

ИЗМЕРИТЕЛИ ВЛАЖНОСТИ ДЖС-7В
СИСТЕМ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ СУ-5Д
РУКОВОДСТВО ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ
ТСО.000.117 РЭ

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
1 Введение	3
2 Назначение	3
3 Метрологические и технические характеристики	5
4 Состав измерителей влажности ДЖС-7В Систем измерительных СУ-5Д	6
4.1 Структурная схема влагомера	6
4.2 Первичные измерительные преобразователи влажности ДЖС-7В	7
4.3 Блок искрозащиты ИЗК-3	9
4.4 Индикатор СМИ-1	10
5 Подключение	11
6 Обеспечение искробезопасности	14
7 Маркирование и пломбирование	15
8 Указания мер безопасности	16
9 Возможные неисправности и методы их устранения	16
10 Техническое обслуживание	16
ПРИЛОЖЕНИЕ А Конструкция датчика и принцип работы	17

					ТСО.000.117РЭ Измерители влажности ДЖС-7В Систем измерительных СУ-5Д	Лист
						2
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

1. Введение

Настоящее техническое описание и инструкция по эксплуатации Измерителей влажности ДЖС-7В Систем измерительных СУ-5Д (далее - влагомеров) содержит описание устройства и принципов работы влагомеров, а также основные сведения, необходимые для их правильной эксплуатации.

Влагомеры удовлетворяют требованиям взрывозащищенности по ГОСТ Р 51330.0-99 (МЭК 60079-0-98) и ГОСТ Р 51330.10-99 (МЭК 60079-11-99). Вид взрывозащиты "искробезопасная электрическая цепь".

Разрешение Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору России на изготовление и применение № РРС 00-35053.

Поверка осуществляется по методике МП 0148-6-2014, утвержденной ГЦИ СИ ФГУП «ВНИИР» 27 марта 2014 г.

Измерители влажности ДЖС-7В Систем измерительных СУ-5Д удовлетворяет требованиям технических условий ТСО.000.117ТУ.

Разработчик и изготовитель: ООО «ТЕХНОСЕНСОР»
196128, Россия, г. Санкт-Петербург, ул. Благодатная, 2.
тел./факс (812) 369-91-64
сайт www.tsensor.ru
e-mail: technosensor@yandex.ru

2. Назначение

Влагомеры предназначены для непрерывных измерений влажности мазута, масел, сжиженных углеводородных газов, нефти и нефтепродуктов (далее - нефтепродуктов) в трубопроводах и технологических установках.

Измерители влажности ДЖС-7В Систем измерительных СУ-5Д реализуют диэлькометрический метод измерения влажности. Принцип действия влагомеров основан на измерении приращения электрической емкости резонатора первичного измерительного преобразователя, пропорционального изменению влажности нефтепродукта. Влажность нефтепродукта вычисляется по формуле:

$$W = K \times C_S \quad (1)$$

где:

C_S - приращение электрической емкости датчика, вызванное наличием воды в (измеренное значение);

K – константа, определяемая геометрическими параметрами датчика и физическими параметрами контролируемой среды.

Внутренний электрод резонатора первичного измерительного преобразователя заключен во фторопластовую оболочку. C_S - приращение электрической емкости датчика с учетом влияния фторопластовой оболочки, это приращение емкости между фторопластовой оболочкой и наружным электродом.

Для коррекции погрешностей от изменения плотности нефтепродукта при изменении температуры используется температурный сенсор, расположенный в корпусе первичного измерительного преобразователя.

Имеется возможность градуировки первичного измерительного преобразователя.

					ТСО.000.117РЭ	Лист
						3
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата	Измерители влажности ДЖС-7В Систем измерительных СУ-5Д	

В качестве измерительных компонентов влагомеров применяют первичные измерительные преобразователи влажности нефтепродукта ДЖС-7В.

В качестве связующих компонентов влагомеров применяют кабельные линии связи.

В качестве вычислительного компонента влагомеров применяют электронный блок, конструктивно объединенный с блоком искрозащиты ИЗК-3.

В качестве вспомогательных компонентов влагомеров применяют жидкокристаллические индикаторы СМИ-1.

Полученные результаты измерений и вычислений по линиям связи по интерфейсу RS-485 передаются от блока ИЗК-3 на светодиодный индикатор СМИ-1 для отображения измерительной информации. Светодиодный индикатор СМИ-1 позволяет отображать не более 4-х параметров, которые выбираются при настройке индикатора.

					ТСО.000.117РЭ	Лист
						4
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата	Измерители влажности ДЖС-7В Систем измерительных СУ-5Д	

3. Метрологические и технические характеристики.

