

BD SENSORS
ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ УРОВНЯ (ГИДРОСТАТИЧЕСКОГО ДАВЛЕНИЯ) LMK
 LMK 331, LMK 351
Руководство по монтажу и эксплуатации



Настоящее руководство по монтажу и эксплуатации распространяется на преобразователи (далее – «датчик» или «изделие») уровня LMK и содержит технические характеристики, указания по монтажу и подключению, а также другие сведения, необходимые для правильной эксплуатации и обслуживания.

Полный перечень параметров датчиков и соответствующих условных обозначений приведен в их технической спецификации (www.bdsensors.ru).

Датчики выпускаются по ТУ 4212-000-7718542411-19.

1. Описание и работа

1.1. Датчики являются контактными и предназначены для непрерывного преобразования уровня (гидростатического давления) жидких сред (как нейтральных, так и агрессивных) в унифицированный аналоговый или цифровой (HART, Modbus RTU) выходной сигнал.

1.2. Датчики с выходным сигналом 4..20 мА / 2-х пров. могут быть изготовлены по запросу с двумя или тремя стандартными диапазонами. Для переключения диапазонов и подстройки нулевого значения необходим конфигуратор ADAPT-100.

1.3. Датчики предназначены для использования в системах автоматического контроля, регулирования и управления технологическими процессами в различных отраслях промышленности.

1.4. Краткое описание и область применения каждой модели:

LMK 331: Врезной датчик уровня с керамическим сенсором для измерения уровня жидкости (от 60 кПа до 6 МПа / от 6 до 600 м вод. ст.).

LMK 351: Врезной датчик уровня с керамическим сенсором для измерения уровня жидкости (от 4 кПа до 1 МПа / от 0,4 до 100 м вод. ст.).

1.5. Датчики имеют линейную характеристику выходного сигнала:

$$Y_{\text{вых}} = \left(\frac{Y_{\text{ВПИ}} - Y_{\text{НПИ}}}{P_{\text{НД}}} \cdot P \right) + Y_{\text{НПИ}}, \text{ где}$$

P – текущее значение измеряемого уровня (гидростатического давления),

$P_{\text{НД}} = P_{\text{ВПИ}} - P_{\text{НПИ}}$ – номинальный диапазон измерений,

$P_{\text{ВПИ}}$, $P_{\text{НПИ}}$ – соответственно, верхний и нижний пределы измерений,

$Y_{\text{ВПИ}}$, $Y_{\text{НПИ}}$ – соответственно, значения выходного сигнала, соответствующие верхнему и нижнему пределу измерений датчика.

1.6. Устройство и принцип работы.

Датчик состоит из измерительного блока гидростатического давления и электронного преобразователя, конструктивно объединенных в стальном корпусе. Возможно исполнение датчика с встроенным светодиодным дисплеем.

Работа измерительного блока датчиков уровня (гидростатического давления) LMK 331, основана на тензометрическом эффекте. Измерительный блок состоит из кремниевого чувствительного элемента, закрепленного на керамической мембране. На мембране данного преобразователя сформирован мост Уинстона из диффузионных тензорезисторов. Керамическая мембрана датчика уровня (гидростатического давления) LMK 351 представляет собой одну из обкладок конденсатора. Прилагаемое гидростатическое давление приводит к изменению его емкости.

Электрический сигнал из измерительного блока подается в электронный преобразователь, осуществляющий, помимо питания блока, линеаризацию, термокомпенсацию и преобразование сигнала в унифицированный выходной сигнал постоянного тока или напряжения.

2. Технические параметры

2.1. Диапазон измерений (ДИ) и основная погрешность измерений указаны на этикетке датчика и в паспорте.

2.2. Питание датчиков осуществляется от источника питания постоянного тока. Номинальное значение напряжения питания – 24 В (DC). Датчики не выходят из строя при коротком замыкании, обрыве питающих или сигнальных линий или при подаче напряжения питания обратной полярности. Выходные сигналы и параметры питания представлены в таблице 1.

Таблица 1. Протоколы передачи данных и параметры питания датчиков.

Протокол / интерфейс	Напряжение питания ($U_{\text{пит}}$)	Сопротивление в цепи (R)	Потребление тока
4..20 мА / 2-х пров.	12..36 В (DC)	$R_{\text{max}} = (U_{\text{пит}} - 12)/0,02$ Ом	≤ 26 mA
4..20 мА / HART / 2-х пров. ¹	18..42 В (DC) (с индикатором ²)	$R_{\text{max}} = (U_{\text{пит}} - 18)/0,02$ (с индикатором ²) Ом	
4..20 мА / 3-х пров. 0..20 мА / 3-х пров. 0..5 мА / 3-х пров. 0..10 В / 3-х пров.	12..36 В (DC)	$R_{\text{max}} = 500$ Ом	≤ 7 mA
0..5 В / 3-х пров. 1..6 В / 3-х пров.		$R_{\text{min}} = 10000$ Ом	
0..1 В / 3-х пров. HART / RS-485 ³		$R_{\text{min}} = 5000$ Ом	
Modbus RTU / RS-485 ³		-	

