

1 ОПИСАНИЕ И РАБОТА ИЗДЕЛИЯ

1.1 Назначение РУД

РУД предназначен для измерения величины объемного расхода жидкости в полностью заполненной трубе и объема прокачанной жидкости путем преобразования их в пропорциональный электрический цифровой сигнал с дистанционной передачей в систему сбора данных геолого-технологических исследований (ГТИ), системы контроля, регулирования и управления технологическими процессами.

РУД имеют модификации, отличительные особенности которых приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Модификации РУД

Шифр	Обозначение	Особенности
РУД-342-04	Г.407152.001	доплеровский метод измерений, цифровой выходной сигнал RS485 с протоколом SenNet/ ModBus*, аналоговый выходной сигнал 4-20 мА. Предназначен для работы в составе системы сбора станции ГТИ, а также для автономной работы, взрывозащищенный. Применяется при выполнении требований, регламентирующих применение электрооборудования во взрывоопасных зонах.

*- форма протокола в соответствии с договором поставки.

РУД является взрывозащищенным и предназначен для применения во взрывоопасных зонах согласно ГОСТ 30852.0-2002 и ГОСТ 30852.10-2002 и другим нормативным документам, определяющим применяемость электрооборудования во взрывоопасных зонах.

В таблице 2 представлены основные технические характеристики РУД. Диапазоны расходов жидкости и диаметров труб в таблице указаны только те, на которых проводились метрологические испытания РУД. Они обусловлены возможностями проливной установки, применяемой при испытаниях. Реально по своим техническим возможностям РУД может работать на трубах диаметром до 500 мм, при условии градуировки после установки по месту эксплуатации.

По устойчивости к климатическим воздействиям РУД относится к группам исполнений Д2 и Р1 по ГОСТ Р 52931-2008 для работы при температуре от минус 40°С до плюс 50°С.

РУД относится к ремонтируемым и однофункциональным изделиям.

Пример обозначения при заказе:

– измеритель расхода жидкости РУД-342-04 Г.407152.001ТУ.

1.2 Технические характеристики

1.2.1 Основные технические характеристики представлены в таблице 2.

1.2.2 РУД имеет линейно возрастающую характеристику выходного сигнала. Код, передаваемый РУД, равен измеренным величинам расхода.

1.2.3 Схема внешних электрических соединений РУД при использовании в составе станции ГТИ «Разрез-2» должна соответствовать представленной в Приложении А.

Схема внешних электрических соединений РУД при использовании вне станции ГТИ должна соответствовать представленной в Приложении В.

Инв. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Инв. № дубл.
Подп. и дата	Подп. и дата

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Г.407152.001РЭ	Лист
						3

1.2.4 Электрическое питание РУД должно осуществляться от источника питания постоянного тока с напряжением, указанным в таблице 2. Пульсация (двойная амплитуда) напряжения питания не должна превышать 1 % от номинального значения напряжения питания.

Источник питания, используемый для питания РУД в эксплуатационных условиях, должен удовлетворять следующим требованиям:

- сопротивление изоляции не менее 40 МОм;
- выдерживать испытательное напряжение при проверке электрической прочности изоляции 1,5 кВ.

1.2.5 РУД должны иметь цифровой выход RS485 с протоколом SenNet или ModBus, предназначенный для подключения к системе сбора данных станции ГТИ

1.2.6 РУД-342-04 имеет токовый выход 4–20 мА.

1.2.7 Минимальное значение напряжения питания для токового выхода РУД не должно быть менее

$$U_{\text{пт min}} = 0,02 \times (R_{\text{нагр}} + R_{\text{провода}}) + 7$$

где $U_{\text{пт}}$ – напряжение источника питания токового выхода, В,

$R_{\text{нагр}}$ – сопротивление измерительного резистора, Ом;

$R_{\text{провода}}$ – сопротивление питающего кабеля, Ом.

Напряжение не должно превышать указанное в таблице 2.

Таблица 2 – Технические характеристики РУД-342-04

Параметр	Значение
Диапазон измерений объемного расхода жидкости, м ³ /с	±3,98·10 ⁻⁵ –0,08 (см. таблицу 3)
Диапазон измерений суммарного объема, м ³	±0–16777215
Диапазон диаметров труб, мм	22,5–150
Пределы допускаемой основной приведенной погрешности измерения объемного расхода жидкости, от верхнего предела измерений, %	±2,0*
Пределы допускаемой основной приведенной погрешности измерения объемного расхода жидкости, от верхнего предела измерений, без предварительной градуировки, %	±3,0
Пределы допускаемой основной относительной погрешности измерения суммарного объема прокачанной жидкости, %	±1,0*
Пределы допускаемой дополнительной приведенной погрешности измерения, обусловленной отклонением температуры окружающей среды, %	±0,15
Диапазон скоростей потока жидкости, м/с	±(0,1–10,0)
Напряжение питания $U_{\text{пц}}$ для цифровой части, В	9 ⁺⁶ ₋₂ **
Напряжение питания $U_{\text{пт}}$ для токового выхода, В***	24 ⁺¹ ₋₁₇
Ток потребления, мА, не более****	230
Потребляемая мощность, Вт, не более	2,2
Частота излучаемого сигнала, кГц	640
Мощность излучения, Вт, не менее	0,6
Диапазон рабочих температур, °С	от -40 до +50
Относительная влажность воздуха, %, не более	95
Формат выходного кода	четырехбайтный с плавающей точкой
Время чистого запаздывания выходного сигнала, с, не более	1,2
Постоянная времени, с, не более	1,5

Подп. и дата	
Инв. № дубл.	
Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

G.407152.001PЭ

Лист

4

Изм Лист № докум. Подп. Дата

Параметр	Значение
Среднее время наработки на отказ, ч	8000
Тип выходного сигнала:	цифровой RS-485; аналоговый 4–20 мА
Габаритные размеры (длина×ширина×высота), мм	200×120×80
Масса, кг, не более	2
Степень защиты по ГОСТ 14254-96	IP65
Режим работы	Постоянный
Срок эксплуатации, лет, не более	5 лет
* Заявленная точность обеспечивается после градуировки РУД непосредственно на месте установки	
** Допускается увеличение параметра до 25 В без обеспечения взрывозащищенности по согласованию с изготовителем	
*** Дополнительно см. п. 1.2.7. Например, при использовании токоизмерительного резистора номиналом 250 Ом напряжение питания $U_{\text{пт}}$ должно быть не менее 12 В	
**** При номинальном напряжении питания $U_{\text{пц}}$ равным 9 В	

Таблица 3 – Диапазоны измерения РУД-342-04 для разных диаметров труб

Диаметр трубы, мм	Диапазон измерения объемного расхода жидкости, м ³ /с		Диапазон измерения объемного расхода жидкости, л/с	
	нижний предел	верхний предел	нижний предел	верхний предел
22,5	$3,98 \cdot 10^{-5}$	$3,98 \cdot 10^{-3}$	$3,98 \cdot 10^{-2}$	3,98
25	$4,91 \cdot 10^{-5}$	$4,91 \cdot 10^{-3}$	$4,91 \cdot 10^{-2}$	4,91
50	$1,96 \cdot 10^{-4}$	$1,96 \cdot 10^{-2}$	0,196	19,6
80	$5,03 \cdot 10^{-4}$	$5,03 \cdot 10^{-2}$	0,503	50,3
100	$7,85 \cdot 10^{-4}$	$7,85 \cdot 10^{-2}$	0,785	78,5
150	$1,77 \cdot 10^{-3}$	0,08	1,77	80

Примечание: верхний предел определяется параметрами проливной установки

1.2.8 Нестабильность показаний при постоянном измеряемом объемном расходе, выраженная в % от диапазона выходного сигнала, не должна превышать $\pm 0,15\%$.

1.2.9 Нелинейность показаний РУД $\delta_{\text{нелин.}}$, выраженная в % от диапазона выходного сигнала, не должна превышать $\pm 0,15\%$.

1.2.10 Изменение значения выходного сигнала РУД, вызванное плавным изменением напряжения питания в рабочем диапазоне питающего напряжения, на каждый 1 В питания не должно превышать $\pm 0,05\%$ от номинального значения выходного сигнала.

1.2.11 По устойчивости при воздействии синусоидальной вибрации РУД соответствует группе исполнения N2 по ГОСТ 52931-2008.

1.2.12 РУД предназначен для работы при барометрическом давлении от 84,0 до 106,7 кПа (от 630 до 800 мм. рт. ст.).

1.2.13 РУД имеет взрывозащищенное исполнение, вид взрывозащиты «Искробезопасная электрическая цепь» по ГОСТ 30852.0-2002 и ГОСТ 30852.10-2002, маркировку взрывозащиты ExiaIIBT5X.

1.2.14 Вероятность безотказной работы РУД должна быть не менее 0,97 за 8000 час.

1.2.15 Динамические характеристики РУД нормируются временем чистого запаздывания и постоянной времени. Величины времени чистого запаздывания и постоянной времени не должны превышать значений, указанных в таблице 2.

Примечания. Под временем чистого запаздывания принимают время, прошедшее с момента скачкообразного изменения измеряемого параметра, до момента, когда выходной сигнал РУД начинает изменяться в сторону изменения измеряемого параметра.

Инва. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Подп. и дата
Инва. № дубл.	Подп. и дата

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	G.407152.001PЭ	Лист
						5

Постоянная времени – это время, прошедшее с момента начала изменения выходного сигнала, до момента, когда выходной сигнал РУД пересечет порог, составляющий $\pm 63\%$ от изменения выходного сигнала, соответствующего скачку измеряемого параметра.

1.2.16 Электрическая изоляция между электрическими цепями и корпусом при температуре $(23 \pm 5)^\circ\text{C}$ и относительной влажности 80% должна выдерживать напряжение переменного тока 500В, синусоидальной формы частотой 50 Гц в течение 1 мин.

1.2.17 Электрическое сопротивление изоляции между электрическими цепями и корпусом при температуре окружающего воздуха $(23 \pm 5)^\circ\text{C}$ и относительной влажности 80% должно быть не менее 20 МОм.

1.2.18 РУД имеют защиту от короткого замыкания или обрыва выходной цепи. После устранения замыкания или обрыва РУД восстанавливают работоспособность.

1.3 Комплектность

Таблица 4 – Комплектность РУД-342-04

Наименование	Обозначение	Количество, шт.
Измеритель расхода жидкости РУД-342 в сборе	Г.407152.001	1
Комплект монтажных частей:		
крепление для преобразователя		1
смазка для преобразователя		1
CD-ROM		1
Руководство по эксплуатации	Г.407152.001РЭ	1
Формуляр	Г.407152.001ФО	1

Таблица 5 – Комплектность РУД-342-04-А

Наименование	Обозначение	Количество, шт.
Измеритель расхода жидкости РУД-342 в сборе	Г.407152.001	1
Комплект монтажных частей:		
крепление для преобразователя		1
смазка для преобразователя		1
CD-ROM		1
Комплект принадлежностей:	Г.407954.003	
преобразователь интерфейса УРСК-220-01ГР	Г.468353.001-01	1
USB кабель		1
кабель КС-515		1
разъем 2РМ18КПН7Г		1
разъем 2РМ22КПН4Г		1
разъем 2РМ22БПН4Ш		1
Руководство по эксплуатации	Г.407152.001РЭ	1
Формуляр	Г.407152.001ФО	1

1.4 Устройство и работа РУД

РУД предназначен для бесконтактного измерения объемного расхода жидкой среды, имеющей газообразные или твердые включения и протекающей по закрытому, полностью заполненному трубопроводу. Концентрация включений должна быть не ниже, чем в типовой водопроводной воде. РУД позволяет производить измерения без нарушения стенок трубопровода.