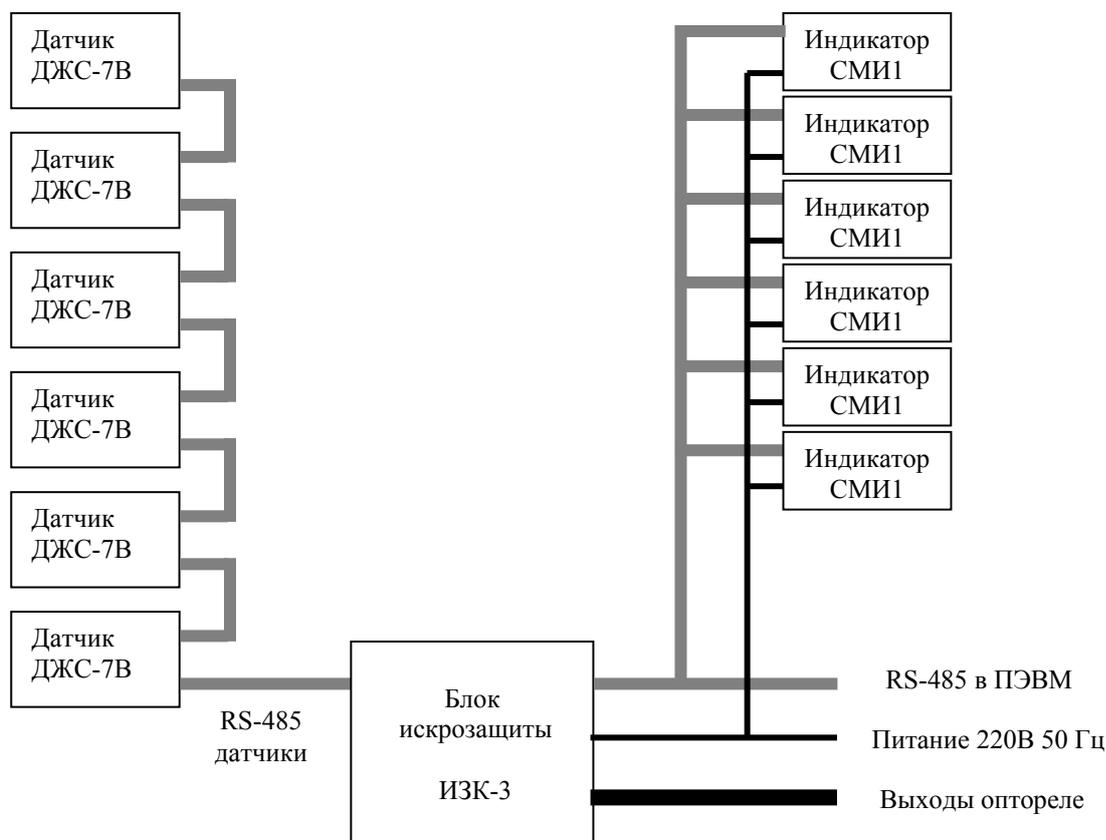
Таблица 1

Наименование характеристики	Значение характеристики
Измеряемая среда	Нефть по ГОСТ Р 51858–2002 "Нефть. Общие технические условия"
Диапазон измерений влагомера, объемной доли воды, %	0 – 100
Пределы абсолютной погрешности влагомера, %, не более:	
- при измерениях объемной доли воды 0-5%	± 0,25
- при измерениях объемной доли воды 5-15%	± 0,5
- при измерениях объемной доли воды 15-25%	± 1
- при измерениях объемной доли воды 25-40%	± 2
- при измерениях объемной доли воды 40-100%	± 4
Скорость потока	до 3 м/с
Диапазон рабочих температур анализируемой жидкости, °С	от минус 55 до плюс 125
Максимальное рабочее давление, МПа	3
Вид исполнения	торцевое
Потребляемая мощность, не более, Вт	20
Напряжение питания, В	Сеть 220 В 50 Гц
Габаритные размеры, мм:	
Габаритные размеры, длина x ширина x высота, мм: - датчика ДЖС-7В - электронного блока ИЗК-3 - индикатора ОВЕН СМ11	100 × 100 × 550 150 × 180 × 40 100 × 110 × 50
Масса, кг: - датчика ДЖС-7В - электронного блока ИЗК-3 - индикатора ОВЕН СМ11	5 1 1
Условия эксплуатации:	
Диапазон температуры окружающей среды, °С	от минус 50 до плюс 75
Диапазон температуры рабочей среды, °С	от минус 50 до плюс 110
Маркировка взрывозащиты	ExibIIBT6
Средняя наработка на отказ, ч	100 000
Средний срок службы, лет	10

					ТСО.000.117РЭ Измерители влажности ДЖС-7В Систем измерительных СУ-5Д	Лист
						5
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

4. Состав измерителей влажности ДЖС-7В Систем измерительных СУ-5Д

4.1. Структурная схема влагомера



К блоку ИЗК-3 можно подключить до шести датчиков ДЖС-7В. Датчики подключаются по искробезопасному интерфейсу RS-485 одним кабелем по схеме последовательного шлейфа. Каждый датчик имеет свой адрес, по которому осуществляется его опрос. Заводские номера датчиков и их адреса указываются в паспорте на оборудование.

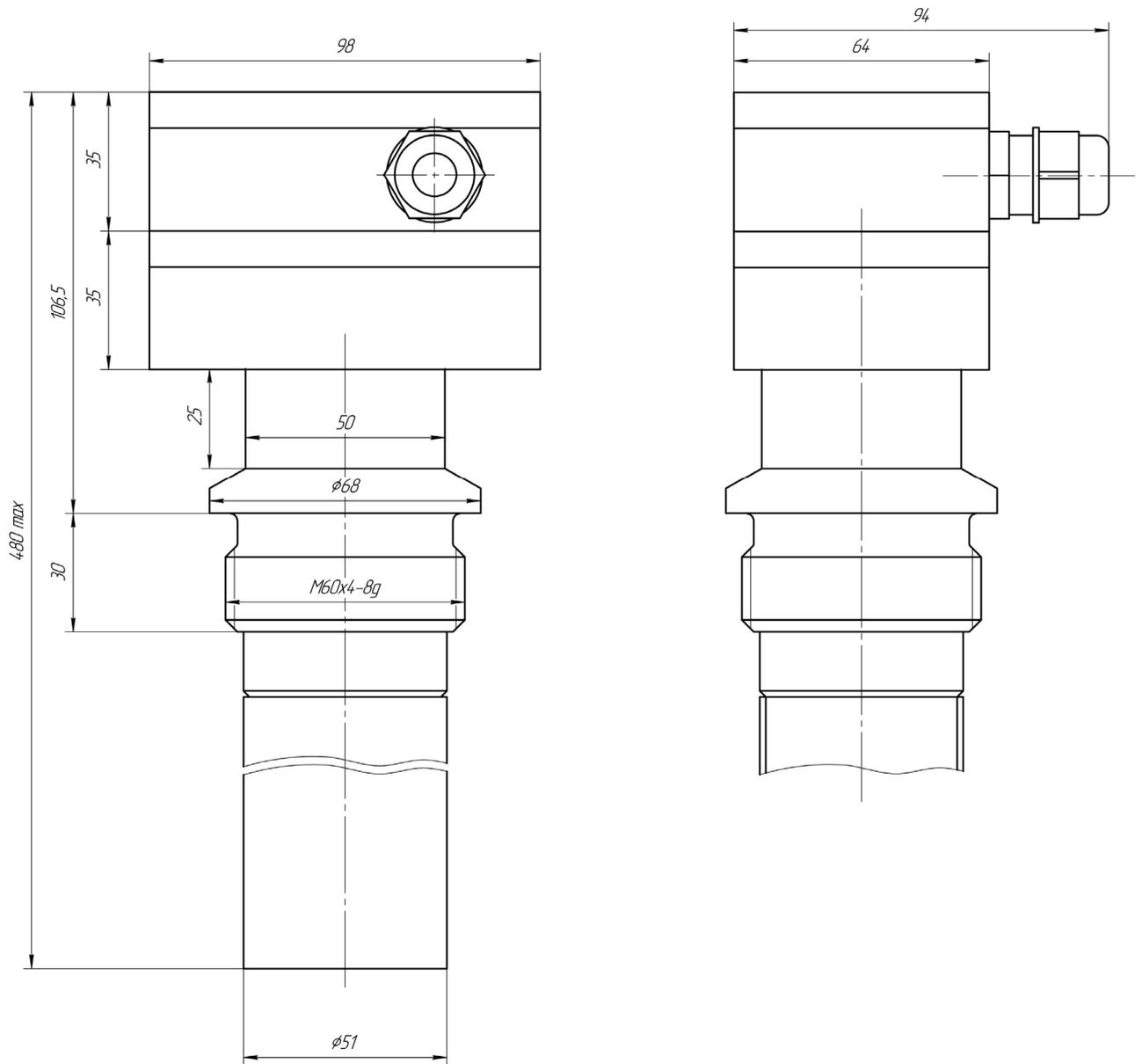
По второму интерфейсу RS-485 подключаются индикаторы и, при необходимости, выдается информация в другие измерительные и управляющие системы.

