



**ТАМОЖЕННЫЙ СОЮЗ**

**Регистрационный номер декларации о соответствии:**

**ТС № RU Д-RU.AT15.B.00125**

**КОД ОКП 43 1501**

**ПРИБОР СКВАЖИННЫЙ КОМПЛЕКСНЫЙ  
«КП-71ЭГРТ»**

**Руководство по эксплуатации  
ТФЖК 3.038.016 РЭ**

## Содержание

<b>1</b>	<b>Назначение .....</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>Технические характеристики .....</b>	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>Комплектность .....</b>	<b>4</b>
<b>4</b>	<b>Устройство и принцип действия прибора .....</b>	<b>4</b>
<b>5</b>	<b>Устройство и работа составных частей.....</b>	<b>7</b>
<b>6</b>	<b>Указания мер безопасности.....</b>	<b>9</b>
<b>7</b>	<b>Настройка и подготовка прибора к работе .....</b>	<b>10</b>
<b>8</b>	<b>Порядок работы.....</b>	<b>11</b>
<b>9</b>	<b>Калибровка.....</b>	<b>12</b>
<b>10</b>	<b>Техническое обслуживание .....</b>	<b>18</b>
<b>11</b>	<b>Хранение и транспортирование .....</b>	<b>18</b>
	Приложение А (обязательное).....	19
	Приложение Б (обязательное) .....	20

Настоящее руководство по эксплуатации (РЭ), предназначено для ознакомления с прибором скважинным «КП-71ЭГРТ» (прибор) и содержит технические характеристики, описание принципа действия прибора и его составных частей, сведения о порядке подготовки к работе и эксплуатации прибора.

## 1 Назначение

**Прибор скважинный «КП-71ЭГРТ»** предназначен для геофизических исследований скважин зондами электрического и гамма-каротажа, резистивно- и термометрии и должен соответствовать ГОСТ 26116-84.

Исследования проводятся путем регистрации кажущегося удельного сопротивления пород зондами бокового каротажного зондирования (БКЗ) в скважинах с максимальной температурой +80 °С, заполненных промывочной жидкостью с удельным сопротивлением от 0,03 до 20,0 Ом\*м. Одновременно регистрируются сигналы зондов потенциала самопроизвольной поляризации пород (ПС), естественного гамма-излучения пород (ГК), термометра и резистивиметра. Прибор позволяет проводить исследования пластов с удельным сопротивлением от 0,5 до 5000 Ом\*м.

Прибор рассчитан на работу совместно с цифровыми регистрирующими комплексами (станциями, лабораториями).

Исследования прибором производятся с применением геофизического одножильного бронированного кабеля.

## 2 Технические характеристики

2.1 Прибор оснащен цифровой телеизмерительной системой «МАНЧЕСТЕР-2».

2.2 Прибор обеспечивает одновременное проведение за один спуско-подъем бокового каротажного зондирования (БКЗ) градиент-зондом А0.9М0.1N, потенциал-зондом N0.9М0.1А, регистрацию напряжения ПС (относительно ОК), регистрацию естественного гамма-излучения пород (ГК), температуры и сопротивления промывочной жидкости в интервале исследования.

2.3 Технические характеристики

2.3.1 Пределы регистрируемых параметров:

- для зондов БКЗ: - А0.9М0.1N - 0,5 ... 5000 Ом\*м,  
- N0.9М0.1А - 0,5 ... 1000 Ом\*м,
- для зонда ПС - +/- 5...1000 мВ,
- для зонда резистивиметра - 0,3...80 Ом\*м.
- для зонда термометра - 0...80 °С,
- для зонда ГК - 0...400 мкр/час

2.3.2 Допускаемая основная относительная погрешность регистрации кажущегося сопротивления зондами бокового каротажного зондирования, в диапазоне рабочих температур, %, вычисляется по формуле:

$$D_{орБКЗ} = \pm (5 + 0,4 * A/\rho), \quad (1)$$

где: А - предел регистрации кажущегося сопротивления в Ом\*м,

в диапазоне 0,5 - 50 Ом\*м А = 50;

в диапазоне 50 - 500 Ом\*м А = 500;

в диапазоне 500 - 5000 Ом\*м А = 5000,

ρ - регистрируемое кажущееся сопротивление, Ом\*м.

2.3.3 Допускаемая основная относительная погрешность регистрации напряжения ПС, в диапазоне рабочих температур - не более 10%.

2.3.4 Допускаемая основная относительная погрешность регистрации сопротивления промывочной жидкости в диапазоне рабочих температур:

- в диапазоне 0,3...1 Ом\*м - не более 20%.

- в диапазоне 1...80 Ом\*м - не более 10%.

2.3.5 Допускаемая основная относительная погрешность регистрации для зонда ГК, % - не более ±10.

- 2.3.6 Допускаемая основная абсолютная погрешность термометра +/- 1 °С
- 2.3.7 Разрешающая способность канала термометра 0,05 °С.
- 2.3.8 Быстродействие каналов регистрации обеспечивает проведение каротажа со скоростью до 400 м/ч при шаге квантования по глубине, равном 10 см.
- 2.3.9 Условия работы прибора:
- максимальная температура окружающей среды - 80 °С.
  - наибольшее гидростатическое давление - 20 МПа.
- 2.3.10 Время непрерывной работы в условиях предельной температуры - 8 ч.
- 2.3.11 Постоянное напряжение питания прибора (режим стабилизации напряжения) - +150 ± 30 В.
- 2.3.12 Ток потребления при запуске прибора - до 350 мА.
- 2.3.13 Ток потребления в установившемся режиме, не более - 50 мА
- 2.3.14 Габаритные размеры прибора, мм:
- диаметр по охранному кожуху - 48
  - длина без транспортной заглушки - 2386
  - длина с транспортной заглушкой - 2413
- 2.3.15 Масса прибора, кг, не более - 11,6
- 2.3.16 Прибор скважинный «КП-71ЭГРТ» рассчитан для условий, соответствующих:
- по механическим воздействиям - группе МС2-3 по ГОСТ 26116-84,
  - по климатическим параметрам - группе КС4-2 по ГОСТ 26116-84.
- 2.3.17 Срок службы 5 лет.

### 3 Комплектность

3.1 В комплект поставки прибора входят изделия и комплекты, перечисленные в таблице 3.1.

Таблица 3.1.

Наименование	Обозначение	Кол-во
<b>1 Изделие</b>		
1 Прибор скважинный «КП-71ЭГРТ»	ТФЖК 3.038.016	1
<b>2 Комплекты</b>		
2.1 Комплект эксплуатационной документации		
2.1.1 Паспорт	ТФЖК 3.038.016 ПС	1
2.1.2 Руководство по эксплуатации	ТФЖК 3.038.016 РЭ	1
2.2 Комплект запасных частей		
2.2.1 Кольцо резиновое 019-025-36-2-2	ГОСТ 9833-73	2
2.2.2 Кольцо резиновое 034-040-36-2-2	ГОСТ 9833-73	2

### 4 Устройство и принцип действия прибора

Прибор скважинный «КП-71ЭГРТ» представляет собой геофизический снаряд, опускаемый при исследовании в скважину на каротажном кабеле.

Электроды зондов БКЗ и ПС расположены на охранном кожухе прибора. Внутри охранного кожуха на шасси находится электронная схема и зонд ГК.

Совмещенный датчик резистивиметра и термометра находится рядом с кабельной головкой прибора в проходном корпусе.

Электрическое соединение между электродами БКЗ и электронной схемой обеспечивается специальными контактными устройствами.

