



АО
ЛИМАКО

Почт/факт. адрес :300028, г. Тула, ул. Болдина, д. 94
Юр. адрес: 300057, г. Тула, ул. Пузакова, 44-30
т/ф (4872) 22-44-09
e-mail: in@limaco.ru,
www.limaco.ru

НОВИНКА

УЛМ-3D-64

МНОГОЛУЧЕВОЙ БЕСКОНТАКТНЫЙ РАДАРНЫЙ УРОВНЕМЕР
ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ 3D-УРОВНЯ И **ОБЪЕМА** СЫПУЧИХ
ПРОДУКТОВ И МАТЕРИАЛОВ.

КРАТКОЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ.



г.Тула



1. Назначение

Уровнемер УЛМ-3D-64 предназначен для непрерывного бесконтактного измерения уровня любых сыпучих материалов и ориентирован на использование в системах технологического учёта и управления запасами продукта. Уровнемер УЛМ-3D-64 может применяться для измерения уровня и объема в резервуарах и открытых хранилищах. Для больших резервуаров и хранилищ может быть использована система из нескольких уровнемеров. ПО Multi Beam Radar Surface Plotter рассчитывает объем и отображает трехмерную картину измеряемого материала на экране компьютера.

2. Комплект поставки

Комплект поставки включает:

- Радиоволновый уровнемер;
- Документация и ПО на электронном носителе;
- ПО Multi Beam Radar Surface Plotter.
- Руководство по эксплуатации и монтажу;
- Дополнительная документация (сертификаты и разрешения, при необходимости прочая техническая информация).

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:

- источник питания;
- преобразователи интерфейса RS-485;
- монтажный комплект.

Конкретный тип дополнительного оборудования (интерфейсных адаптеров, монтажных изделий) может иметь различное исполнение, оговаривается при заказе оборудования и указывается в спецификации заказа.

3. Принцип действия

Антенная система УЛМ-3D-64 излучает радиосигналы, формирующие радиолучи, и принимает отраженные от поверхности продукта эхосигналы. Электронный блок посредством программно-аппаратного комплекса обрабатывает каждый эхосигнал и преобразует его в соответствующий выходной сигнал, который несет информацию об измеренном значении.

Каждый отдельный луч работает 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.

Уровнемер УЛМ-3D-64 использует 64 направленных измерительных радиолуча. Каждый луч формируется отдельным независимым измерителем



уровня продукта и имеет фиксированное направление. Все направления равномерно распределены в телесном угле 90 градусов (рис. 1). В процессе измерения в процессорную систему поступают отраженные сигналы с каждого направления, при обработке которых рассчитываются расстояния до продукта.

В зоне действия каждого луча, в измерительном пятне на поверхности продукта, находится и выбирается точка с наилучшим отражением.

В результате измерения в приборе собирается массив уровней измеряемого продукта с разных направлений. Программное обеспечение Multi Beam Radar Surface Plotter (рис. 2, рис. 3) получает массив измеренных расстояний, строит модель профиля поверхности продукта и рассчитывает объем измеряемого материала с учетом формы и геометрических размеров резервуара.