Протокол / интерфейс	Напряжение питания ($U_{\text{пит}}$)	Сопротивление в цепи (R)	Потребление тока
Exia-версия	4..20 мА / 2-х пров.	14..28 В (DC)	$R_{\text{max}} = (U_{\text{пит}} - 14)/0,02$ Ом
	4..20 мА / HART / 2-х пров. ¹	5 В (DC)	$R_{\text{min}} = 5000$ Ом
0,5..4,5 В / 3-х пров. 0,4..2 В / 3-х пров.	≤ 2 mA		
LMK 351	4..20 мА / 2-х пров.	9..36 В (DC)	$R_{\text{max}} = (U_{\text{пит}} - 9)/0,02$ Ом
	4..20 мА / HART / 2-х пров. ¹		
Exia-версия	4..20 мА / 2-х пров.	14..28 В (DC)	$R_{\text{max}} = (U_{\text{пит}} - 14)/0,02$ Ом

¹ Сопротивление в цепи (R) для цифровой передачи по протоколу HART ≥ 250 Ом.
² Для версии в компактном полевом корпусе из нержавеющей стали 1.4404 (316L) с дисплеем напряжение питания датчика увеличивается на 6 В. Исполнение с индикатором возможно только:
 - для выходных сигналов «4..20 мА / 2-х пров.» и «4..20 мА / HART / 2-х пров.»;
 - без Exia-версии.
³ См. конфигурацию параметров связи в конце документа. Для интерфейса RS-485 необходим электрический разъем с 5-ю и более контактными пирами.

2.3. Для считывания данных с датчика с интерфейсом RS-485 (протокол передачи данных Modbus RTU или HART) требуется любой стандартный преобразователь интерфейсов (RS-485/USB или RS-485/RS-232) и соответствующее ПО – «ModBus Poll». Параметры работы цифрового интерфейса RS-485:

- питание: 12..36 В;
- для протокола HART: режим измерений – непрерывный; скорость в бодах – 1200, 2400; термокомпенсация – 0..70 °С, -20..80 °С. Установка по умолчанию: адрес 0, непрерывный режим измерений, скорость 1200 бод, термокомпенсация 0..70 °С;
- для протокола ModBus RTU (8 бит данных + 1 стоповый бит): контроль с битом проверки четности – нет проверки, нечетный, четный; скорость в бодах – 4800, 9600, 19200, 38400; термокомпенсация – 0..70 °С, -20..80 °С. Установка по умолчанию: адрес 1, нет проверки на четность, скорость 4800 бод, термокомпенсация 0..70 °С.

2.4. Для считывания данных с датчика с интерфейсом 4..20 мА / 2-х пров. и протоколом передачи данных HART необходим HART-модем или HART-коммуникатор, резистор ($R \geq 250$ Ом) и соответствующее ПО – «Config».

2.5. Описание базовых команд для работы по протоколам HART и ModBus RTU приведено в приложениях 2 и 3. **Настройка параметров измерения** (нижний предел измерения, верхний предел измерения, калибровка «нуля», калибровка диапазона, время демпфирования) **возможна только для модели LMK 351 через протокол связи HART и ПО «Config».**

2.6. Настройка параметров отображения для датчиков в исполнении с полевым корпусом и дисплеем возможна локально, с помощью кнопок цифрового индикатора. Руководство по программированию указано в приложении 4.

2.7. Потребляемая мощность датчика, не более: 1 Вт, для исполнений с выходными сигналами «0,5..4,5 В / 3-х пров.» и «0,4..2 В / 3-х пров.» с питанием 5 В – 0,04 Вт.

2.8. Условия эксплуатации датчика:

- во взрывозащищенном исполнении применение во взрывоопасных зонах в соответствии с присвоенной маркировкой взрывозащиты и «Инструкции по обеспечению взрывозащиты»;

- нормальные условия (НУ) эксплуатации для датчиков:

Температура окружающей среды, °С	21..25
Относительная влажность, %	30..80
Атмосферное давление, кПа	84..106,7 (группа P1, ГОСТ Р 52931)

- температура окружающей среды: -25..85 °С. Нижняя граница температуры зависит от используемых уплотнений. Для взрывозащищенных датчиков (Ex) необходимо учитывать температурный класс «Инструкции по обеспечению взрывозащиты»;

- температура измеряемой среды зависит от конструкции датчика, материала штуцера и используемых уплотнений:

LMK 331	-25..135 °С / -40..135 °С / -25..100 °С
LMK 351	-25..125 °С / -40..125 °С / -25..100 °С

- температура хранения датчиков:

LMP 331, LMP 331i	-40..85 °С
-------------------	------------

- с измеряемой средой контактируют: штуцер - нержавеющая сталь 1.4404 (316L), мембрана – керамика Al₂O₃ 96 % или 99,9 %, уплотнение – на выбор (стандартно FKM (фтористый каучук – viton®));

! Подбор материалов частей датчика, взаимодействующих с измеряемой средой – имеет рекомендательный характер. Производитель не гарантирует работоспособность датчика с химически агрессивными и / или горячими средами.