На блок ИЗК-3 и на индикаторы подается питание 220В 50 Гц, суммарная потребляемая мощность не более 20 Вт. Рекомендуется использовать питание от отдельного источника бесперебойного питания.

					ТСО.000.117РЭ Измерители влажности ДЖС-7В Систем измерительных СУ-5Д	Лист
						6
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

4.2. Первичные измерительные преобразователи влажности ДЖС-7В

Габаритный чертеж первичного преобразователя ДЖС-7В

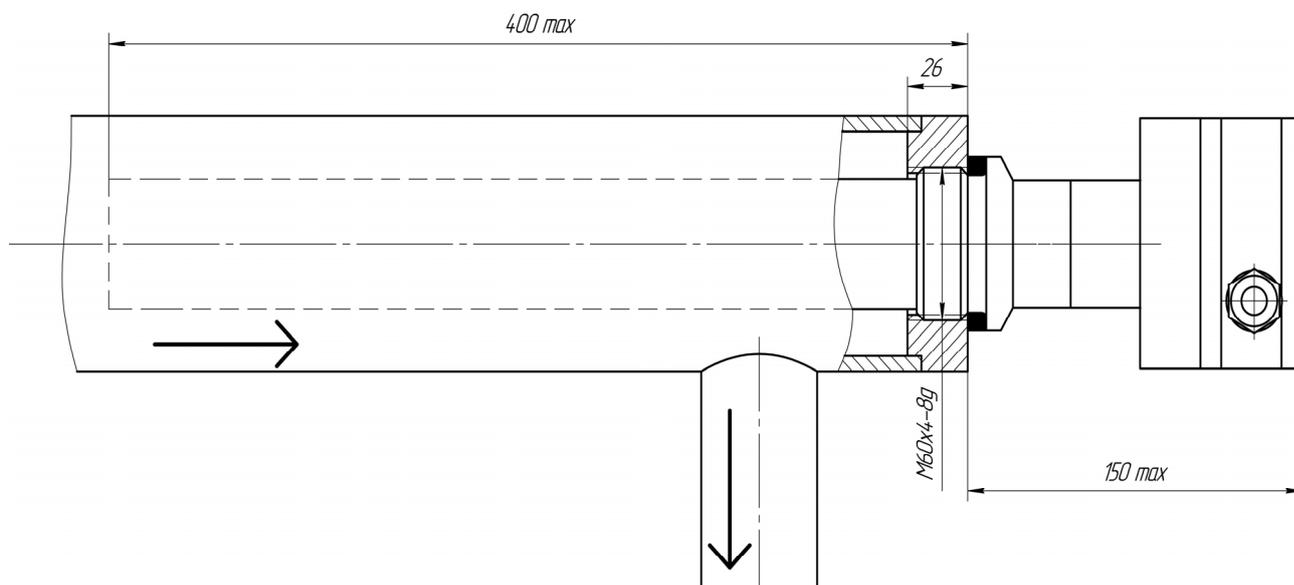


Первичный преобразователь ДЖС-7В имеет на корпусе резьбу М60×4.

					ТСО.000.117РЭ	Лист
						7
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата	Измерители влажности ДЖС-7В Систем измерительных СУ-5Д	