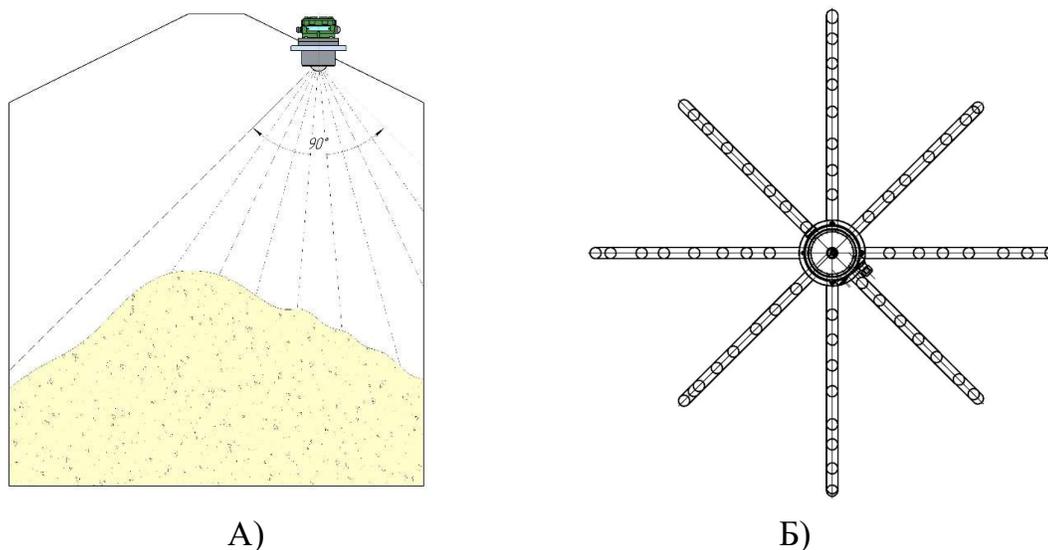


Рис 1. Массив направлений измерительных лучей. А) Вид сбоку. Б) Вид сверху

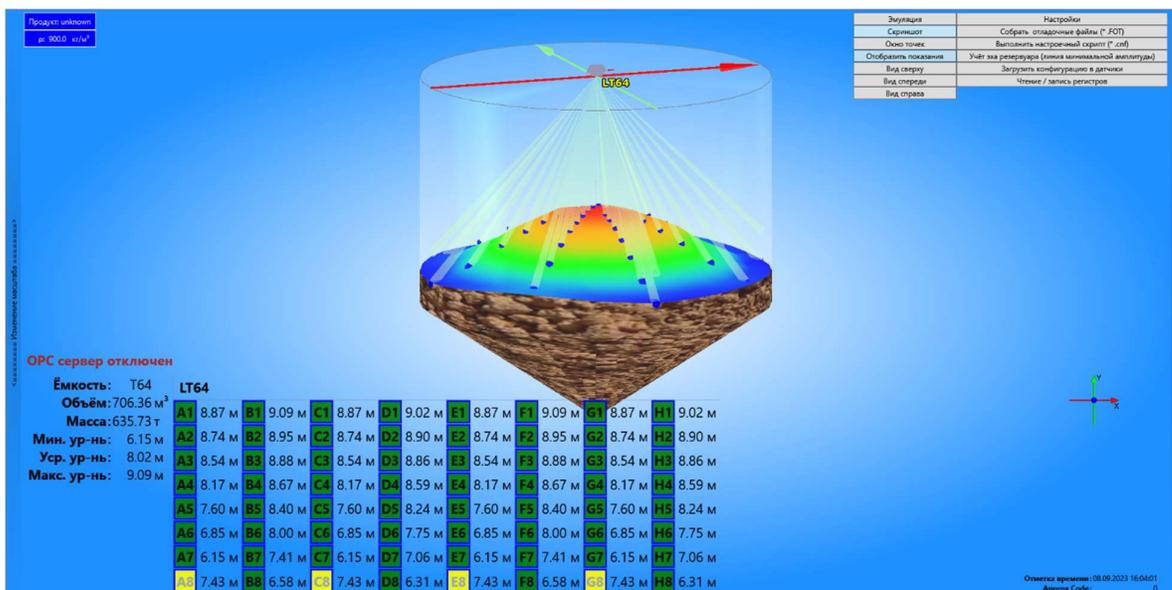


Рис. 2

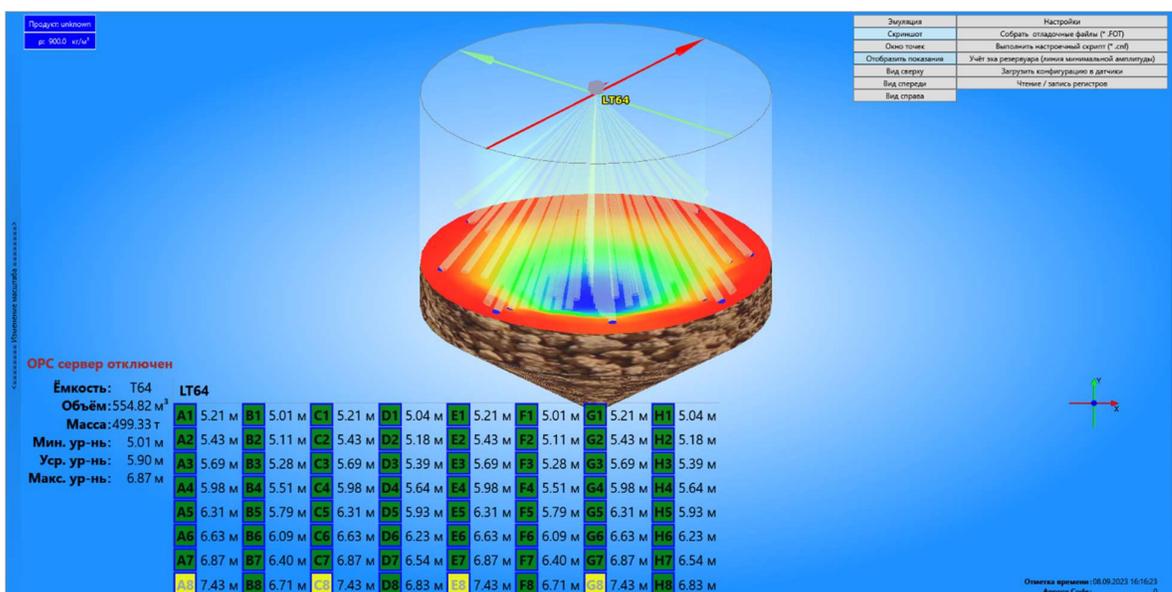


Рис. 3.

Для увеличения детализации 3D-профиля поверхности измеряемого сыпучего продукта, а также для исключения возможных слепых зон, можно устанавливать несколько уровнемеров УЛМ-3D-64 на один силос (Рис 4).

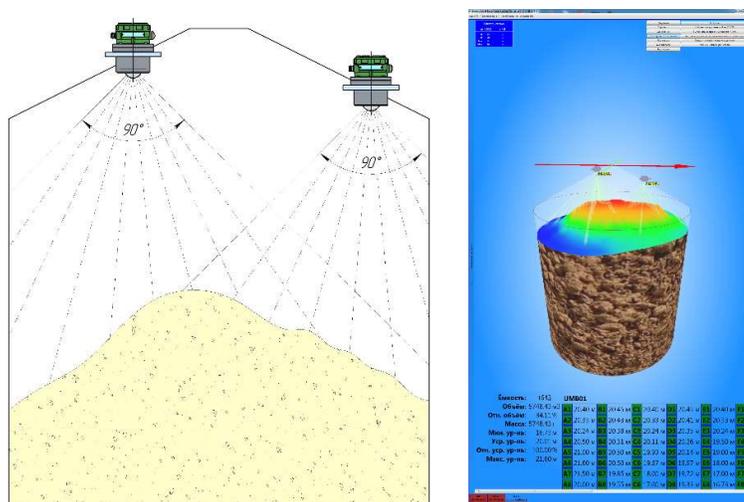


Рис.4. Использование нескольких УЛМ-3D-64 на одном резервуаре (силосе).

