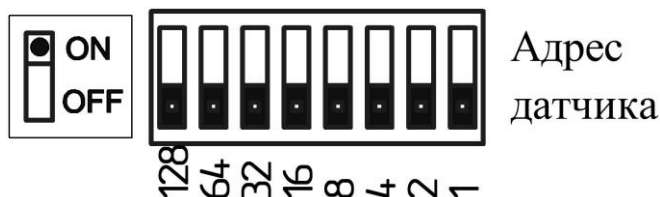


Рис. 6.1. Переключатель адреса в положении все нули

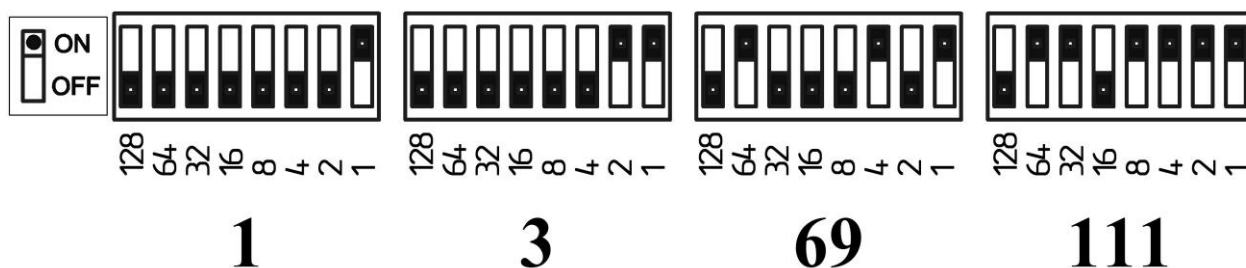


Рис. 6.2. Примеры установки различных адресов

¹ Кроме модификации УЛМ-31А1-НF-LC

Когда все переключатели стоят в положении «OFF» (рис.6.1), прибору будет присвоен «номер по умолчанию», указанный в программном обеспечении уровнемера. Изменение адреса прибора произойдёт после его перезагрузки. Чтобы изменить адрес уровнемера, необходимо выставить соответствующее положение переключателей, выключить, а затем включить прибор.

6.2 Подключение к ПК по интерфейсу RS-485.¹

Цифровой интерфейс предоставляет пользователю доступ к показаниям уровнемера и даёт возможность настраивать и диагностировать уровнемер. Цифровой интерфейс уровнемера реализован в виде двухпроводной, последовательной линии RS-485. Протокол обмена данными Modbus RTU. Описание протокола см. «Протокол обмена уровнемеров УЛМ». Преимущества использования RS-485 состоят в простоте построения информационной сети; в возможности передавать по одной линии показания десятков приборов, без потери точности, на расстояние до нескольких километров; в возможности конфигурировать уровнемер с рабочего места, или интегрировать его в систему промышленной автоматики под управлением ПЛК (программируемого логического контроллера, PLC).

Для подключения уровнемера к линии RS-485 на его клеммной колодке выведены клеммы «А» и «В». Каждый уровнемер имеет уникальный Modbus адрес. Адрес выставляется 8-ми разрядным DIP переключателем, или определяется внутренней программой прибора, если выставлен 0-й адрес.

Для подключения уровнемера к компьютеру по цифровому интерфейсу используют преобразователь USB/RS-485. Клемма «А» прибора подключается к клемме «+», клемма «В» - к «-».

¹ Кроме модификации УЛМ-31А1-НF-F-LC

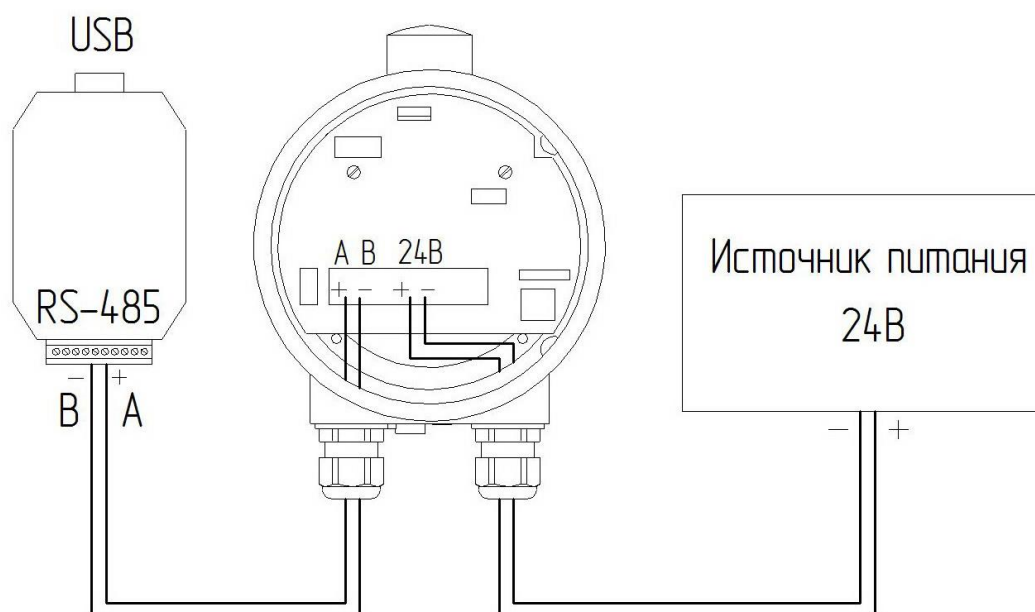


Рис. 6.3 Подключение уровнемера с использованием RS-485

Необходимо применять преобразователи с автоматическим определением направления передачи. Стандартных устройств данного типа представлено множество, из наиболее широко распространенных: MOXA серии 1100 (uPort-1150i, uPort-1130), ADAM-4561, ICP DAS серии I-7561. В некоторых преобразователях требуется перед началом работы установить параметры обмена данными. В этом случае необходимо установить: скорость передачи - 9600 бит в секунду, чётность – Even, количество битов данных – 8, количество стоп-битов- 1 или 2.

! ВНИМАНИЕ

После подключения преобразователя интерфейса к USB, при необходимости, установите драйвер устройства. Правой кнопкой щёлкните по ярлыку «Мой компьютер», в контекстном меню выберете «Свойства». В открывшемся окне «Свойства системы», на вкладке «Оборудование», нажмите кнопку «Диспетчер устройств» (порядок действий для Win XP). В списке оборудования, раскройте раздел «Порты COM и LPT». Найдите COM-порт соответствующий подключенному устройству, двойным щелчком откройте окно «Свойства», выбранного порта и убедитесь, что устройство работает нормально.

Информационная линия RS485 проводится кабелем типа «витая пара» с волновым сопротивлением 120 Ом. Внешняя изоляция кабеля должна обеспечить достаточную механическую и электрическую прочность для технологических и климатических условий заказчика. Общая длина линии может достигать нескольких километров.

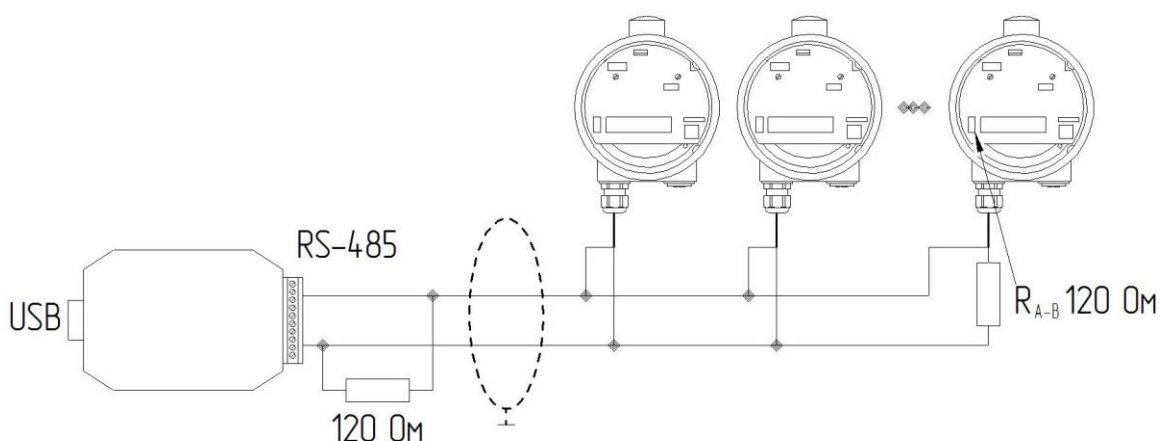


Рис. 6.4 Классический способ прокладки линии RS-485

Схема классического способа прокладки линии, соответствующая общим требованиям стандарта RS-485, рассчитанного на высокоскоростную передачу данных в условиях промышленных помех изображена на рис. 6.4. При большой протяженности линии рекомендуется на концах линии между проводами «А» и «В» устанавливать согласующие резисторы 120 Ом. Для этого в уровнемере имеется переключатель, подключающий данный резистор к линии, на шильдике он имеет обозначение R_{A-B} . Необходимо учитывать, что в некоторых преобразователях интерфейса данный резистор также установлен внутри. При протяженности линии более 800 м или количестве устройств на линии более 32 штук рекомендуется использовать стандартные репитеры для RS-485, например ADAM-4510.

! ВНИМАНИЕ

К информационной линии уровнемера не следует подключать устройства с протоколом обмена данными отличным от Modbus RTU.

На одной информационной линии не должно быть уровнемеров с одинаковыми Modbus адресами.

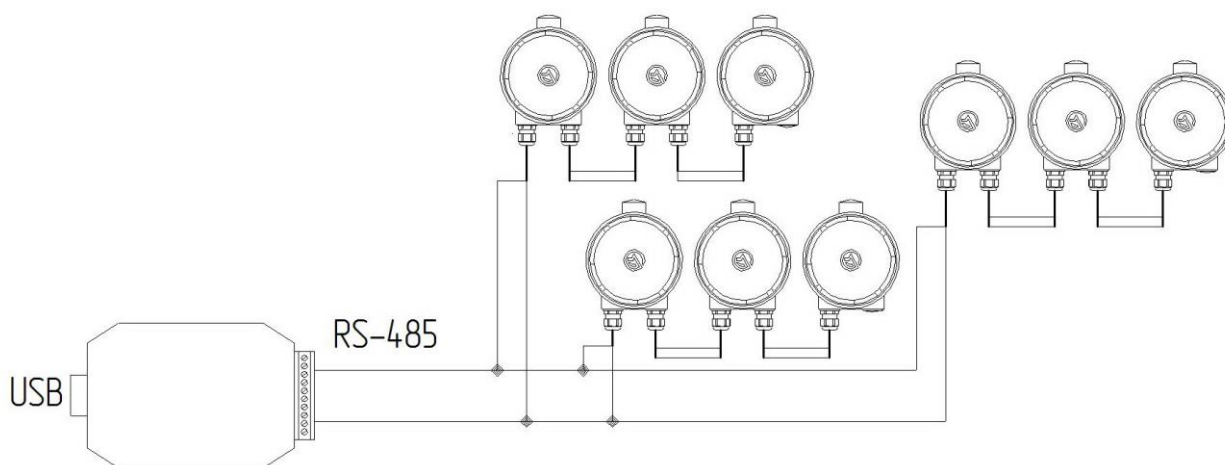


Рис. 6.5 Способ прокладки линии RS-485 «звезда»



Невысокая скорость передачи 9600 бит/с, используемая в уровнемере, позволяет обеспечить хорошую помехозащищенность линии связи и применять различные варианты прокладки кабелей, в том числе и способ называемый “звезда” рис. 6.5. Пользователь выбирает подходящий ему вариант из соображений удобства прокладки кабелей и минимизации их длины. При построении линии такого типа обычно установка согласующих резисторов не требуется.

На протяженных и разветвленных линиях могут возникать немногочисленные ошибки связи. Эти ошибки связи не приводят к получению недостоверных данных об уровне, т.к. протокол обмена Modbus, используемый в уровнемере содержит расчет контрольных сумм, позволяющий определить недостоверность показаний. Такие данные будут игнорироваться.

6.3. Настройка основных параметров уровнемера посредством ПК по RS-485.¹

Минимальные требования к ПК: Pentium II, 256 МБ ОЗУ, монитором 800х600, USB или COM-портом, ОС Windows не ниже версии 95.

Для настройки уровнемеров применяется программа «КОНФИГУРАТОР» (ULMCFG).

Программа позволяет:

- получать и изменять основные настройки уровнемеров (далее датчиков);
- диагностировать работу уровнемера;
- загружать в уровнемер конфигурацию из файла;
- записывать на диск и просматривать отладочную информацию (фотографии сигналов);
- обновлять программу уровнемера;
- получить доступ к регистрам уровнемера.