Подп. и дата	
Инв. № дубл.	
Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

						Г.407152.001РЭ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата			6

Внешний вид РУД показан на рисунке 1.1. Принцип действия РУД основан на излучении в контролируемую жидкость непрерывного ультразвукового сигнала постоянной частоты, приеме отраженного от включений в жидкость ультразвукового сигнала и определении среднего отклонения частоты принятого сигнала от частоты излученного сигнала. Разница частот излученного и принятого сигналов прямо пропорциональна средней скорости потока жидкости и расходу жидкости в трубопроводе.

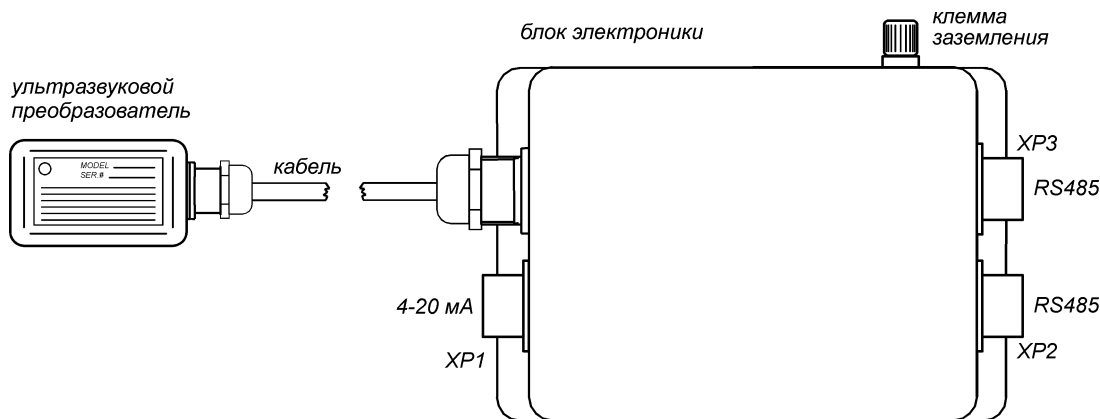


Рисунок 1.1 – Внешний вид РУД-342

Измерение расхода жидкости с использованием РУД производится следующим образом. Электронный блок РУД формирует непрерывный электрический сигнал частотой 640 кГц и напряжением 9 В. Этот сигнал по кабелю поступает в преобразователь и возбуждают в нем механические колебания. Колебания создают ультразвуковые волны, которые через стенку трубопровода проникают в жидкость. Волны, отражаясь от неоднородностей жидкости, возвращаются к преобразователю и возбуждают в нем вторичные механические колебания, которые создают на его выходе электрический сигнал. Сигнал по кабелю поступает в электронный блок, детектируется, усиливается и преобразуется в цифровой код. Микропроцессор обрабатывает принятый сигнал, производит необходимые расчеты и поддерживает связь по цифровому каналу.

При малой амплитуде принятого сигнала устанавливаются нулевые показания. Порог, при котором происходит обнуление показаний, может быть программно изменен. При достаточной амплитуде принятого сигнала РУД осуществляет его спектральный анализ, определяет доплеровскую частоту и выполняет вычисление мгновенной скорости жидкости в трубе с учетом направления потока, а также объемный и суммарный расход жидкости. Последние величины определяются по заданному диаметру трубы.

РУД имеет цифровой канал связи RS485 с протоколами SenNet или MODBUS и унифицированный токовый выход 4-20 мА. Программное обеспечение, входящее в комплект РУД, позволяет через цифровой протокол выполнять настройку РУД и осуществлять контроль работоспособности.

При изготовлении РУД цифровой канал связи настраивается на протокол SenNet, скорость 57600 бод для работы с системой сбора станции ГТИ «Разрез-2» или «Сириус».

При необходимости тип протокола может быть изменен на Modbus. Переключение производится переключателем XP2. Расположение переключателей XP2 и их назначение показано в Приложении А на рисунке А.1.

Скорость обмена по обоим протоколам фиксированная – 57600 бод.

При отсутствии цифровой системы сбора для настройки РУД должен использоваться преобразователь интерфейса УРСК-220 (не входит в комплект поставки), который позво-

Инв. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Инв. № дубл.
Подп. и дата	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

Г.407152.001РЭ

Лист

7

ляет подключить РУД к USB-порту компьютера. При этом РУД должен быть настроен на использование протокола MODBUS.

На корпусе РУД расположены два разъема линии RS485, соединенные параллельно. Это позволяет подключать на одну цифровую линии несколько устройств. К одному разъему РУД должен подключаться кабель, идущий от системы сбора, к другому – кабель другого датчика с интерфейсом RS485. Если РУД является последним (или единственным) устройством на линии RS485, то для обеспечения согласования линии на ее конце должен быть установлен резистор 120 Ом между информационными проводниками «А» и «В». Резистор подключается к линии либо замыканием перемычки JP1 на плате РУД, либо присоединением на свободный разъем специальной заглушки со встроенным резистором. Одновременное применение обоих способов недопустимо. В случаях, когда РУД не является последним устройством на линии, перемычка JP1 обязательно должна быть снята.

На печатной плате РУД расположены светодиоды (рисунок А.1), которые имеют следующее назначение:

- «Питание» – показывает наличие питания на цифровой части РУД;
- «Данные 4-20 мА» – индицирует наличие питания на токовом интерфейсе и получение от центрального процессора данных о величине токового выходного сигнала.

1.5 Обеспечение взрывозащищенности

РУД выполнен в соответствии с ГОСТ 30852.0-2002 «Электрооборудование взрывозащищенное. Часть 0. Общие требования» и ГОСТ 30852.10-2002 «Электрооборудование взрывозащищенное. Часть 11. Искробезопасная электрическая цепь i », имеет уровень искробезопасности ia для взрывоопасных смесей категории ПВ по ГОСТ 30852.11-2002, маркировку взрывозащиты «0ExiaПВТ5Х» и может применяться во взрывоопасных зонах согласно требованиям главы 7.3 ПУЭ, ГОСТ 30852.13-2002 или других нормативно-технических документов, регламентирующих применение электрооборудования во взрывоопасных зонах.

Знак «Х» в маркировке взрывозащиты означает, что датчики должны применяться с источником питания и регистрирующей аппаратурой, имеющими искробезопасную электрическую цепь уровня « ia » и действующий документ о взрывозащищенности.

Знак «Х» в маркировке взрывозащиты РУД означает:

– питание РУД должно выполняться от внешней искробезопасной цепи уровня ia подгруппы ПС или ПВ с электрическими параметрами согласно условиям эксплуатации по таблице 2;

– внешние устройства, подключаемые к цепи интерфейса RS485, должны иметь входную искробезопасную цепь уровня ia или гальваническую развязку входной цепи соответствующей требованиям ГОСТ 30852.10-2002.

РУД состоит из первичного преобразователя и электронного блока.

Первичный преобразователь представляет собой неразборный узел, содержащий пьезоэлектрические преобразователи с трансформаторной развязкой. Первичный преобразователь заключен в металлический корпус и залит полимерным компаундом.

Электронный блок РУД изготовлен на печатной плате и размещается в пластиковом корпусе. На боковых поверхностях корпуса расположен разъем для кабеля связи с внешними устройствами.

Взрывозащищенность РУД обеспечивается следующими средствами.

Питание РУД осуществляется от внешней искробезопасной цепи уровня « ia » с электрическими параметрами, соответствующими электрооборудованию подгруппы ПВ.

Электрическая нагрузка элементов первичного преобразователя и блоков электроники не превышает 2/3 их номинальных значений.

Имп. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инд. № дубл.	Подп. и дата

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	G.407152.001PЭ	Лист 8

Максимальная температура нагрева электрических элементов наружной поверхности и корпуса блока электроники не превышает 95°C, что соответствует электрооборудованию температурного класса T5 по ГОСТ 30852.0-2002.

Электрические зазоры, пути утечки и прочность изоляции между элементами искробезопасной цепи и корпусом преобразователя соответствуют требованиям ГОСТ 30852.10-2002.

Электрическая схема РУД не содержит элементов, способных накопить энергию, достаточную для воспламенения взрывоопасных смесей.

Электрические элементы электронных модулей покрыты изоляционным лаком.

Фрикционная искробезопасность корпуса блока электроники достигается за счет применения антистатического покрытия с сопротивлением изоляции менее 10^9 Ом по ГОСТ 30852.0-2002. Одна из сторон корпуса закрыта металлической пластиной, которая подлежит заземлению.

Электрические элементы схемы датчика защищены от механических и климатических воздействий окружающей среды оболочками со степенью защиты IP65 по ГОСТ 14254.

РУД имеет диодную защиту от изменения полярности питающего напряжения. Электрические параметры внешних цепей РУД представлены в таблице 6.

Таблица 6 – Параметры внешних искробезопасных цепей

Наименование	Электрические параметры, в соответствии с ГОСТ 30852.10-2002
Входная цепь (питание)	$U_i \leq 12$ В, $I_i \leq 0,30$ А, $C_i \leq 3$ мкФ, $L_i \leq 100$ мкГн
Входная цепь (4–20 мА)	$U_i \leq 24$ В, $I_i \leq 0,04$ А, $C_i \leq 0,33$ мкФ, $L_i \leq 100$ мкГн
Выходная цепь (RS-485)	$U_0 = 5$ В, $I_0 = 100$ мА, $C_0 = 10$ мкФ, $L_0 = 6$ мГн

Защитные супрессоры, ограничивающие напряжение внутри электронной схемы РУД, выдерживают максимальный импульсный ток до 10 А. Шунтирующий супрессор подключен таким образом, что при обрыве любой из его цепей происходит отключение шунтируемой схемы.

Для соединения РУД с внешними устройствами должен применяться только экранированный кабель с поливинилхлоридной или резиновой оболочкой, не распространяющей горение, с резиновой или поливинилхлоридной изоляцией проводников. Изоляционные материалы кабелей должны иметь такой же рабочий диапазон по температуре, как и РУД. Категорически запрещается применение кабелей с полиэтиленовой изоляцией или оболочкой.

1.6 Маркировка

1.6.1 На прикрепленной к РУД бирке должны быть нанесены следующие знаки и надписи:

- наименование, адрес и товарный знак предприятия-изготовителя;
- наименование изделия;
- заводской номер изделия по системе нумерации предприятия-изготовителя;
- знак маркировки взрывозащиты 0ExiaПВТ5Х (для взрывозащищённого исполнения);
- сведения о сертификации (номер и срок действия сертификата, наименование органа по сертификации, выдавшего сертификат);
- диапазон рабочих температур « $-40^\circ\text{C} \leq t_a \leq +50^\circ\text{C}$ »;
- знак степени защиты от внешних воздействий IP65 по ГОСТ 14254-96.