4. Измерение объема сыпучего продукта. Точность измерения.

Уникальной особенностью уровнемеров серии УЛМ-3D является функция измерения объема продукта.

Точность измерения объема сыпучего продукта при помощи УЛМ-3D-64 зависит от размеров и формы резервуара, количества уровнемеров, установленных на крыше силоса и их расположения. Уровнемеры необходимо располагать таким образом, чтобы, во всех режимах технологического процесса (загрузка или опустошение), при соответствующих формах поверхности продукта, уменьшить площадь «слепых зон», т.е. таких зон куда не попадают измерительные лучи уровнемеров. В этом случае уровнемеры УЛМ-3D-64 будут обеспечивать наилучшую точность измерения объема.

В качестве примера, ниже, на рисунках 5.1,5.2, приведено типовое применение уровнемера УЛМ-3D-64 – измерение уровня и объема зерна в плоскодонном силосе с диаметром 27м и высотой 35м (один из распространенных размеров). Расположение одного уровнемера УЛМ-3D-64 близко от центра крыши силоса гарантирует отсутствие слепых зон при максимальной загрузке силоса зерном. При таком расположении уровнемера, продукт полностью контролируется уровнемером во всех режимах. В такой конфигурации измерительной системы, точность измерения объема составит от $\pm 0.6\%$ до $\pm 1.2\%$ от максимального объема загрузки резервуара.

Столь высокая точность измерения объема достигается благодаря большой плотности точек измерения на поверхности продукта как при высоких, так и при низких уровнях засыпки. Так же, наличие большого количества точек измерения дает возможность автоматического отбрасывания из расчетов некоторого количества точек без увеличения погрешности, например, в случае слабого отражения и потери отраженного сигнала в какой-либо момент времени,



5. Быстродействие уровнемера УЛМ-3D-64

Быстродействие системы измерения уровня нередко определяет ее применимость в технологическом процессе предприятия. Часто, на предприятиях, скорость загрузки сыпучих материалов в силос достаточно высока, особенно это справедливо для горнорудной промышленности, где, при выгрузке материала уровень продукта за несколько секунд может измениться на несколько метров.

Если же быстродействие уровнемера меньше скорости изменения уровня в силосе, то он просто не успеет произвести измерение в течении этого технологического процесса, что может привести к нарушению технологического процесса. Не многие классические радарные уровнемеры способны измерять уровень реальном масштабе времени. При необходимости же измерять объем продукта, т.е. когда требуется контролировать сразу несколько точек на поверхности продукта одновременно, эта задача усложняется многократно. Если уровнемер использует один луч для контроля уровня в нескольких точках (для вычисления объема продукта), то быстродействие такого уровнемера снижается многократно, пропорционально количеству точек, контролируемых таким уровнемером. Это справедливо для уровнемеров как с электронным сканированием, так и с механическим.

Наиболее ярко этот недостаток проявляется у уровнемеров с механическим сканированием. В этом случае для измерения уровня в нескольких точках применяется один луч радарного уровнемера, угол наклона которого изменяется методом механического перемещения (наклона) антенны этого уровнемера. Таким образом затрачивается время на механическое перемещение антенны, на подготовку и проведение измерения для каждой точки. Поэтому, у всех однолучевых сканирующих систем измерения уровня (механических и электронных) время измерения составляет минуты, а иногда даже десятки минут. За это время уровень продукта в силосе может измениться кардинально, но однолучевой уровнемер заметит это уже только после того, как все произошло и, возможно, возникла аварийная ситуация!

В отличие от классических однолучевых сканирующих систем, радарный уровнемер УЛМ-3D-64, как это было описано выше, является многолучевым измерителем. Поэтому нет необходимости затрачивать время на переориентацию измерительного луча и подготовку измерения. Любой луч уровнемера заранее сориентирован и настроен. Каждый участок поверхности продукта в зоне действия каждого измерительного луча уровнемера УЛМ-3D-64 находится под постоянным контролем – система обработки уровнемера только производит периодический перебор этих лучей (включение приемо-передающей системы), сбор и обработку информации. Поэтому, полный цикл измерения уровня и объема уровнемера УЛМ-3D-64 составляет несколько секунд для любой конфигурации системы измерения!