Точки записи прибора «КП-71ЭГРТ» (замеряются от нижней кромки кабельного наконечника, накрученного на зондовую головку прибора до упора) приведены на рис. 4.1.

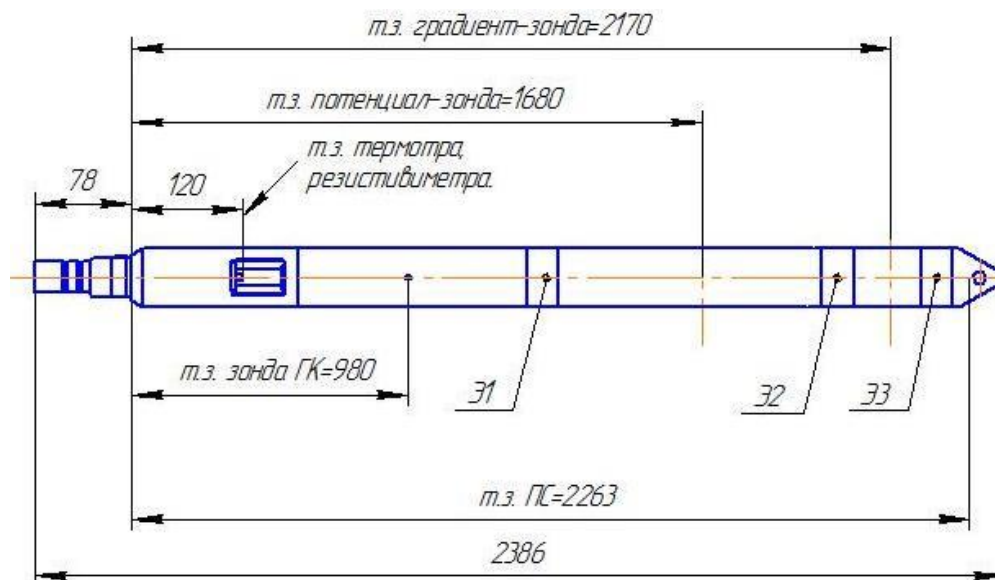


Рис.4.1

#### 4.1 Описание электрической принципиальной схемы прибора

4.1.1 Электрическая схема прибора (см. ТФЖК 3.038.016 Э3) отражает порядок соединений элементов и узлов прибора.

Разъем ХР1 предназначен для подключения цепей ЦЖК, ОК каротажного кабеля. По цепям ЦЖК, ОК осуществляется питание прибора и передача информации к наземной аппаратуре.

4.1.2 Работа градиент- и потенциал-зондов прибора основана на формировании в околоскважинном пространстве электрического поля путем излучения знакопеременного стабилизированного тока относительно оплетки каротажного кабеля и регистрации наведенной разности потенциалов между приемными электродами.

Коммутация зондовых установок электрического каротажа осуществляется последовательно во времени с частотой, позволяющей проводить регистрацию с заданной точностью со скоростью каротажа до 3600 м/час при шаге квантования по глубине, равном 10 см.

Излучаемый стабилизированный переменный ток потенциал-зонда IP или градиент-зонда IG формируется поочередно трансформаторами устройства согласующего УС (TV1, TV2 блока генераторного БГ-3) за счет коммутации сигналами IP1, IP2 или IG1, IG2 в первичных обмотках трансформаторов стабилизированного постоянного тока Iconst, подаваемого из модуля МУЦ-4.

Ток подается через развязывающие конденсаторы МУЦ-4 по цепям E1, E3 на электрод, являющийся токовым в текущем интервале регистрации соответствующего зонда БКЗ (Э1 или Э3) и через сопротивление породы на оплетку кабеля ОК.

Также токи IP и IG по цепи SHUNT через сопротивление шунта, расположенного в МУЦ-4, замыкаются на GND и, соответственно, на оплетку кабеля. Напряжение с шунта, пропорциональное IP или IG, по цепи Iin поступает в МИ-3 для регистрации и вычисления величины излучаемого тока.

Синхронно с излучением осуществляется коммутация приемных электродов.

Напряжения от приемных электродов по цепям Mr, Nr или MG, NG поступают на трансформаторы устройства согласования УС, а затем по цепям Ur, Ug - в модуль регистрации МИ-3. Трансформаторы в УС нормируют принимаемые сигналы по величине в соответствии с коэффициентами зондов.

Цикл исследования прибора состоит из регистрации токов и напряжений зондов БКЗ, а также регистрации напряжения зонда ПС. При работе с каналом ПС излучение на токовых электродах отсутствует. Параллельно с работой электрических зондов модуль МПО обеспечивает подсчет импульсов ГК от МФЭУ-5, прием сигнала термометра и работу резистивиметра. По мере готовности данные этих зондов передаются в МУЦ-4.

В модуле регистрации МИ-3 расположены коммутатор входных сигналов, масштабный усилитель и АЦП, преобразующий амплитуду регистрируемых сигналов в цифровой код (данные). В

каждом цикле производится регистрация величины стабилизированного тока (стандарт - сигнал), излучаемого токовыми электродами БКЗ (Э1, Э3), что позволяет исключить временной и температурный дрейф схемы регистрации и, как следствие, процесс калибровки прибора.

Данные из МИ-3 передаются в МУЦ-4 для предварительной обработки и передачи по каротажному кабелю в коде "МАНЧЕСТЕР-2" к наземной аппаратуре.

Работа устройств скважинного прибора синхронизируется модулем управления МУЦ-4. МУЦ-4 осуществляет адресацию входных каналов (линии А0 ... А2) и выбор коэффициента передачи сигнального тракта модуля МИ-3 (М0, М1), запуск (CONV), тактирование (CLK), прием данных АЦП (DOUT) модуля МИ-3, коммутацию обмоток генераторных трансформаторов (IP1, IP2, и IG1, IG2), коммутацию обмоток трансформатора телесистемы сигналами MAN1, MAN2.

Окончательное формирование и гальваническое разделение от ЦЖК сигналов телесистемы MAN1, MAN2 производится трансформатором телесистемы блока БГ-3 в УС.

Цепь ЦЖК через контакт 1 разъема ХР1 и дроссель L1 проходит к модулю ИП8. Дроссель L1 предотвращает шунтирование сигнала телесистемы (выходит с TV1 БГ3 через С1 блока развязок БР-2 на ЦЖК) входными цепями источника электропитания.

Зонд ГК расположен в модуле МФЭУ-5. Подача высоковольтного напряжения в МФЭУ-5 осуществляется с модуля МСВН.

Источник питания ИП8 осуществляет стабилизацию питающего напряжения и вырабатывает вторичные напряжения +5V, +15V для модулей МИ-3 и МУЦ-3, +25V для МСВН.

#### 4.2 Формат канала передачи

Передача данных прибора «КП-71ЭГРТ» осуществляется словами в кодировке «Манчестер-2» формата MIL STD 1553 с несущей частотой 16 кГц. Количество передаваемых каналов равно 8. Время между передачей соседних слов составляет 2.2 мс. Количество бит в слове – 16 + 1 бит четности. Значения бит в словах для каналов 0..7 приведены в таблице 4.1.

Таблица 4.1

15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
A2	A1	A0	M1	M0	D10	D9	D8	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0

где: D10..D0 – данные канала (знаковое целое),

M1, M0 – масштаб данных (принимает значения 0,1,2),

A2..A0 – адрес передаваемого канала.

Значения бит в словах для каналов 5,6,7 приведены в таблице 4.2.