- по степени защиты от проникновения пыли и воды, в зависимости от исполнения, датчики соответствуют группам IP 54, IP 65, IP 67, IP 68 по ГОСТ 14254-2015;

- по устойчивости к механическим воздействиям синусоидальных вибраций высокой частоты при эксплуатации датчики соответствуют группе G2 по ГОСТ Р 52931 (10 g RMS (25..2000 Гц) согласно DIN EN 60068-2-6);

- по устойчивости к ударным механическим воздействиям при эксплуатации датчики соответствуют значению 1000 м/с² с длительностью ударного импульса 11 мс по ГОСТ Р 52931 (100 г / 11 мс согласно DIN EN 60068-2-27);

- минимальная масса датчиков указана в таблице 2:

Таблица 2. Минимальная масса датчиков уровня.

Модель	Минимальная масса, г
LMK 331	150
LMK 351	200

3. Эксплуатационные ограничения и меры безопасности

3.1. Среда измерений для датчиков не должна содержать кристаллизующихся примесей, загрязнений и пыли. Необходимо исключить замерзание конденсата и кристаллизацию жидких сред в рабочих камерах и внутри соединительных трубопроводов.

3.2. Датчик следует устанавливать в местах, где движение измеряемой среды минимально (без завихрений) или полностью отсутствует.

3.3. Источником опасности при монтаже и эксплуатации датчиков может быть измеряемая среда под давлением гидростатического столба. Присоединение и отсоединение датчиков от магистралей, подводящих давление измеряемой среды, должно производиться после закрытия вентиля, отсекающего датчик от процесса, и сброса давления в рабочей камере до атмосферного.

3.4. Опасное для жизни напряжение на электрических цепях изделия отсутствует (датчики соответствуют классу III по ГОСТ 12.2.007.0). Все работы по подключению цепей датчика должны производиться только при выключенном напряжении питания.

3.5. Не допускается эксплуатация датчиков в системах, давление гидростатического столба в которых может превышать значения перегрузок, указанных в технических спецификациях моделей датчиков.

3.6. Температуры окружающей и измеряемой сред, параметры механических воздействий не должны превышать указанных значений в п. 2.8.

3.7. Климатические условия не должны превышать параметры защиты от проникновения пыли и воды IP. Атмосферное давление должно соответствовать группе P1 по ГОСТ Р 52931.

4. Указания по монтажу

4.1. Монтаж датчиков во взрывозащищенном исполнении производится в соответствии с присвоенной маркировкой взрывозащиты и «Инструкции по обеспечению взрывозащиты».

4.2. Рабочее положение датчика – произвольное, удобное для монтажа, демонтажа и обслуживания.

4.3. При прокладке питающих и сигнальных линий следует исключить возможность попадания конденсата на кабельный ввод датчика (см. рис. 1).

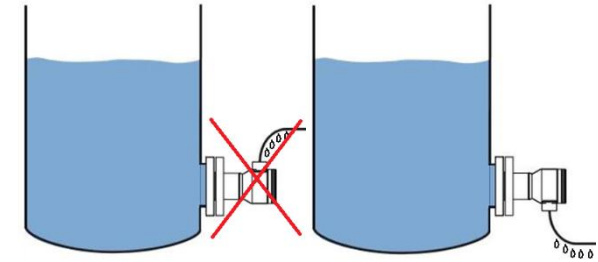


Рисунок 1. Неправильная (слева) и правильная (справа) прокладка кабеля датчика.

4.4. Механическое присоединение датчиков рекомендуется производить с ориентацией, при которой соединительная линия от места отбора давления имеет односторонний уклон ($\geq 1:10$) вниз к датчику, если измеряемая среда – жидкость.

4.5. Посадочное место для датчика следует предусматривать в максимально нижней точке емкости с измеряемым уровнем жидкости. Датчик показывает воздействие давления гидростатического столба (ΔH) над местом его установки (см. рис. 2.), не учитывая остаточный уровень ($H - \Delta H$).

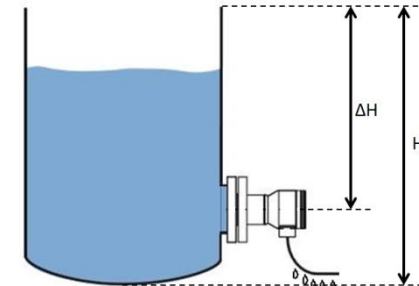


Рисунок 2. Расположение места установки датчика при измерении уровня жидкости.

4.6. Не рекомендуется устанавливать датчик перед запорным устройством или насосом. При наличии в системе гидроударов рекомендуется использовать демпфер гидроударов, например, модель TTR, или аналогичный.

4.7. Для осуществления контакта чувствительной мембраны с измеряемой средой датчик вворачивается в заранее подготовленное посадочное место необходимого типоразмера. При этом, используется уплотнение, входящее в комплект, или иное, стойкое к среде.

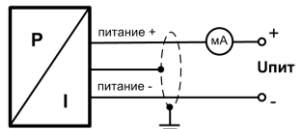
4.8. Монтаж датчика осуществляется вручную через рифленое кольцо.