6. Технические характеристики

Наименование	Значение
Общие данные	
Материал корпуса	Алюминиевый литейный сплав, анодированный, порошковая покраска
Материал уплотнений	Резиновая смесь
Материал линзы антенны	Фторопласт
Материал кабельного ввода	Пластик
Масса, кг, не более	5
Габаритные размеры, мм, не более	240x185x185
Тип установки на процесс	фланцевый
Выходные сигналы	
Аналоговый	
4-20мА	Активный
Нагрузка	Сопротивление линии, включая приемное устройство, не более 300 Ом.
Пределы допускаемой приведенной к полному диапазону измерений погрешности преобразований в аналоговый сигнал силы постоянного тока 4-20 мА	Не более 0,25% от диапазона измерений
Цифровой	
RS-485	Modbus RTU
Разрешающая способность	0,1 мм
Наименование	Значение
Рабочие характеристики прибора	
Абсолютная погрешность измерения уровня (по ровной поверхности*)	± 5 мм
Диапазон измерения расстояния	1...57 м
Принцип действия	Радиолокационный прибор для измерения уровня, использующий линейную частотную модуляцию (FMCW)
Рабочая частота	70-130 ГГц
Выходная мощность	Не более 10мВт
Количество измерительных каналов	64
Режим работы каналов	Поочередный
Ширина диаграммы направленности каждого канала	3,5°
Время полного цикла измерения, не более, с	3



Условия эксплуатации	
Температура окружающей среды в месте установки уровнемера	-40 +60
Атмосферное давление	84,0...106,7 кПа (630-800 мм.рт.ст.)
Относительная влажность в месте установки уровнемера	Не более 95% при 35 ° С и более низких температурах, без конденсации влаги
Механические воздействия - вибрация амплитудой - частотой	Не более 0,1 мм 5...25 Гц
Максимальное отклонение вертикальной оси от рекомендуемой монтажной позиции	Не более ±1 градус
Защитные меры	
Степень защиты по ГОСТ 14254-2015 (IEC 60539-0:2013), код IP	IP65
Исполнение	Общепромышленное
Питание	
Напряжение питания	18...36 В постоянного тока
Максимальная потребляемая мощность, Вт, не более	15
Электромеханические данные	
Кабельный ввод	M20x1,5
Винтовые контакты для электрического подключения проводов сечением	Не более 2,5 мм (AWG 14)

7. Монтаж

Уровнемер устанавливается на крыше резервуара, используя фланец. На УЛМ-3D-64 имеются верхнее и нижнее места крепления фланца. Желательно устанавливать уровнемер так, чтобы его антенна была погружена в резервуар, для этого используется вариант с верхним креплением фланца.

Уровнемер устанавливается на резервуар таким образом, чтобы в месте установки, в телесном угле 100 градусов, вершина которого находится в центре антенны уровнемера, не было посторонних предметов и элементов конструкций силоса, способных помешать измерению. Уровнемер располагается антенной вниз, или под углом к вертикали.

Допускается монтаж уровнемера под максимальным углом наклона 50 градусов от вертикали. Место расположения на резервуаре и угол наклона выбираются так, чтобы оптимально использовать измерительные каналы уровнемера. Измерительные каналы, лучи которых пересекаются со стенками



резервуара, автоматически исключаются из измерения при уровне продукта ниже места пересечения.

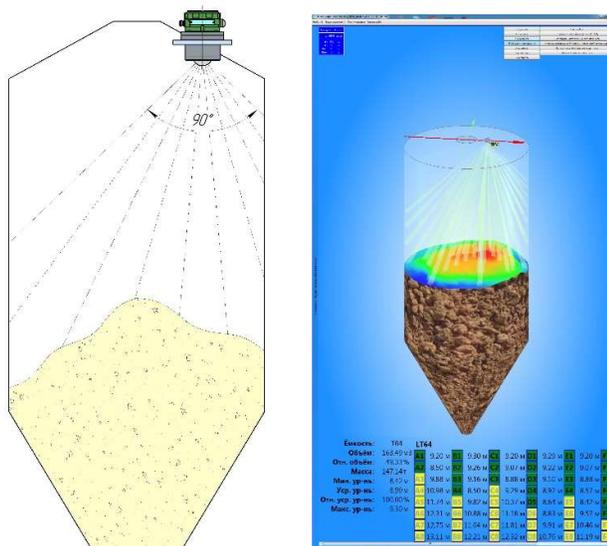


Рис.6

Уровнемер УЛМ-3D-64 может комплектоваться фланцами различных исполнений, указывается при размещении заказа. Стандартная поставка для варианта установки уровнемера с антенной, погруженной внутрь резервуара (рекомендуется), включает фланец Ду150Ру10(16) или Ду125Ру10 по ГОСТ 33259-2015 (Рис 9). При этом диаметр отверстия в крыше резервуара (крыше силоса), необходимого для измерения уровня, зависит от толщины крыши и выбирается из расчета свободного распространения измерительных лучей уровнемера в телесном угле 100° , но не менее 150мм.

Допускается установка уровнемера УЛМ-3D-64 без опускания антенны внутрь резервуара (силоса) – такой вариант применяется при плоской крыше толщиной не более 10 мм. В этом случае уровнемер может быть укомплектован фланцем Ду100Ру10 по ГОСТ 33259-2015 (Рис 10). При этом диаметр отверстия в крыше резервуара (крыше силоса), должен быть не менее 100мм.

8. Электрическое подключение

*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 самоуплотняющимися резьбами 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.