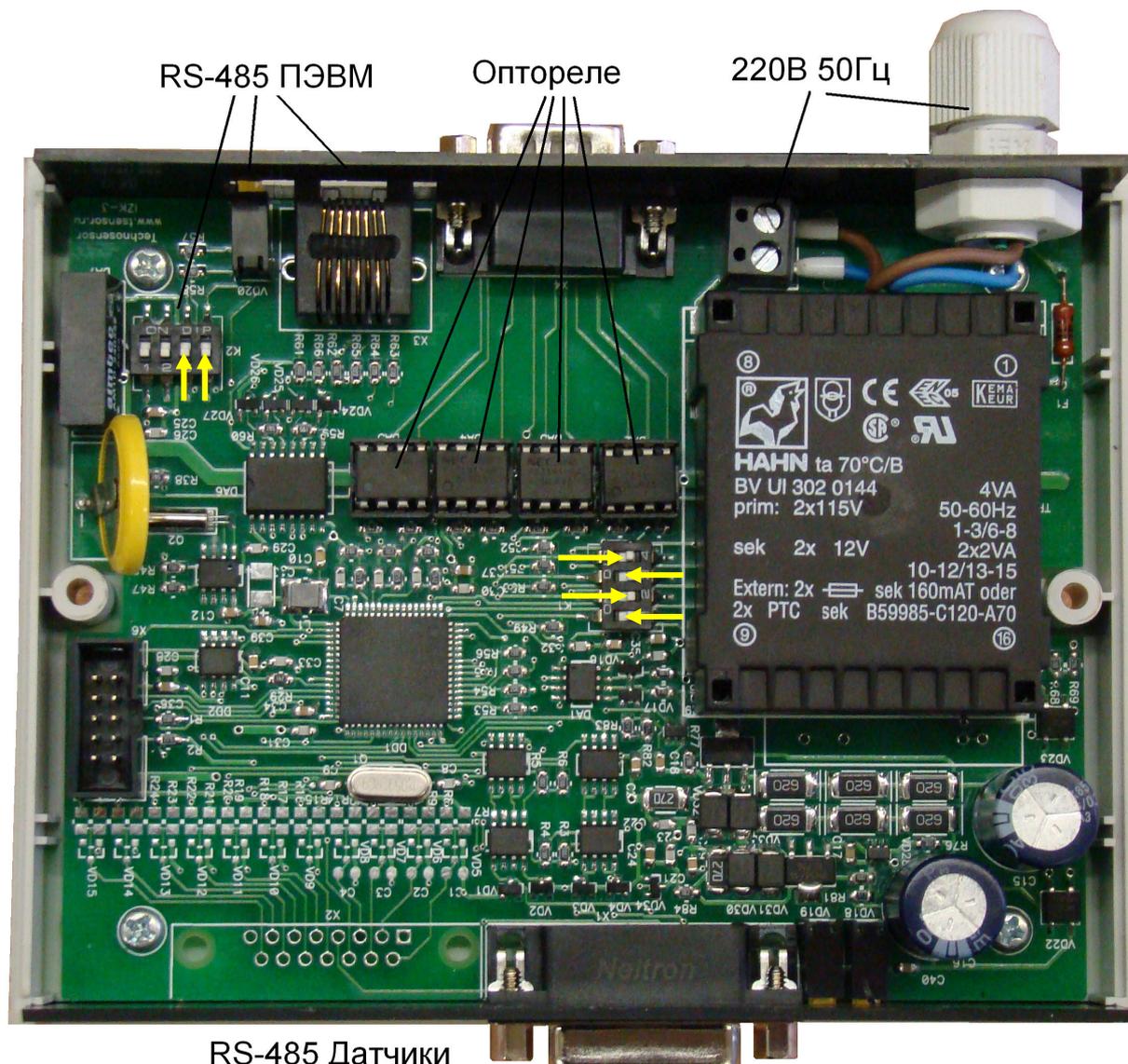
Установка первичного преобразователя ДЖС-7В на трубопроводе

Датчик ДЖС-7В имеет резьбовое крепление М60х4 и устанавливается в колено трубопровода. Минимальный диаметр проходного отверстия для установки датчика составляет 55мм.



					ТСО.000.117РЭ	Лист
						8
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата	Измерители влажности ДЖС-7В Систем измерительных СУ-5Д	

4.3. Блок искрозащиты ИЗК-3.



RS-485 Датчики

ИСКРБЕЗОПАСНЫЕ ЦЕПИ

Блок искрозащиты ИЗК-3 обеспечивает взрывозащищенность датчиков (искробезопасные цепи), обработку информации от датчиков, выдачу информации на индикаторы и в ПЭВМ, формирование и выдачу команд управления на оптореле (8 оптореле).

На корпусе блока имеются:

- Разъем для подключения датчиков (искробезопасные цепи)
- Разъем для подключения индикаторов и выдачи информации во внешние устройства
- Разъем для выдачи сигналов и команд от оптореле
- Кабельный ввод для подключения питания 220В 50Гц
- 2 светодиода сигнализации работы интерфейса RS-485 ПЭВМ
- 4 светодиода сигнализации работы блока

					ТСО.000.117РЭ Измерители влажности ДЖС-7В Систем измерительных СУ-5Д	Лист
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата		9

Оптореле установлены на клеммных колодочках, это позволяет их легко заменять при выходе из строя.

На плате установлены 2 набора переключателей. Один из них (около оптореле) управляет режимами работы блока (выбор рабочей прошивки контроллера), другой – режимом работы интерфейса RS-485 ПЭВМ (полудуплексный или полнодуплексный).

Положение переключателей, необходимое для штатной работы блока, обозначено желтыми стрелками. Это положение соответствует полудуплексному режиму работы интерфейса RS-485 ПЭВМ, скорости обмена по RS-485 ПЭВМ 19200 бит/с, скорости обмена по RS-485 датчиков 2400 бит/с и подключению двух датчиков на одну группу питания.

ПЭВМ подключается к блоку ИЗК-3 через адаптер USB – RS-485.

На плате имеется впаиваемая батарейка, которая обеспечивает питание часов и календаря при пропадании питания блока. Срок работы батарейки – не менее 7 лет.

При пропадании питания и при возобновлении питания текущие значения контролируемых параметров и календарное время записываются в энергонезависимую память контроллера.

Искробезопасные цепи (цепи датчиков) гальванически изолированы от остальных цепей. Прочность изоляции по трансформатору питания 6000В, по оптореле 4000В, по интерфейсу RS-485 - 5000В.

Напряжения в цепях первичных преобразователей ограничены до уровня +12В, токи – до безопасных значений по требованиям искробезопасности цепей.

4.4. Индикатор СМИ-1.



Индикатор выводит два измеряемых параметра в основном режиме и два параметра в дополнительном режиме.

Переключение режимов осуществляется кнопками в правой части индикатора.

По умолчанию выводятся:

- ❖ Влажность нефтепродукта, %
- ❖ Температура нефтепродукта, °С

При нажатии на кнопку в правой части индикатора выводятся:

- ❖ Плотность нефтепродукта, кг/м³
- ❖ Плотность нефтепродукта коммерческая (с учетом содержания воды), кг/м³

Индикаторы подключаются по двухпроводному интерфейсу RS-485.

					ТСО.000.117РЭ Измерители влажности ДЖС-7В Систем измерительных СУ-5Д	Лист
						10
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

5. Подключение.