Таблица 4.2

15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
A2	A1	A0	D12	D11	D10	D9	D8	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0

где: D12..D0 – данные канала (знаковое целое для канала 5 и беззнаковое целое для каналов 6,7);

A2..A0 – адрес передаваемого канала

Формулы расчета регистрируемых параметров прибора приведены в таблице 4.3.

Таблица 4.3

№ канала	Зонд	Формула расчета	Единица регистрации	Точка записи, м
0	Ipз	$Ipз = Ipз * 10^{(2-M)}$	Усл.ед	
1	RoP	$RoП = 50 * 10^{(2-M)} * U_{Пз} / Ipз$	Ом*м	1,68
2	Iгз	$Iгз = Iгз * 10^{(2-M)}$	Усл.ед	
3	RoG	$RoГ = 50 * 10^{(2-M)} * U_{Гз} / Iгз$	Ом*м	2,17
4	PS	$PS = U_{ps} * 2 / 10^M$	мВ	2,26
5	Tmp	$Tmp = U_{tmp} * 0.03125$	Град.С	0,12
6	RoR	$RoR = U_{ror} / 100$	Ом*м	0,12
7	Gk	Калибруется AX+B	Имп/с	0,98

## **5 Устройство и работа составных частей**

### **5.1 Модуль управления центральный (МУЦ-4)**

5.1.1 В состав модуля управления (ТФЖК 5.016.009) входят микропроцессор AT90S2313 фирмы «ATMEL» (DD1), буферные транзисторы VT2...VT5 цепей коммутации обмоток генераторных трансформаторов блока БГ-3 в УС, буферные транзисторы VT6, VT7 цепи формирования телесигнала.

5.1.2 Микропроцессор осуществляет адресацию входных каналов (линии A0 ... A2) и выбор коэффициента передачи сигнального тракта модуля МИ-3 (M0, M1), запуск (CONV), тактирование (CLK), прием данных АЦП (DOUT) модуля МИ-3, коммутацию через буферные ключи VT2...VT7 первичных обмоток генераторных трансформаторов (сигналы IP1, IP2, и IG1, IG2) и коммутацию первичных обмоток трансформатора телесистемы TV1 блока БГ-3 в УС сигналами MAN1, MAN2. По линиям RXD и TXD осуществляется обмен данными с модулем МРТ.

Также микропроцессор DD1 осуществляет усреднение данных АЦП и преобразование данных в формат «Манчестер-2» для передачи по каротажному кабелю.

5.1.3 На транзисторе VT1 собран генератор стабильного постоянного тока Iconst, которым запитываются входные обмотки генераторных трансформаторов БГ-3 в УС.

5.1.4 Конденсаторы C1...C16 предотвращают насыщение обмоток генераторных трансформаторов модуля БГ-3 сигналом ПС.

5.1.5 Шунт, выполненный на R8... R10, обеспечивает формирование напряжения, пропорционального стабилизированному переменному току через излучающие электроды.

5.1.6 Программирование микропроцессора DD1 производится через контакты разъема XP1.

### **5.2 Устройство согласующее (УС)**

5.2.1 В состав устройства согласующего УС (ТФЖК 5.423.003) входят блок генераторный БГ-3, блок входной согласующий БВС-3 и блок развязок БР-1.

5.2.2 Блок генераторный БГ-3 (ТФЖК 5.423.005) состоит из генераторных трансформаторов тока излучения TV1, TV2 и трансформатора сигналов телесистемы TV3.

5.2.3 Трансформаторы TV1, TV2 БГ-3 обеспечивают формирование стабилизированных разнополярных токов излучения IP и IG (XT3, XT23) за счет коммутации в их первичных обмотках стабильного постоянного тока Iconst (XT12, XT15). Коммутация осуществляется сигналами по цепям IP1, IP2 (XT14, XT16) или IG1, IG2 (XT8, XT13).

5.2.4 Формирование разнополярного сигнала телесистемы производится за счет коммутации в первичных обмотках трансформатора TV3 блока БГ3 постоянного напряжения 5V сигналами MAN1, MAN2 (XT17, XT19).

5.2.5 В блок входной согласующий БВС-3 (ТФЖК 5.423.004) входят трансформаторы TV1, TV2. Трансформаторы обеспечивают нормирование сигналов зондов по амплитуде в соответствии с коэффициентами зондов.

5.2.6 Конструктивно все трансформаторы БГ-3 и БВС-3 собраны в один блок.

5.2.7 В блоке развязок БР-1 (ТФЖК 5.064.004) находятся конденсаторы C1...C12, которые предотвращают насыщение трансформаторов БВС-3 напряжением ПС.

Конструктивно БР-1 выполнен в виде печатной платы, располагаемой на торце блока УС.

### **5.3 Блок развязок БР-2**

5.3.1 Конденсатор C1 БР-2 (ТФЖК 5.064.005) предотвращают насыщение трансформатора телесистемы TV1 в БГ-3 напряжением питания с ЦЖК.

5.3.2 R1 блока БР-2 – нагрузочный резистор трансформатора телеметрии.

## 5.4 Модуль МИ-3

5.4.1 Модуль МИ-3 (ТФЖК 5.016.008) построен на основе АЦП LTC1400 DA6. Микросхема LTC1400 представляет собой функционально законченный АЦП с внутренним источником опорного напряжения и позволяет работать в биполярном режиме.

5.4.2 Нормированные входным устройством сигналы зондов через коммутатор DA3 последовательно поступают на масштабный усилитель DA2 с RC-фильтром и буферным усилителем DA5 на выходе. Исключение составляет сигнал Градиент ПС, который подается на коммутатор DA3 через дифференциальный усилитель DA4.

5.4.3 ИМС DA1 формирует напряжение минус 15V для устройств МИ-3.

5.4.4 ИМС DA7 формирует напряжение минус 5V для устройств МИ-3.

5.4.6 АЦП DA6 запускается схемой управления и имеет время преобразования не более 2,5 мкс. По сигналу готовности АЦП (CONV) данные считываются процессором МУЦ-3 для дальнейшей обработки.

Регистрация по каждому каналу осуществляется следующим образом. После коммутации цепей излучения и входного сигнала текущего канала схема управления формирует три периода излучаемой частоты, необходимых для окончания передачи по кабелю информации предыдущего канала и установления переходных процессов. В следующем периоде четыре раза регистрируется отрицательная амплитуда и четыре раза - положительная. Результаты алгебраически суммируются.

Таким образом, двойная амплитуда переменного сигнала вычисляется по формуле:

$$X = \sum_{I=1}^4 A_I^+ - \sum_{i=1}^4 A_i^- , \quad (2)$$

где,  $A_i^+$  - результат  $i$ -го определения положительной амплитуды;  
 $A_i^-$  - результат  $i$ -го определения отрицательной амплитуды;  
 $X$  - двойная амплитуда переменного сигнала.

Исключение составляет канал регистрации  $U$  пс, для которого  $X$  вычисляется по формуле:

$$X = \sum_{I=1}^4 A_i + \sum_{i=1}^4 A_i = \sum_{i=1}^8 A_i , \quad (3)$$

где,  $A_i$  - результат  $i$ -ой регистрации.

5.4.7 По данным, переданным по кабелю производится расчет величины кажущегося сопротивления рк.

## 5.5 Модули МПО и ДТ

5.5.1 Модуль МПО совместно с модулем ДТ обеспечивает регистрацию удельного сопротивления промывочной жидкости и температуры окружающей среды. Диапазоны и точность регистрации приведены в п.2 («Технические характеристики») данного РЭ.

Модуль МПО (ТФЖК 5.103.011) содержит микроконтроллер (DD2), обеспечивающий реализацию алгоритма регистрации удельного сопротивления промывочной жидкости, считывание данных с модуля ДТ (через ХТ5 и ХТ6) и последовательный обмен данными с модулем МУЦ-4 (через ХТ15 и ХТ16).