Запрещается:

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

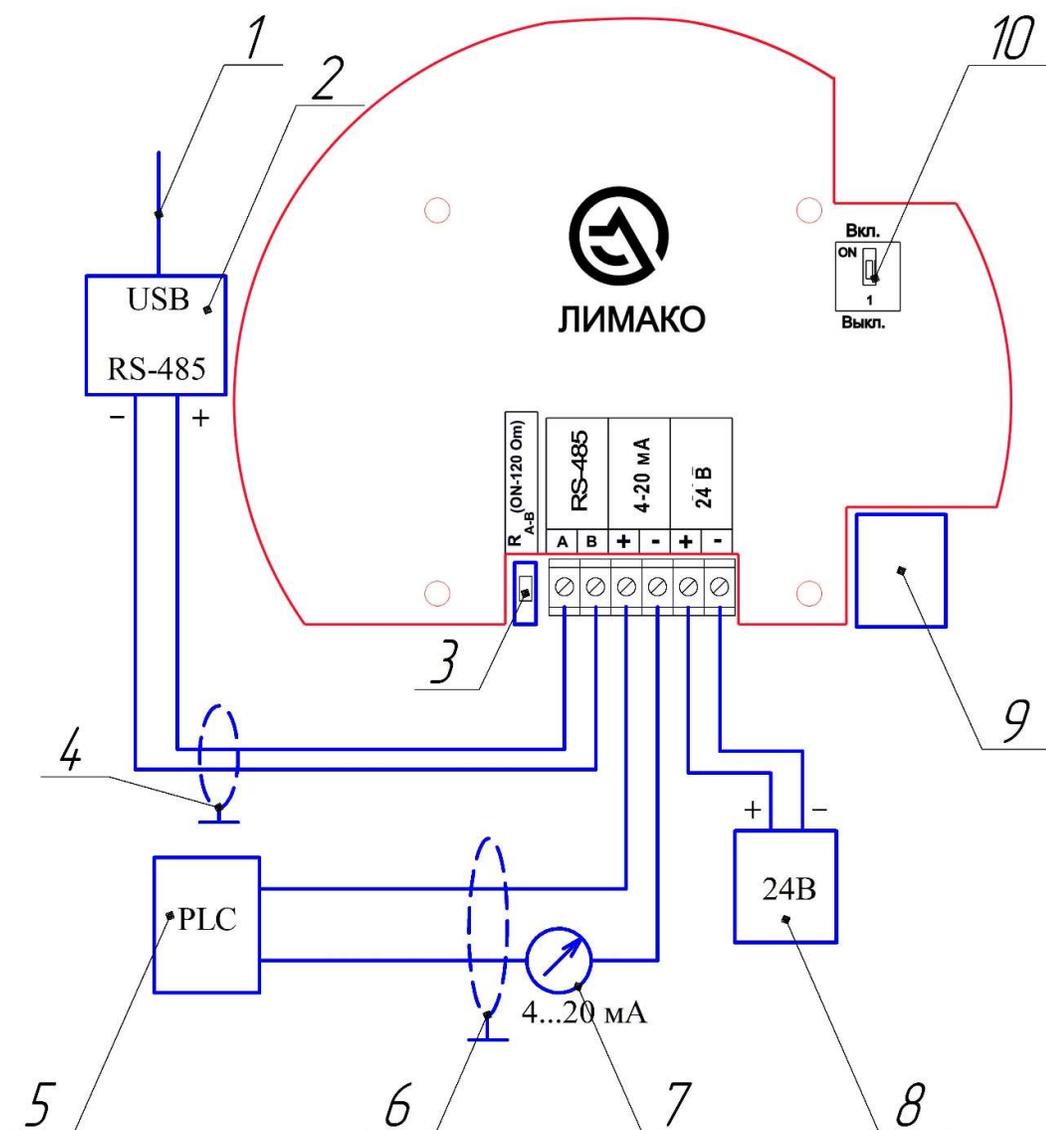
Для подключения аналогового выхода 4-20 мА следует применять стандартную пару проводников в отдельном экране.

Для подключения цифрового интерфейса RS-485 необходимо применять пару проводников в экране, допускается применение кабеля с общим экраном. 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. *Запрещено вводить в прибор через один кабельный ввод несколько кабелей.*

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.

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.



1 – Подключение к ПК; 2 – Преобразователь RS-485/USB; 3 – Переключатель, согласующая нагрузка линии RS-485 $R_{A-B}=120 \text{ Ом}$; 4, 6 – Подключение экранов интерфейсных линий; 5 – Блок контроля, например PLC; 7 – Аналоговый блок индикации;	8 – Источник питания 24В; 9 – Разъем карты памяти microSD; 10 – Переключатель «Резервная программа», возврат на заводские настройки;
---	--

Рис. 7 УЛМ-3D-64. Назначение клемм. Подключение.

9. Состав системы измерения.

Наилучшую точность измерения объема обеспечивает комплект из одного или нескольких уровнемеров УЛМ-3D-64 и программного обеспечения верхнего уровня. В такую систему измерения, помимо уровнемера, входит



персональный компьютер с программным обеспечением Multi-Beam Radar Surface Plotter, которое поставляется в комплекте с уровнемерами. Уровнемеры подключаются к ПК либо посредством интерфейса RS-485, либо через Ethernet при помощи преобразователя RS485/Ethernet.

Данное ПО, по оригинальным алгоритмам и на основании измерений, произведенных уровнемерами, рассчитывает средний уровень сыпучего продукта, его объем и массу. Измеренный средний уровень или объем передаются в уровнемер, для вывода на интерфейс 4-20 мА. Для работы системы измерения ПО должно быть запущено постоянно.