Подключение первичных преобразователей ДЖС-7В к блоку ИЗК-3

Разъем X1 DB-15F (кабельная часть – вилка)

Контакт	Цепь	Примечание	Подключение первичных преобразователей ДЖС-7М
1	GND	Общий (для первичных преобразователей)	Общий
9	A	RS-485 (для первичных преобразователей)	RS-485-A
2	B	RS-485 (для первичных преобразователей)	RS-485-B
10	U1	Питание +10 В, группа 1 (выход)	Питание +10 В первичных преобразователей №1, №2
3	U2	Питание +10 В, группа 2 (выход)	Питание +10 В, первичных преобразователей №3, №4
11	U3	Питание +10 В, группа 3 (выход)	Питание +10 В, первичных преобразователей №5, №6
4	U4	Питание +10 В, группа 4 (выход)	

Блок искрозащиты может обеспечить одновременно питание двух первичных преобразователей ДЖС-7В, поэтому для подключения большего количества первичных преобразователей имеются 4 группы коммутируемого питания, это позволяет подключить до 8 датчиков на один кабель КММ 7×0,35. Практически используется 3 группы питания и подключается 6 первичных преобразователей, иначе не хватит выходов оптореле для выдачи аварийной сигнализации.

Каждый датчик должен быть подключен на свою группу питания, иначе он не будет опрашиваться. Например, первичный преобразователь №3 (по порядку в конфигураторе) не будет работать, если подключен к первой группе питания.

Кабель для подключения одного или двух первичных преобразователей ДЖС-7В

Номер контакта DB15 (X1)	Цепь	Цвет провода
1	GND	Коричневый
2	B	Желтый
9	A	Зеленый
10	+10В-I	Белый

Для подключения одного или двух первичных преобразователей требуется четырехжильный экранированный кабель. Рекомендуется использовать кабель КММ 4×0,35 или МКЭШ 5×0,35 или FTP.

Для подключения большего количества первичных преобразователей используются дополнительные группы питания (конт. 3 и конт. 9 разъема X1). Рекомендуется использовать кабель КММ 7×0,35 или МКЭШ 7×0,35 или FTP.

					ТСО.000.117РЭ Измерители влажности ДЖС-7В Систем измерительных СУ-5Д	Лист
						11
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

Кабель для подключения шести первичных преобразователей ДЖС-7В.

Все первичные преобразователи подключаются одним кабелем по схеме последовательного шлейфа.

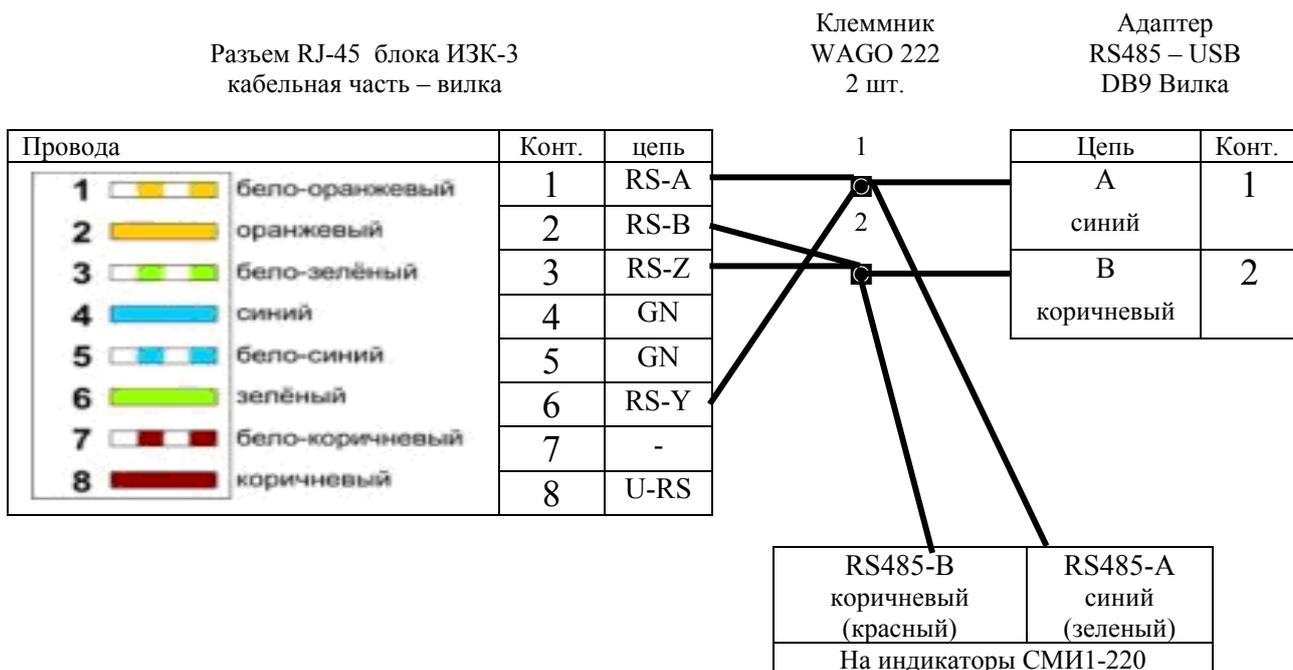
Номер контакта DB15 (X1)	Цепь	Датчик №1	Датчик №2	Датчик №3	Датчик №4	Датчик №5	Датчик №6
1	GND	GND	GND	GND	GND	GND	GND
2	B	B	B	B	B	B	B
9	A	A	A	A	A	A	A
10	+10В-I	U	U				
3	+10В-II	транзит	транзит	U	U		
11	+10В-III	транзит	транзит	транзит	транзит	U	U

Подключение индикаторов и адаптера к блоку ИЗК-3

Для подключения используются три кабеля и два клеммника WAGO 222. Два кабеля с разъемами (RJ-45 и DB9).

№	Цепь	Рекомендуемый кабель
1	От разъема RJ-45 блока ИЗК-3 до клеммника	провод УТР 4 (сетевой кабель)
2	От клеммника на адаптер RS485 – USB, кабельная часть DB9 Вилка	Кабель ШВВП 2×0,5 провода коричневый и синий
3	От клеммника на индикаторы СМИ1-220	Кабель ШВВП 2×0,5 провода коричневый и синий

Схема подключения



При использовании кабеля с зеленым и красным проводами красный провод используется вместо коричневого, зеленый – вместо синего по схеме.

Допускается использовать телефонный кабель.