Программа не требует инсталляции, просто скопируйте файл ULMCFG.EXE в предварительно созданную папку на жёстком диске.

Подробное описание программы приведено в документе «Конфигуратор. Руководство пользователя». Ниже представлены моменты, необходимые для начальной настройки прибора.

¹ Кроме модификации УЛМ-31А1-НF-LC

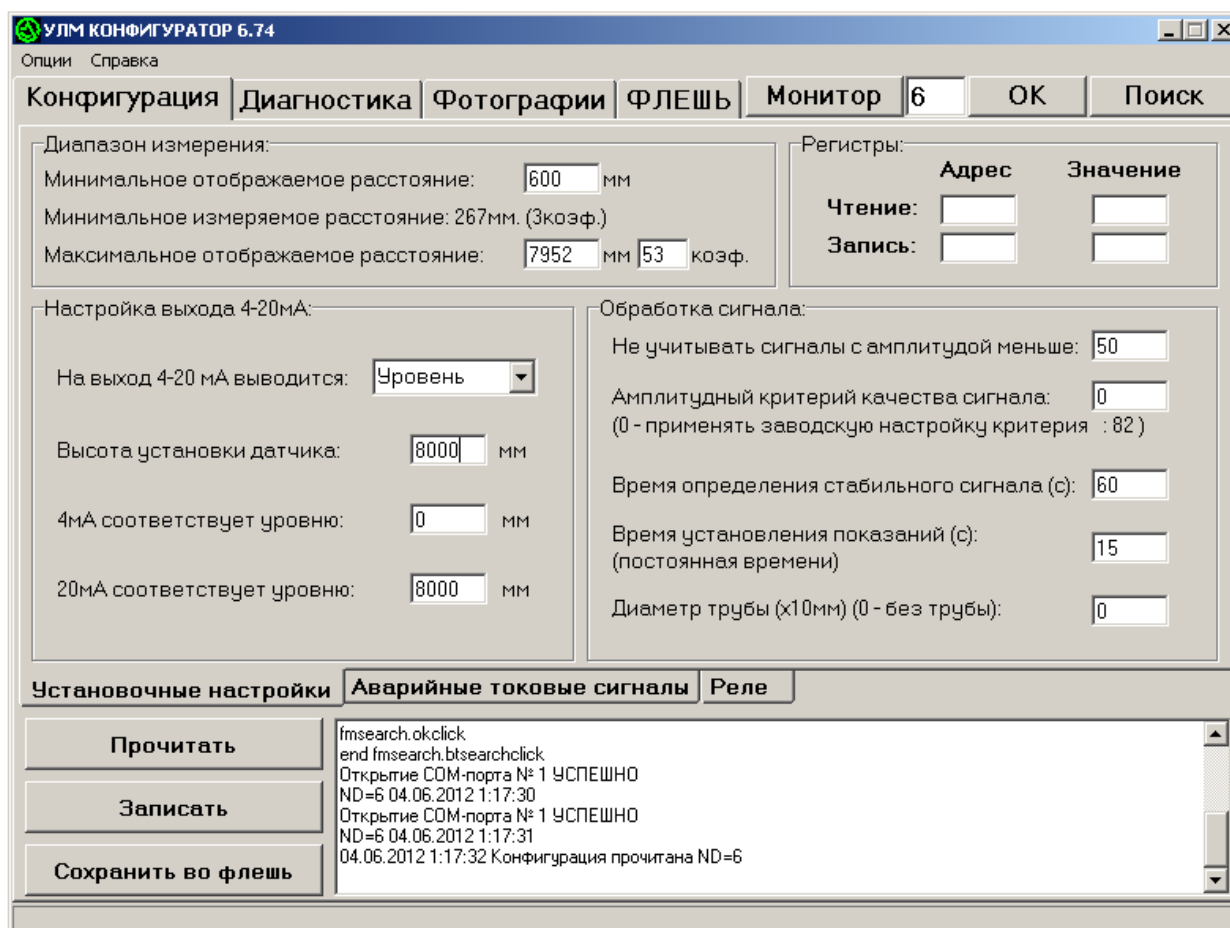


Рис. 6.6 Главное окно программы Конфигуратор

Порядок подключения уровнемера:

1. В главном меню [Опции] указать номер COM-порта, к которому подключен преобразователь USB/RS-485

[Опции]>[COM порт] – позволяет пользователю выбрать порт COM1-COM20, к которому подключена сеть уровнемеров. По умолчанию выбран пункт AUTO для автоматического перебора COM портов.

2. Непосредственно подключение к уровнемеру можно выполнить двумя способами:

1) ввести в поле ModBus адреса его уникальный номер и нажать кнопку «ОК».



Рис. 6.7 Пример подключения к уровнемеру с адресом 62

2) нажатие кнопки «Поиск» включает автоматический опрос уровнемеров, генерируя адреса с 1-го до указанного в поле «Искать до Modbus №». На экране высвечивается окно, изображённое на рис.6.8. Программа добавляет

найденные приборы в список. После опроса всех ModBus номеров (если не стоит флажок «Непрерывный опрос») поиск прекращается. Чтобы подключиться к одному из найденных уровнемеров для дальнейшей работы, выберите его в списке и нажмите клавишу «ENTER» или кнопку - «OK».

ModBus №	Время ответа
23	14:16:25

Стоп

Отмена

OK

Искать до ModBus№: 40

Попытки подключения 1

Непрерывный опрос ☐

Рис. 6.8 Поле поиска прибора

Параметры уровнемеров перед поставкой конфигурируются на основе данных, указанных заказчиком в опросном листе, размещенном на сайте www.limaco.ru. Настройки хранятся в энергонезависимой памяти датчика. При первичной настройке оборудования эти настройки необходимо проверить и при необходимости изменить.

«**Диапазон измерения**» - определяет диапазон измеряемого и отображаемого расстояния.

Диапазон измерения:

Минимальное отображаемое расстояние: 600 мм

Минимальное измеряемое расстояние = 301 мм. (N0=3 коэф.)

Максимальное отображаемое расстояние: 17054 мм

Рис. 6.9 Настройка диапазона измерения

«**Минимальное отображаемое расстояние**» – прибор не выдаёт показания ниже этого значения. Устанавливается в области стабильных измерений. По умолчанию ставится на границе «мёртвой зоны» (600 мм), что оптимально для большинства применений. При необходимости измерения меньших расстояний, по согласованию с АО «ЛИМАКО», этот параметр можно уменьшить. Главное, чтобы его значение оставалось в области стабильных измерений, что описано в 4.5.

После ввода значения этого параметра нажмите «Enter», автоматически будет рассчитано «**Минимальное измеряемое расстояние**» (следующая строка на панели) - это левая (ближняя) граница зоны поиска отражённого сигнала (N0 – номер спектрального коэффициента, начиная с которого уровень определяет полезный сигнал).

«**Максимальное отображаемое расстояние**» - верхняя граница диапазона работы прибора. Обычно выбирается равным высоте установки уровнемера. Позволяет устранить влияние, появляющегося в некоторых случаях, сигнала от дна резервуара. После ввода значения нажмите «Enter», будет рассчитана правая граница зоны нечувствительности (Nmax – номер спектрального коэффициента, до которого (включительно) прибор будет искать и анализировать сигнал). После расчёта Nmax в поле появится окончательное значение максимального отображаемого расстояния в миллиметрах.

«**Настройки токового выхода 4-20мА**» - конфигурирует выход 4-20мА уровнемера

Настройка выхода 4-20мА:

На выход 4-20 мА выводится:

Высота установки датчика: мм

4мА соответствует уровню: мм

20мА соответствует уровню: мм

Рис. 6.10 Настройка выхода 4-20 мА

«**На выход 4-20 мА выводится**» выберите, чему должен соответствовать токовый сигнал уровню продукта в резервуаре или расстоянию до продукта (см. рис. 3.9).

«**Высота установки датчика**» укажите в миллиметрах расстояние (Н) от установочного фланца датчика до дна резервуара. Значение Н используется для вычисления уровня заполнения резервуара (см. рис. 3.9).

Ток «**4 мА соответствует уровню (расстоянию)**», мм. Задаёт соответствие минимального тока 4 мА и уровня продукта в резервуаре (расстояния до продукта).

Ток «**20 мА соответствует уровню (расстоянию)**», мм. Задаёт соответствие максимального тока 20 мА и уровня продукта в резервуаре (расстояния до продукта).

Обработка сигнала – параметрирование прибора под условия измерения.

Обработка сигнала:

Не учитывать сигналы с амплитудой меньше: 25

Амплитудный критерий качества сигнала: 0
(0 - применять заводскую настройку критерия : 1)

Время определения стабильного сигнала (с): 60

Время установления показаний (с): 15
(постоянная времени)

Диаметр трубы (x10мм) (0 - без трубы): 0

Рис. 6.11 Настройка параметров обработки сигнала

«**Не учитывать сигналы амплитудой меньше**» - минимальное пороговое значение амплитуды сигнала, которое может быть принято к расчету.

«**Амплитудный критерий качества сигнала**» - используется при самодиагностике прибора по амплитуде отражённого сигнала, в качестве критерия.

«**Время определения стабильного сигнала**» - время демпфирования резких скачков показаний. При резком и значительном изменении расстояния до отражающей поверхности прибор выдаст новое значение расстояния не ранее, чем через указанное время. Нежелание прибора мгновенно реагировать на изменение расстояния в установившемся режиме – это нормальное явление, так как в реальном резервуаре уровень продукта не меняется скачкообразно. Такое поведение – следствие работы алгоритма устранения влияния нестабильности поверхности продукта на показания прибора.

«**Время установления показаний**» – параметр, который определяет динамические характеристики прибора, устанавливается в зависимости от максимальной скорости изменения уровня в резервуаре.

! ВНИМАНИЕ

Чрезмерное уменьшение параметра Время установления показаний улучшает динамические характеристики, однако увеличивает разброс показаний и ухудшает работу уровнемера при наличии волнений на поверхности продукта в резервуаре, например при кипении продукта или загрузках продукта сверху резервуар.

«Диаметр трубы» - настройка, применяемая для другого типа уровнемеров серии УЛМ, при измерении уровня продукта в направляющей трубе (не путать с установкой на патрубок). Необходимо указать внутренний диаметр трубы в десятых долях миллиметра (для 200 мм трубы «2000»). Во всех остальных случаях (в т.ч. установка на патрубок) значение этого поля должно быть равно 0.

Другие параметры настраиваются в случае необходимости в соответствии с рекомендациями производителя на основе предоставленной диагностической информации см. раздел 7.

Подробное описание способов изменения других параметров дано в описании программы «Конфигуратор – руководство пользователя».

6.4 Токковый выход 4-20мА. Настройка аварийных сигналов.

Уровень имеет активный токковый выход 4-20мА для подключения стандартных приёмников.

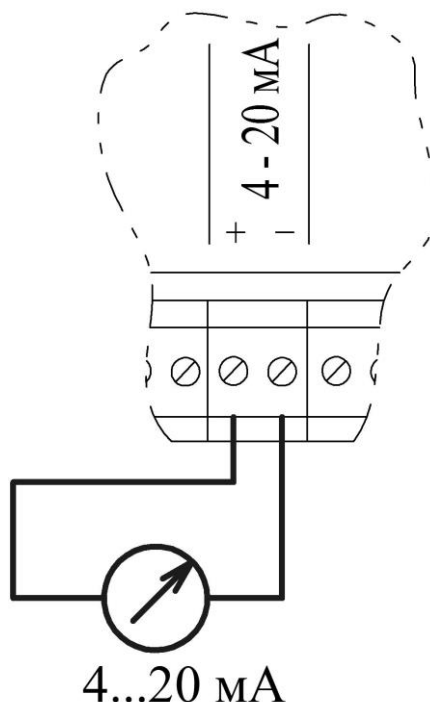


Рис.6.12 Схема включения токкового выхода 4-20мА

В зависимости от конфигурации на него могут выводиться показания уровня продукта в резервуаре, расстояния до поверхности продукта, или аварийные токковые сигналы 3мА, 4мА или 21мА.

Пример окна настройки аварийных сигналов приведён на рис.6.13. В правой части панели список контролируемых параметров, перед каждым параметром стоит номер его бита в статусном регистре. Более подробная информация о статусном регистре приведена в разделе 7.



В левой части окна расположены 4 столбца по 16 флажковых переключателей, образующие маски для формирования статусного регистра и аварийных токовых сигналов. Установка флажка взводит в единицу соответствующий бит маски – помеченный параметр будет учтён, снятие флажка обнуляет (маскирует) бит. Замаскированные параметры не используются в формировании статуса измерения или аварийного токового сигнала.