Также, уровнемер УЛМ-3D-64 может самостоятельно, без ПО верхнего уровня, измерять средний уровень или объем, но с меньшей точностью, чем при использовании Multi-Beam Radar Surface Plotter.

Но, в обоих случаях ПК с ПО необходим для начального конфигурирования и настройки уровнемера в процессе эксплуатации (см.п.11).

10. Требования к персональному компьютеру.

Минимальная конфигурация ПК, достаточная для настройки уровнемеров и для построения системы измерения с минимальным количеством датчиков:

Процессор: 4 ядра, частота 1,5 ГГц.

Память: 8 Гб

Монитор: разрешение 1920*1080

Операционная система: не ниже Windows 10 Home

Рекомендуемая конфигурация для постоянной работы системы измерения.

Процессор: 8 ядер частота 3 ГГц.

Память: 16 Гб

Монитор: разрешение 1920*1080

Операционная система: не ниже Windows 10 professional, 64 разрядная.

11. Начальная настройка и ввод в эксплуатацию.

Конфигурирование прибора осуществляется при помощи ПО Multibeam Radar Surface Plotter в полной или демо-версии (бесплатная). Данное ПО необходимо предварительно установить на ПК. Уровнемер должен быть подключен к ПК при помощи интерфейса RS485 используя соответствующее оборудование.

11.1. Установить начальный конфигурационный файл, содержащий форму резервуара, места и параметры установки уровнемеров. Он может быть поставлен производителем предварительно по согласованию. Этот файл должен быть скопирован в папку ..\configs.

11.2. В случае если размеры резервуара, реальные параметры установки (координаты и углы наклона) отличаются от указанных в файле, необходимо внести



соответствующие изменения в конфигурацию. Углы наклона можно получить из уровнемера при помощи соответствующей кнопки или вписать вручную.

11.3. Далее конфигурация прописывается в уровнемер при помощи кнопки «Загрузить конфигурацию в уровнемеры».

11.4. Учет эха резервуара. Для полноценной настройки уровнемера необходимо выполнить данную операцию на пустом резервуаре. Для этого желательно полностью опустошить резервуар. При этом данная операция может быть выполнена и при наличии продукта в резервуаре. Необходимо нажать кнопку «Учет эха резервуара (линия минимальной амплитуды)». Далее необходимо указать максимальный уровень продукта в резервуаре используя вид резервуара с продуктом и движок прокрутки, появившийся в правой части экрана. Необходимо выбрать уровень, выше которого гарантированно нет продукта, желательно взять запас 1 м. Операция выполняется нажатием кнопки «Рассчитать линию». В случае введения уровня ниже реального прибор может начать работать некорректно, в этом случае можно откатить к предыдущим настройкам или к заводским настройкам линии минимальной амплитуды.

Операция учета эха может быть повторена в дальнейшем, например после опустошения резервуара.

11.5. После завершения настройки необходимо выполнить сбор отладочных файлов. Для этого имеется кнопка «Собрать отладочные файлы». Архив с отладочными файлами сформированный в папке `..logs` необходимо отправить на электронную почту производителя или дилера. Технический специалист по присланным данным может составить корректирующий скрипт, который можно применить, используя кнопку «Выполнить настроечный скрипт». Процесс настройки может потребовать нескольких итераций состоящих из сбора отладочных файлов и выполнения настроечного скрипта.

11.6. При дальнейшей эксплуатации прибора в случае появления ложных высоких уровней по некоторым каналам можно повторять операцию учета эха резервуара и сбора отладочных файлов.

11.7. В некоторых случаях, для настройки уровнемеров, может понадобится программное обеспечение «Конфигуратор» `ulmcfg.exe`, которое предоставляется бесплатно по запросу, который нужно сделать на электронную почту производителя.

12. Требования безопасности.

Не соответствующее назначению прибора применение может привести к аварийной ситуации на производстве или вывести прибор из строя и является источником потенциальной опасности.

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.

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.

Уровнемер УЛМ-3D-64 удовлетворяет всем современным требованиям и нормам безопасности.

Рабочая частота излучения уровнемера, в зависимости от конфигурации, составляет от 70 до 130 ГГц. Мощность излучения не превышает 10 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.