Надписи выполняются на русском языке, если иное не указано в договоре на поставку.

Интв. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Интв. № дубл.
Подп. и дата	Подп. и дата

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	G.407152.001PЭ	Лист
						9

Знак маркировки взрывозащиты должен быть рельефным или выполнен иным способом, гарантирующим сохранность маркировки в течение всего срока эксплуатации.

1.7 Упаковка

1.7.1 Упаковка РУД должно обеспечивать сохранность изделий при хранении и транспортировании.

1.7.2 Упаковку следует производить в закрытых вентилируемых помещениях при температуре окружающего воздуха от 15 до 40°C и относительной влажности до 80% при отсутствии в окружающей среде агрессивных примесей.

1.7.3 Соединительные кабели должны быть закреплены, например, с помощью клейкой ленты к жестким конструкциям кронштейна для исключения их повреждения.

1.7.4 Блок электроники должен быть прикрыт крышкой из картона или воздушно-пузырчатой пленкой для защиты от механических повреждений.

1.7.5 Изделие должно быть упаковано в воздушно-пузырчатую пленку, исключающую возможность попадания в нее пыли и утери отдельных деталей. РУД помещается в картонную коробку с заполнением свободного пространства прокладками из гофрированного картона, пенопласта или воздушно-пузырчатой пленки.

1.7.6 На упаковке в месте расположения блока электроники должен быть нанесен знак «Осторожно, хрупкое».

1.7.7 Вместе с РУД в коробку должна быть уложена техническая документация (по п. 1.3), упакованная в отдельный пакет. Допускается упаковка всей документации на изделия, отправляемых в одно место эксплуатации, в одну упаковку.

1.7.8 Пломбирование изделия не производится.

2 Использование по назначению

2.1 Меры безопасности

К эксплуатации допускаются только технически исправные датчики.

При монтаже, наладке и эксплуатации РУД необходимо руководствоваться:

- «Правилами техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей»;
- «Правилами безопасности при геологоразведочных работах»;
- «Правилами безопасности в нефтяной и газовой промышленности», утвержденными приказом Ростехнадзора от 12.03.2013 г. №101;
- инструкциями по технике безопасности, действующими на предприятии.

По степени защиты от соприкосновения с токоведущими частями и попадания воды корпус РУД относится к исполнению IP65 по ГОСТ 14254-96. Указанная степень защиты достигается при установке уплотнений первичного преобразователя, гермоввода и крышки корпуса.

Перед началом и в ходе эксплуатации необходимо проверять надежность всех резьбовых соединений.

2.2 Обеспечение взрывозащищенности при монтаже и эксплуатации РУД

Для обеспечения взрывозащищенности при монтаже и эксплуатации РУД необходимо руководствоваться:

- «Правилами безопасности в нефтяной и газовой промышленности», утвержденными приказом Ростехнадзора от 12.03.2013 г. №101;
- ГОСТ 30852.10-2002 «Электрооборудование взрывозащищенное. Часть 11. Искробезопасная электрическая цепь i »;

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	G.407152.001PЭ					Лист
										10
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата						

– ГОСТ 30852.16-2002 «Электрооборудование взрывозащищенное. Часть 17. Проверка и техническое обслуживание электроустановок во взрывоопасных зонах (кроме подземных выработок)»;

– инструкциями по технике безопасности, действующими на предприятии.

РУД должен обслуживаться квалифицированным персоналом, подготовка которого включает практическое обучение работе с электрооборудованием, имеющим взрывозащиту, и способам, изучение соответствующих технических норм, а также общих принципов классификации взрывоопасных зон.

Устранение дефектов и ремонт РУД должны производиться вне взрывоопасных зон.

Перед монтажом РУД должен быть осмотрен. При этом необходимо обратить внимание на:

- маркировку взрывозащиты и предупредительные надписи;
- отсутствие механических повреждений корпуса;
- наличие всех крепежных элементов;
- наличие резиновых уплотнений для кабеля и крышки корпуса.

Для соединения РУД с внешними устройствами допускается применение только экранированных кабелей с поливинилхлоридной или резиновой оболочкой, не распространяющей горение, с резиновой или поливинилхлоридной изоляцией проводников. Изоляционные материалы кабелей должны иметь такой же рабочий диапазон по температуре, как и РУД. Категорически запрещается применение кабелей с полиэтиленовой изоляцией или оболочкой.

Не допускается выполнять сращивание кабеля в пределах взрывоопасной зоны.

Прокладывая кабель между РУД и внешним устройством, следует соблюдать требования ГОСТ 30852.13-2002 и следующие общие правила:

- кабель должен быть отделен от всех кабелей искроопасных цепей;
- кабель следует прокладывать так, чтобы они не мешали проходу персонала и не соприкасались с острыми гранями, которые могут повредить изоляцию;
- трасса прокладки кабеля должна пролагаться так, чтобы избежать близости сигнальных и силовых кабелей, а также мест с высокой температурой;
- следует уделить специальное внимание, чтобы кабель был защищен от высоких натяжений.

После монтажа РУД металлическая пластина блока электроники должны быть заземлена.

2.3 Эксплуатационные ограничения

Для обеспечения работоспособности РУД запрещается устанавливать его вблизи мощных источников электромагнитных полей (силовых трансформаторов, дросселей, электродвигателей, неэкранированных силовых кабелей, силовых щитов и т.д.) и в местах, подверженных вибрации.

Не допускается установка РУД вблизи источников тепла, нагретых до температуры более 100°C.

Категорически запрещается эксплуатация РУД при нарушенной герметичности корпуса электронного блока или гермоввода. Не допускается замена или наращивание кабеля, соединяющего электронный блок и преобразователь.

Не допускается натяжение соединительных кабелей, в том числе во время подготовки к использованию и транспортировки.

2.4 Подготовка РУД к монтажу

Перед монтажом необходимо выполнить следующие операции:

Инд. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инд. № дубл.	Подп. и дата

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Г.407152.001РЭ	Лист 11

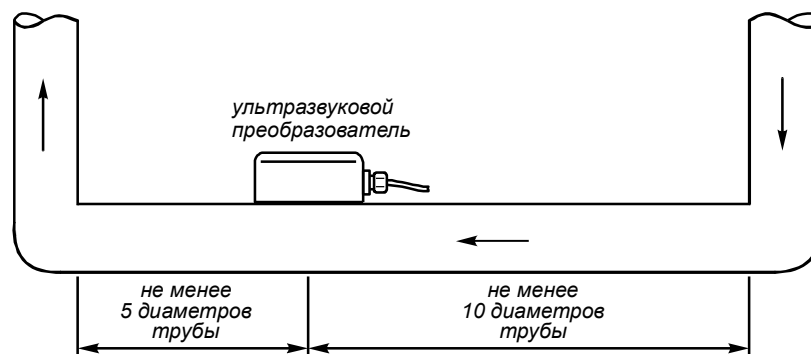


Рисунок 2.1 – Установка преобразователя на прямолинейном участке трубопровода (вид сверху)

1. Подключить РУД к цифровой системе сбора или к компьютеру в соответствии со одной из схем, показанных в Приложении А.
2. Настроить программные средства системы сбора для работы с РУД (подробнее в Приложении В и Г).
3. Убедиться в работоспособности РУД. Признаком работоспособности является устойчивый обмен данными между РУД и системой сбора.

2.5 Монтаж РУД на месте эксплуатации

Ультразвуковой преобразователь РУД можно устанавливать на горизонтальных и на вертикальных прямолинейных участках трубопровода, не имеющих сужений, расширений и врезок, неоднородностей толщины трубы. Запрещается устанавливать РУД в следующих местах трубопровода:

- участки, где трубопровод может быть не полностью заполнен жидкостью;
- участки, где может скапливаться осадок;
- участки, где труба имеет поврежденную коррозией внешнюю или внутреннюю поверхность, неровную поверхность или неметаллическое защитное покрытие.

Длина прямолинейного участка от места установки датчика должна быть не менее, чем 10 внутренних диаметров трубы навстречу потоку и 5 внутренних диаметров трубы по потоку (рисунок 2.1).

Наилучшее расположение датчика на горизонтальном участке трубопровода, на его боковой поверхности (рисунок 2.2). В этом случае работе ультразвукового преобразователя не будут мешать пена и осадок, которые могут возникать в трубопроводе.

При выборе места установки датчика на трубопроводе может понадобиться подобрать

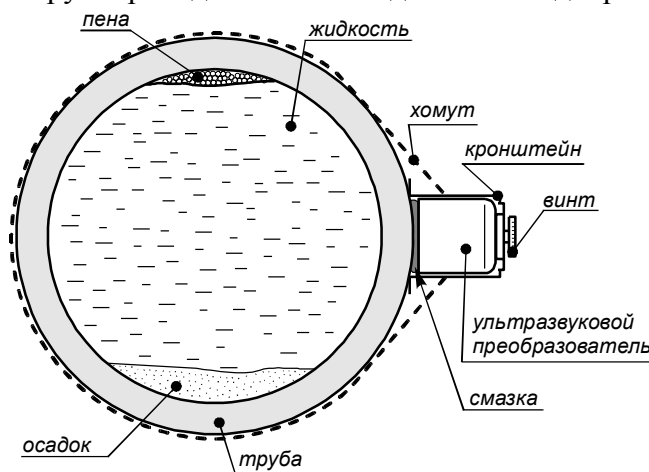


Рисунок 2.2 – Монтаж преобразователя на стенке трубопровода

Инв. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Инв. № дубл.
Подп. и дата	Подп. и дата
Инв. № подл.	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

Г.407152.001РЭ

Лист

12

рабочую точку, в которой достигается достаточная стабильность измерений.

Монтаж преобразователя производится в следующей последовательности:

- выбрать место для установки РУД. Оно должно соответствовать требованиям, перечисленным выше;
- при помощи напильника и наждачной бумаги очистить на трубопроводе место контакта с преобразователем от защитных покрытий, окалины и ржавчины;
- закрепить на трубопроводе хомутом крепление преобразователя. Первичный преобразователь должен быть установлен таким образом, чтобы выходящий из него кабель был направлен навстречу потоку, как показано на рисунке 2.1. При этом знак направления потока, показанного на рисунке, считается положительным;
- нанести на неметаллическую поверхность преобразователя и на трубопровод в месте предстоящего крепления преобразователя смазку, толщина слоя смазки не более 0,5 мм;
- ввести преобразователь внутрь крепления, притереть так, чтобы между ним и трубопроводом не осталось воздушных пузырьков, и прижать преобразователь к трубе винтом крепления;
- разместить и закрепить блок электроники в удобном для этого месте;
- подключить к разъему ответную часть кабеля системы сбора.

2.6 Подготовка РУД к использованию

РУД не является автономным прибором и предназначен для работы в составе систем сбора.