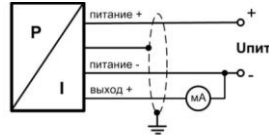
ЗАПРЕЩАЕТСЯ устанавливать датчик в замкнутый объем, полностью заполненный жидкостью, так как это может привести к повреждению мембраны!

ЗАПРЕЩАЕТСЯ при вворачивании держать датчик за корпус!

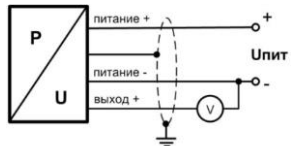
4.9. Цепи датчика подключаются через разъемы в соответствии с электрическими схемами подключения (см. рис. 3., таб. 3.) или встроенным в датчик кабелем, согласно цветовой маркировке проводов кабеля (см. таб. 3.).



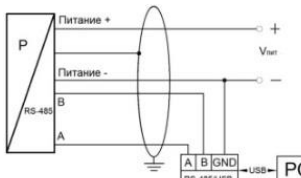
2-проводная линия (вых. сигнал - ток)



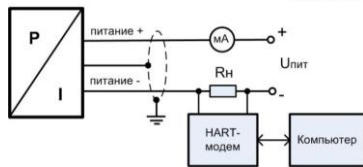
3-проводная линия (вых. сигнал - ток)



3-проводная линия (выходной сигнал - напряжение)



4-х проводная линия (интерфейс RS-485)



2-проводная линия (вых. сигнал - ток и HART)
Рисунок 3. Схемы подключения.

4.10. При подключении цепей необходимо соблюдать полярность. Датчики имеют защиту от короткого замыкания, обратной полярности и обрыва – не повреждаются, но и не работают.



ЗАПРЕЩАЕТСЯ подавать напряжение питания, превышающее максимально допустимое значение для данной модели датчика!
ЗАПРЕЩАЕТСЯ использование нештатных уплотнений при заделке кабеля! Кабель должен быть круглого сечения и соответствующего размеру диаметра.

При подключении по интерфейсу RS-485 цель GND адаптера / контроллера должна быть подключена к минусу питания датчика (контакт 1)!

При установке датчиков на резервуаре с катодной коррозионной защитой существует значительная разность потенциалов, что, при двухстороннем заземлении экрана сигнального кабеля, может привести к возникновению токов через него. На таких объектах кабельный экран разрешается не подключать к клемме заземления датчика.

Таблица 3. Электрические разъемы.

Подключения выводов		Контакты разъема							Цвет провода (DIN 4710)
		Разъем Binder 723		Разъем M12x1		Разъем Busscage	Компактный полевой корпус		
		5-конт.	4-конт.	5-конт.	Каб. ввод M20x1,5		Каб. ввод M20x1,5 с дисплеем		
3-х пров. схема	Сигнал +	3	1	3	3	3	4	–	Зеленый / черный
	Питание +	1	3	1	1	1	2	2	Белый / красный
	Питание –	2	4	2	2	2	3	3	Коричневый / синий
	Заземление	GND	5	4	4	4	1	1	Желто-зеленый
4-х пров. схема (RS-485)	Питание +	–	3	–	3	–	2	–	Белый / красный
	Питание –	–	1	–	1	–	3	–	Коричневый / синий
	A	–	4	–	4	–	1	–	Желтый
	B	–	5	–	5	–	4	–	Зеленый / черный
	Экран	–	2	–	2	–	Корпус	–	Желто-зеленый

4.11. Максимальная длина кабеля для датчиков в исполнении с HART-протоколом рассчитывается по формуле:

$$L_{max} = \frac{65 \cdot 10^6}{R_V \cdot C_V} - \frac{40 \cdot 10^3}{C_V} \text{ м, где}$$

R_V – суммарное сопротивление кабеля и нагрузки, Ом;

C_V – емкость кабеля, пФ/м.

Пример: $R_V = 250$ Ом, $C_V = 133$ пФ/м.

$L_{max} = 1654$ метра. Таким образом, длина кабеля не должна превышать 1654 м.

5. Техническое обслуживание

5.1. К техническому обслуживанию допускаются только лица, изучившие настоящее руководство.

5.2. При получении датчика рекомендуется проверить комплектность в соответствии с паспортом. В паспорте следует указать дату ввода датчика в эксплуатацию, делать отметки, касающиеся технического обслуживания: данные периодического

контроля, о поверке средств измерений (СИ), о неисправностях датчика. Рекомендуется сохранять паспорт на изделие, как юридический документ при предъявлении рекламаций предприятию-изготовителю.

5.3. Техническое обслуживание датчика заключается в периодической поверке, очистке измерительной мембраны и рабочей полости датчика, проверке прочности и герметичности установки датчика на магистрали, проверке отсутствия видимых механических повреждений, пыли и грязи, проверке надежности электрических соединений.

5.4. Периодичность технического обслуживания устанавливается в зависимости от производственных условий, но не реже, чем один раз в год.



ЗАПРЕЩАЕТСЯ:

- очистка мембраны датчика высоким давлением.
- оказывать механическое воздействие какими-либо предметами на измерительную мембрану.
- эксплуатировать датчики с видимыми механическими повреждениями.