Напряжение питания модуля МПО (+5 В) подается с источника питания ИП-8 через контакты ХТ1 (+5 В) и ХТ2 (Общ). Выработка дополнительных напряжений питания для устройств модуля МПО обеспечивается микросхемами DA1 (+3.3 В) и DA2 (минус 5 В).

Регистрация удельного сопротивления промывочной жидкости осуществляется следующим образом. Сигнал синусоидальной формы частотой 2 кГц, генерируемый микроконтроллером DD2, через разделительный конденсатор С17 поступает на вход активного ФНЧ второго порядка, выполненного на элементах R8, С18, R9, DA4, R11 и С20. С выхода фильтра двухполярное переменное напряжение подается на резистор R3, выступающий в роли генератора тока. Выход генератора тока подключен к измерительному электроду резистивиметра (через ХТ7). Падение напряжения на электроде резистивиметра обратно пропорционально удельному сопротивлению промывочной жидкости. Для регистрации падения напряжения сигнал с измерительного электрода через усилитель DA3 с управляемым коэффициентом усиления и разделительный конденсатор С21 подается



на вход преобразователя RMS-DC (микросхема DD3), осуществляющего преобразование среднеквадратического значения сигнала в постоянное напряжение. Напряжение с верхней точки резистора R3 через разделительный конденсатор C4 поступает на вход аналогичного преобразователя DD1. Сигналы с выходов преобразователей DD1 и DD3 поступают на входы встроенного в микроконтроллер DD2 АЦП, где оцифровываются и в цифровой форме передаются по последовательному интерфейсу RS-232 в модуль МУЦ-4.

5.5.2 Модуль ДТ содержит датчик температуры – микросхему DD4, и фильтрующий конденсатор по цепи питания C28. Питающее напряжение (+3.3 В) подается на контакты XT19 и XT20 с модуля МПО. Датчик DD4 регистрирует температуру окружающей среды и передает значение в цифровой форме по интерфейсу I<sup>2</sup>C через XT17 и XT18 микроконтроллеру DD2 в модуль МПО, откуда далее он передается в модуль МУЦ-4 по последовательному интерфейсу RS-232.

## **5.6 Источник питания ИП-8**

5.6.1 Источник питания ИП-8 (ТФЖК 5.087.010) обеспечивает формирование стабилизированных напряжений +5V, +15V, необходимых для питания прибора. Питание источника осуществляется напряжением постоянного тока - 150 В ± 30 В.

В состав источника питания входят преобразователь входного напряжения и стабилизаторы выходных напряжений.

5.6.2 Преобразователь входного напряжения, выполненный на ИМС DA1 и трансформаторе TV1, обеспечивает преобразование входного постоянного напряжения 190В в переменные напряжения для выходных стабилизаторов. Применение трансформатора позволяет гальванически развязать цепи вторичных напряжений от первичной цепи питания. Обмотка 3-4 трансформатора TV-1 выполняет роль обратной связи для ИМС DA1. VD1 служит в качестве защитного элемента при питании прибора напряжением обратной полярности. VD4, VD5 обеспечивают защиту DA1 от высоковольтных выбросов трансформатора TV1.

5.6.3 Стабилизатор выходной состоит из двух источников вторичных напряжений на +5 вольт и +15 вольт.

Во вторичных источниках напряжения используются однополупериодные выпрямители с LC-фильтрами. Высокая стабильность напряжений 5В, 15В обеспечивается интегральными стабилизаторами DA2, DA3.

## **5.7 Модуль МФЭУ-5**

5.7.1 Модуль фотоэлектронного умножителя МФЭУ-5 (ТФЖК 5.421.001) содержит сцинтилляционный детектор СДН.17-01.18.160 (BD1) и фотоэлектронный умножитель ФЭУ-102 с схемой делителя (A1.1). Импульсы с выхода фотоэлектронного умножителя поступают в модуль МПО (A4), где преобразуются в последовательность импульсов с логическим уровнем для дальнейшего подсчета.

## **5.8 Модуль МСВН**

4.2.6 Модуль стабилизатора высокого напряжения МСВН (ТФЖК 5.123.010) предназначен для формирования высокого напряжения, подаваемого по цепям -Uк, GND на фотоэлектронный умножитель модуля МФЭУ-5 (A1).

## **6 Указания мер безопасности**

6.1 Эксплуатация, ремонт, настройка и калибровка прибора «КП-71ЭГРТ» должны производиться в соответствии с настоящим руководством по эксплуатации с соблюдением требований, предусмотренных «Правилами технической эксплуатации электроустановок потребителей», утвержденными Министерством энергетики Российской Федерации 13.01.2003 года, «Межотраслевыми правилами по охране труда (правила безопасности) при эксплуатации электроустановок ПОТ Р М – 016-2001, РД 153-34.0-03.150-00», утвержденных Министерством труда и социального развития Российской Федерации 05.01.2001года и Министерством энергетики Российской федера-

ции 27.12.2000 года, а также «Правилами безопасности в нефтяной и газовой промышленности ПБ 08-624-03» от 2003г.

6.2 К работе со скважинным прибором допускаются лица, имеющие квалификационную группу не ниже III, изучившие настоящее руководство и прошедшие инструктаж по технике безопасности.

6.3 При работе запрещается пользоваться напряжением сети свыше 220 В.

6.4 При работе в ночное время устье скважины, блок-баланс и каротажный кабель должны быть освещены.

**6.5 ВНИМАНИЕ! ПРИ СМЕНЕ СКВАЖИННЫХ ПРИБОРОВ ПИТАНИЕ СКВАЖИННОГО ПРИБОРА ДОЛЖНО БЫТЬ ОТКЛЮЧЕНО.**

6.6 Электрические провода и кабели не должны иметь повреждений изоляции.

6.7 Настройка и калибровка канала регистрации мощности экспозиционной дозы гамма-излучения должны проводиться на установке, отвечающей требованиям действующих норм радиационной безопасности.

6.8 Лица, постоянно работающие или временно привлекаемые к работам с источниками ионизирующих излучений (персонал категории «А»), должны руководствоваться действующими санитарными правилами работы с радиоактивными веществами и другими источниками ионизирующих излучений и быть допущенными к работе с источниками ионизирующих излучений.

**6.9 ВНИМАНИЕ! ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ НАПРЯЖЕНИЯ НЕКОТОРЫХ ЦЕПЕЙ ПРИБОРА ДОСТИГАЮТ 2000 В (модуль МСВН, МФЭУ-5).**

## **7 Настройка и подготовка прибора к работе**

### **7.1 Настройка прибора**

7.1.1 Настройка прибора производится при изготовлении прибора, после ремонта и при несоответствии технических характеристик.

7.1.2 Запитать прибор номинальным напряжением ( $150 \pm 30$ ) В.

7.1.3 Убедиться в нормальной работе источника питания. Для этого проконтролировать напряжения на контактах ХТ4 (+5 В), ХТ3 (+15 В), ХТ7 (+25 В) относительно контакта ХТ5 платы ИП8-2 источника питания (см. ГЕКВ 5.087.010 Э3).

7.1.4 Подключить осциллограф между цепями ОК и ЦЖК прибора и проконтролировать наличие «посылок» телесистемы в кабеле.

7.1.5 Отключить питание скважинного прибора.