! ВНИМАНИЕ

Токовые сигналы имеют приоритет показаний аварийных сигналов: 21мА, 3мА, 4мА. При появлении любого аварийного сигнала, показания уровня (расстояния) на токовый выход не выводятся. Это надо учитывать при настройке токовых сигналов.

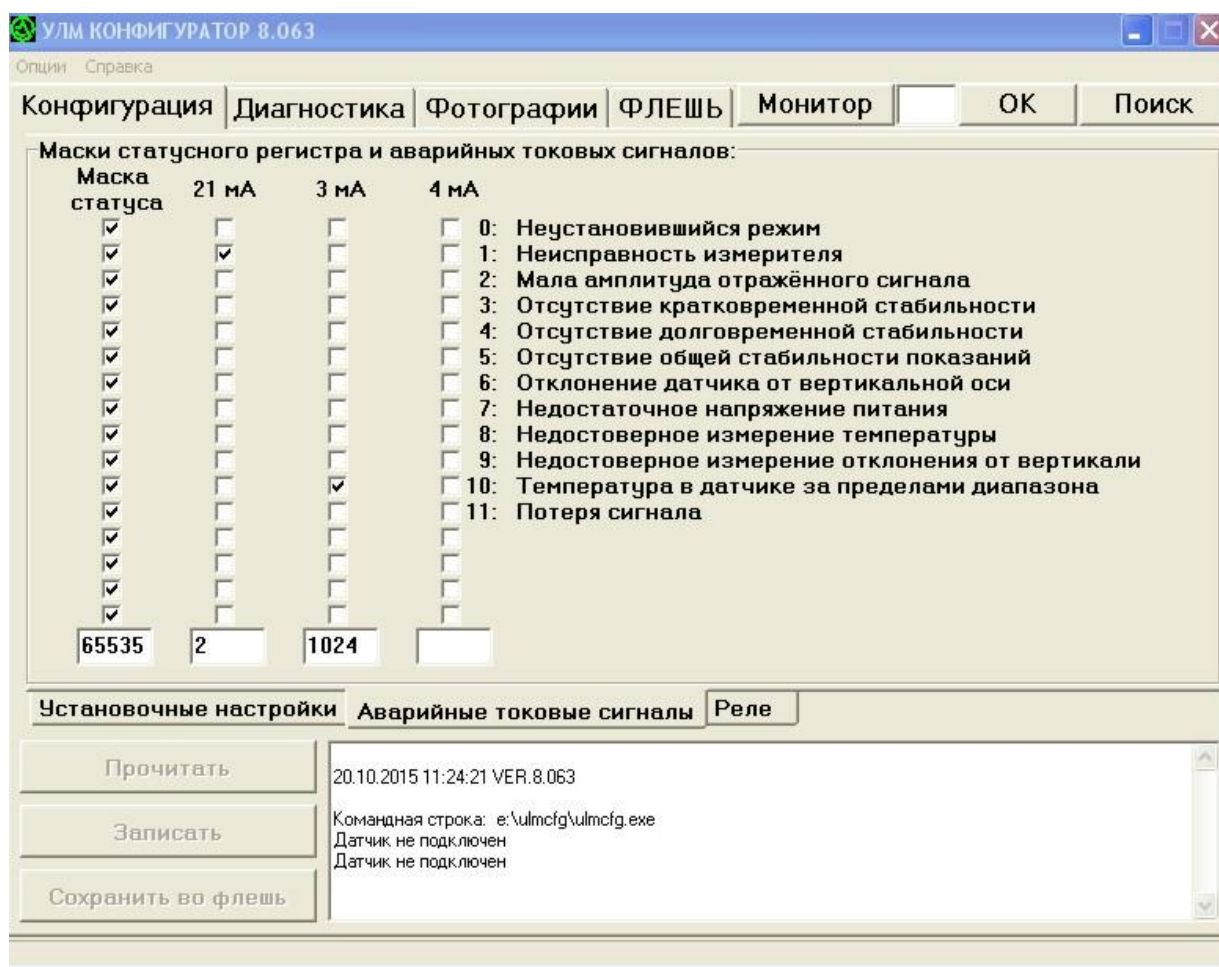


Рис. 6.13 Настройка аварийных токовых сигналов

Для примера на рис. 6.13 указано, что на токовом выходе выводится:

- 21мА при внутренней диагностики измерительной части;
- 3 мА при превышении температуры внутри уровнемера.

6.5 Настройка релейных сигналов¹

Уровнемер имеет две нормально-разомкнутых группы релейных контактов. Вкладка программы «Конфигуратор» позволяет установить критерии замыкания реле. В зависимости от показаний уровнемера и значения статуса измерения формируется два релейных сигнала.

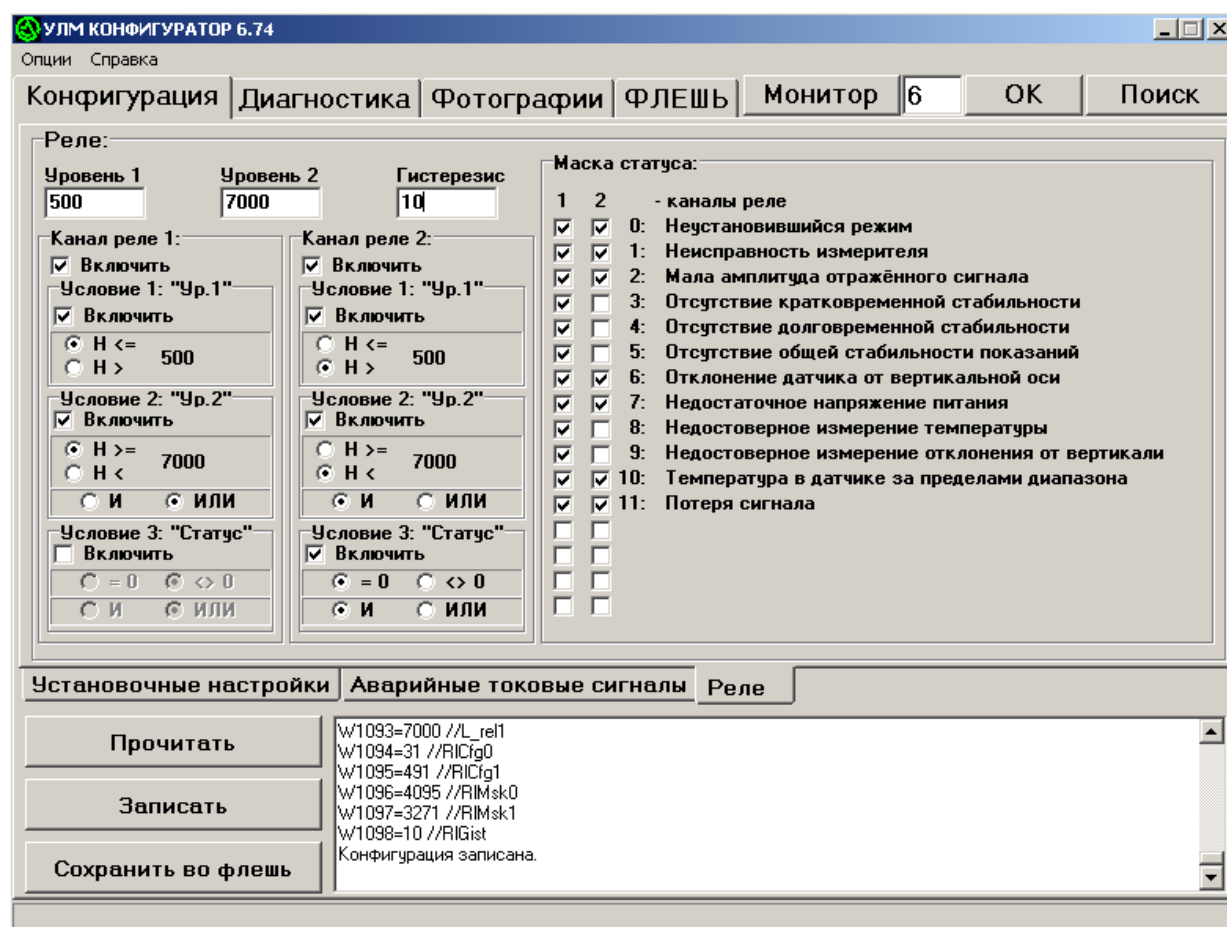


Рис. 6.14 Настройка релейных сигналов

В левой верхней части вкладки рис. 6.14 расположены три текстовых поля, в них (в миллиметрах) указываются значения двух предельных уровней (расстояний) и гистерезис. Гистерезис необходим для устранения ненужных срабатываний (дребезга) реле. Например, гистерезис 10 мм означает, что при

¹ Кроме модификации УЛМ-31А1-НF-LC

достижении контрольного уровня, реле замкнётся, и разомкнётся в том случае, когда уровень вернётся на 10 мм. Таким образом, разброс показаний в 10 мм в районе предельного уровня, вызванный волнением поверхности при загрузке (отгрузке), не приведёт к многократному переключению реле.

Ниже в две колонки расположены наборы переключателей для настройки условий формирования релейных сигналов, для каждого канала свой набор. Верхний флажок включает соответствующий канал, после чего становятся доступны три условия замыкания реле. Два верхних условия задают реакцию реле на первый и второй предельные уровни. Если задействовать оба условия, нужно указать логическую операцию между ними, при «И», для срабатывания реле потребуется выполнение одновременно обоих условий, при «ИЛИ», реле замкнётся при выполнении любого из них. Третье условие позволяет учесть статус измерения (с маской) при формировании релейного сигнала. После его включения, укажите, когда замыкать реле (если статус равен нулю, ни одна из ситуаций указанных в маске статуса не наступила, если не равен, наступила одна или несколько). Маски статуса для обоих каналов реле расположены на панели справа, их настройка выполняется также как настройка масок аварийных токовых сигналов. Если кроме статуса измерения выбраны одно или оба условия по предельным уровням, статусный критерий подключается к предельному через «И» / «ИЛИ» также как описано выше для первого и второго предельных условий.

Например, настройка, показанная на рис 6.14, задействует оба реле и задаёт следующий порядок их срабатывания. Первое реле будет замыкаться при уходе показаний за любое из предельных значений ($H \leq 500$ или $H \geq 7000$), без учёта статуса измерения. Второе реле, напротив, будет замкнуто, когда уровень продукта находится в допустимых пределах ($H > 500$ или $H < 7000$), и при этом 0,1,2,6,7,10,11-й биты статуса равны нулю (показания стабильные и валидные, условия работы уровнемера - нормальные).



6.6 Bluetooth

Уровнемеры серии УЛМ-31-HF, УЛМ-31-HF-F, УЛМ-31A1, УЛМ-31A1-HF, УЛМ-31A1-HF-F, УЛМ-31A1-HF-F-LS оснащаются модулем беспроводного интерфейса bluetooth. Применение данного стандарта связи позволяет существенно сократить время, затрачиваемое персоналом предприятия на ввод нового оборудования в эксплуатацию, снизить издержки на настройку и оптимизацию технологических процессов существующего оборудования, особенно установленного в труднодоступных местах, снизить объем опасных работ, необходимых для получения данных с приборов на производственных площадях. Данное решение позволяет максимально упростить работу с уровнемерами и с помощью устройства на базе операционной системы «Android» осуществить оперативную настройку прибора, произвести снятие информации и внести изменения в уже существующие производственные процессы.

Компания «ЛИМАКО» постоянно совершенствует программное обеспечение уровнемеров УЛМ, улучшает измерительные возможности нашего оборудования и адаптирует его под новые задачи автоматизированного контроля и учета в системе предприятия. Применение Bluetooth интерфейса позволяет передавать показания уровнемера на Android устройство, выполнять настройку и диагностику существующего оборудования, устанавливать обновления программного обеспечения прибора. Наши специалисты всегда готовы помочь с конфигурацией уровнемеров УЛМ под конкретную технологическую задачу, адаптировав программную часть приборов для различных условий работы. Программное обеспечение для смартфонов и планшетов можно получить, отправив запрос в компанию «ЛИМАКО».

7. ИНФОРМАЦИЯ О РАБОТЕ ПРИБОРА.

7.1 Диагностика прибора.

Программное обеспечение «Конфигуратор» на вкладке «Диагностика» рис.7.1 содержит в себе основную информацию о работе датчика. Визуально она разделена на семь панелей, в которых отображаются показатели работы датчика. Большинство строк выводится чёрным шрифтом; красным выводятся показатели, выходящие за допустимые критерии или рекомендованные состояния; серым выводятся строки, заполнить которые нечем, т.к. данная модификация датчика аппаратно или программно не позволяет контролировать соответствующий параметр.