5.5. При эксплуатации датчик подвергается периодической поверке в соответствии с паспортными данными и документом «МП 202-007-19. ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ ДАВЛЕНИЯ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ. LMP, LMK. Методика поверки», утвержденным ИЦ ФГУП «ВНИИМС» 5 февраля 2019 года. Ссылка для скачивания:

<http://bdsensors.ru/documentation/check.html>

ИНТЕРВАЛ МЕЖДУ ПОВЕРКАМИ - 5 лет.

Клеймо о первичной или периодической поверке ставится в паспорт изделия.

Метрологические характеристики датчика соответствуют заявленным значениям в течении межповерочного интервала (МПИ) при соблюдении потребителем правил хранения, транспортировки и эксплуатации, указанных в настоящем руководстве.

5.6. При изменении рабочего диапазона датчика (для многодиапазонных исполнений) следует наклеить этикетку с новым установленным диапазоном на корпус датчика поверх информации о ранее установленном диапазоне. Поверхность перед наклеиванием этикетки необходимо обезжирить. Этикетки поставляются в комплекте с конфигуратором ADAPT-100. Данные о переключении диапазона необходимо занести в паспорт изделия.

5.7. На датчик, отказавший в пределах гарантийного срока, составляется рекламационный акт. Образец можно скачать по ссылке:

<https://www.bdsensors.ru/ru/podderzhka/reklamaczii.html>

Рекламации на датчики уровня с поврежденными пломбами предприятия-изготовителя и с дефектами, вызванными нарушением правил эксплуатации, транспортирования и хранения, не принимаются.

Ремонт датчика может производить только завод-изготовитель.

6. Транспортировка и хранение

6.1. Датчики могут перевозиться в закрытом транспорте любого типа и на любое расстояние в транспортной таре с укладкой в штабеля до 5 упаковок по высоте и без упаковки – на стеллажах.
 6.2. Перевозка датчиков может осуществляться в транспортной таре при температуре окружающего воздуха от -40 до 85 °С, с соблюдением мер защиты от ударов и вибраций.
 6.3. Хранение датчиков должно осуществляться в отапливаемых и вентилируемых помещениях при температуре от 5 до 40 °С.

7. Комплектность, маркировка, упаковка

7.1. Датчик поставляется в комплекте в соответствии с таблицей 6.

Таблица 6. Комплект поставки.

Наименование	Кол-во, шт.	Примечание
Датчик уровня LMK	1	
Паспорт	1	
Потребительская тара	1	
Руководство по монтажу и эксплуатации (настоящий документ)	1	По запросу. Допускается комплектовать одним экземпляром каждые десять датчиков, поставляемых в один адрес. Документы можно скачать в электронном виде на сайте завода-производителя
Инструкция по обеспечению взрывозащиты	1	
Методика поверки	1	
Принадлежности по заказу	1	По запросу

7.2. На наклейке на корпусе датчика нанесены следующие надписи:

- товарный знак предприятия-изготовителя;
- модель датчика;
- условное обозначение датчика в соответствии с технической спецификацией;
- диапазон измерения с указанием единиц измерения;
- серийный (заводской) номер датчика;
- напряжение питания и распиновка;
- выходной сигнал;
- маркировка взрывозащиты (в случае соответствующего исполнения);
- надпись «КИСЛОРОД. МАСЛООПАСНО», если датчик предназначен для измерения давления кислорода.

7.3. На потребительскую тару и в паспорт изделия наклеена этикетка с указанием:

- товарный знак предприятия-изготовителя;
- модель датчика;
- условное обозначение датчика в соответствии с технической спецификацией;
- диапазон измерения с указанием единиц измерения;
- предел допускаемой основной погрешности;

- серийный (заводской) номер датчика и год выпуска;
 - напряжение питания;
 - выходной сигнал;
 - маркировка взрывозащиты (в случае соответствующего исполнения).
- 7.4. Упаковка датчиков обеспечивает его сохранность при транспортировании и хранении. Датчик уложен в потребительскую тару – коробку из картона. Штуцер датчика закрывается колпачком, предохраняющим мембрану и резьбу от загрязнения и повреждения. Штуцеры датчиков кислородного исполнения перед упаковкой обезжириваются.

8. Ресурс и срок службы

- 8.1. Режим работы датчика – непрерывный, круглосуточный.
- 8.2. Средняя наработка на отказ – не менее 100000 ч.
- 8.3. Средний срок службы – 14 лет (при НУ).

9. Сведения об утилизации

Изделие не содержит драгметаллов и экологически безопасно: не представляет опасности для здоровья человека и окружающей среды. Порядок утилизации определяет эксплуатирующая организация.

Приложение 1. Внешний вид датчиков уровня⁴.