13. Габаритные и установочные размеры

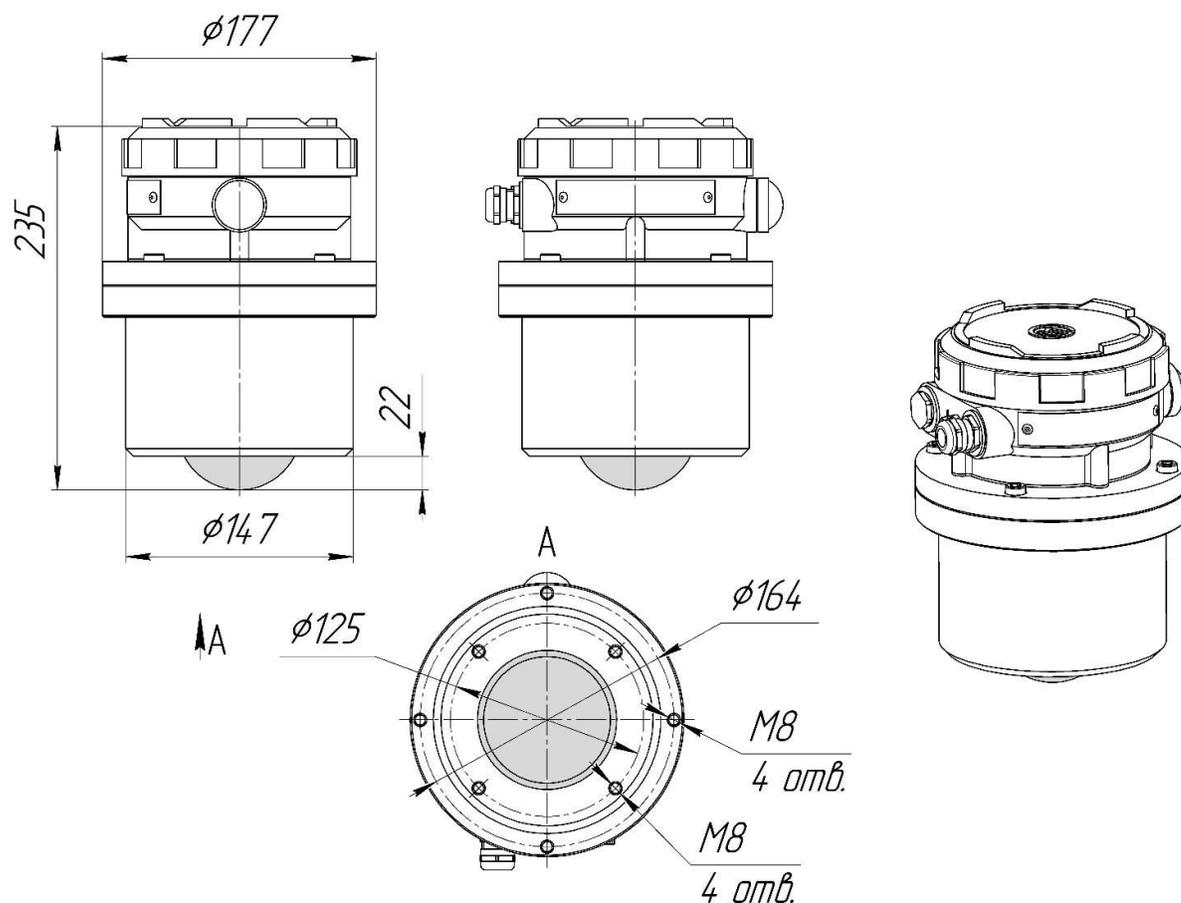


Рис.8 Уровнемер УЛМ-3D-64 без монтажных фланцев

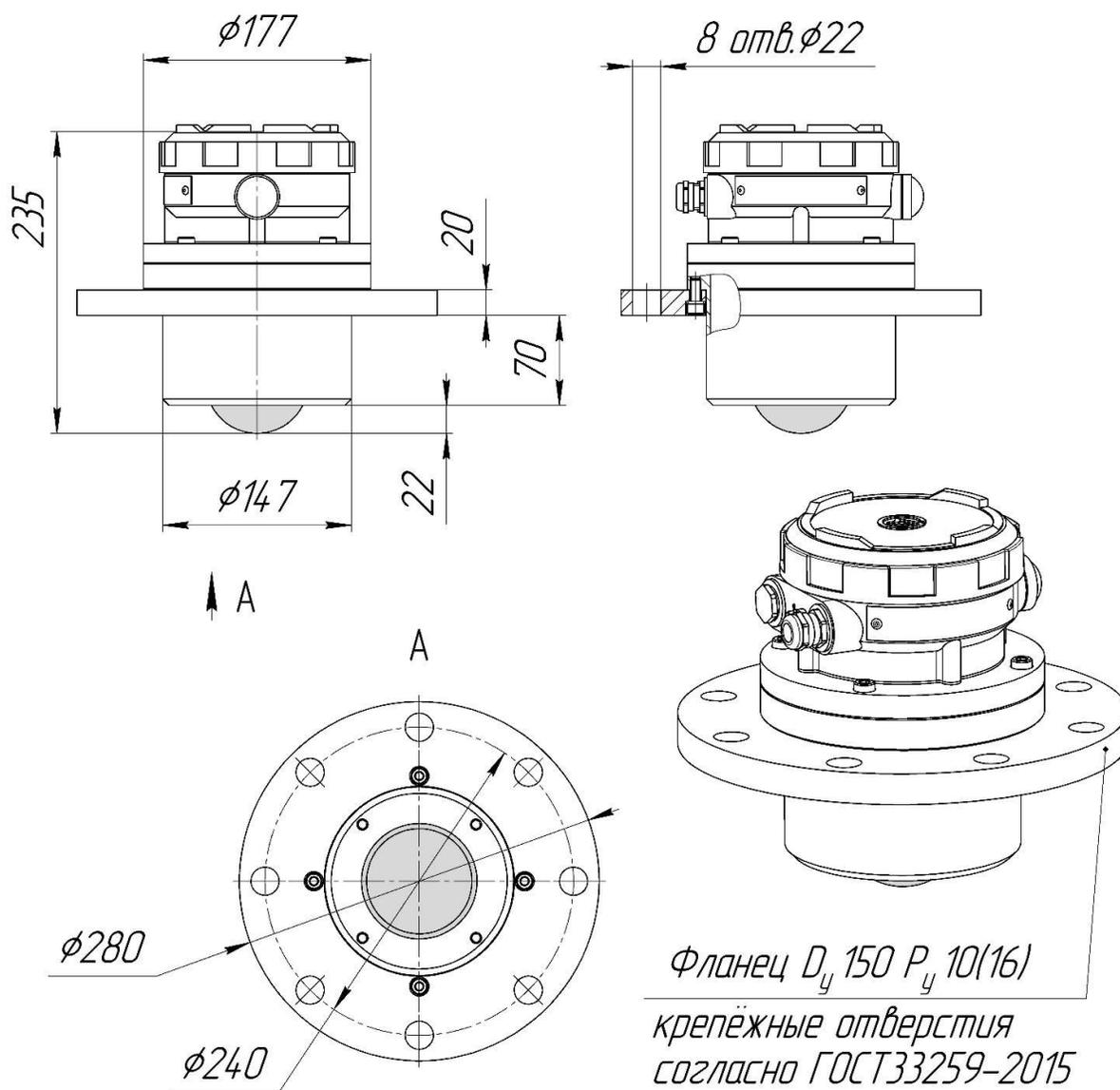


Рис.9. Уровнемер с верхним монтажным фланцем Ду150 