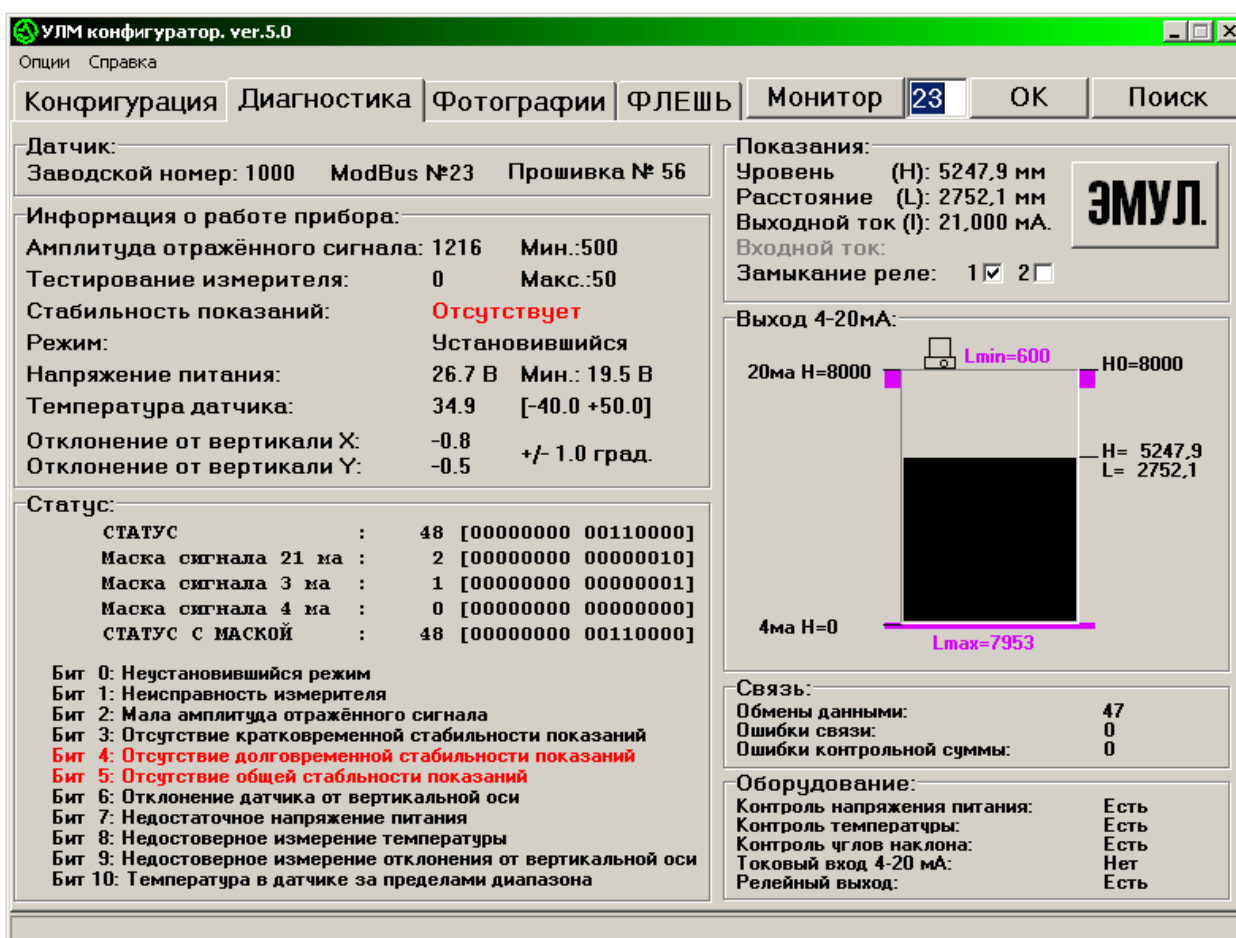


Рис. 7.1 Внешний вид вкладки «Диагностика»

Панель «Датчик» выводится:

- заводской номер датчика;
- адрес по Modbus;
- номер прошивки (внутренней программы датчика).

Панель «Информация о работе прибора» показывает:



- текущую амплитуду сигнала и справа, после слова «Мин.:» - амплитудный критерий («Достаточная амплитуда сигнала» на вкладке «Конфигурация»). Если амплитуда меньше критерия, в статусном регистре взводится в единицу 2-й бит.
- «Тестирование измерителя» - показатель работоспособности системы измерения, справа – максимально допустимое значение, при превышении которого взводится в единицу 1-й бит статусного регистра.

! ВНИМАНИЕ

Превышение максимально допустимого значения параметра «Тестирование измерителя» означает неисправность электронного модуля датчика уровня. Выполните процедуру оформления ремонта, согласно п. 11 настоящего руководства.

- «Стабильность показаний» - показатель общей (кратковременной и долгосрочной) стабильности.
- «Режим» - установившийся, если датчик нашёл устойчивый сигнал, иначе – неуставившийся – режим тестирования после включения.
- «Напряжение питания» текущее и минимально допустимое в вольтах (7-й бит статуса). Температура внутри корпуса датчика в градусах Цельсия и допустимый температурный диапазон (10-й бит статуса).
- «Отклонение датчика от вертикали» в двух плоскостях в градусах и допустимое отклонение (6-й бит статуса). При превышении допустимого отклонения, датчик нужно горизонтировать (выровнять по ватерпасу).

Панель «Статус». Более подробно см. «Конфигуратор – руководство пользователя».

Панель «Связь» позволяет оценить состояние линии связи. Пока активна вкладка «диагностика» происходит непрерывный обмен данными с датчиком. Значение поля «обмены данными» должно непрерывно расти (от 0 до 999 потом обнуляется), значения полей «ошибки связи» и «ошибки контрольной суммы» при использовании качественной линии связи, увеличиваться не должны. Единичные ошибки возможны на реальных объектах с протяжённой информационной линией.

Панель «Оборудование» показывает наличие в приборе дополнительных опциональных узлов, контроля питания, температуры, углов наклона (инклинометра).

Панель «Выход 4-20мА» визуализирует настройки токового выхода: базовую высоту (Н0 - справа), уровни/расстояния соответствующие токам 4 и 20 мА (4ма_Н = , 20ма_Н= слева), а также текущее значение уровня и расстояния. Кроме того, сверху и снизу сиреневым цветом отмечены границы диапазона измерения.

Панель «Показания» отображает уровень, расстояние, входной и выходной токи, положение контактов реле.

7.2 Эмуляция выходного сигнала

Кнопка «ЭМУЛ.», включающая в датчике режим эмуляции сигнала.

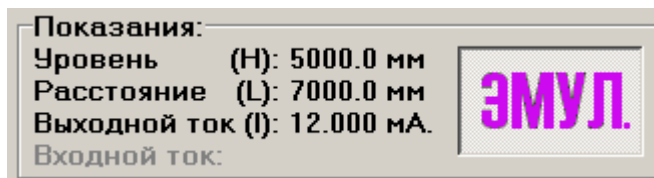


Рис. 7.2 Эмуляция выходного сигнала

Эмуляция выходного сигнала – это отладочный режим, который даёт возможность проверить настройки и работу токового выхода.

После нажатия на кнопку «ЭМУЛ.», датчик будет переведён в режим эмуляции, на это уйдёт до 4 секунд. Кнопка зафиксируется в нажатом положении, надпись окрасится в сиреневый цвет. После этого можно редактировать значение уровня и расстояния. При изменении этих параметров должен изменяться и выходной токовый сигнал в соответствии с данными на данной панели.

Для отключения эмуляции ещё раз щёлкните по кнопке «ЭМУЛ.», через 4 секунды датчик перейдёт в обычный режим.

7.3 Фотографии.

Наиболее полную информацию о работе прибора можно получить из так называемых «Фотографий». Фотографии - файлы с расширением «FOT», которые содержат записи сигналов и дополнительные данные, полученные от датчика. Они несут в себе обширную информацию об условиях работы прибора. Анализ фотографий позволяет учесть специфику конкретного применения, оптимизировать установку датчика и его конфигурацию для максимально точной и надёжной работы системы измерения уровня. Подробно см. «Конфигуратор – руководство пользователя». Раздел «Работа с фотографиями».

7.4 Заводские настройки уровнемера.

Конфигуратор позволяет закачивать во флеш новые версии прошивок, выбирать программу, загружаемую по умолчанию, сопоставлять установленным программам блоки параметров (совокупности значений различных регистров, определяющих работу уровнемера, т.е. настройка под конкретное применение которую прибор использует в ходе своей работы).

Программа с заводскими настройками уровнемера записана в нулевом секторе флеш памяти. Для сохранения работоспособности уровнемера она не может быть переписана, поэтому её всегда можно загрузить при возникновении проблем с новыми прошивками. Для загрузки прибора с заводскими настройками нужно сначала обесточить уровнемер и перевести в нём соответствующий DIP-переключатель из положения «1» в положение «ON» (см. п.5.4 настоящего Руководства). После подачи питания прибор начнёт работать под управлением программы из 0 сектора. После этого можно закатать новую программу, сделать её загружаемой по умолчанию, обесточить уровнемер и вернуть DIP-переключатель в прежнее положение. После подачи питания будет загружена вновь установленная программа, что можно проверить, нажав кнопку «Информация». Более подробная информация приведена в документе «Конфигуратор. Руководство пользователя»



8. ОБНАРУЖЕНИЕ И УСТРАНЕНИЕ НЕИСПРАВНОСТЕЙ

Персонал, ответственный за эксплуатацию уровнемера, должен принять меры по устранению возникших неисправностей. Использование уровнемера в неисправном состоянии запрещено.

Источником отказа уровнемера могут быть:

- неисправность измерителя;
- приемное устройство, отображающее информацию;
- питание датчика уровня;
- процесс в резервуаре.

В случае отказа необходимо максимально локализовать источник неисправности.

При использовании аналогового сигнала следует проверить наличие и правильность формирования выходного сигнала непосредственно на выходе датчика уровня, обратить внимание на наличие аварийных сигналов 3 мА, 4мА или 21мА, проверьте напряжение питания.

Наиболее обширные возможности поиска и устранения проблем измерения можно получить при использовании ПК и программы «Конфигуратор».

ПРИМЕЧАНИЕ

В большинстве случаев это позволяет установить причину сбоев в работе и устранить проблему измерения.

Также диагностику работы прибора можно провести по каналу Bluetooth.

Операции по проверке и устранению неисправностей датчика уровня сведены в следующей таблице.

Отказ	Причина	Способ устранения
Сигнал 4-20мА отсутствует	Напряжение питания датчика отсутствует или находится за пределами допустимых значений (см. п. 12.1 Технические характеристики)	Проверить источник питания, электрическое подключение, при обнаружении несоответствия, устранить.
	Нарушено электрическое подключение выхода 4-20мА или слишком высокое сопротивление линии (см. п. 12.1 Технические характеристики)	Восстановить подключение или устранить повышенную нагрузку в линии.
	Неисправность блока электроники датчика.	Отправить прибор в ремонт.



Отказ	Причина	Способ устранения
Сигнал 4-20мА соответствует одному из аварийных значений	Один или несколько из контролируемых параметров датчика находятся за пределами допустимых значений:	Подключиться к датчику при помощи ПК или bluetooth. Проверить соответствие значения аварийного сигнала и его маски (п.6.4).
	- температура в датчике за пределами диапазона	Устранить причину перегрева, изолировать уровнемер от процесса с повышенной температурой радиопрозрачной заглушкой (см. 12.5), применить обдув датчика, установить солнцезащитный козырек.
	- отклонение датчика от вертикальной оси (для применения на жидких продуктах)	Устранить горизонтировкой прибора.
	- недостоверное измерение температуры или угла наклона	Неисправны соответствующие каналы в электронном модуле прибора. Возможна дальнейшая эксплуатация при условии отсутствия возможности перегрева. В других случаях отправить прибор на ремонт.
	- отсутствие стабильности показаний - волнения на поверхности продукта, нестабильная поверхность.	Справочный параметр можно продолжать эксплуатацию.
	- неустановившейся режим - отсутствует стабильная отражающая поверхность продукта или датчик находится в стадии начальной загрузки	Режим начального включения датчика, после включения прибор должен выйти из этого режима через 1-2 минуты. Если это не происходит, следует сделать записи спектра (см. п. 7.3.) отправить на адрес технической поддержки.
	- неисправность измерителя – отказ электронного блока уровнемера	Отправить прибор в ремонт.