LMK 331 / LMK 351 в полевом корпусе

⁴ В зависимости от конфигурации, внешний вид и размеры датчика могут меняться:
 - с исполнением «искробезопасная электрическая цепь «i»» корпус датчика длиннее на 25 / 30,5 мм. Невозможно совмещение этой опции с дисплеем;
 - с выходными сигналами «4...20 mA / HART / 2-х пров.» и «HART / RS-485 / 4-х пров.» корпус датчика длиннее на 42 мм. Невозможно совмещение опции «HART / RS-485 / 4-х пров.» с дисплеем и / или с исполнением «искробезопасная электрическая цепь «i»»;
 - с выходным сигналом «Modbus RTU / RS-485 / 4-х пров.» корпус датчика длиннее на 34 мм. Невозможно совмещение этой опции с дисплеем и / или с исполнением «искробезопасная электрическая цепь «i»».

Приложение 2. Набор команд протокола HART.

Номер команды	Описание команды
Команда 0	Прочитать значение уникального идентификатора.
Команда 1	Прочитать значение текущей переменной.
Команда 2	Прочитать текущее значение текущей переменной и процента от диапазона.
Команда 3	Прочитать значения динамических переменных и текущее значение текущей переменной.
Команда 6	Записать адрес опроса.
Команда 11	Прочитать значение уникального идентификатора, ассоциированного с тегом (6 байт). См. команда 18.
Команда 12	Прочитать сообщение (макс. 24 байта). См. команда 17.
Команда 13	Прочитать тег, дескриптор, дату (макс. 21 байт). См. команда 18.
Команда 14	Прочитать значение текущей переменной в виде информации о датчике (16 байт).
Команда 15	Прочитать значение текущей переменной в виде выводимой информации (17 байт).
Команда 16	Прочитать номер конечной сборки (3 байта).
Команда 17	Записать сообщения (макс. 24 байта). См. команда 12.
Команда 18	Записать тег, дескриптор, дату (макс. 21 байт). См. команда 13.
Команда 19	Записать номер конечной сборки (3 байта). См. команда 16.
Команда 34	Записать значение времени демпфирования текущей переменной [мс].
Команда 35	Записать значение диапазона текущей переменной.
Команда 36	Установить значение верхнего предела текущей переменной.
Команда 37	Установить значение нижнего предела текущей переменной.
Команда 38	Сбросить флажок «конфигурация изменена».
Команда 41	Провести самодиагностику преобразователя.
Команда 42	Вернуть ведущее устройство в исходное состояние.
Команда 43	Установить значение текущей переменной на ноль.
Команда 44	Записать единицы измерения текущей переменной.
Команда 108	Записать номер команды режима BURST.
Команда 109	Управление режимом BURST.

Формат сообщения

Preamble	Start	Addr	Comm	Bcnt	Status	Data	Chk
Preamble	- три или более ff (шестнадцатеричное число)						
Start	- признак начала, короткий блок данных		02	- от ведущего устройства ведомому устройству			
	- признак начала, длинный блок данных		82	- от ведущего устройства ведомому устройству			
			86	- от ведомого устройства ведущему устройству			
Addr	- короткий либо длинный адрес (один байт либо пять байтов). См. примеры.						
Comm	- команда HART (один байт).						
Bcnt	- счётчик байтов (один байт). Количество байтов, заполняющих остаток данного сообщения.						
Status	- два байта служебной информации (ошибка связи + рабочее состояние).						
Data	- данные (если есть).						
Chk	- контрольная сумма (один байт). Вычисляется для всех байтов данного сообщения, начиная с признака начала и предшествующих байту контрольной суммы.						

Примеры

Команда 0: **прочитать значение уникального идентификатора** (короткий блок данных).

от ведущего устройства ведомому устройству ff ff ff ff ff 02 00 00 00 02 (02 = Chk)

от ведомого устройства ведущему устройству ff ff ff ff ff 06 00 00 0e 00 00 fe 0d f0 05 01 01 01 00 03 01 02 0e

Подчёркнутые символы являются длинным адресом (уникальным идентификатором) ведомого устройства.

Команда 1: прочитать значение текущей переменнойот ведущего устройства ведомому устройству ff ff ff ff ff ff 82 0d f0 03 01 02 01 00 7e (7e = Chk)от ведомого устройства ведущему устройству ff ff ff ff ff ff 86 0d f0 03 01 02 01 07 00 00 07 3f 01 76 54 66

Подчёркнутые символы являются длинным адресом.

Последующие байты:

- 01 = номер команды
- 07 = счётчик байтов
- 00 00 = статус
- 07 = единица измерения (bar)
- 3f 01 76 54 = давление / уровень в барах (IEEE 754 формат с плавающей запятой)
- 66 = Chk

Команда 34: записать значение времени демпфирования текущей переменной (задержка выхода от 0 до 99,9 с)от ведущего устройства ведомому устройству ff ff ff ff ff ff 82 0d f0 03 01 02 22 04 00 00 00 00 59

Подчёркнутые символы являются длинным адресом.

Последующие байты:

22 = номер команды
04 = счётчик байтов
00 00 00 00 = значение времени демпфирования
59 = Chk

от ведомого устройства ведущему устройству ff ff ff ff ff ff 86 0d f0 03 01 02 22 06 00 40 00 00 00 00 1f

40 = конфигурация изменена (первый байт статуса).