7.1.6 Собрать схему калибровки зондов БКЗ в соответствии с рисунком 9.1. Установить на магазинах сопротивлений значения, соответствующие кажущемуся сопротивлению  $\rho = 50 \text{ Ом} \cdot \text{м}$  для зонда А0.9М0.1N (см. таблицу 9.3).

7.1.7 Включить питание скважинного прибора.

7.1.8 Подбором резисторов R8...R10 на плате МУЦ-4 (ГЕКВ 5.016.004 Э3) добиться показания по каналу А0.9М0.1N значения  $50 \pm 0,5 \text{ Ом} \cdot \text{м}$ .

7.1.9 Отключить питание скважинного прибора.

7.1.10 Собрать схему поверки зонда ПС в соответствии с рисунком 9.3. Установить на источнике образцового напряжения В1-13 величину 200 мВ. Запитать прибор, включить программу регистрации и вывести на экран таблицу параметров всех зондов. Проконтролировать показание по каналу ПС, значение которого должно соответствовать 200 мВ. (Настройка канала ПС не требуется.)

7.1.11 Зонд ГК должен показывать значения, соответствующие уровню естественного излучения.

7.1.12 Зонд температуры должен показывать температуру, соответствующую температуре окружающей среды. Датчик внутренней температуры прибора должен показывать температуру, близкую к показаниям температурного зонда или несколько выше.

7.1.13 При коротком замыкании электрода резистивиметра с металлической частью корпуса прибора зонд резистивиметра должен показывать значение, близкое к  $0,00 \text{ Ом} \cdot \text{м}$ .

7.1.14 Отключить питание скважинного прибора.

7.1.15 После настройки прибора произвести калибровку зондов на всех диапазонах.

**Примечание - НАСТРОЙКУ ПРИБОРА ПРОИЗВОДИТЬ СТРОГО В ПОРЯДКЕ, УКАЗАННОМ В НАСТОЯЩЕЙ ИНСТРУКЦИИ.**

## **7.2 Подготовка прибора к работе**

7.2.1 Подготовка прибора к работе производится после ремонта, технического обслуживания или продолжительного перерыва в работе. При этом необходимо провести следующие работы:

- внешний осмотр прибора;
- проверку работоспособности прибора.

7.2.2 При внешнем осмотре прибора проверить отсутствие механических повреждений, целостность герметизирующих колец.

7.2.3 Для проверки работоспособности прибора необходимо проверить правильность подключения прибора. Провести калибровку прибора ( раздел 9).

## **8 Порядок работы**

### **8.1 Общие указания**

8.1.1 Перед началом эксплуатации необходимо ознакомиться с настоящим руководством по эксплуатации.

8.1.2 В целях поддержания в рабочем состоянии аппаратуры и предотвращения выхода ее из строя необходимо выполнять следующие указания.

8.1.2.1 Не допускается использования уплотнительных резиновых колец с дефектами поверхности. Канавки под кольца должны быть очищены от грязи, на их краях не допускается наличие заусенец, шероховатостей и повреждения поверхности. Кольца должны быть смазаны смазкой ЦИАТИМ-221. Запасные резиновые кольца следует хранить запечатанными в пакеты из полиэтиленовой пленки, в сухом темном прохладном месте. Срок хранения колец не более двух лет.

8.1.2.2 Эксплуатация скважинного прибора допускается только с закрепленными до упора деталями блоков и узлов.

8.1.2.3 Запрещается подвергать прибор резким ударным воздействиям. В связи с наличием в приборе детектора NaI необходимо также предохранять прибор от резких изменений температуры. Допустимая скорость изменения температуры – не более 2°С в минуту.

8.1.2.4 После завершения работ на скважине скважинный прибор должен быть очищен от остатков грязи и скважинной жидкости. Резьбу и посадочную поверхность на законцовках прибора следует тщательно протереть чистой ветошью и надеть защитный колпак.

8.1.2.5 Транспортировать прибор необходимо в закрепленном состоянии с установленными транспортными заглушками.

8.1.2.6 Во избежание загрязнения и попадания влаги в электронные блоки, вскрывать прибор для ремонта, проверки и настройки его функциональных модулей и блоков рекомендуется в специально предназначенных для этих работ помещениях. **Электрические напряжения некоторых цепей прибора достигают 2000 В (модуль МСВН, МФЭУ-5).**

8.1.2.7 В связи с ограниченностью сроков хранения отдельных комплектующих изделий (ФЭУ-102, детекторы NaI(Tl)) необходимо своевременно заказывать и приобретать их в установленном порядке.

### **8.2 Подготовка прибора к работе**

8.2.1 Подготовку аппаратуры следует производить в указанном ниже порядке.

8.2.1.1 Снять с прибора «КП-71ЭГРТ» транспортную заглушку, проконтролировать состояние уплотнительных колец.

8.2.1.2 Смазать уплотнительные кольца безкислотной смазкой. Убедиться в отсутствии механических повреждений.

8.2.1.3 Соединить скважинный прибор с каротажным кабелем, а коллекторные концы с комплектом регистрации.

8.2.1.4 Запустить программу регистрации каротажа и выбрать прибор «КП-71ЭГТР».

8.2.1.5 Установить напряжение питания прибора  $150\text{В} \pm 30\text{В}$  в режиме стабилизации напряжения. При этом ток запуска прибора может составить 350 мА, а ток потребления в установившемся режиме для «КП-71ЭГРТ» не должен превышать 50 мА.

### 8.3 Порядок проведения работ на скважине.

8.3.1 Провести операции по п.п. 8.2.1.1- 8.2.1.5.

8.3.2 Опустить прибор в скважину, после выхода из колонны включить питание и наблюдать на спуске за движением прибора по изменению показаний в немонотонных интервалах.

8.3.3 Запись вести при подъеме на скорости не выше 400 м/ч при шаге квантования 10 см. При входе в колонну выключить аппаратуру.

8.3.4 После окончания записи в интервале каротажа поднять прибор на поверхность, обмыть водой корпус скважинного прибора.

8.3.5 Выключить аппаратуру, отсоединить прибор от каротажного кабеля, смазать кольца и резьбовые соединения, навинтить на прибор транспортную заглушку.

## 9 Калибровка

### 9.1 Общие положения

Прибор подлежит первичной и периодической калибровкам. Периодичность калибровки прибора один раз в год. Калибровка прибора проводится так же каждый раз после его ремонта.

### 9.2 Операции и средства калибровки

9.2.1 При проведении калибровки должны быть выполнены следующие операции и применены средства калибровки с характеристиками, указанными в таблице 9.1.

Таблица 9.1.

Наименование операции	Номер пункта данного руководства по эксплуатации	Наименование основного или вспомогательного средства калибровки; номер документа, регламентирующего технические требования к средству; основные технические характеристики	Обязательность выполнения операции при	
			первичной калибровке	периодической калибровке
1 Внешний осмотр	9.5.1	-	да	да
2 Опробование:				
- калибровка зондов БКЗ и определение основной относительной погрешности регистрации кажущегося удельного сопротивления	9.6	Магазин сопротивлений Р33 ТУ 25-04-296-75 Класс 0,2; Комплекс цифровой регистрирующий, например, "ГЕОФИТ-1107"	да	да
- калибровка зонда ПС	9.7	Прибор проверки вольтметров программируемый В1-13	да	да
- калибровка зонда резистивметра	9.8	Кондуктометр Анион 4100	да	да
- калибровка зонда термометра	9.9	Установка УПКТ, ТУ 39-1482-90. Диапазон температур - 5...150°C. Пределы погрешности поддержания температуры $\pm 0.3^\circ\text{C}$	да	да

- калибровка зонда ГК	9.10	Установка УПГК; ТУ 39-4779056-003-85; пределы допускаемого значения основной относительной погрешности — $\pm 10\%$ .	да	да
-----------------------	------	---	----	----

9.2.2 Все средства калибровки должны иметь действующие документы об их аттестации.