Отказ	Причина	Способ устранения
	- мала амплитуда отраженного сигнала – применение на продуктах с низкой диэлектрической проницаемостью, применение на сыпучих продуктах, отказ электронного блока	Сделать записи спектра (см. п. 7.3.) отправить на адрес технической поддержки. Следовать дальнейшим рекомендациям.
	- потеря сигнала - резкие изменения свойств отражающей поверхности: пенообразование, обвалы сыпучего продукта, перекрытие измерительного луча потоком продукта	Носит справочный характер, после появления стабильного отраженного сигнала и нормализации процесса токовый сигнал должен восстановиться. Если это не происходит, следует сделать записи спектра (см. п. 7.3.) отправить на адрес технической поддержки.
Сигнал 4-20мА не соответствует реальному значению контролируемой величины.	Неисправность электронного блока уровнемера.	Проверить работоспособность токового сигнала эмуляцией (п. 7.2). При несоответствии направить прибор в ремонт.
Сигнал 4-20мА не соответствует реальному значению контролируемой величины, электронный блок исправен	Некорректные начальные настройки основных параметров измерения (п. 6.3.), нарушены требования монтажа (п.4).	Сделать записи спектра (см. п. 7.3.) отправить на адрес технической поддержки. Следовать дальнейшим рекомендациям.
Отсутствует подключение по RS-485 при наличии сигнала 4-20мА	Нарушено электрическое подключение линии.	Проверить и восстановить линию или устранить несоответствие требованиям и схеме подключения (см. п. 5).



Отказ	Причина	Способ устранения
Отсутствует подключение по RS-485 при наличии сигнала 4-20мА, линия связи исправна	Не установлен необходимый драйвер или неверные начальные настройки преобразователя usb/RS-485	Проверить работу преобразователя в операционной системе ПК (диспетчер устройств), установить необходимые настройки преобразователя.
	Неверно выставлен Modbus адрес датчика или несколько датчиков на линии с одним адресом.	Установить разные Modbus адреса датчиков в линии, указать правильный номер датчика при поиске в программе «Конфигуратор». (см. п. 6.1)
	COM-порт занят другим приложением.	Проверить, нет ли приложений, которые занимают COM-порт, выключить их, при необходимости перезагрузить ПК.



9. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ

Уровнемер не требует специального технического обслуживания. В зависимости от условий эксплуатации может потребоваться только периодическая очистка поверхности экрана антенны и профилактический осмотр уплотнительного кольца крышки прибора (п.12.14 настоящего Руководства). При выявлении загрязнений они должны быть удалены, при этом не следует применять средства, которые могут оказать агрессивное воздействие на материалы корпуса, уплотнения, заглушки и кабельные вводы. При обнаружении механических повреждений уплотнительного кольца его следует заменить.



10. ДЕМОНТАЖ

10.1 Порядок демонтажа

Демонтаж прибора следует выполнять с соблюдением всех действующих на предприятии норм и правил техники безопасности, особое внимание следует уделить при работе на высоте и на резервуарах с агрессивными или ядовитыми продуктами.

Демонтаж производится с выполнением в обратном порядке действий, описанных в п. 5.6. Порядок подключения прибора.

10.2 Утилизация

Корпус прибора подлежит вторичной переработке.

Утилизация прибора может быть проведена на специализированных предприятиях.

Утилизация исключает негативное влияние на окружающую среду и позволяет повторно использовать материалы.



11. РЕМОНТ

Ремонт может выполняться только на предприятии изготовителе или его уполномоченных представительствах.

При необходимости возврата оборудования на предприятие изготовитель в ремонт требуется написать официальное письмо на электронную почту in@limaco.ru. Прибор нужно очистить от загрязнений, упаковать в тару, гарантирующую его сохранность при транспортировке, и отправить по адресу, который указан на сайте www.limaco.ru в разделе Контакты.



12. ПРИЛОЖЕНИЯ

12.1 Технические характеристики

Наименование	Значение
Общие данные	
Материал корпуса	- Алюминиевый литейный сплав, анодированный, порошковая покраска - Полиамид
Материал уплотнения между корпусом и крышкой	Резиновая смесь
Материал экрана антенны	Фторопласт
Материал колпака Bluetooth	Фторопласт
Материал кабельного ввода	Полиамид
Вес без фланца	Не более 2,5 кг
Габаритные размеры	203x103x153 мм
Выходные сигналы	
Аналоговый	
4-20мА	Активный
Аварийные сигналы	3мА, 4мА, 21мА (устанавливаемый)
Нагрузка	Не более 300 Ом
Погрешность (в диапазоне температур -40...+50°C)	<0,25% от диапазона измерения
Цифровой	
HART	версия 7.0
RS-485 ¹	Modbus RTU
Разрешающая способность	0,1 мм
Беспроводной	
Bluetooth	- Версия 3.0 - Версия 4.0
Релейные выходы¹	
Количество каналов	2
Максимальный коммутируемый ток	3А
Максимальное коммутируемое напряжение, переменное (постоянное)	250В (30В)
Механический ресурс	10000000 срабатываний
Электрический ресурс, при номинальной нагрузке, минимальный (типовой)	50000 (100000) срабатываний

¹ Кроме модификации УЛМ-31А1-НФ-LC



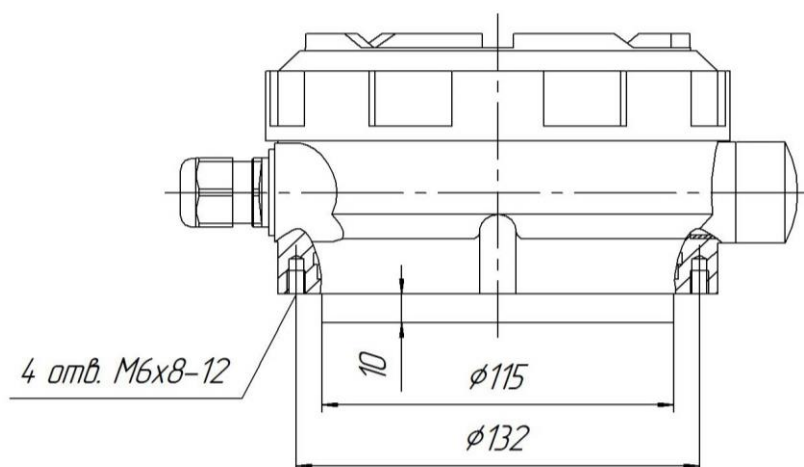
Наименование	Значение
Рабочие характеристики прибора	
Абсолютная погрешность измерения	-Не более 1 мм для УЛМ-31-НФ, УЛМ-31-НФ-Ф; -Не более 3 мм для УЛМ-31А1, УЛМ-31А1-НФ и УЛМ-31А1-НФ-Ф. -Не более 5 мм для УЛМ-31А1-НФ-Ф-LC
Диапазон измерения	0,6...30 м
Диапазон измерения с пониженной точностью	0,3...0,6 м
Принцип действия	Радиолокационный прибор для измерения уровня, использующий Линейную частотную модуляцию (FMCW)
Рабочая частота ¹	120 – 140 ГГц
Выходная мощность	Не более 8мВт
Ширина диаграммы направленности	2° - УЛМ-31-НФ, УЛМ-31А1-НФ; 5° - УЛМ-31-НФ-Ф, УЛМ-31А1-НФ-Ф, УЛМ-31А1-НФ-Ф-LC; 9° - УЛМ-31А1.
Условия эксплуатации	
Температура окружающей среды в месте установки датчика	-40 ... +50° С
При температуре на фланце датчика уровня выше 50° С	Требуется установка радиопрозрачной изолирующей прокладки см. п. 12.5
Атмосферное давление	84,0...106,7 кПа (630-800 мм.рт.ст.)
Относительная влажность в месте установки датчика уровня	95% при 35 ° С и более низких температурах, без конденсации влаги
Избыточное давление или разряжение в резервуаре	-1...6 бар, требуется установка радиопрозрачной герметизирующей прокладки см. п. 12.5
Механические воздействия - вибрация амплитудой - частотой	Не более 0,1 мм 5...25Гц
Максимальное отклонение рабочего положения от вертикального	1 градус (регламентируется только для применения на жидких продуктах)
Защитные меры	
Степень защиты от проникновения	IP65

¹ Для уровнемера УЛМ-31А1 составляет около 24 ГГц

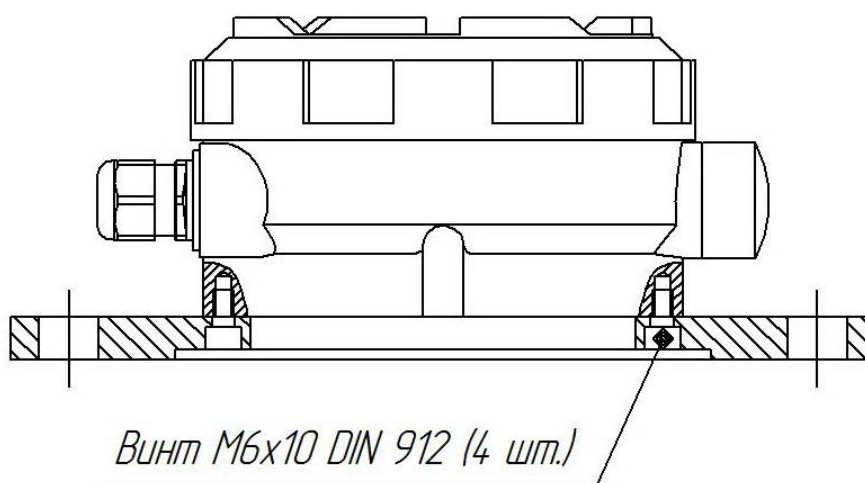


пыли и влаги	
Исполнение	Общепромышленное (невзрывозащищенное)
Питание	
Напряжение питания	20...36В постоянного тока
Наименование	Значение
Максимальная потребляемая мощность	6 Вт
Электромеханические данные	
Кабельный ввод	Вариант 1: 1 шт. кабельный ввод M20x1,5 (кабель круглого сечения Ø 8...13 мм) 1 шт. заглушка M20x1,5 Вариант 2: 2 шт. кабельный ввод M20x1,5 (кабель круглого сечения Ø 8...13 мм)
Винтовые контакты для электрического подключения проводов сечением	Не более 2,5 мм (AWG 14)
Разрешения и сертификаты	
Данную документацию можно загрузить с сайта www.limaco.ru	

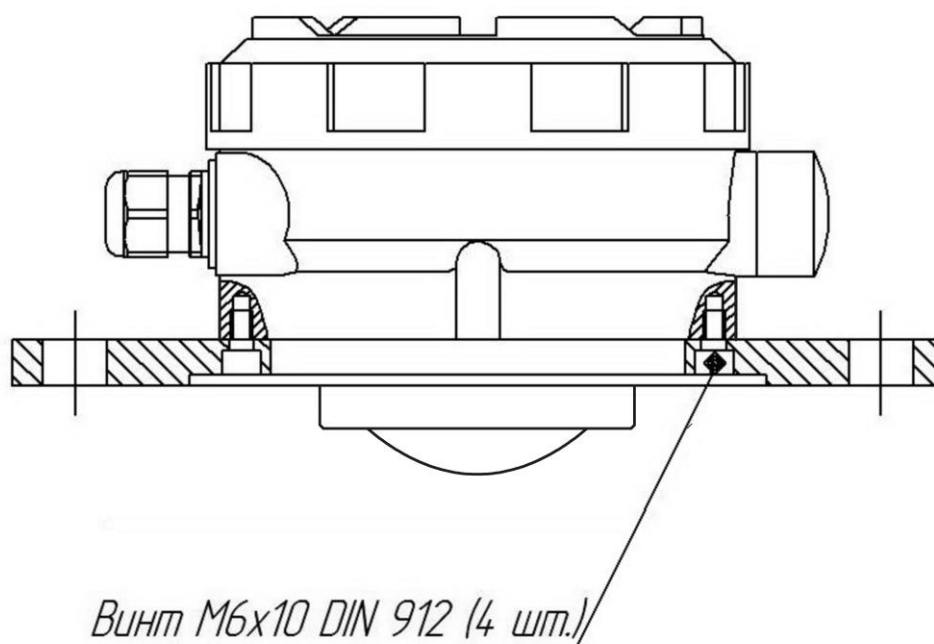
12.2. Присоединительные размеры уровнемера без монтажного фланца