От разъема RJ-45 блока ИЗК-3 на первый клеммник WAGO приходят бело-оранжевый и зеленый провод, от клеммника идет синий (зеленый) провод на конт. 1 разъема DB9 адаптера RS485 – USB и синий (зеленый) провод на индикаторы СМИ1-220, вход RS485-А.

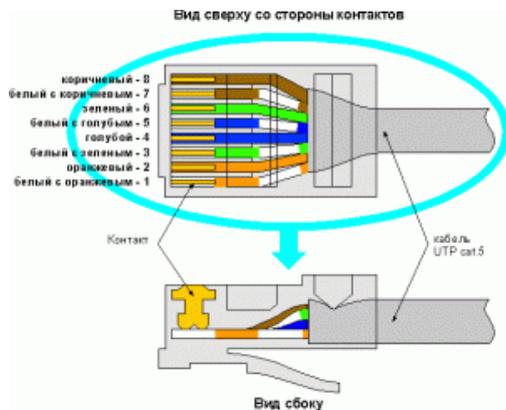
					ТСО.000.117РЭ Измерители влажности ДЖС-7В Систем измерительных СУ-5Д	Лист
						12
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

От разъема RJ-45 блока ИЗК-3 на второй клеммник WAGO приходят оранжевый и бело-зеленый провод, от клеммника идет коричневый (красный) провод на конт. 2 разъема DB9 адаптера RS485 – USB и коричневый (красный) провод на индикаторы СМИ1-220, вход RS485-А.

Индикаторы подключаются одним кабелем последовательно.

Длина кабелей не более 200 м. По согласованию с изготовителем оборудования допускается длина кабельных сетей до 1000 м.

Заделка кабеля в разъем RJ-45



Подключение питания блока искрозащиты ИЗК-3

X5 Клеммник для подключения питания

Конт.	Цепь для модификации с питанием 220 В 50 Гц
1	~ 220 В 50 Гц - а
2	~ 220 В 50 Гц - б

					ТСО.000.117РЭ Измерители влажности ДЖС-7В Систем измерительных СУ-5Д	Лист
						13
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

6. Обеспечение искробезопасности

Измерители влажности ДЖС-7В Систем измерительных СУ-5Д удовлетворяют требованиям взрывозащищенности по ГОСТ Р 51330.0-99 (МЭК 60079-0-98) и ГОСТ Р 51330.10-99 (МЭК 60079-11-99). Вид взрывозащиты «искробезопасная электрическая цепь».

Взрывозащищенность обеспечивается за счет гальванической развязки сигнальных цепей с помощью оптопар и за счет ограничения токов и напряжений в цепях питания датчиков.

Модуль питания блока ИЗК-3 ограничивает напряжения и токи с помощью ограничительных резисторов и стабилитронов.

Все цепи, подключенные к разъему Х1 блока ИЗК-3 являются искробезопасными:

- искрение при замыкании и размыкании любых проводников и цепей датчиков во взрывоопасной среде не может создать мощность, достаточную для возгорания или взрыва
- нагрев элементов при любых отказах не может создать температуру, достаточную для возгорания или взрыва

Первичные преобразователи имеют маркировку взрывозащиты "ExibIIBT6" и могут устанавливаться во взрывоопасных зонах помещений и наружных установок в соответствии с гл.7.3 ПУЭ.

Блоки искрозащиты и ИЗК-3 с входными искробезопасными электрическими цепями уровня "ib" имеют маркировку взрывозащиты "ExibIIB" и предназначены для установки вне взрывоопасных зон помещений и наружных установок.

Обеспечение искробезопасности при монтаже системы

При монтаже системы необходимо руководствоваться настоящим техническим описанием, главой 7.3 ПУЭ, главой 3.4 Правил эксплуатации электроустановок потребителей (ПЭЭП) и другими нормативными документами, действующими в данной отрасли промышленности.

Перед монтажом систему необходимо осмотреть, обратив внимание на:

- маркировку взрывозащиты;
- целостность корпуса и составляющих элементов.

Параметры внешних искробезопасных цепей не должны превышать следующих значений:

- ◆ максимальная индуктивность соединительной линии, мГн - 1,0;
- ◆ максимальная емкость соединительной линии, мкФ - 0,5.

Искробезопасные цепи не должны прокладываться рядом с незащищенными искроопасными цепями, должны использоваться отдельные кабельные вводы и отдельные кабельные каналы.

					ТСО.000.117РЭ	Лист
						14
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата	Измерители влажности ДЖС-7В Систем измерительных СУ-5Д	

Обеспечение искробезопасности при эксплуатации влагомеров

При эксплуатации влагомеров необходимо руководствоваться техническим описанием, главой 7.3 ПУЭ, главой 3.4 Правил эксплуатации электроустановок потребителей (ПЭЭП).

С целью обеспечения искробезопасности влагомеров в процессе эксплуатации они должны подвергаться систематическому внешнему и периодическому осмотрам.

При внешнем осмотре влагомеры необходимо проверить:

- целостность корпусов;
- отсутствие обрывов соединительных проводов и надежность их подключения;
- наличие маркировки взрывозащиты;

7. Маркирование и пломбирование

Измерители влажности ДЖС-7В Систем измерительных СУ-5Д должны иметь маркировку, содержащую:

- индекс блока;
- номер;
- на передней панели блока ИЗК-3 выполнены надписи маркировки взрывозащиты и цепей с указанием параметров искробезопасных цепей:

«Блок ИЗК-3 [Exib]IB»;

«искробезопасные цепи»;

« $L_{доп} \leq 1 \text{ мГн}$ »;

« $C_{доп} \leq 0,5 \text{ мкФ}$ »;

« $U_{XX} \leq 12 \text{ В}$ »;

« $I_{кз} \leq 80 \text{ мА}$ »;

«сеть»;

- на корпусах первичных преобразователей ДЖС-7 гравировкой выполнена надпись маркировки взрывозащиты:

«ДЖС-7 ExibIBT6».