Для подключения к системе сбора на электронном блоке установлен разъем. Схема подключения РУД к системе сбора приведена в Приложении А. Экран кабеля должен быть соединен с минусом источника питания и не иметь контакта с заземлением системы сбора.

Для связи РУД с системой сбора станции «Разрез-2» или «Сириус» должен подключаться к разъему «Линия х» Блока распределительного БР1 или БР2.

Опробование РУД после монтажа возможно только с использованием программных средств, применяемых в системе сбора данных ГТИ. Включение и опробование производить в соответствии с инструкцией по эксплуатации используемого программного обеспечения. **Внимание!** Если в используемой версии программного обеспечения не предусмотрена работа с РУД, то следует выполнить процедуры, описанные в приложении В.

При каждой установке РУД на месте эксплуатации необходимо проверять состояние поверхности трубопровода в месте контакта с ультразвуковым преобразователем, а также обновлять смазку между трубопроводом и преобразователем.

2.7 Использование изделия

РУД считается работоспособным после монтажа. Для включения изделия следует подать на него питание.

Настройка РУД возможна только с использованием программных средств. Более подробная информация и описание диалогового окна даны в Приложении В.

Для обеспечения метрологических характеристик необходимо выполнить градуировку РУД на месте эксплуатации в соответствии с п. 2.9.

В ходе эксплуатации необходимо выполнять периодические внешние осмотры РУД в соответствии с п. 3.3 настоящего руководства.

2.8 Калибровка РУД

РУД является измерителем-преобразователем и компонентом измерительного канала станций ГТИ, для которого отдельно нормированы метрологические (точностные) характеристики.

Подп. и дата	
Инв. № дубл.	
Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

G.407152.001PЭ

Лист

13

Калибровочные работы выполняются в соответствии с Методикой калибровки каналов измерений расхода бурового раствора станций ГТИ.

Рекомендуемый межкалибровочный интервал – один год.

2.9 Градуировка РУД

Градуировка РУД выполняется с целью установки соответствия между показаниями РУД и действительными характеристиками потока. Градуировка выполняется по двум точкам (максимально возможного и среднего диапазона измерений) и заключается в прокачке заданного объема жидкости по трубе, на которой установлен РУД. При выполнении градуировки следует соблюдать следующие правила:

- прокачанный объем должен контролироваться либо образцовым расходомером (расходомер должен иметь принцип действия, отличный от ультразвукового), либо мерной емкостью. В обоих случаях объем должен контролироваться с точностью не хуже $\pm 0,4\%$;
- в ходе выполнения градуировки объемный расход жидкости в трубе должен быть близок к максимально возможному и середине диапазона измерений РУД для заданного диаметра трубы (см. таблицу 3);
- время движения контрольного объема жидкости должно быть не менее 20 с.

Градуировка выполняется следующим образом:

- установить стабильную скорость движения жидкости по трубе в середине диапазона измерений;
- в настройках РУД установить коэффициент потока $k_{потока} = 1$;
- сбросить счетчик суммарного расхода РУД;
- в моменты начала и окончания движения контрольного объема жидкости необходимо зафиксировать показания счетчика суммарного расхода РУД $V_{нач}$ и $V_{конеч}$, соответственно;

- определить прокачанный объем как

$$V_{РУД} = V_{конеч} - V_{нач};$$

- рассчитать коэффициент потока, который определяет угол наклона градуировочной прямой РУД:

$$k_{потока} = \frac{V_{обр}}{V_{РУД}},$$

где $V_{обр}$ – контролируемый объем (показания образцового расходомера или объем мерного бака);

- рассчитанный коэффициент потока с помощью программы «GeoScare» (диалог «Настройка РУД») занести в память РУД.

Выполнить градуировку по максимально возможному и середине диапазона измерений РУД в соответствии с Рис. В3, Приложения В.

2.10 Выключение и демонтаж

Для выключения изделия достаточно выключить его питание.

Демонтаж РУД производится в порядке, обратном монтажу. После демонтажа следует очистить все детали от загрязнений.

2.11 Перечень возможных неисправностей и их устранение

Таблица 7 – Перечень возможных неисправностей

Вид неисправности	Причина	Метод устранения
-------------------	---------	------------------

Изн. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Изн. № дубл.
Подп. и дата	

G.407152.001PЭ

Лист

14

Изм Лист № докум. Подп. Дата

Вид неисправности	Причина	Метод устранения
Нет связи цифровой системы сбора с РУД	Сбой в программе	Выключить и включить питание РУД
	Нет питания РУД	Подать питание
	Неисправны соединительные кабели	Проверить цепи питания и связи
	Неправильно выбран протокол и скорость обмена	Проверить настройки РУД, заданные микропереключателями
	Отсутствует согласующий резистор 120 Ом на линии RS485	Проверить, установлена ли заглушка с резистором на второй разъем линии RS485 или состояние перемычки JP1 на плате РУД
	Неисправен РУД	Заменить РУД
РУД отвечает, параметр «Объемный расход» равен 0	Нет расхода	Дождаться появления расхода в трубопроводе
	Неправильно настроены пороги включения показаний расхода	Проверить настройки порогов и при необходимости изменить их
	Недостаточный акустический контакт преобразователя с трубопроводом	Проверить количество смазки и качество крепления преобразователя
	Неправильный выбор места установки преобразователя	Переустановить преобразователь в соответствии с 2.4
	Неисправен РУД	Заменить РУД
РУД передает код, отличный от нуля, при отсутствии расхода	Неправильно настроены пороги включения показаний расхода	Проверить настройки порогов и при необходимости изменить их
	Сильная электромагнитная или акустическая помеха	Проверить заземление, прокладку кабелей и наличие источников помех рядом с РУД
	Недостаточно напряжение питания	Проверить напряжение питания
Показания РУД постоянны и не изменяются при изменении расхода	Сильная электромагнитная помеха	Проверить заземление, прокладку кабеля, наличие источников помех рядом с РУД
РУД передает код, отличный от ожидаемого, или показания сильно меняются при постоянном расходе	Слабая акустическая связь между трубопроводом и контролируемой жидкостью	Переставить преобразователь на другое место трубопровода в соответствии с п. 2.4 и выполнить градуировку п. 2.9.
	Недостаточный акустический контакт преобразователя с трубопроводом	Проверить количество смазки и качество крепления преобразователя
	Сильная электромагнитная или акустическая помеха	Проверить заземление, прокладку кабелей и наличие источников помех рядом с РУД
	Недостаточно напряжение питания	Проверить напряжение питания
Отсутствует токовый выходной сигнал	Отсутствует питание токового интерфейса	Проверить источник питания, соединительные кабели

Инв. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Подп. и дата
Инв. № дубл.	Подп. и дата

G.407152.001PЭ

Лист

15

Изм Лист № докум. Подп. Дата

Вид неисправности	Причина	Метод устранения
Токовый выходной сигнал равен 3,5 мА	Сбой в программе	Выключить и включить питание РУД
	Нет питания РУД	Подать питание
	Неисправен РУД	Заменить РУД
Диапазон токового сигнала не соответствует диапазону измерений РУД	Неверная настройка токового интерфейса	Проверить в настройках, какая величина расхода соответствует выходному сигналу 20 мА
	Недостаточное напряжение питания поступает на токовый интерфейс	Проверить напряжение питания и убедиться, что его величина согласована с величиной нагрузочного сопротивления (п. 1.2.7)

3 Техническое обслуживание и ремонт

3.1 Обеспечение взрывозащищенности при обслуживании и ремонте РУД

Все работы по обслуживанию и ремонту должны проводиться с соблюдением следующих нормативных документов:

- «Правила устройства электроустановок» (ПУЭ, шестое издание);
- ГОСТ 30852.17-2002 «Электрооборудование взрывозащищенное. Часть 18. Взрывозащита вида Герметизация компаундом (m)»;
- ГОСТ 30852.19-2002 «Электрооборудование взрывозащищенное. Часть 20. Данные по горючим газам и парам, относящиеся к эксплуатации электрооборудования»;
- инструкций по технике безопасности, действующих на предприятии.

Устранение дефектов и ремонт РУД должны производиться вне взрывоопасных зон.

Ремонт взрывозащищенного оборудования должно проводить только предприятие-изготовитель.

3.2 Общие указания

Техническое обслуживание заключается в осмотре РУД и проверке его работоспособности путем проведения контрольного включения.

Техническое обслуживание выполняется силами и средствами персонала, обслуживающего данное изделие.

Все дефекты, выявленные при проведении технического обслуживания, устраняются в процессе выполнения данного комплекса работ.

3.3 Техническое обслуживание

Техническое обслуживание РУД включает в себя первичную и периодические проверки, состав которых определяется в соответствии с таблицей.

Таблица 8 – Перечень операций по проверке РУД

Вид проверки	Первичная проверка	Периодическая проверка
Электрооборудование снабжено разборчивыми бирками с указанием наименования изделия	+	–
Несанкционированные изменения отсутствуют	+	–
Электрические соединения имеют надежный контакт	+	–

G.407152.001PЭ

Лист

16

Вид проверки	Первичная проверка	Периодическая проверка
Кабели подключены в соответствии с документацией	+	–
Отсутствуют повреждения кабелей	+	+
Герметизация кабельного ввода выполнена удовлетворительно	+	+
Кабельный экран заземлен	+	–
Отсутствуют механические повреждения РУД	+	+
Отсутствуют нарушения герметичности корпуса	+	+
Проверка заземления корпуса блока электроники	+	+
Проверка затяжки всех резьбовых соединений	+	+
Проверка количества смазки ПП и ее дополнение при необходимости	+	+

Первичная проверка проводится после монтажа РУД на месте эксплуатации и его подключения.

Периодические проверки проводятся не реже двух раз в неделю.

При демонтаже-монтаже РУД необходимо выполнять проверку в объеме, соответствующем первичной проверке, и градуировку (п. 2.9).

3.4 Текущий ремонт

Текущий ремонт проводится в случае выхода РУД из строя. Во время текущего ремонта неисправности устраняют заменой вышедших из строя изделий на рабочие.

Текущий ремонт могут проводить только лица, прошедшие специальную подготовку и инструктаж.

Электронные платы представляют собой сложные радиотехнические изделия и поэтому в условиях буровой ремонту не подлежат. В случае выхода электронного модуля из строя необходимо заменять его целиком.

После ремонта необходимо обязательно выполнить внеплановую калибровку РУД в соответствии с п. 2.8 РЭ и градуировку на месте эксплуатации в соответствии с п. 2.9 настоящего руководства.

4 Хранение

Упакованный датчик должен храниться в отапливаемых помещениях при температуре воздуха от 5°C до 40°C и относительной влажности воздуха до 80%.

В складских помещениях, где хранится РУД, не должно быть паров, щелочей или других химически активных веществ, пары или газы которых могут вызвать коррозию.

Не допускается хранить датчик рядом с источниками тепла (печами, батареями отопления).

По истечении установленных сроков хранения должно быть проверено состояние изделия (отсутствие коррозии, целостность корпусов и т.д.). По результатам проверки в установленном порядке принимается решение о продлении срока хранения, передаче его в эксплуатацию или отправку изделия в ремонт.