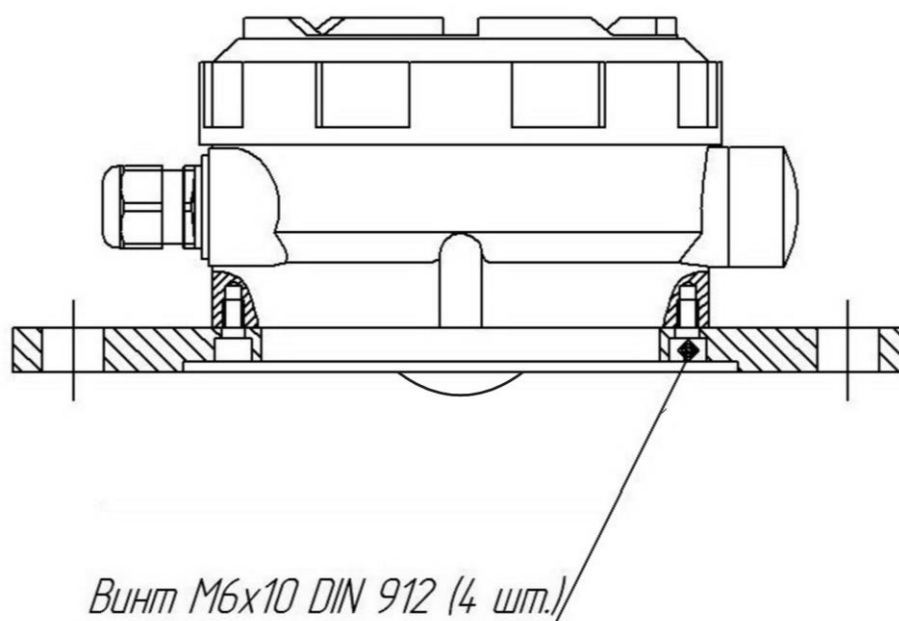
12.3. Присоединение уровнемера к монтажному фланцу



УЛМ-31А1

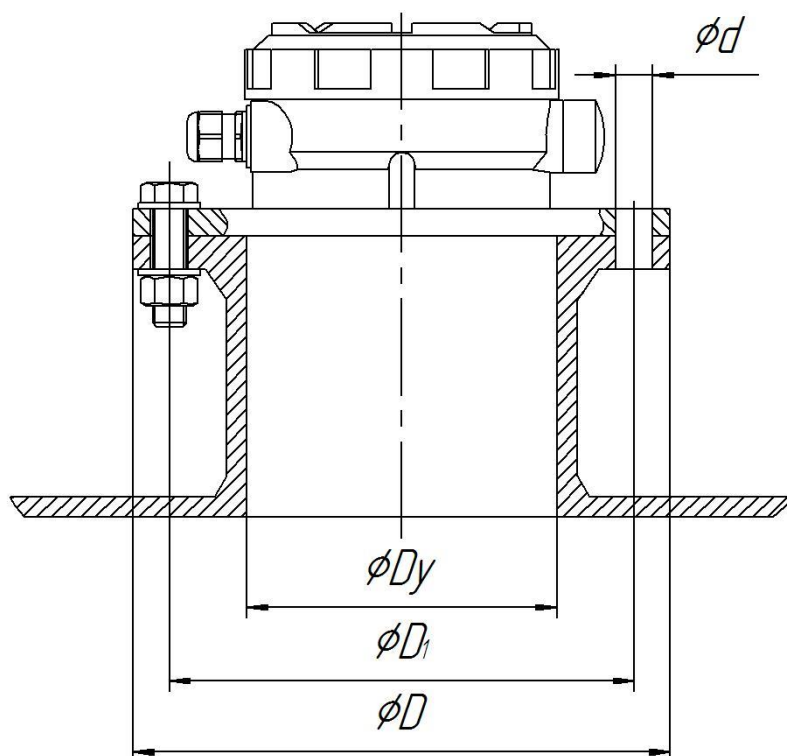


УЛМ-31-НФ, УЛМ-31А1-НФ



УЛМ-31-НФ-Ф, УЛМ-31А1-НФ-Ф и УЛМ-31А1-НФ-Ф-LC

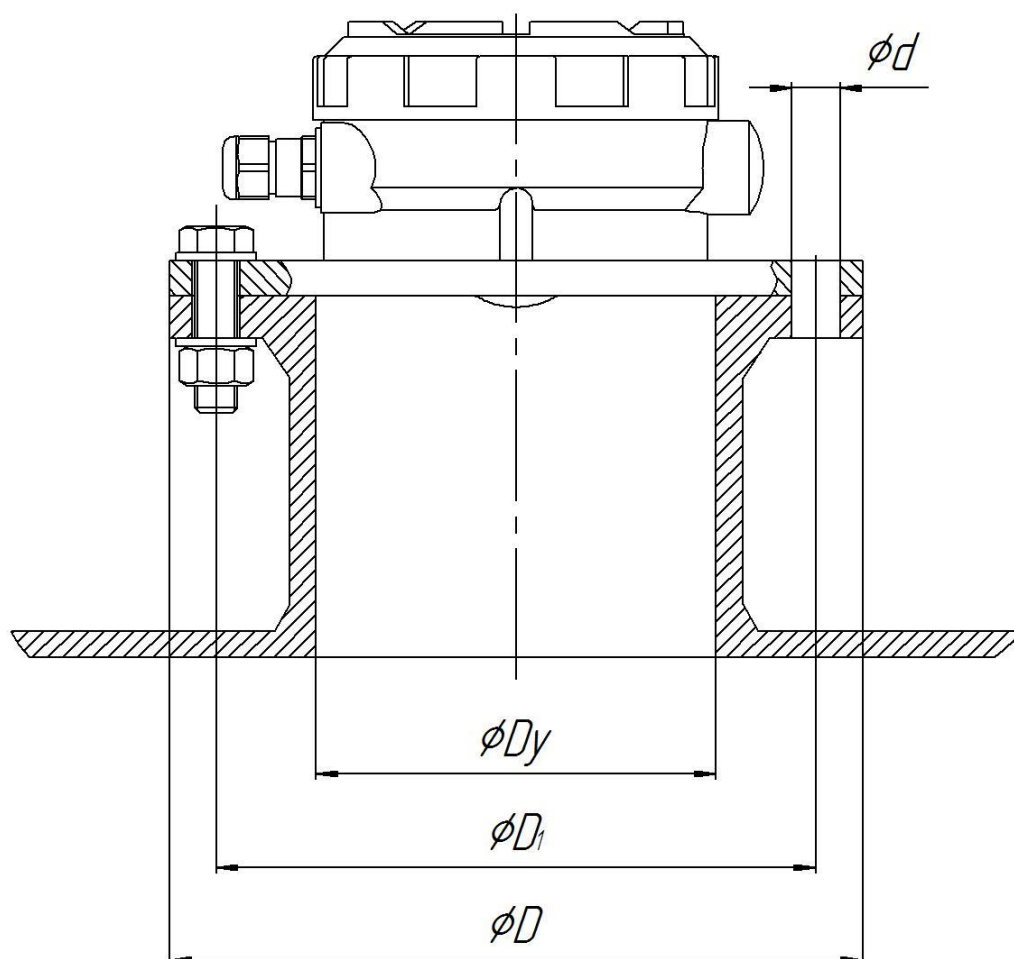
12.4 Монтаж уровнемера УЛМ-31А1 на патрубке



$D_y, \text{ мм}$	$D, \text{ мм}$	$D_1, \text{ мм}$	$d, \text{ мм}$
100	205	170	18
150	260	225	18
200	315	280	18



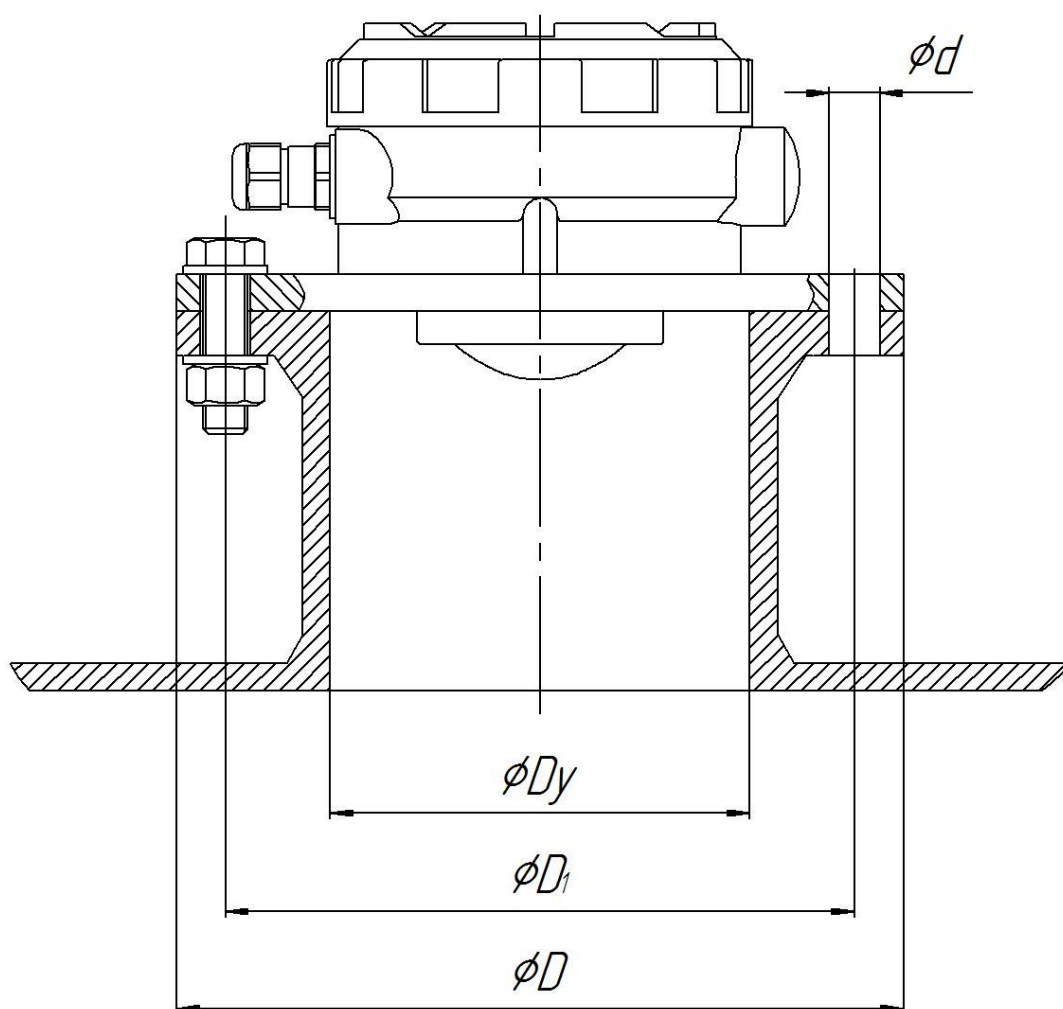
12.5 Монтаж уровнемеров УЛМ-31-НФ-Ф, УЛМ-31А1-НФ-Ф, УЛМ-31А1-НФ-Ф-ЛС на патрубке



$D_y, \text{ мм}$	$D, \text{ мм}$	$D_1, \text{ мм}$	$d, \text{ мм}$
100	205	170	18
150	260	225	18
200	315	280	18