9.2.3 Допускается применение других средств калибровки, вновь разработанных или находящихся в применении, обеспечивающих необходимую точность калибровки.

9.2.4 Соотношение пределов допускаемых значений основных погрешностей между средством калибровки и калибруемым прибором должно быть не более 1/3.

### 9.3 Требования к квалификации персонала

9.3.1 Для проведения калибровки необходимо изучить настоящее руководство и эксплуатационную документацию на средства калибровки, указанные в таблице 9.1.

### 9.4 Условия калибровки и подготовка к ней

9.4.1 Калибровка прибора должна проводиться в нормальных условиях эксплуатации:

- температура окружающего воздуха, °С -  $20 \pm 5$
- относительная влажность окружающего воздуха, - 80
- атмосферное давление, кПа (мм.рт.ст.) - 84 - 10 (630 - 795)

### 9.5 Проведение калибровки

9.5.1 При внешнем осмотре должно быть установлено:

- соответствие комплектности прибора требованиям таблицы 3.1;
- отсутствие повреждений уплотнительных колец;
- отсутствие дефектов покрытий.

**Примечание:** Прибор должен быть представлен на калибровку с паспортом для приборов, выпущенных после ремонта, или со свидетельством о предыдущей калибровке и паспортом для остальной аппаратуры.

При отрицательных результатах внешнего осмотра прибор калибровке не подлежит и направляется на устранение обнаруженных дефектов.

### 9.6 Калибровка зондов БКЗ

9.6.1 Определение основной относительной погрешности регистрации кажущегося удельного сопротивления зондами БКЗ в пределах диапазона регистрации проводится по эквивалентной схеме замещения с помощью трех магазинов сопротивлений типа РЗЗ.

9.6.2 Собрать схему регистрации в соответствии с рисунком 9.1. Соответствие электродов зондам БКЗ приведено в табл. 9.2.

Таблица 9.2

Зонды	Электроды		
	А	М	Н
А0.9М0.1N	Э1	Э2	Э3
Н0.9М0.1А	Э3	Э2	Э1

9.6.3 Включить цифровой регистрирующий комплекс в соответствии с руководством оператора и загрузить программу каротажной регистрации. Включить питание прибора. В режиме "стабилизация по напряжению" выставить на источнике постоянного тока напряжение  $150 \text{ В} \pm 30 \text{ В}$ .

9.6.4 Зафиксировать показание "0 Ом\*м" при сопротивлениях магазинов  $M1 = 0$ ,  $M2 = 1000 \text{ Ом}$  и  $M3 = 0$ . Полученное значение является смещением нуля прибора и учитывается при дальнейших установках для магазинов.

9.6.5 Выставляя на магазинах сопротивлений M1, M2, M3 значения, соответствующие кажущемуся сопротивлению  $\rho_0$  по таблице 9.3. для зонда А0.9М0.1N, считать с экрана регистратора фактически регистрируемое значение кажущегося сопротивления  $\rho_\phi$  с учетом пункта 9.6.4.

Примечание: Допустимо применение любого имеющегося эквивалента кабеля, а так же допускается его отсутствие.

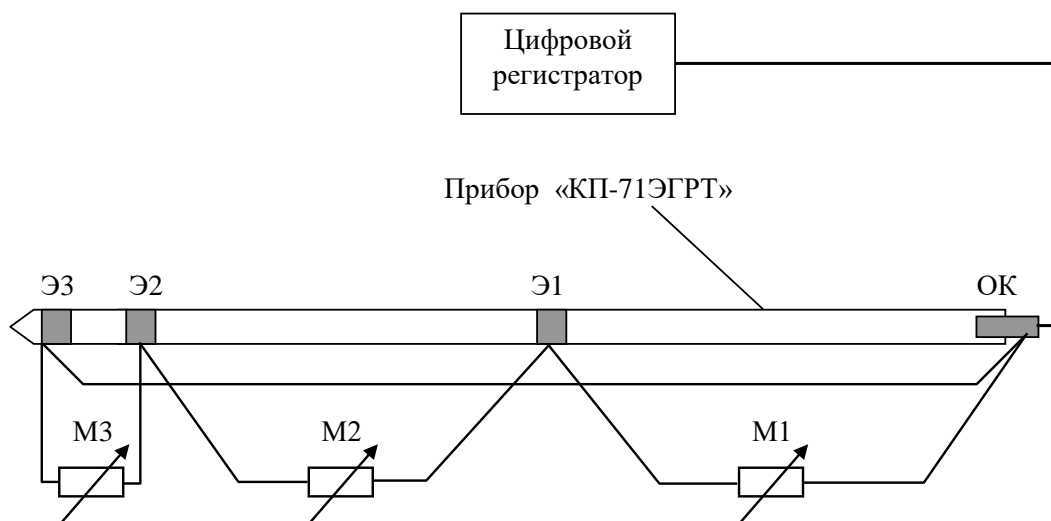
9.6.6 Вычислить фактическую основную относительную погрешность  $D_{орф}$  по формуле:

$$D_{орф} = (\rho_\phi - \rho) * 100 / \rho, \quad (4)$$

где:  $\rho_\phi$  - фактически регистрируемое значение кажущегося сопротивления;

$\rho$  - значение кажущегося сопротивления, взятое из таблицы 9.3 в соответствии с которым были выставлены значения на магазинах сопротивлений R1, R2, R3.

9.6.7 Полученная основная относительная погрешность  $D_{орф}$  не должна превышать допускаемую  $D_{ор}$ , которая приведена в п. 2.3.2.



M1, M2, M3 – Магазины сопротивлений.

Рисунок 9.1 Эквивалентная схема замещения для калибровки зонда БКЗ А0.9М0.1N

Таблица 9.3

А0,9М0,1N				N0,9М0,1А			
$\rho$	M1	M2	M3	$\rho$	M1	M2	M3
2	10	16925	30	2	10	170	30
10	10	3353	30	10	50	130	30
50	10	638,6	30	50	100	80	100
200	10	129,65	30	200	300	30	300
1000	50	89,65	30	1000	1000	600	5000
5000	100	152,4	200				

9.6.8 Собрать схему регистрации согласно схеме, представленной на рисунке 9.2

9.6.9 Повторить пункт 9.6.4 для зонда N0.9М0.1А.

9.6.10 Полученные результаты занести в протокол калибровки (таблица А1).

9.6.11 После выполнения калибровки отключить питание прибора

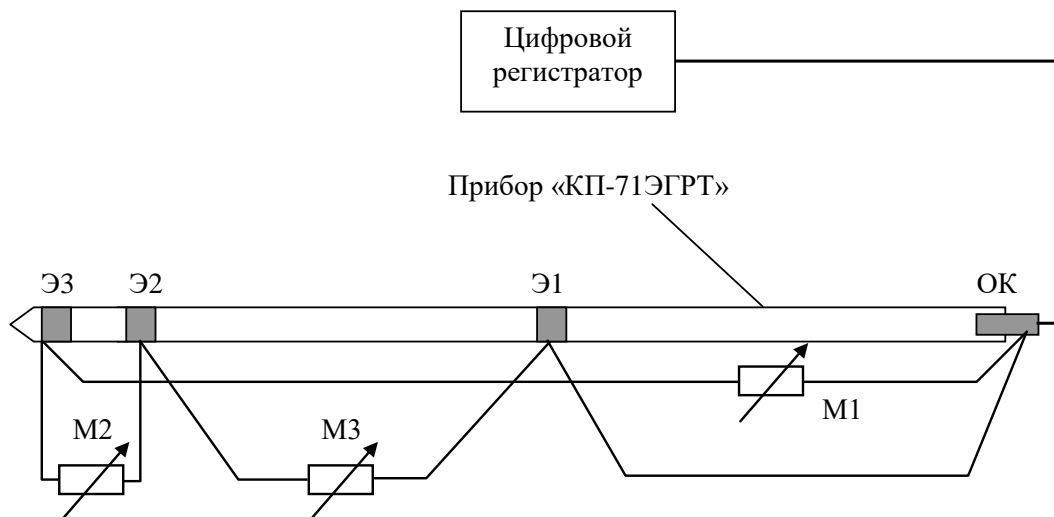


Рисунок 9.2 Эквивалентная схема замещения для калибровки зонда БКЗ N0.9M0.1A

### 9.7 Калибровка зонда ПС

9.7.1 Собрать схему регистрации в соответствии с рисунком 9.3.