Команда 44: записать единицы измерения текущей переменнойот ведущего устройства ведомому устройству ff ff ff ff ff ff 82 0d f0 03 01 02 2c 01 xx yy (yy = Chk)от ведомого устройства ведущему устройству ff ff ff ff ff ff 86 0d f0 03 01 02 2c 03 00 40 xx yy

Подчёркнутые символы являются длинным адресом.

Последующие байты:

2c = номер команды			
03 = счётчик байтов			
xx :	04 - mmH ₂ O	05 - mmHg	06 - psi
	07 - bar	08 - mbar	09 - g/cm ²
	0A - kg/cm ²	0B - Pa	0C - kPa
	0D - torr	0E - atm	

Настройка параметров связиКод стандартной конфигурации : **142-A-1200-1** (если при заказе не указана иная).

Питание 12-36 В, режим измерения - непрерывный, скорость 1200 Бод, термокомпенсация 0..70 °С.

Приложение 3. Таблица входных регистров (только чтение, function #4 – прочитать входные регистры) для настройки датчиков по протоколу Modbus RTU / RS-485 с помощью программы «ModBus Poll».

Адрес	Регистр	Описание	Тип данных	Пример
0x0000	SerialNr	Серийный номер	UInt32	0x0012
0x0001				123456
0x0002	CalDate	Дата последней калибровки	Date	0xd687
0x0003				2014
0x0004	PressUpperRange	ВПИ датчика по давлению / уровню	Float, IEEE754	0x07de
0x0005				27.5
0x0006	PressLowerRange	НПИ датчика по давлению / уровню	Float, IEEE754	0x4120
0x0007				10,0
0x0008	Pressure	Измеренное давление / уровень	Float, IEEE754	0x0000
0x0009				0,0
0x000A	MaxPress	Максимальное давление / уровень за время работы без отключения питания	Float, IEEE754	0x3f9e
0x000B				1,2345
0x000C	MinPress	Минимальное давление / уровень за время работы без отключения питания	Float, IEEE754	0x3f00
0x000D				1,5
0x000E	TempUpperRange	ВПИ датчика по температуре	Float, IEEE754	0x3f00
0x000F				0,5
0x0010	TempLowerRange	НПИ датчика по температуре	Float, IEEE754	0x42a0
0x0011				80,0
0x0012	Temperature	Измеренная температура	Float, IEEE754	0xc1a0
0x0013				-20,0
0x0014	MaxTemp	Максимальная температура за время работы без отключения питания	Float, IEEE754	0x41a0
0x0015				20,0
0x0016	MinTemp	Максимальная температура за время работы без отключения питания	Float, IEEE754	0x4270
0x0017				60,0
0x0018	MaxTemp	Максимальная температура за время работы без отключения питания	Float, IEEE754	0x0000
0x0019				15,0

Таблица регистров временного хранения (чтение и запись, function #3 – прочитать регистры временного хранения, function #6 – записать регистры временного хранения)

Адрес	Регистр	Описание	Тип данных	Пример
0x0000	PressUnitsCode	Единицы измерений давления / уровня	UInt16	0x0006 bar
0x0001	TempUnitsCode	Единицы измерений температуры	UInt16	0x0000 °C
0x0002	DeviceAddress	Адрес (1..247)	UInt16	0x0001 1
0x0003	Baudrate	Скорость	UInt16	0x0005 9600
0x0004	Parity	Четность	UInt16	0x0000 PA_none

Перечень единиц измерения давления / уровня

Код (Unit16)	0x0003	0x0004	0x0005	0x0006	0x0007	0x0008
Единица	mmH ₂ O	mmHG	psi	bar	mbar	gf/cm ²
Код (Unit16)	0x0009	0x000A	0x000B	0x000C	0x000D	0x000E
Единица	kgf/cm ²	Pa	kPa	torr	atm	mH ₂ O
Код (Unit16)	0x000F	0x0010	0x0011	0x0012	0x0013	0x0014
Единица	MPa					

Перечень единиц измерения температуры

Код (Unit16)	0x0000	0x0001	0x0002
Единица	°C	°K	°F

Перечень скоростей обмена данными

Код (Unit16)	0x0004	0x0005	0x0006	0x0007
Скорость [Бод]	4800	9600	19200	38400

Перечень вариантов контроля с битом проверки четности

Код (Unit16)	0x0000	0x0001	0x0002
Четность	Нет	Нечетный	Четный

Настройка параметров связи

Код стандартной конфигурации : **142-0-4800-1** (если при заказе не указана иная). Питание 12-36 В, нет контроля с битом проверки четности, скорость 4800 Бод, термокомпенсация 0..70 °C.

Приложение 4. Руководство по программированию дисплея датчиков в исполнении с полевым корпусом.