- транспортная тара имеет маркировку, содержащую:
манипуляционные знаки – “Осторожно хрупкое”, “Боится сырости”, “Верх, не кантовать”;

основные надписи – наименование грузополучателя;

дополнительные надписи – наименование грузоотправителя;

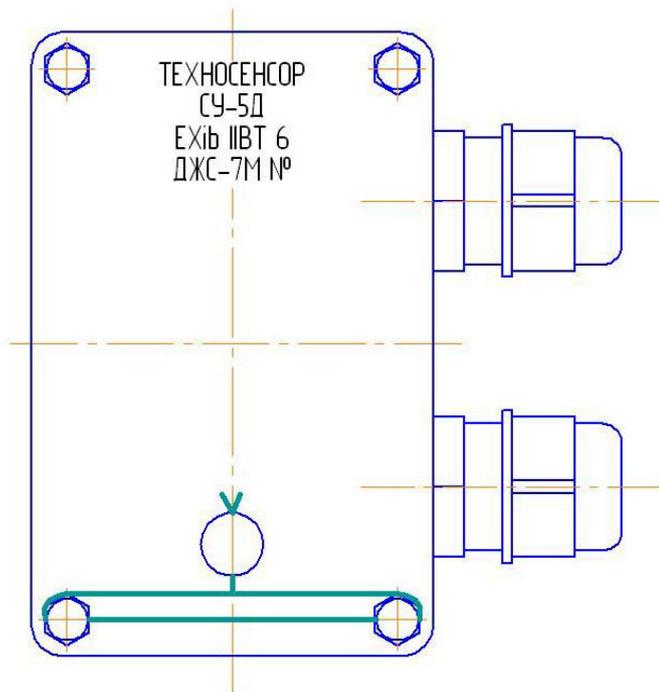
информационные надписи – масса брутто, габаритные размеры.

Способ и место нанесения маркировки указывается в чертежах.

Пломбирование блоков и датчиков предприятие-изготовитель не производит.

Возможный способ пломбировки крышки электронного блока ДЖС-7М после проведения госповерки показан на Рис.2

					ТСО.000.117РЭ	Лист
						15
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата	Измерители влажности ДЖС-7В Систем измерительных СУ-5Д	



Винты крепящие крышку опломбировать проволокой и пломбой. Проволоку скрутить в 3..5 оборотов, пломбу обжать. Надпись выполнить гравировкой.

8. Указания мер безопасности

Внутри влагомеров имеются напряжения, которые могут вызвать поражения электрическим током. Снятие кожухов блоков должны производить лица, изучившие техническое описание и инструкцию по эксплуатации и прошедшие проверку знаний “Правил техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей” и имеющие удостоверение квалификационной группы не ниже второй при работе с напряжением до 1000 В.

Перед снятием кожухов отключите разъемы сетевого питания.

При работе корпуса влагомера должны быть надежно заземлены.

9. Возможные неисправности и методы их устранения

Для настройки и проверки работоспособности блоков и датчиков используется программа конфигурации и настройки, которая прилагается к поставляемому оборудованию. Программа устанавливается на стационарный или переносной компьютер и позволяет найти подключенные устройства и произвести их настройку.

10. Техническое обслуживание

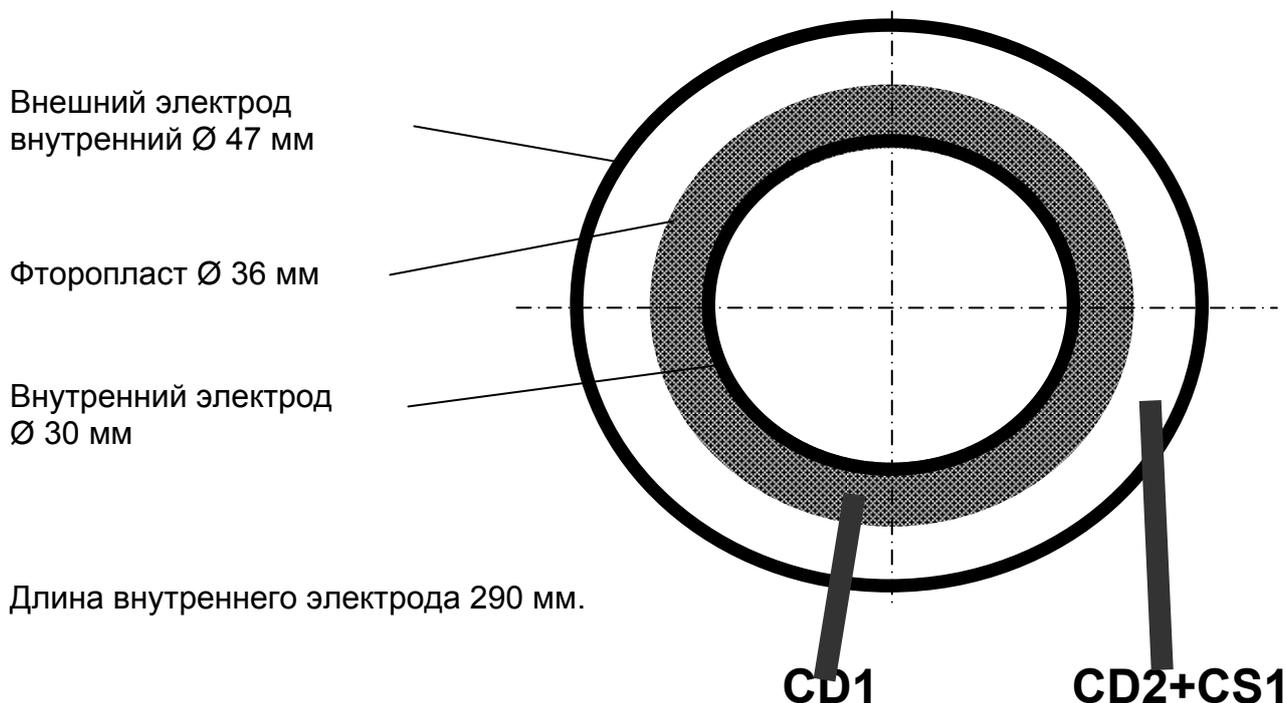
Раз в год производят профилактический осмотр блоков и датчиков.

Влагомеры не содержат драгметаллов и не требует спецучета драгметаллов.

					ТСО.000.117РЭ Измерители влажности ДЖС-7В Систем измерительных СУ-5Д	Лист
						16
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

Конструкция датчика и принцип работы

Датчик имеет два коаксиально расположенных электрода, внутренний электрод находится во фторопластовой оболочке.