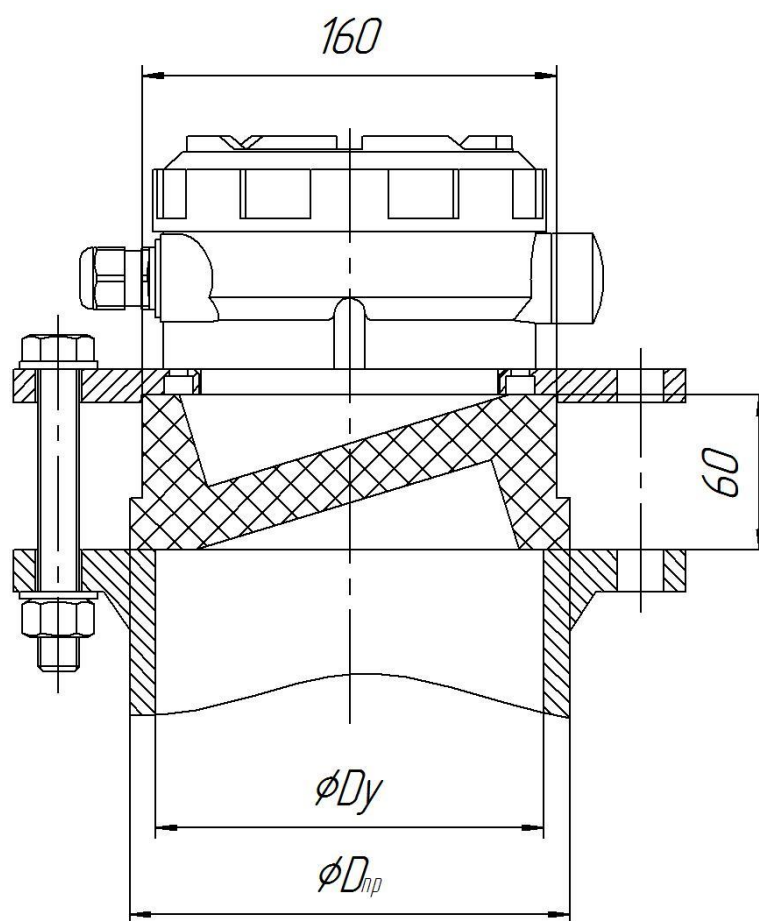


12.6 Монтаж уровнемеров УЛМ-31-НФ, УЛМ-31А1-НФ на патрубке



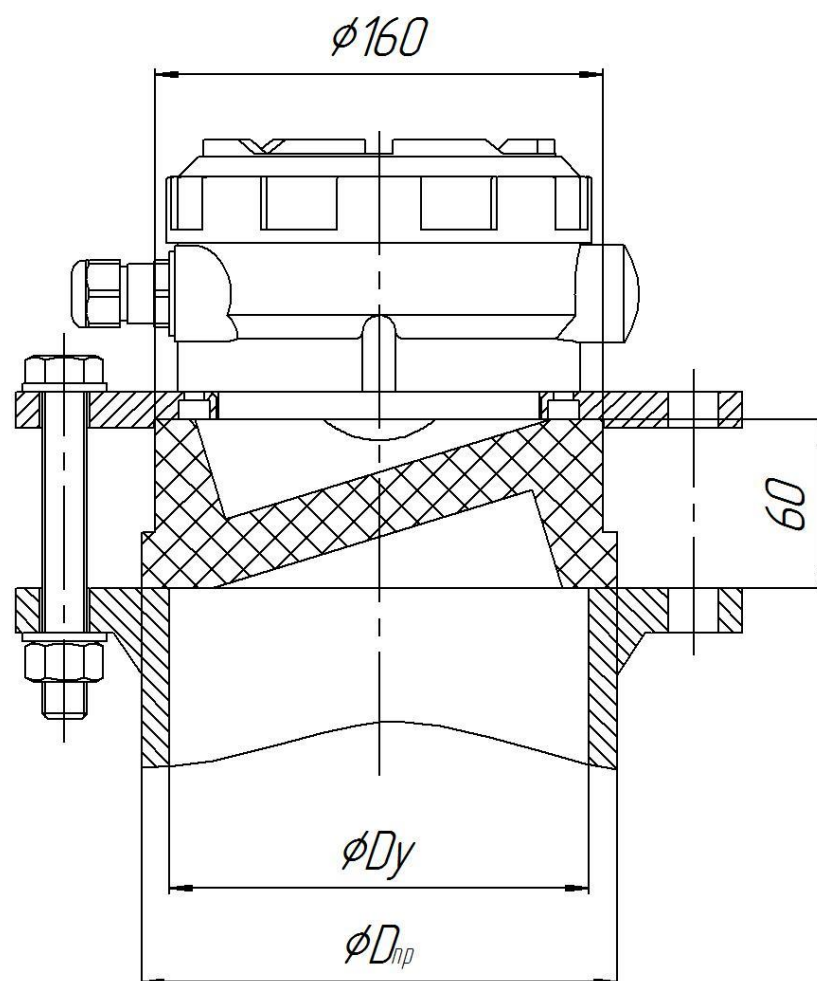
$D_y, \text{ мм}$	$D, \text{ мм}$	$D_i, \text{ мм}$	$d, \text{ мм}$
100	205	170	18
150	260	225	18
200	315	280	18

12.7 Монтаж уровнемера УЛМ-31А1 на патрубке с изолирующей прокладкой



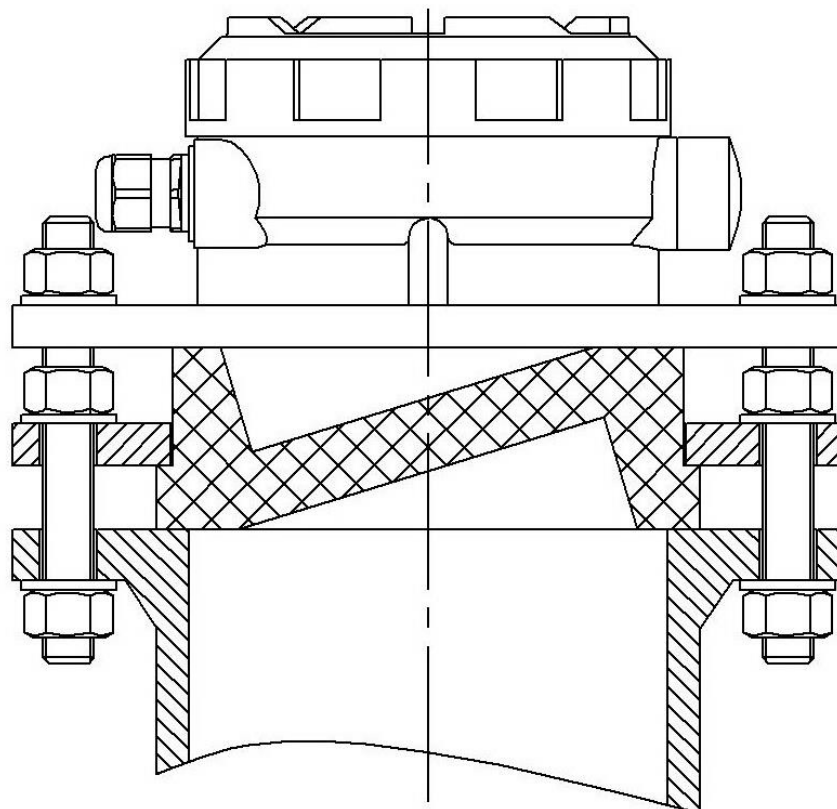
$D_y, \text{ мм}$	$D_{np}, \text{ мм}$
100	—
150	170
200	250

12.8 Монтаж уровнемеров УЛМ-31-НФ-Ф, УЛМ-31А1-НФ-Ф, УЛМ-31А1-НФ-Ф-ЛС на патрубке с изолирующей прокладкой

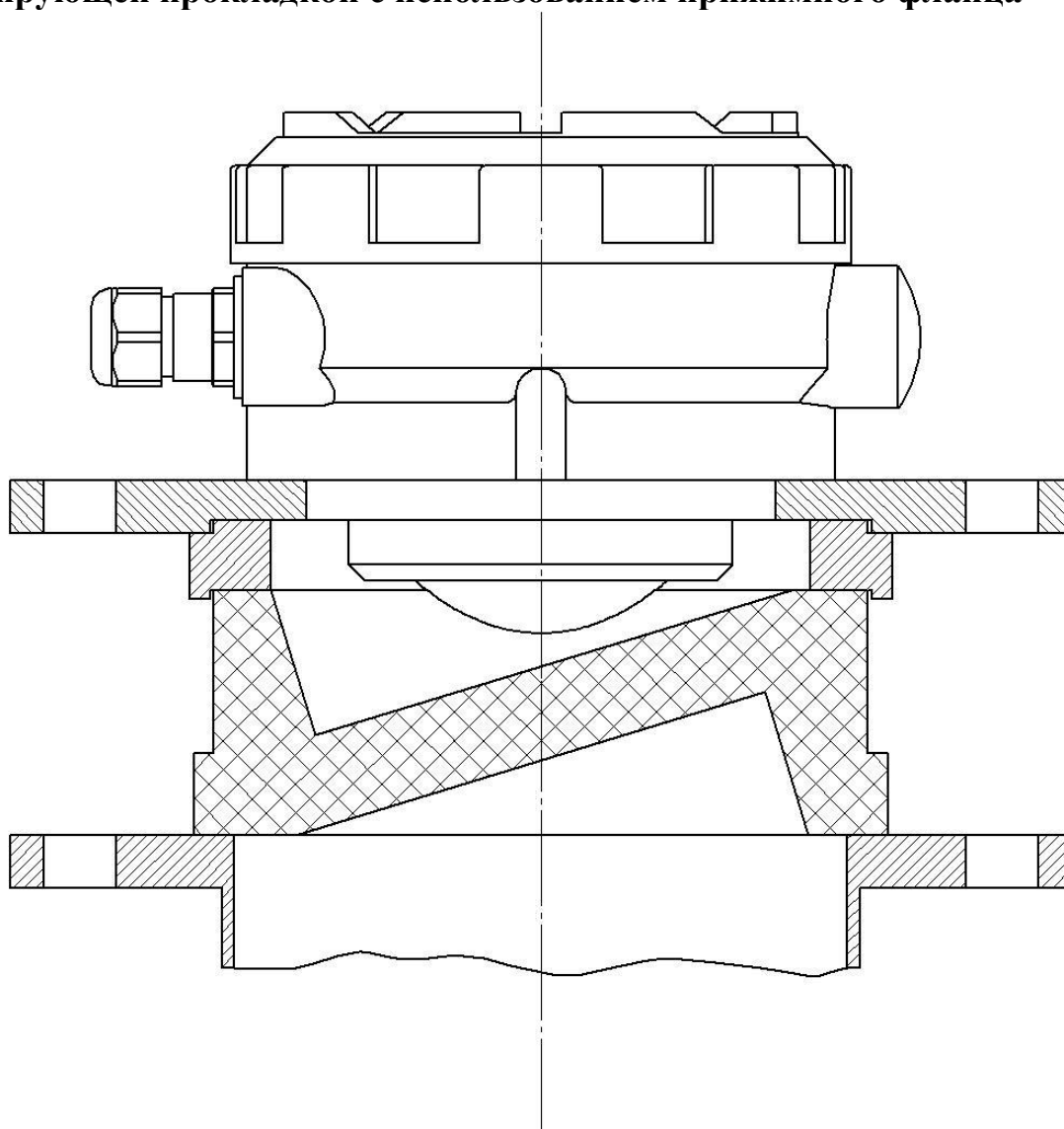


$D_y, \text{ мм}$	$D_{нр}, \text{ мм}$
100	—
150	170
200	250

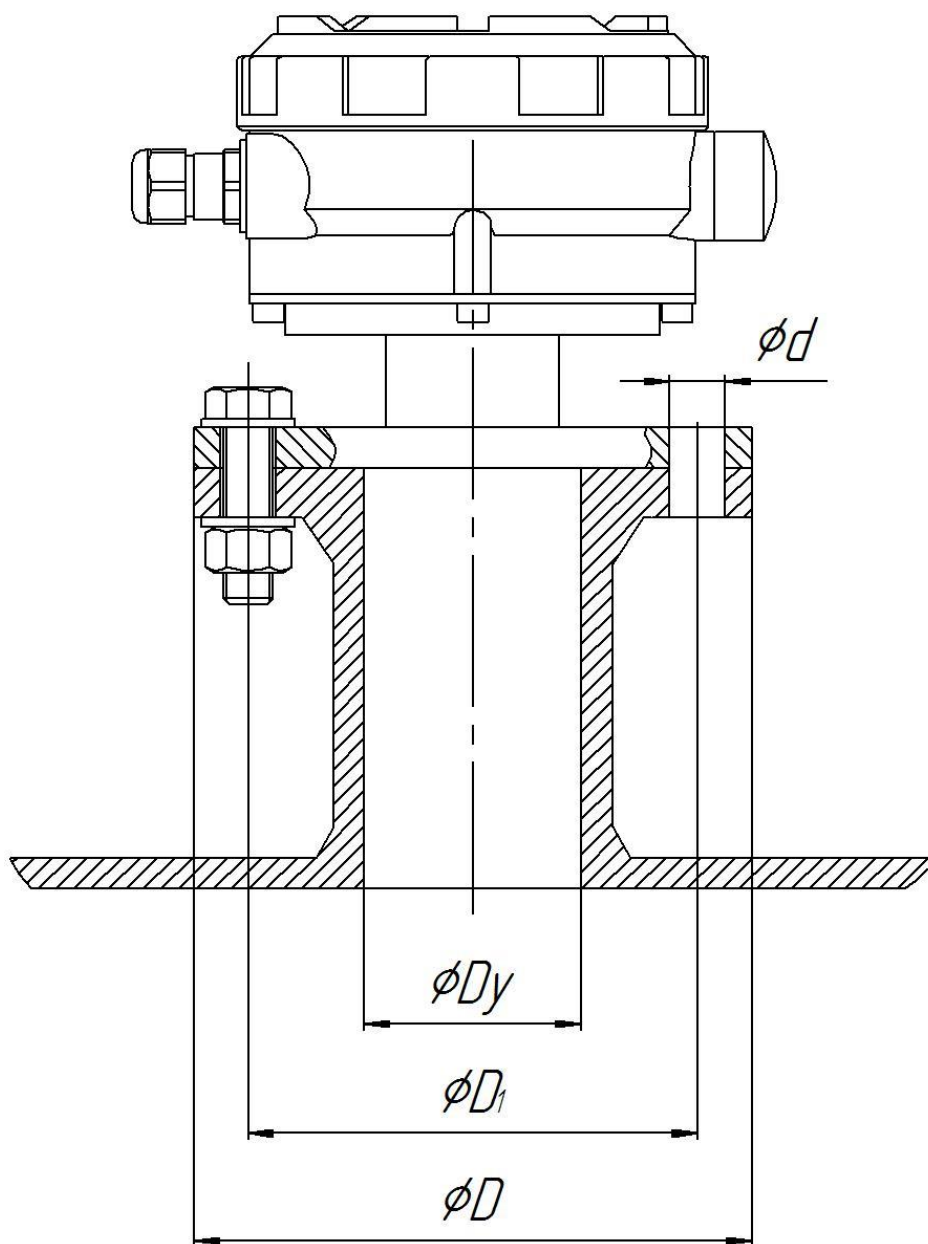
12.9 Монтаж уровнемеров УЛМ-31А1, УЛМ-31-НФ-Е, УЛМ-31А1-НФ-Е, УЛМ-31А1-НФ-Е-ЛС на патрубке с изолирующей прокладкой с использованием прижимного фланца