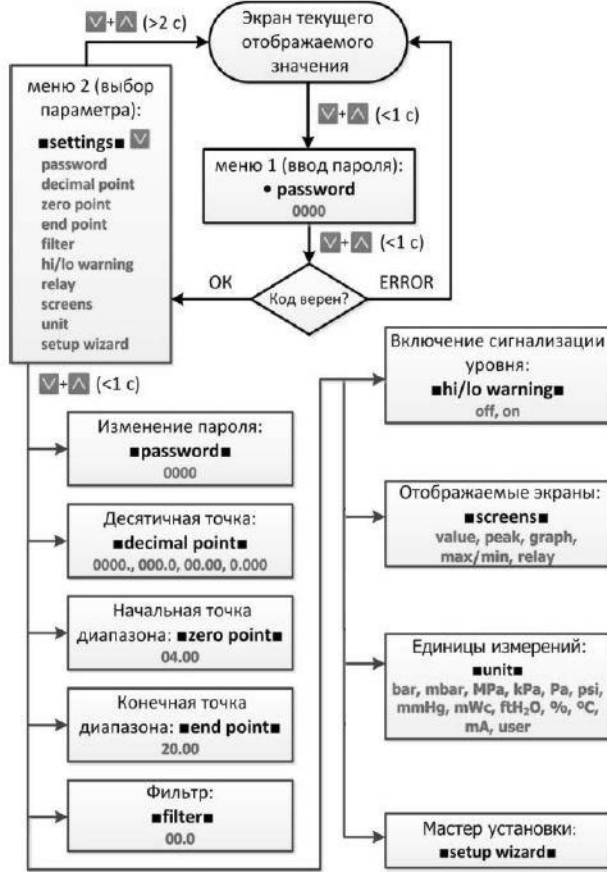


Рисунок А. Схема логики управления

Для перехода в меню программирования (рис. А) необходимо выполнить следующие действия:

- 1). Одновременно кратковременно нажать обе кнопки управления ($\nabla + \blacktriangle$);
- 2). В появившемся диалоговом окне кнопками управления ввести пароль (по умолчанию «0000»);
- 3). Подтвердить пароль одновременным нажатием обеих кнопок управления – при правильном пароле появится экран «settings» с перечнем доступных для изменения параметров (меню 2).

На экранах во всех меню изменение параметров производится кнопками \blacktriangle (вперед) или ∇ (назад). Выбор выполняется кратковременным нажатием на обе кнопки управления, что приводит к сохранению установленного значения. При длительном удержании нажатыми двух кнопок одновременно происходит переход к предыдущему экрану или выход из режима настройки в рабочий режим для отображения измеряемых параметров.

Пункты меню «settings»	Параметры	Назначение выполняемых функций
password	пароль	установка нового пароля (для замены заводского значения, установленного по умолчанию)
decimal point	десятичная точка	выбор положения десятичной точки, отображаемой на экране
zero point	нулевая точка	устанавливается числовое значение, которое будет отображаться при «нулевом» выходном сигнале датчика (при токе 4 мА)
end point	конечная точка	устанавливается числовое значение, которое будет отображаться при выходном сигнале датчика соответствующем верхнему пределу измерений (при токе 20 мА)
filter	фильтр	функция позволяет сгладить изменения (уменьшить колебания) показаний дисплея при сильных колебаниях измеряемых параметров – значения от 0,3 до 30 с
hi/lo warning	сигнализация высокого / низкого уровня	устанавливается отображение режима «тревога» при выходе уровня измеряемого параметра за максимальное или минимальное значения: off – отключено; on – включено; при уменьшении тока ниже 3.8 мА или возрастании выше 21 мА, на экране отображаются значения, соответственно «<3.8 mA» или «>21 mA».
screens	экраны	выбор перечня используемых рабочих экранов (рис. B-D) – кратковременным нажатием на обе кнопки управления устанавливаются (или снимаются) галки напротив названий необходимых экранов (по умолчанию включены все экраны): \checkmark value – отображается текущее измеренное значение в заданных единицах измерений; \checkmark peak – отображаются текущее измеренное и пиковые значения за прошедший период; \checkmark graph – отображается график изменений измеренных значений за час (60 M), 24 часа (24 H), 30 дней (30 D); 90 дней (90 D); вертикальная шкала оси измеренных значений масштабируется автоматически \checkmark max/min – отображаются зафиксированные максимальные и минимальные значения за весь прошедший интервал времени
unit	единицы измерений	задает единицу измерений, которая будет отображаться на экране, – выбор из перечня: bar, mbar, MPa, kPa, Pa, psi, mmHg, mWc, ftH ₂ O, %, °C, mA, user
setup wizard	мастер установки	предоставляется последовательный выбор экранов для установки следующих параметров: 1) десятичная точка; 2) нулевая точка; 3) конечная точка; 4) единицы измерений



Рисунок В. Переключаемые экраны прибора, отображающие измеряемое значение

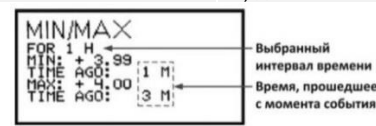


Рисунок С. Экран «max/min» с интервалом времени 1 ч.

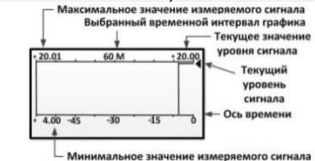


Рисунок D. Экран «graph» с графиком изменения сигнала.