9.7.2 Все ручки установки напряжений прибора для проверки вольтметров программируемого В1-13 (в дальнейшем - прибора В1-13) установить в положение '0 В'.

9.7.3 Включить цифровой регистрирующий комплекс в соответствии с руководством оператора и загрузить программу каротажной регистрации. Включить питание прибора. В режиме 'стабилизация по напряжению' выставить на источнике постоянного тока напряжение  $+150 \pm 30$  В.

9.7.4 Включить прибор В1-13.

9.7.5 Зафиксировать показание ПС при '0 В', результат занести в таблицу А3. Полученное значение является смещением нуля  $U_{см}$  и учитывается при дальнейшем измерении. Допустимое смещение нуля  $\pm 10$  мВ.

9.7.6 Изменяя значение напряжения на приборе В1-13 в соответствии с частью 1 табл. 9.4, считать с экрана регистратора фактически зарегистрированные значения ПС  $U_{ф}$  и занести их в таблицу протокола поверки А3.

Таблица 9.4

Часть	Устанавливаемое значение напряжения ПС, $U_{уст.}$ , мВ							
	1	2	3	4	5	6	7	8
1	0	+10	+50	+100	+200	+500	+750	+1000
2	0	-10	-50	-100	-200	-500	-750	-1000

9.7.7 Все ручки установки напряжений прибора В1-13 вернуть в положение '0 В'.

9.7.8 Изменяя значение напряжения на приборе В1-13 в соответствии с частью 2 таблицы 9.4, считать с экрана регистратора фактически зарегистрированные значения ПС  $U_{ф}$ , и занести их в таблицу А3.

9.7.9 Вычислить истинное значение ПС по формуле:

$$U_{пс} = U_{ф} - U_{см}, \quad (5)$$

где  $U_{ф}$  - фактически зарегистрированное значение величины ПС, мВ;  
 $U_{см}$  - величина смещения ПС, мВ.

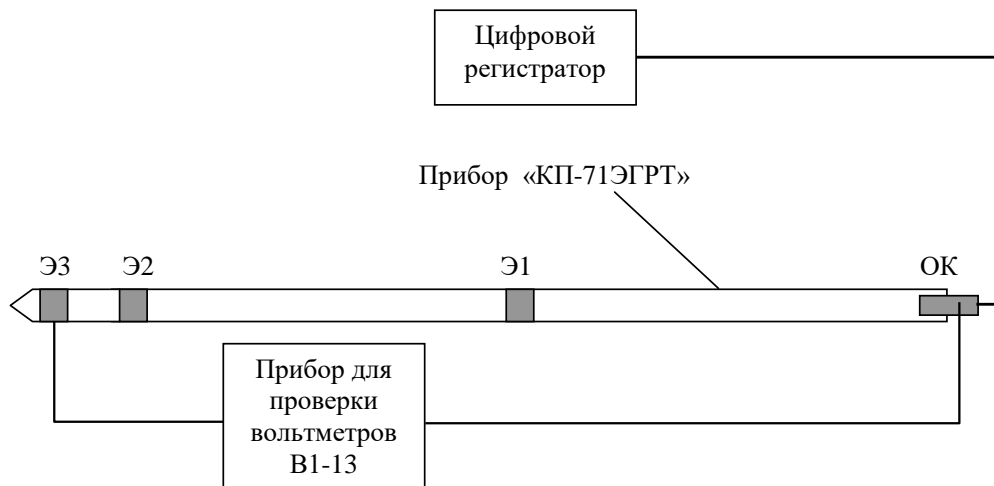


Рисунок 9.3 Эквивалентная схема замещения для калибровки зонда ПС

9.7.10 Вычислить фактическую основную относительную погрешность  $DoU$  по формуле:

$$DoU = (U_{пс} - U_{уст}) * 100 / U_{уст}, \quad (6)$$

где:  $U_{пс}$  - истинное значение ПС, мВ;

$U_{уст}$  - напряжение, установленное на приборе В1-13.

9.7.11 Полученная основная относительная погрешность не должна превышать допустимую, т.е.  $\pm 10\%$ .

9.7.12 Полученные результаты занести в протокол калибровки (таблица А3).

9.7.13 После выполнения калибровки отключить питание прибора и прибора В1-13.

## 9.8 Калибровка зонда резистивиметра

9.8.1 Определение основной относительной погрешности регистрации удельного сопротивления промывочной жидкости резистивиметром производится по калибровочным растворам,готавливаемым путем растворения химически чистого хлористого натрия (NaCl) в дистиллированной воде. Для калибровки необходимо приготовить растворы с удельными сопротивлениями, близкими к приведенным в таблице 9.5.

Таблица 9.5

№ раствора	1	2	3	4	5	6	7
Удельное электрическое сопротивление раствора $\rho$ , Ом*м при 20° С.	0,30	0,50	2,00	10,0	20,0	50,0	80,0

9.8.2 Удельное электрическое сопротивление растворов контролировать образцовым кондуктометром «Анион 4100», предварительно промыв его измерительный сосуд калибровочным раствором не менее трех раз.

9.8.3 Собрать схему регистрации согласно рисунку 9.4.

9.8.4 Включить цифровой регистрирующий комплекс в соответствии с руководством оператора и загрузить программу каротажной регистрации. Включить питание прибора.

9.8.5 Поочередно погружая резистивиметр прибора в емкости с растворами, считать показания для зонда резистивиметра с экрана монитора и занести в таблицу А3 обязательного приложения А.

**ВНИМАНИЕ! ПЕРЕД КАЖДЫМ ПОГРУЖЕНИЕМ БЛОК РЕЗИСТИВИМЕТРА ХОРОШО ПРОМЫТЬ ДИСТИЛЛИРОВАННОЙ ВОДОЙ И ПРОТЕРЕТЬ!**

9.8.6 Вычислить фактическую основную относительную погрешность  $Do_{\phi}$  по формуле:

$$Do_{\phi} = (\rho_{\phi} - \rho) * 100 / \rho, \quad (7)$$



где:  $\rho_f$  – фактические показания резистивиметра, Ом\*м;  
 $\rho$  – удельное электрическое сопротивление раствора, Ом\*м.

9.8.7 Полученная основная относительная погрешность  $D_{орф}$  не должна превышать допускаемую погрешность, оговоренную в п. 2.3.4 настоящего руководства.