12.10 Монтаж уровнемеров УЛМ-31-НФ, УЛМ-31А1-НФ на патрубке с изолирующей прокладкой с использованием прижимного фланца



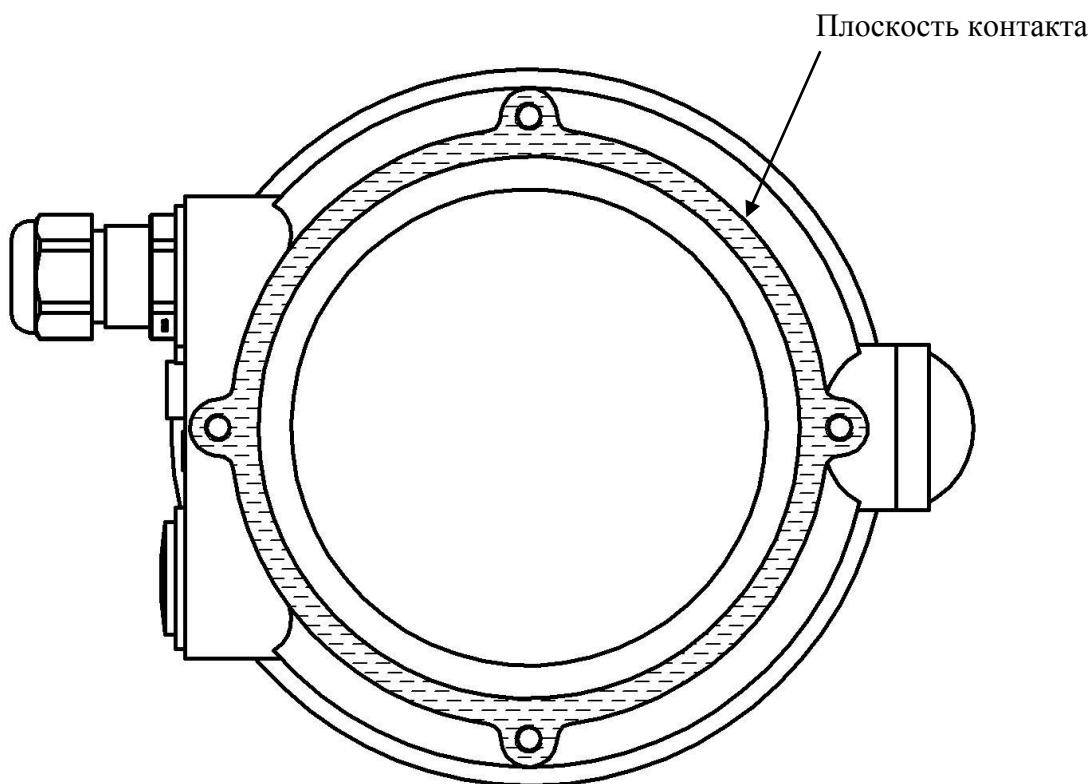
12.11 Монтаж уровнемеров УЛМ-31-НФ-Е, УЛМ-31А1-НФ-Е, УЛМ-31А1-НФ-Е-ЛС с применением перехода на патрубках малого диаметра



$D_y, \text{ мм}$	$D, \text{ мм}$	$D_1, \text{ мм}$	d
50	140	110	14
80	185	150	18

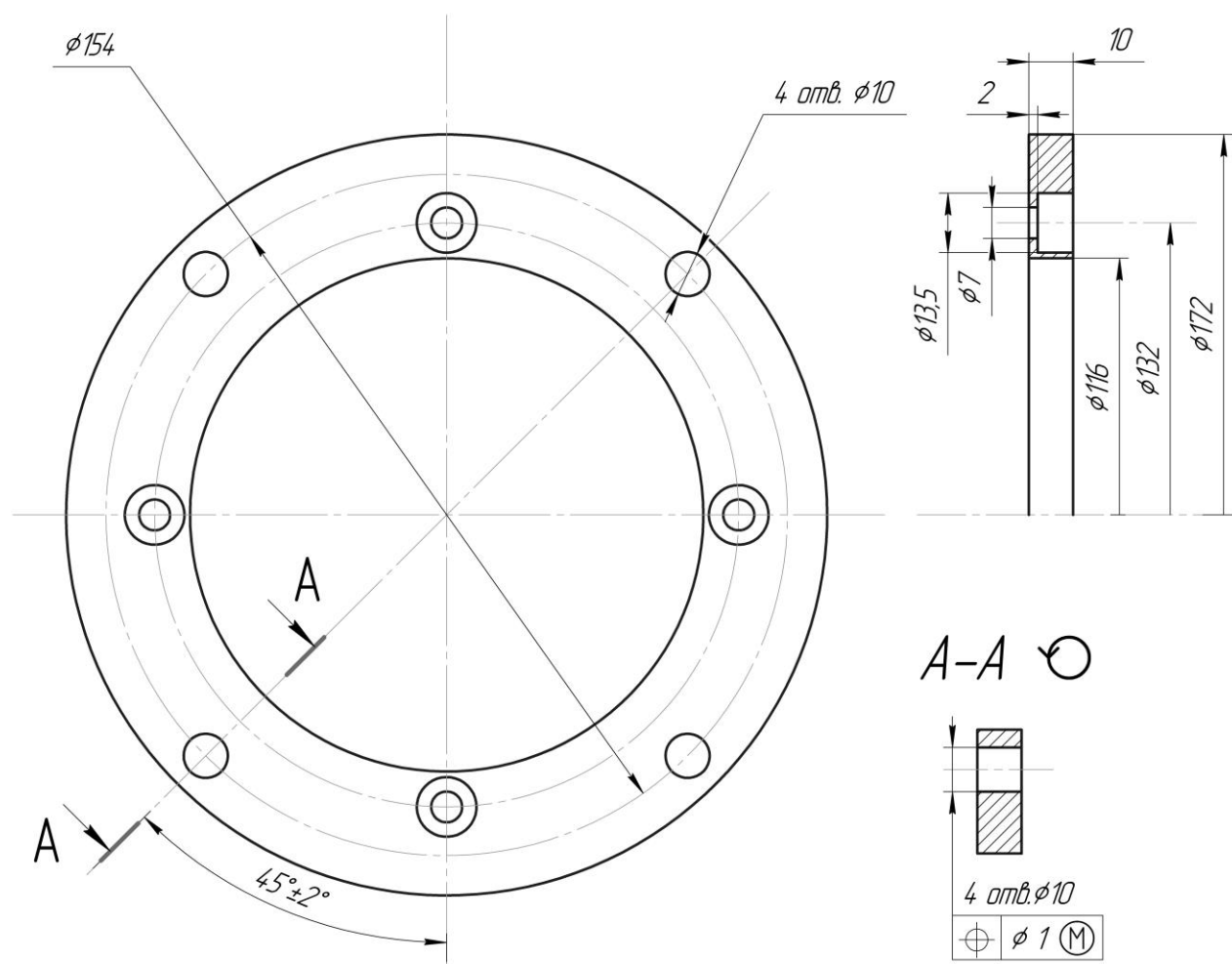
12.12 Герметизация

При эксплуатации датчика под открытым небом, для исключения попадания влаги в пространство между уровнемером и изолирующей прокладкой, что может привести к невозможности проведения измерений, необходимо перед стыковкой датчика с фланцем нанести на поверхность контакта герметик, как показано на рисунке или установить резиновую прокладку (если входит в комплект поставки).

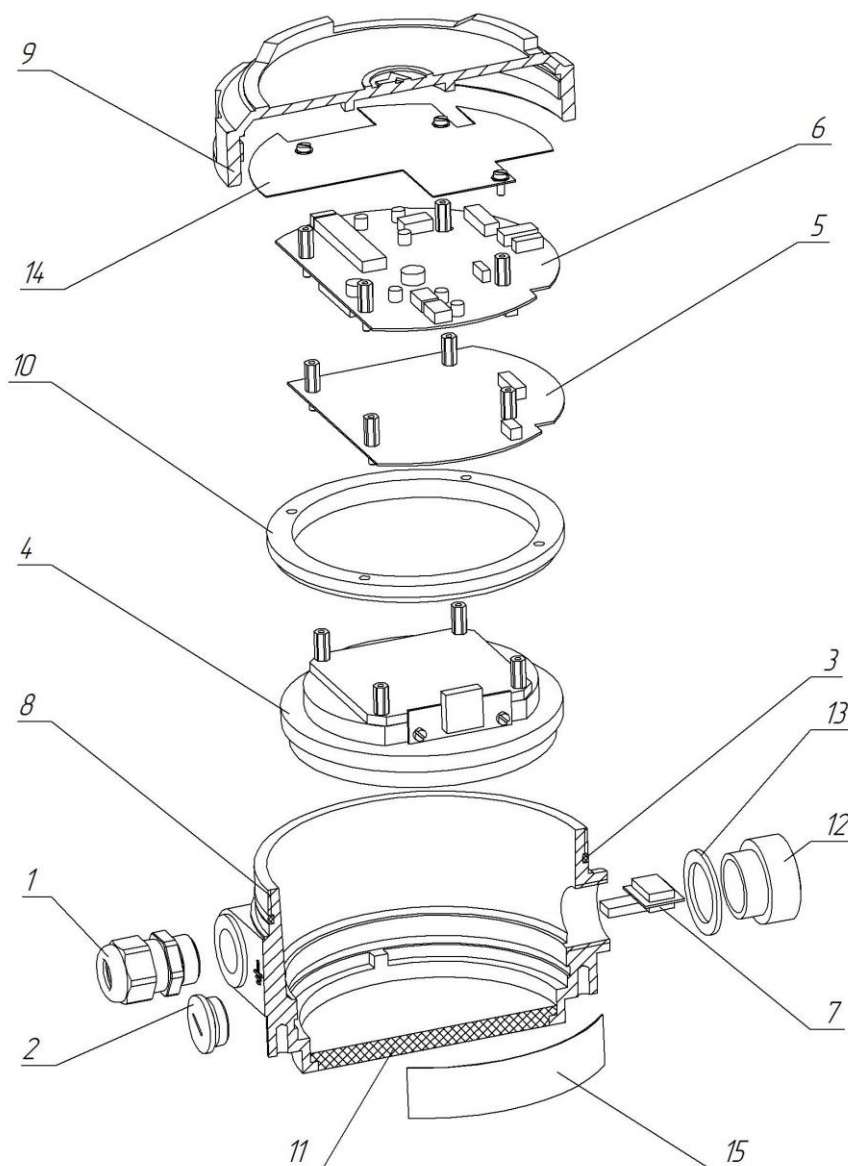




12.13 Технологический фланец



12.14 Конструкция датчика уровня



- | | |
|--------------------------------------|-------------------------|
| 1 – кабельный ввод; | 9 – крышка; |
| 2 – заглушка; | 10 – гайка; |
| 3 – кольцо резиновое уплотнительное; | 11 – экран; |
| 4 – антенный блок; | 12 – крышка bluetooth; |
| 5 – плата усилительная; | 13 – прокладка; |
| 6 – плата интерфейсная; | 14 – шильд подключения; |
| 7 – плата bluetooth; | 15 – шильд фирменный. |
| 8 – корпус; | |