5 Транспортирование

Упакованное изделие может транспортироваться железнодорожным, автомобильным и водным, а также авиационным транспортом на любое расстояние при условии защиты от грязи и атмосферных осадков.

Подп. и дата	
Инв. № дубл.	
Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	G.407152.001PЭ	Лист
						17

Размещение и крепление транспортной тары с упакованным изделием в транспортных средствах должно обеспечивать ее устойчивое положение и не допускать перемещения во время транспортирования.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

Г.407152.001РЭ

Лист

18

ПРИЛОЖЕНИЕ А Схемы подключений

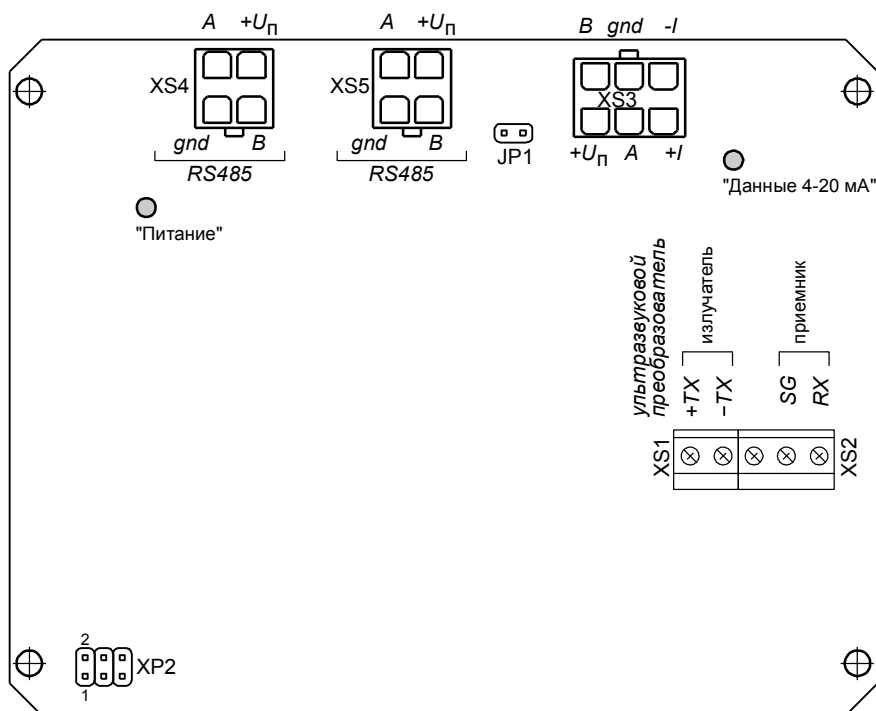


Рисунок А.1 – Схема расположения разъемов на плате

Номера контактов XP2	Состояние	Назначение
1-2	Замкнуты	протокол SenNet
	Открыты	протокол Modbus
3-4	Замкнуты	с дисплеем
	Открыты	без дисплея

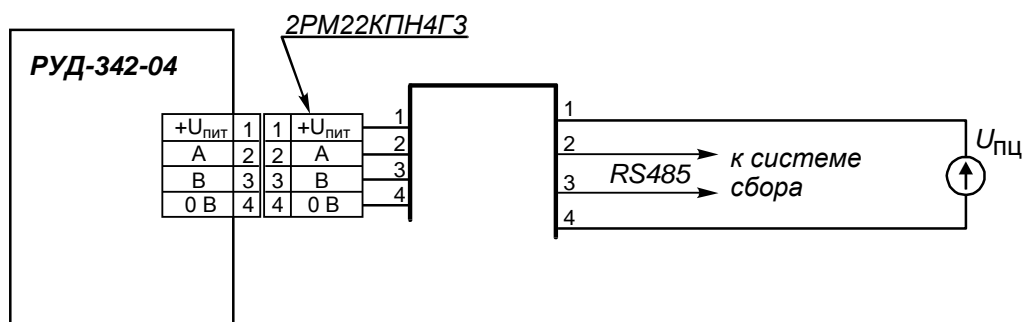


Рисунок А.2 – Схема подключения РУД-342 к цифровой системе сбора

Инв. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Инв. № дубл.
Изм	Лист
№ докум.	Подп.
Дата	Дата

Г.407152.001РЭ

Лист

19

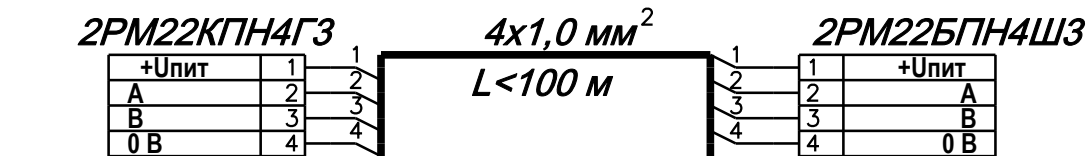
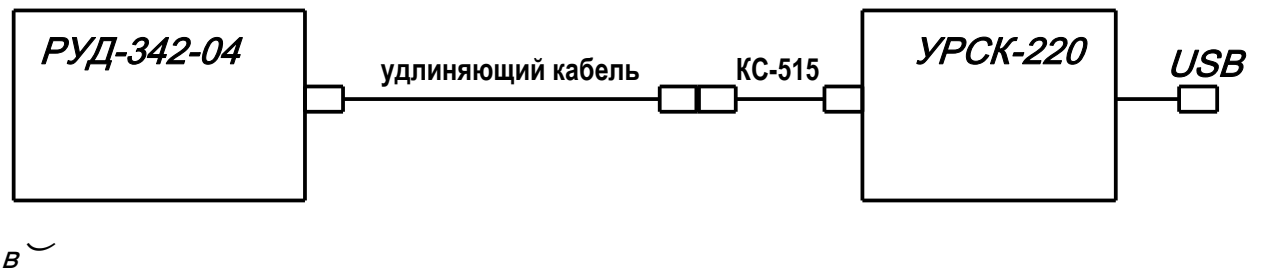
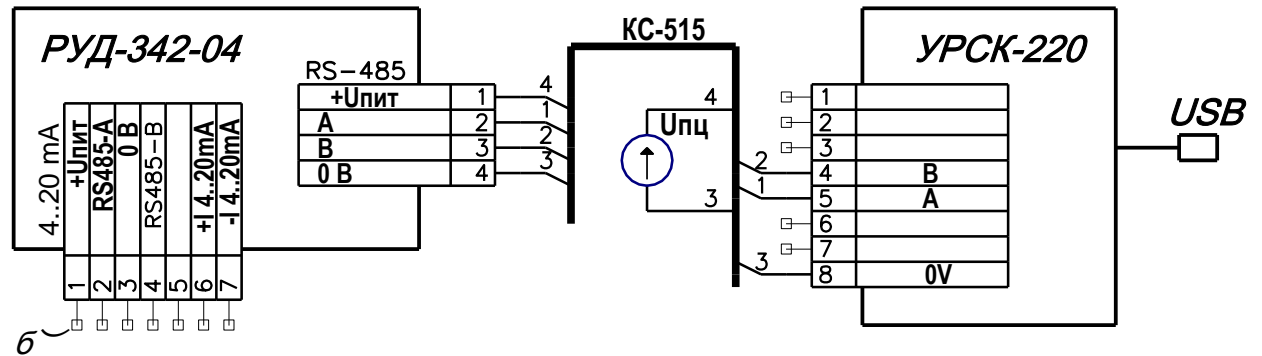
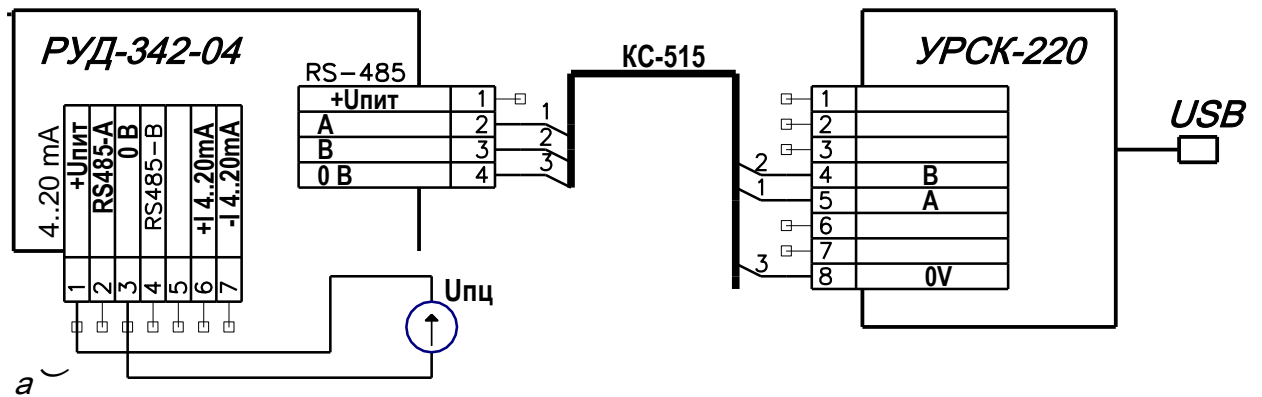


Рисунок А.3 – Схемы подключения РУД-342 к компьютеру (при использовании YPCK):

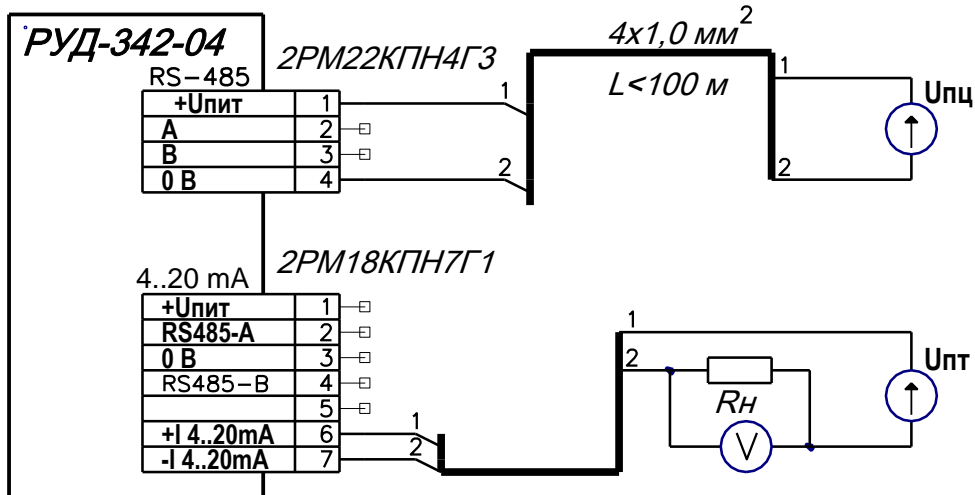
- а) – с питанием через 7-ми контактный разъем;
- б) – с питанием через кабель KC-515;
- в) – с использованием удлиняющего кабеля;
- г) – схема удлиняющего кабеля

Примечания:

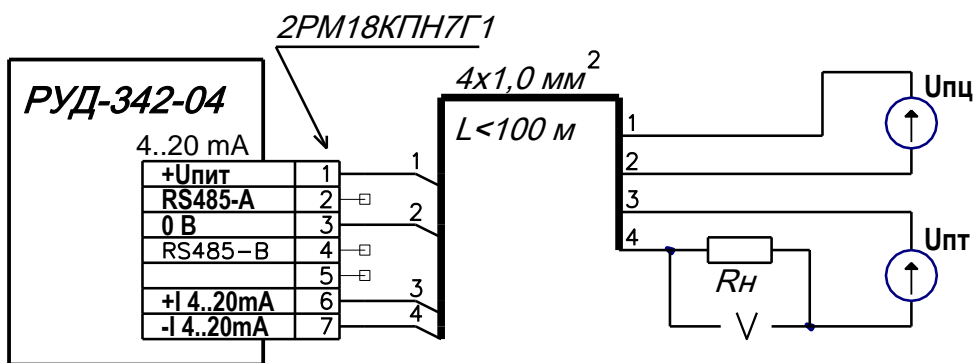
1. Информационные жилы «А» и «В» должны составлять витую пару.
2. Допускается использовать удлиняющий кабель длиной более 100 м при пропорциональном увеличении сечения питающих жил.
3. YPCK-220-01ГР, кабель KC-515 входят в комплект поставки РУД-342 при условии поставки в договоре для автономной работы РУД.