для установки уровнемера с погружением антенны внутрь резервуара.

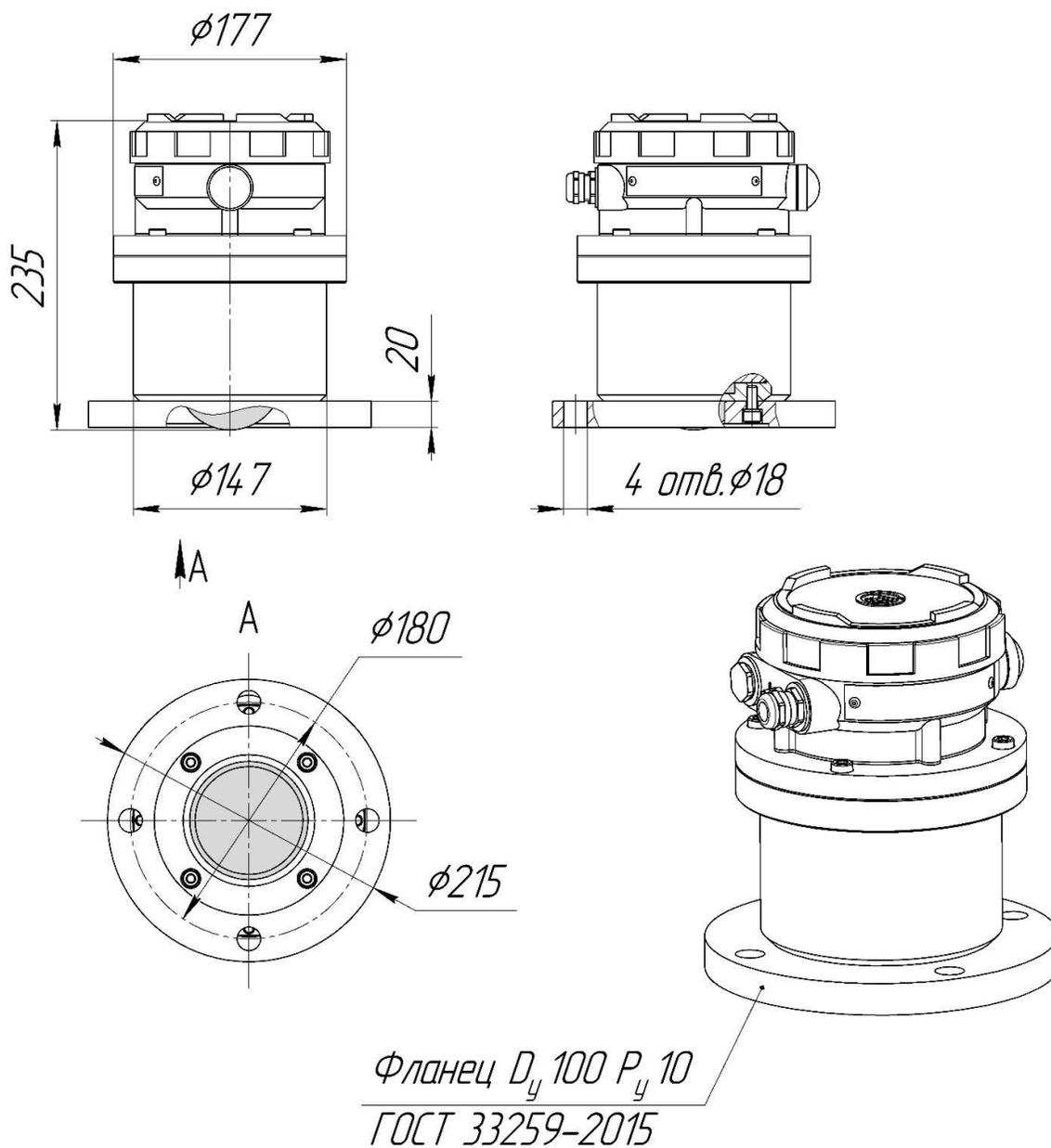


Рис.10. Уровнемер с нижним монтажным фланцем Ду100 для установки уровнемера без погружения антенны внутрь резервуара.