Измеряемые величины:

CS - текущее значение емкости датчика

T1 - температура электронного преобразователя датчика;

T2 - температура контролируемой среды;

Электрическая емкость датчика CS2 складывается из двух последовательно соединенных емкостей – емкости фторопластовой оболочки CD1 и емкости между фторопластовой оболочкой и внешним электродом, которую для удобства вычислений представим в виде двух параллельно соединенных емкостей – CD2 (емкость при заполнении обезвоженным контролируемым продуктом) и CS1 (приращение емкости от наличия влаги в контролируемом продукте).

Текущее значение емкости датчика CS определяется по формуле:

$$\frac{1}{CS2} = \frac{1}{CD1} + \frac{1}{CD2 + CS1} \quad (1)$$

Где: CD1 – константа, емкость фторопластовой оболочки;

CD2 – константа, величина емкости между фторопластовой оболочкой и внешним электродом при заполнении датчика обезвоженным контролируемым продуктом;

CS2 – текущее (измеренное) значение емкости датчика;

CS1 – приращение емкости от наличия влаги в контролируемом продукте;

					ТСО.000.117РЭ Измерители влажности ДЖС-7В Систем измерительных СУ-5Д	Лист
						17
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

Преобразуем формулу (1), найдем приращение емкости от наличия влаги в контролируемом продукте:

$$CS1 = \frac{1}{\frac{1}{CS2} - \frac{1}{CD1}} - CD2 \quad (2)$$

Коррекция погрешностей.

В используемых в формулах (1) и (2) величинах CS2, CD1, CD2 скомпенсированы температурные погрешности:

1. Для измеренной величины емкости CS2 компенсируются погрешности, связанные с температурным уходом параметров электронного преобразователя.

$$CS2 = CS2_{ism} + \Delta C$$

Коррекция погрешности ΔC вычисляется по таблице констант датчика «инструментальные погрешности» в зависимости от температуры

$\Delta C = f_{\text{грешности}}(T1)$, где T1 - температура платы электронного преобразователя

Если $T1 \geq 0$, то $C = C - \Delta C$

Если $T1 < 0$, то $C = C + \Delta C$

2. Для константы CD1 компенсируется погрешность, связанная с изменением емкости фторопластовой оболочки при изменении температуры с помощью коэффициента температурной коррекции TCD1

$$CD1 = CD1_{const} + \Delta CD1$$

$$\Delta CD1 = TCD1 \times (20 - T2)$$

3. Для константы CD2 компенсируется погрешность, связанная с изменением плотности контролируемой среды при изменении температуры с помощью коэффициента температурной коррекции TCD2

$$CD2 = CD2_{const} + \Delta CD2$$

$$\Delta CD2 = TCD2 \times (20 - T2)$$

Содержание воды определяется по формуле:

$$W = K \times CS1$$

					ТСО.000.117РЭ Измерители влажности ДЖС-7В Систем измерительных СУ-5Д	Лист
						18
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

Практические параметры.

Формула расчета емкости цилиндрического конденсатора:

$$C = 2 \times \pi \times \varepsilon \times \varepsilon_0 \times h / \ln(R_2/R_1)$$

Для удобства обозначим $CR = CD_2 + CS_1$

1. Для «сухого» датчика (не заполненного контролируемой средой, между фторопластовой оболочкой и внешним электродом воздух), найдем емкости:

$$CD_1 = 2 \times \pi \times 2,1 \times 8,854187817 \times 10^{-12} \times 0,290 / \ln(36/30) = 185,8 \text{ пФ}$$

$$CR = CD_2 + CS_1 = 2 \times \pi \times 1,0006 \times 8,854187817 \times 10^{-12} \times 0,290 / \ln(47/36) = 60,5 \text{ пФ}$$

$CS_1 = CR - CD_2 = 60,5 - 127 = -66,6 \text{ пФ}$ (выдается значение 0, потому что отрицательные значения не отображаются в программе).

$$CS = 45,64 \text{ пФ}$$

Показания прибора (влажность) $W=0$ (отрицательные не отображаются).

2. При заполнении датчика контролируемой средой, например, обезвоженным мазутом (диэлектрическая проницаемость 2,1), емкости изменятся:

$$CD_1 = 2 \times \pi \times 2,1 \times 8,854187817 \times 10^{-12} \times 0,290 / \ln(36/30) = 185,8 \text{ пФ}$$

$$CR = CD_2 + CS_1 = 2 \times \pi \times 2,1 \times 8,854187817 \times 10^{-12} \times 0,290 / \ln(47/36) = 127 \text{ пФ}$$

$$CS_1 = CR - CD_2 = 127 - 127 = 0 \text{ пФ}$$

Примечание:

- для достоверности настроек надо не допускать отрицательных значений, поэтому надо чуть уменьшить константу CD_2 , чтобы получить положительное $CS_1 = 0,05 \dots 0,12 \text{ пФ}$;

$$CS = 75,44 \text{ пФ}$$

3. При полном заполнении датчика водой (диэлектрическая проницаемость воды 81), емкости будут следующие:

$$CD_1 = 2 \times \pi \times 2,1 \times 8,854187817 \times 10^{-12} \times 0,290 / \ln(36/30) = 185,8 \text{ пФ}$$

$$CR = CD_2 + CS_1 = 2 \times \pi \times 81 \times 8,854187817 \times 10^{-12} \times 0,290 / \ln(47/36) = 4900 \text{ пФ}$$

$$CS_1 = CR - CD_2 = 4900 - 127 = 4773 \text{ пФ}$$

Примечание:

- если прибор показывает влажность 100%, то CS_1 может принимать значение 0 или любое другое (особенность вычислений).

					ТСО.000.117РЭ	Лист
						19
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата	Измерители влажности ДЖС-7В Систем измерительных СУ-5Д	

CS = 179 пФ

Примечание:

- должно всегда выполняться условие $CS2 < CD1$, это необходимое условие при любых настройках.
- диэлектрическая проницаемость воды зависит от температуры и давления и может принимать значения от 30 до 88.

					ТСО.000.117РЭ	Лист
						20
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата	Измерители влажности ДЖС-7В Систем измерительных СУ-5Д	