Инв. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Инв. № дубл.
Подп. и дата	Подп. и дата
Изм	Лист
№ докум.	Подп.
Дата	Дата

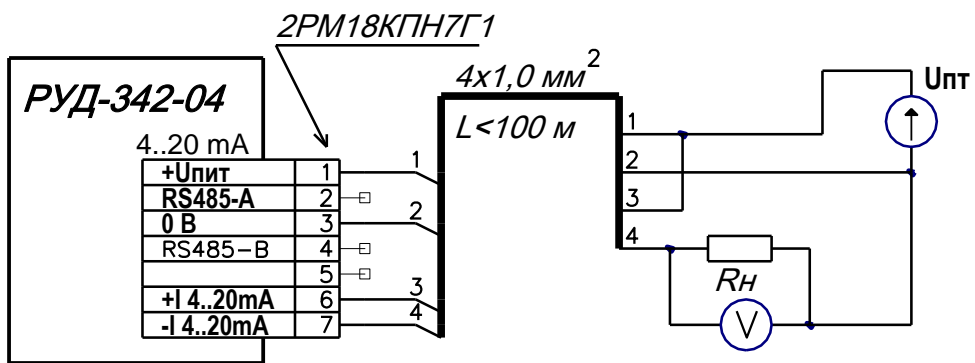
Г.407152.001РЭ



а)



б)



в)

Рисунок А.4 – Схемы подключения РУД-342 при использовании токового выхода:

- а) – с гальванической развязкой токового выхода, два кабеля;
- б) – с гальванической развязкой токового выхода, один кабель;
- в) – без гальванической развязки

Примечание:

Допускается использовать кабель длиной более 100 м при пропорциональном увеличении сечения питающих жил.

Примечание. Удлиняющий кабель (рисунок А.3, в,г), а также кабели для подключения к аналоговому выходу (рисунок А.4) не входят в состав РУД и при необходимости должны заказываться отдельно.

Подп. и дата
Инв. № дубл.
Взам. инв. №
Подп. и дата
Инв. № подл.

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
-----	------	----------	-------	------

Г.407152.001РЭ

Лист
21

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Контрольные и настроечные параметры РУД

Контролируемые параметры

Центр тяжести спектра – определенная спектральным анализатором средняя частота спектра шумового входного сигнала, не подвергавшаяся обработке сглаживающим фильтром, Гц.

Скорость потока – вычисленная по измеренной частоте Доплера, фазовой скорости датчика и коэффициенту потока средняя скорость потока в трубопроводе, м/с.

Мгновенный расход – вычисленный по средней скорости и диаметру трубопровода объемный расход жидкости, м³/с.

Сумма со знаком – вычисленное по мгновенному расходу и прошедшему времени объемное количество жидкости, протекшей мимо первичного преобразователя, с учетом направления потока, м³;

Сумма «+», Сумма «-» – вычисленное по мгновенному расходу и прошедшему времени объемное количество жидкости, протекшей мимо первичного преобразователя, раздельно – в положительном и отрицательном направлении, м³;

Сумма модулей – вычисленное по мгновенному расходу и прошедшему времени полное объемное количество протекшей мимо первичного преобразователя жидкости без учета ее направления, м³.

Токовый выход – рассчитанное для текущей скорости потока значение тока на токовом выходе 4-20 мА, мА.

Амплитуда сигнала Доплера – нормированное значение амплитуды полезного сигнала на выходе датчика, в %% от максимального уровня;

Ширина доплеровского сигнала – ширина полосы частот спектра, в которой лежат доплеровские составляющие сигнала, Гц.

Рассчитанная скорость – вычисленная по измеренной частоте Доплера и фазовой скорости датчика средняя скорость потока в трубопроводе (без учета коэффициента потока), м/с.

Настроечные параметры

Количество накоплений – параметр, определяющий время накопления частотных составляющих спектра. Увеличение его уменьшает разброс показаний скорости потока и повышает точность измерения ее, но увеличивает время чистого запаздывания. По умолчанию значение этого параметра составляет 32, диапазон значений 0..255.

Время общего сглаживания – параметр, определяющий время усреднения вычисленной скорости потока. Увеличение его уменьшает разброс показаний скорости потока, но увеличивает постоянную времени устройства. По умолчанию значение этого параметра составляет 1,5 с, диапазон значений 0..3,9 с.

Минимальный сигнал – параметр, определяющий минимальное значение параметра «Амплитуда сигнала Доплера», при котором считается, что в трубопроводе есть расход. Значение по умолчанию – 2%, диапазон – 0..99%.

Минимальное время течения – время, в течение которого расходомер определяет поток непрерывным. По истечении этого времени расход начинает добавляться в счетчики объема. Объем жидкости, протекший мимо датчика за это время, в случае выполнения условия также учитывается;

Внутренний диаметр – внутренний диаметр трубопровода в мм (в «свету»). Используется при вычислении объемного расхода из скорости потока.

Коэффициент потока – параметр, позволяющий корректировать показания расхода в зависимости от профиля потока и состояния трубопровода.

Данный параметр можно откорректировать по образцовому расходомеру:

Инд. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инд. № дубл.	Подп. и дата
--------------	--------------	--------------	--------------	--------------

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Г.407152.001РЭ	Лист 22
-----	------	----------	-------	------	-----------------------	------------

$$K = K_{пред} \times \frac{Q_{обр}}{Q_{руд}}$$

где $K_{пред}$ – текущее значение коэффициента потока.

Значение параметра по умолчанию – 1,0. Диапазон значений параметра – 0,5...2,0.

Скорость для тока 4 мА, Скорость для тока 20 мА – параметры, определяющие градуировку токового выхода. Задается значение скорости потока со знаком (в м/с), соответствующие выходным сигналам 4 мА и 20 мА. Значения по умолчанию: для 4 мА – -10 м/с; для 20 мА – +10 м/с.

Фазовая скорость датчика – паспортная характеристика датчика, определяющая его коэффициент преобразования; уточняется в процессе тарировки расходомера;

Адрес в сети – параметр определяет адрес датчика в сети; один и тот же и для SenNet, и для ModBus. Параметр обновляется после сброса расходомера по питанию;

Определение направления – разрешает расходомеру показывать направление потока путем присвоения знака скорости потока;

Инверсия направления – изменяет направление потока, считающееся положительным;

Фильтр симметричных составляющих – разрешает работу фильтра, отсекающего не имеющие частотного сдвига составляющие входного сигнала. Место включения фильтра можно выбрать до накопления спектра или после накопления. Рекомендуется включать режим «После накопления»;

Подсветка дисплея – параметр в данное время не используется.

Примечание: количество выводимых контрольных и настроечных параметров может быть изменено в зависимости от поставляемой версии программного обеспечения

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	Г.407152.001РЭ	Лист
						23
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

6 ПРИЛОЖЕНИЕ В

6.1 Программное обеспечение РУД-342-04 для системы сбора станции «Разрез-2»

6.1.1 Настройка программы GeoScape

Для работы с РУД требуется следующая настройка:

1. В каталог C:\Program Files\GeoScape скопировать файлы Flow_RN.dll, Flow_RN_*.dll.
2. В файле DEVICES.DB при помощи программы Database Desktop (dbd32.exe) следует к устройству «Расходомер РУД-342» (ID = 42) подключить модуль их обслуживания Flow_RN.dll. Поля таблицы должны быть заполнены следующим образом:

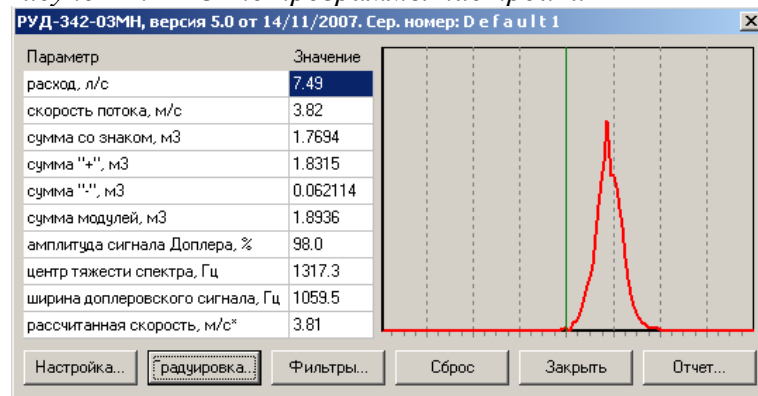
№	ID	Type	Active	Detachable	MaxChannel	CompatibleWith	Name	SetupModule
42	42	C	True	True	3	<BLOB Binary>	Расходомер РУД-342	Flow_RN.dll

3. При помощи программы C:\Program Files\GeoScape\Senscompatible.exe для "Расходомер РУД-342" подключить необходимые параметры.
4. Включить в список регистрируемых параметров подключенные параметры;
5. Перемычки на плате привести в положение работы в SenNet в соответствии с рисунком А.1 в Приложении А.

После выполнения всех этих операций программа GeoScape готова к работе с РУД.

На рисунке В.1 показано основное окно диалога программы настройки РУД. На нем

Рисунок В.1 – Окно программы настройки



показаны: спектр сигнала Доплера (красная кривая) и контролируемые параметры РУД. Нулевая частота находится в центре горизонтальной оси, левее ее – отрицательные частоты, правее – положительные. Список параметров и их описание приведены в Приложении Б. Из этого диалога вызываются окна «Настройка» для изменения настроечных параметров, «Градуировка» для выполнения градуировки

РУД на проливной установке, «Фильтры» – для фильтрации сигнала при работе РУД в условиях акустических или электромагнитных помех.

Кнопка «Сброс» позволяет установить в «0» счетчик суммарного расхода; кнопка «Закреть» – выход из диалога. «Отчет» – генерация файла, содержащего параметры расходомера и всю информацию о его работе на момент выполнения этой функции.