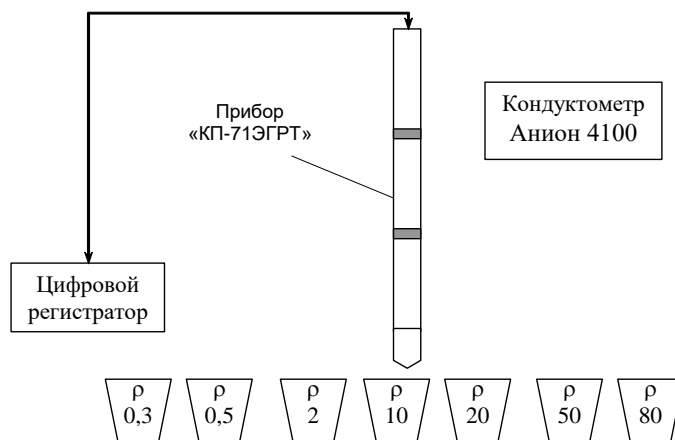


Рисунок 9.4 – Эквивалентная схема замещения для калибровки зонда резистивиметра.

9.8.8 Полученные результаты занести в протокол калибровки (таблица А3 обязательного приложения А).

9.8.9 После выполнения калибровки отключить питание прибора.

## 9.9 Калибровка зонда термометра

9.9.1 Для калибровки зонда термометра собрать схему регистрации согласно рисунка 9.5.

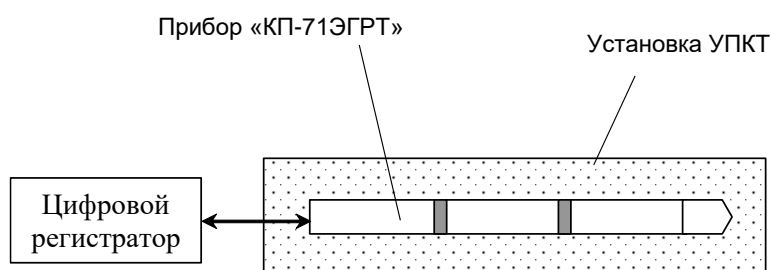


Рисунок 9.5 – Эквивалентная схема замещения для калибровки зонда термометра.

9.9.2 Включить цифровой регистрирующий комплекс в соответствии с руководством оператора и загрузить программу каротажной регистрации. Включить питание прибора.

9.9.3 Задать последовательно температуру 5, 20, 40, 60, 80°C; после выдержки в течение 10 минут в каждой контрольной точке снять по одному показанию образцового термометра и поверяемого прибора.

9.9.4 Вычислить значения температуры, соответствующие показаниям цифрового индикатора в каждой контрольной точке, по формуле:

$$T_i = K_T \cdot N_i, \quad (8)$$

где:  $K_T = 0,002^\circ\text{C}$  — номинальный коэффициент преобразования;

$N_i$  — показания цифрового индикатора в  $i$ -контрольной точке.

9.9.5 Определить погрешность каждого значения регистрации по формуле:

$$\Delta_i = T_i - T_{id}, \quad (9)$$

где:  $T_i$  — вычисленное по формуле (10) значение температуры, °С;

$T_{id}$  — действительное значение температуры, соответствующее показанию образцового термометра в  $i$ -контрольной точке, °С;

9.9.6 Принять за оценку основной абсолютной погрешности калибруемого прибора в каждой  $i$ -контрольной точке максимальную разность, определенную по формуле (9):

$$\Delta_{0i} = \Delta_{i\max}. \quad (10)$$

9.9.7 Определить годность к эксплуатации калибруемого прибора, прибор считается годным, если выполняется неравенство:

$$|\Delta_{0i}| \leq 1^\circ\text{C}. \quad (11)$$

9.9.8 Полученные результаты занести в протокол калибровки (таблица А4 обязательного приложения А).

9.9.9 Определить индивидуальную функцию преобразования вида  $T_1 = a \cdot N + b$  и максимальную погрешность; результаты занести в протокол.

### **9.10 Калибровка зонда ГК**

Калибровка зонда гамма-каротажа прибора «КП-71ЭГРТ» осуществляется по типовой методике установки УПК с использованием источника гамма-излучения.

9.11 Прибор допускается к эксплуатации, если погрешности при калибровках не превышают допускаемых.

## **10 Техническое обслуживание**

10.1 Проверка технического состояния прибора проводится с целью установления его пригодности для дальнейшего использования.

10.2 Непосредственно перед спуском прибора в скважину необходимо проверить отсутствие внешних повреждений охрannого кожуха прибора.

10.3 Не реже одного раза в месяц проводится внешний осмотр прибора, при котором проверяется состояние уплотнительных резиновых колец.

## **11 Хранение и транспортирование**

11.1 Условия хранения соответствуют требованиям ГОСТ 26116-84.

11.2 Прибор хранят в сухом не отапливаемом помещении на стеллажах при температуре окружающей среды от минус 50 до 50 °С и относительной влажности не более 80% при температуре 25 °С.

11.3 В помещениях для хранения не должно быть пыли, паров кислот и щелочей, агрессивных газов и других вредных примесей, вызывающих коррозию.

11.4 В процессе хранения и транспортирования следует оберегать прибор от толчков и ударов.

11.5 Прибор в законсервированном виде имеет возможность транспортирования его любым видом транспорта в условиях механических и климатических воздействий, установленных категориями МС2-3, КС4-2 по ГОСТ 26116-84.

## Приложение А (обязательное)

### Таблицы калибровок приборов

Таблица А1

Зонд	Кажущееся удельное сопротивление, $\rho$ , Ом*м	Допускаемая основная относительная погрешность $D_{ор}$ , %	Фактически регистрируемое кажущееся удельное сопротивление, $\rho_{ф}$ , Ом*м	Фактическая основная относительная погрешность $D_{орф}$ , %
N0,9M0.1A	2	15		
	10	5,5		
	50	5,1		
	200	5,25		
	1000	5,5		
A0,9M0,1N	2	15		
	10	5,5		
	50	5,1		
	200	5,25		
	1000	5,5		
	5000	5,1		

Таблица А2

Часть	Выставленное значение напряжения ПС, $U_{уст.}$ , мВ	Фактически регистрируемое значение величины ПС, $U_{ф}$ , мВ	Истинное значение ПС, $U_{ис}$ , мВ	Фактическая основная относительная погрешность, $D_{оU}$ , мВ
1	0			
	10			
	50			
	100			
	250			
	500			
	750			
	1000			
2	0			
	-10			
	-50			
	-100			
	-250			
	-500			
	-750			
	-1000			

Таблица А3

	Удельное электрическое сопротивление раствора по кондуктомеру, $\rho$ , Ом*м	Допускаемая основная относительная погрешность, %	Фактические показания резистивиметра, $\rho_f$ , Ом*м	Фактическая основная относительная погрешность, $D_{орф}$ , %
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				

Таблица А4.

№	Температура по образцовому термометру, $T_{id}$ , °С	Фактические показания прибора, $T_i$ , °С	Фактическая основная абсолютная погрешность, $\Delta_0$ , °С
1			
2			
3			
4			
5			

## Приложение Б (обязательное)

### Протокол калибровок прибора «КП-71ЭГРТ»

Калибровка зондов БКЗ, ПС, резистивиметра, термометра.

Результаты калибровки зондов заносятся в таблицы, соответствующие данному типу зонда:

- зонд БКЗ - приложение А, таблица А1,
- зонд ПС - приложение А, таблица А2,
- зонд резистивиметра - приложение А, таблица А3.
- зонд термометра - приложение А, таблица А4.

Фактическая основная относительная (абсолютная) погрешность не превышает (превышает) допускаемую.

Исполнитель \_\_\_\_\_ / Ф.И.О. /  
(подпись)

Дата