Подп. и дата
Инв. № дубл.
Взам. инв. №
Подп. и дата
Инв. № подл.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

Г.407152.001РЭ

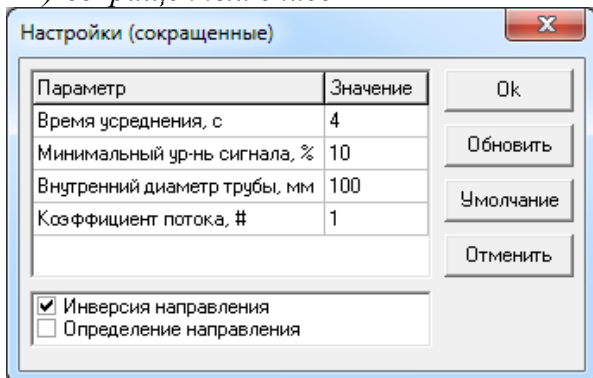
Лист

24

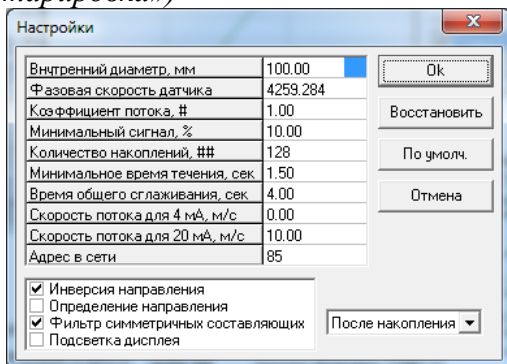
На рисунке В.2 показан диалог, предназначенный для изменения настроечных параметров. Кнопка «Обновить» позволяет повторно считывать данные с РУД и вывести их в таблицу. Кнопка «Умолчание» восстанавливает настройки изготовителя. «Отменить» закрывает диалог без сохранения параметров в памяти РУД; «Ok» – сохраняет изменения в памяти РУД и закрывает окно диалога.

Рисунок В.2 – Диалог редактирования настроечных параметров.

А)-сокращенный список

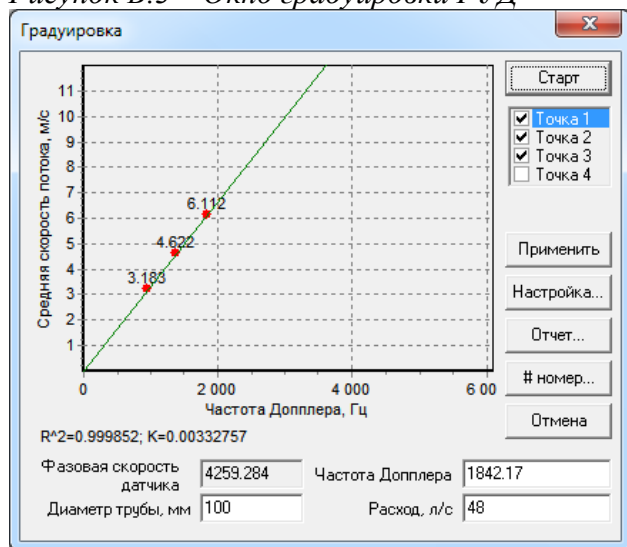


В) полный список (вызывается из диалога «тарировка»)



ее номер, установив на нее пометку, и затем нажать кнопку «Пуск». После этого дополнительно на график будет выводиться кривая измеренной частоты Доплера, среднее ее значение (красная линия) и величина разброса значений (желтые линии). В поле «Расход» следует ввести показания образцового расходомера, в литрах в секунду, а в поле «Диаметр трубы» – внутренний диаметр трубы в мм. Необходимо измерить его с точностью

Рисунок В.3 – Окно градуировки РУД



не хуже $\pm 0,5\%$ от диаметра трубы, иначе это внесет серьезную погрешность в результаты градуировки. После установления заданного расхода и измеренной частоты, следует нажать кнопку «Стоп». О правильности произведенной градуировки и нормальной работе РУД можно судить по величине среднеквадратичного отклонения R^2 (выводится в поле графика), которое должно быть не хуже 0,920. Вычисленный и исходный (для справки) коэффициенты преобразования датчика также выводятся в окне. После нажатия кнопки «Ok» коэффициент преобразования датчика и данные градуировки записываются в память РУД и

Инв. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Инв. № дубл.
Подп. и дата	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

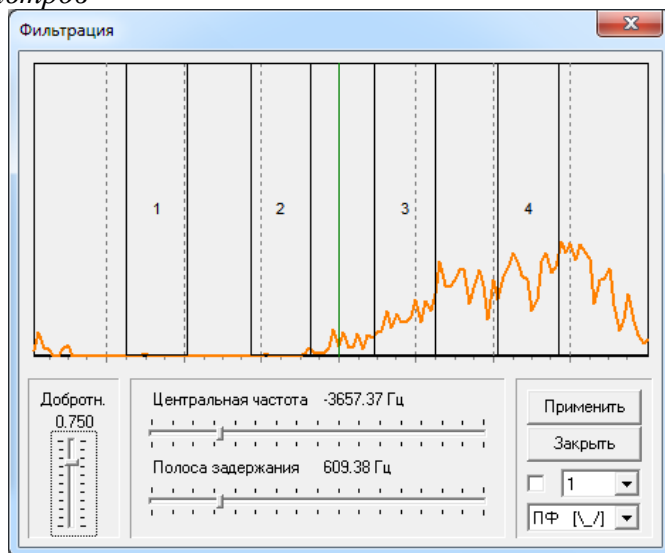
хранятся в ней.

Дополнительно в данном диалоге выводится серийный номер РУД.

При работе РУД в условиях акустических или электро-магнитных помех спектр принимаемого с датчика сигнала может быть сильно искажен. Для устранения помех предназначен диалог «*Фильтры*», показанный на рисунке В.4. Программное обеспечение РУД позволяет установить до 4-х фильтров трех различных типов:

- полосовой фильтр [_ /] предназначен для удаления из спектра узкополосных помех. С помощью движков следует установить центральную частоту фильтра посередине помехи, и ширину полосы режекции – примерно равной ширине полосы помехи. Затем выбрать данный тип фильтра и нажать кнопку «Применить». При недостаточно полном подавлении помехи следует увеличить добротность фильтра, и наоборот – если вырезается слишком заметный для анализатора кусок спектра (например, он захватывается как доплеровская частота);
- ФНЧ и ФВЧ. Фильтр низких частот [_] удаляет частоты выше частоты среза, ФВЧ – [_ /] – ниже частоты среза. Ширина полосы определяет порядок фильтра, добротность – уровень подавления сигнала фильтром.

Рисунок В.4 – Окно редактирования параметров фильтров



Внимание! Используя фильтры, следует помнить, что они вносят искажения в измеряемый сигнал. Поэтому следует пользоваться ими с осторожностью, особенно вблизи доплеровской частоты, так как они могут привести к большим погрешностям измерения расхода. Более правильно устранить источник помехи, а фильтрами пользоваться при невозможности сделать это. В большинстве же случаев достаточно применения *фильтра симметричных составляющих*,

чтобы полностью избавиться от помех, вносимых амплитудной модуляцией сигнала с первичного преобразователя. Обычно эти паразитные сигналы большой амплитуды находятся в области низких частот и, в отличие от доплеровских сигналов, их спектр симметричен относительно нулевой частоты. Для устранения их влияния ранее и был предназначен фильтр верхних частот. Теперь же в нем нет такой острой необходимости, так как устранение помехи происходит автоматически и, что самое главное, улучшает метрологические характеристики прибора.

Кроме того, пользуясь фильтрами, следует помнить, что они работают только в той области частот – положительных или отрицательных – в которой они установлены. Так, ФВЧ будет срезать частоты от заданной до нулевой; ФНЧ – от заданной до максимальной положительной или отрицательной, в соответствии со знаком заданной частоты.

6.1.2 Функции документирования

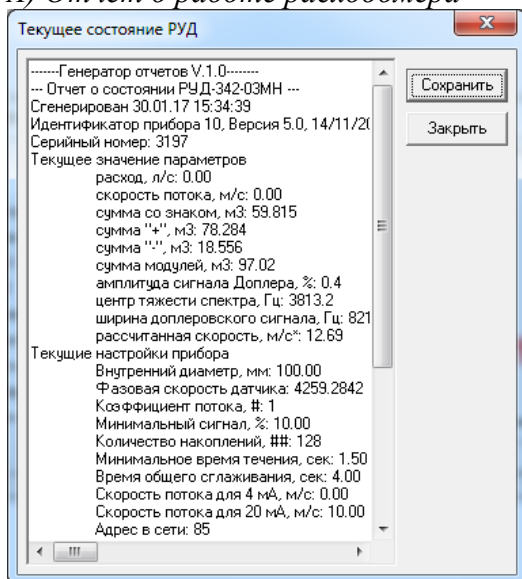
Для сохранения результатов тарировки прибора, создания отчета и сообщения об ошибках в работе имеется два генератора отчетов. Первый из них открывается кнопкой «Отчет» в главном окне. Предназначен этот отчет для вывода информации об настройках прибора, текущем его состоянии, спектре доплеровского сигнала. Вид показан на рисунке

Инв. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Инв. № дубл.
Подп. и дата	

Г.407152.001РЭ					Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	26

Рисунок В.5. Генерируемые отчеты.

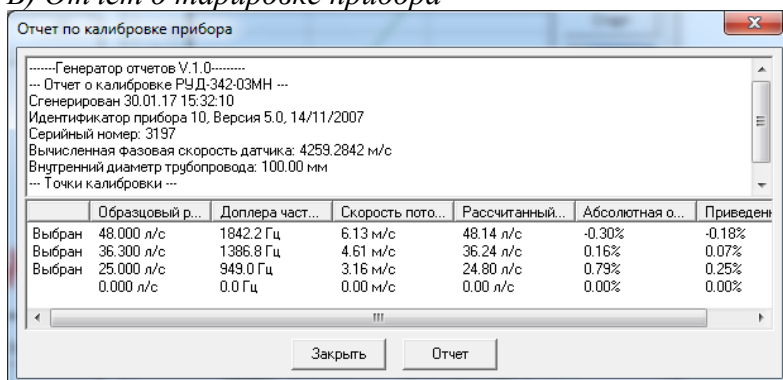
А) Отчет о работе расходомера



В.5, а). Выводится в текстовом виде серийный номер прибора, текущее значение параметров, в т.ч. внутренних, настройки прибора, спектр принятого сигнала. Нажатие кнопки «Сохранить» позволяет записать всё это в текстовый файл с именем типа RUD-342-03MN_report_дд_мм_гг_ччмм_сс.Rep, сохраняется этот файл в каталоге, куда установлен GeoScape, например C:\Program Files\GeoScape. При некорректной работе расходомера наличие таких файлов поможет специалистам разрешить многие вопросы.

Второй диалог – отчет о проведении тарировки прибора – показан на рисунке В.5, б). Этот отчет вызывается из диалога тарировки прибора и содержит в себе сведения о серийном номере прибора, диаметре трубопровода, на котором производилась тарировка, резуль-

Б) Отчет о тарировке прибора



тат тарировки как фазовую скорость датчика. Выводятся числовые значения скоростей потока образцовых и измеренных прибором, абсолютная и приведенная ошибка в %%. Отчет также может быть сохранен в файле с именем типа RUD-342-03MN_Calibrate_дд_мм_гг_ччмм_сс.Rep в том же каталоге, где установлен Ge-

oScape.

Инв. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Подп. и дата
Инв. № дубл.	Подп. и дата

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Г.407152.001РЭ	Лист 27

ПРИЛОЖЕНИЕ Г
Протокол MODBUS

Карта памяти

Входные регистры (Только чтение, input registers, 0x04)

Контрольные и выходные параметры

Адрес	Тип	Величина
0x00	Float IEEE	Расход, м ³ /с
0x01		
0x02	Float IEEE	Скорость потока, м/с
0x03		
0x04	Float IEEE	Сумма со знаком, м ³ /с
0x05		
0x06	Float IEEE	Сумма «+», м ³ /с
0x07		
0x08	Float IEEE	Сумма «-», м ³ /с
0x09		
0x0a	Float IEEE	Сумма модулей, м ³ /с
0x0b		
0x0c	Unsigned integer	Уровень сигнала Доплера (0- 0%; 32767-100%)
0x0d	Unsigned integer	Флаги состояний ⁽¹⁾
0x0e	Float IEEE	Центр тяжести спектра, Гц
0x0f		
0x10	Float IEEE	Ширина полосы частот, Гц
0x11		
0x12	Float IEEE	Рассчитанная скорость, м/с
0x13		

(1)Биты флага состояний:

Бит 0 – Обнаружен ненулевой расход (FLOW_MEASURED)

Бит 2 – Обнаружен непрерывный расход (FLOW_DETECTED)

Бит 4 – Расход суммируется в накопителе (FLOW_TOTALISED)

Графические данные (массивы), строящиеся по запрос установки битов

Адрес	Тип	Данные
0x1000 – 0x11FF	Unsigned integer[512]	Квадраты отсчетов амплитудного спектра сигнала- 512 слов
0x1200 – 0x13FF	Unsigned integer[512]	Массив корреляционной ф-ии – 512 слов
0x1400 – 0x15FF	Unsigned integer[512]	Входной сигнал, канал I
0x1600- 0x17FF	Unsigned integer[512]	Входной сигнал, канал Q

Регистры - защелки. Read/write holding register, 0x03/0x06

Блок 0

Адрес	Тип	Данные
0x00	Float IEEE	Диаметр трубопровода, мм
0x01		
0x02	Float IEEE	Минимальное время течения, сек.
0x03		
0x04	Unsigned integer	Флаги ⁽²⁾

G.407152.001PЭ

Лист

28

Изн. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Подп. и дата
Инв. № дубл.	Подп. и дата

0x05	Float IEEE	Фазовая скорость датчика, м/с
0x06		
0x07	Float IEEE	Коэффициент потока
0x08		
0x09	Fract16	Минимальная амплитуда (0- 0%; 32767-100%)
0x0a	Unsigned integer	Количество накоплений спектра
0x0b	Float IEEE	Скорость в м/с, соответствующий току 4 мА
0x0c		
0x0d	Float IEEE	Скорость в м/с, соответствующий току 20 мА
0x0e		
0x0f	Float IEEE	Время общего сглаживающего фильтра, сек.
0x10		
0x11- 0x20	Struct TFilters	Структура управления фильтрами ⁽³⁾ . – 16 слов
0x21	Fract16	Контрастность дисплея (0- 0%; 32767-100%)
0x22	Unsigned integer	CRC всего блока (по правилам MODBUS)

(2) Флаги управления расходомером:

Бит 14: инвертировать направление

Бит 13: Разрешение работы Фильтра симметричных составляющих

Бит 12: 0 - до накопления, 1 - после накопления

Бит 7: разрешение определения направления

Бит 1: 1 – включить подсветку дисплея

(3) Структура управления фильтрами:

```
struct
{
    fract16 fnotch;           // частота подавления, Гц
    fract16 bandwidth;       // ширина полосы, Гц
    fract16 gband;           // глубина фильтрации
    unsigned int enabled;    //
}TFilters[4];
```

Порядок байт в этой структуре соответствует принятому в ModBus.

Биты (coil, 0x05). При снятии питания сбрасываются в исходное состояние.

Чтение/запись

Адрес	Тип	Данные	По включению
0x00	Coil	перечитать настройки SETUP если 1	0
0x01	Coil	сбросить счетчик - накопитель	0
0x02	Coil	начать(1)/прекратить(0) запись суммарного счетчика.	1
0x03			
0x04			
0x05	--	--	
0x06	--	--	
0x07	Coil	Построить блок графических данных в 1000м адресе	0

Только чтение (запись не имеет эффекта)

Адрес	Тип	Данные
0x08		
0x09		
0x0A		
0x0B		
0x0C		
0x0D		
0x0E		
0x0F	Coil	Обнаружен расход

G.407152.001PЭ

Лист

29

Изм Лист № докум. Подп. Дата

Подп. и дата

Инв. № дубл.

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

Типы данных

- **Unsigned int** – Целое 16 бит. Порядок байт - стандартный для MODBUS. Для декодирования в Word для Delphi достаточно переставить все байты в обратном порядке.
- **Float IEEE** – число в формате с плавающей точкой. Занимает подряд два 16-битных регистра. Порядок бит следующий:

№ бита		
0	1..8	9..31
S	Экспонента	Мантисса

Для декодирования в Single для Delphi, достаточно переставить все байты в обратном порядке.

- **Fract16** – целое знаковое число с фиксированной точкой формата (1.15). Порядок байт стандартный для MODBUS.

Поддерживаемые команды

0x01 – read Coils. Чтение битов из устройства

Формат команды:

Код функции	1 байт	0x01
Начальный адрес	2 байта	0x0000 – 0x000F
Число битов	2 байта	0x0000 – 0x0010

Формат ответа:

Код функции	1 байт	0x01
Число байт	1 байт	N
Значения	N/8 байт	

Сообщение об ошибке

Код функции	1 байт	0x81
Код ошибки	1 байт	01, 02, 03 или 04.

0x03 – read holding register. Чтение регистров – защелок.

Формат команды:

Код функции	1 байт	0x03
Начальный адрес	2 байта	0x0000 – 0x7FFF
Число регистров	2 байта	0x0000 – 0x007D

Формат ответа:

Код функции	1 байт	0x03
Число байт	1 байт	2*N
Значения	N*2 байт	

Сообщение об ошибке:

Код функции	1 байт	0x83
Код ошибки	1 байт	01, 02, 03 или 04.

0x04 – read input register. Чтение входных регистров.

Формат команды:

Код функции	1 байт	0x04
Начальный адрес	2 байта	0x0000 – 0x000A
Число регистров	2 байта	0x0000 – 0x000A

Изн. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Изн. № дубл.
Подп. и дата	Подп. и дата

Изн. № подл.	Подп. и дата	Изн. № дубл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Подп. и дата
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	

Г.407152.001РЭ

Лист

30

Формат ответа:

Код функции	1 байт	0x04
Число байт	1 байт	2*N
Значения	N*2 байт	

Сообщение об ошибке:

Код функции	1 байт	0x84
Код ошибки	1 байт	01, 02, 03 или 04.

0x05 – Write single coil. Запись единичного бита.

Формат команды:

Код функции	1 байт	0x05
Адрес бита	2 байта	0x0000 – 0x0007
Значение бита	2 байта	0x0000 или 0xFF00

Формат ответа:

Код функции	1 байт	0x05
Адрес бита	1 байт	0x0000 – 0x0007
Значение бита	2 байта	0x0000 или 0xFF00

Сообщение об ошибке:

Код функции	1 байт	0x85
Код ошибки	1 байт	01, 02, 03 или 04.

0x06 – Write Single Register. Запись одного регистра – защелки

Формат команды:

Код функции	1 байт	0x06
Адрес регистра	2 байта	0x0000 – 0x7FFF
Значение регистра	2 байта	0x0000 или 0xFFFF

Формат ответа:

Код функции	1 байт	0x06
Адрес регистра	2 байта	0x0000 – 0x7FFF
Значение регистра	2 байта	0x0000 или 0xFFFF

Сообщение об ошибке:

Код функции	1 байт	0x86
Код ошибки	1 байт	01, 02, 03 или 04.

0x10 – Write Multiply registers. Запись нескольких регистров.

Формат команды:

Код функции	1 байт	0x10
Начальный адрес	2 байта	0x0000 – 0x7FFF
Количество регистров	2 байта	0x0000 - 0x0078 (N)
Количество байт	1 байт	2*N
Значения регистров	2*N байт	

Формат ответа:

Код функции	1 байт	0x10
Начальный адрес	2 байта	0x0000 – 0x7FFF
Количество регистров	2 байта	0x0000 – 0x0078

Сообщение об ошибке:

Код функции	1 байт	0x90
Код ошибки	1 байт	01, 02, 03 или 04.

Подп. и дата	
Инв. № дубл.	
Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

G.407152.001PЭ

Лист

31

0x11 - Report Slave ID (serial line only)

Формат команды:

Код функции	1 байт	0x11
-------------	--------	------

Формат ответа:

Код функции	1 байт	0x11
Slave ID=0x12	2 байта	0x12FF
Run indicator status	2 байта	0xFF
Hardware / "Software variables" version	2 байта	0x0500
Day	2 байта	14
Month	2 байта	11
Year	2 байта	2007
Format area (блок данных и форматов)	2 байта	0x8000
-Number of data channels	2 байта	0x0007
-address of input registers	2 байта	0x0000
-number of input registers (in words)	2 байта	0x000b
-block #0: Flow rate L/s	2 байта	0x2D00
FP IEEE	2 байта	0x8300
-block #1: Speed M/S	2 байта	0x6500
FP IEEE	2 байта	0x8300
-block #2: totaliser M ³ сумма со знаком	2 байта	0x8400
FP IEEE	2 байта	0x8300
-block #3: totaliser M ³ сумма "+"	2 байта	0x8500
FP IEEE	2 байта	0x8300
-block #4: totaliser M ³ сумма "-"	2 байта	0x8600
FP IEEE	2 байта	0x8300
-block #5: totaliser M ³ сумма модулей	2 байта	0x8700
FP IEEE	2 байта	0x8300
-block #6: амплитуда сигнала Доплера	2 байта	0x6600
Fix 1.15	2 байта	0x1100
Info area блок параметров графических	2 байта	0x8001
number of a blocks	2 байта	0x0001
-Block #1 Doppler Input + Spectrum (amplitudes)	2 байта	0x0006
--start address of input registers	2 байта	0x1000
--Length	2 байта	2048
--coil to capture	2 байта	0x0007

Изн. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Инв. № дубл.
Подп. и дата	Подп. и дата

Изн. № подл.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

G.407152.001PЭ

Лист

32