

КИЛОВОЛЬТМЕТР

РД-30

РУКОВОДСТВО ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ

РД-30.00.00.00 РЭ

Редакция 22.01.09

СОДЕРЖАНИЕ

1	Описание и работа.....	4
1.1	Назначение изделия.....	4
1.2	Условия эксплуатации изделия.....	5
1.3	Основные технические данные.....	5
1.4	Комплектность.....	6
1.5	Устройство и работа изделия.....	7
1.6	Эксплуатация РД-30.....	12
1.7	Работа МИ.....	12
2	Маркировка и пломбирование.....	14
3	Тара и упаковка.....	15
4	Указания мер безопасности.....	15
5	Подготовка к работе и порядок работы	15
6	Техническое обслуживание.....	19
7	Возможные неисправности.....	19
8	Свидетельство о приемке.....	20
9	Гарантии изготовителя (поставщика).....	20
10	Рекламации.....	20

Руководство по эксплуатации РД-30.00.00.00РЭ предназначено для ознакомления с устройством, техническими данными и принципом работы киловольтметра РД-30 в объеме, необходимом для эксплуатации и поддержания его в постоянной готовности к работе.

При проверке киловольтметра следует дополнительно руководствоваться документом: «Кіловольтметр РД-30. Програма та методика державної метрологічної атестації»

Обслуживающий персонал должен иметь допуск на право работы в электроустановках с напряжением свыше 1000 В.

Сокращения, принятые в руководстве:

- БВ – блок высоковольтный;
- МИ– модуль индикаторный;
- ЖКИ – жидкокристаллический индикатор
- ЭД – эксплуатационная документация

В руководстве имеются ссылки на следующие нормативные документы:

- 1) ГОСТ 15150-69. Машины, приборы и другие технические изделия. Исполнения для различных климатических районов
- 2) ГОСТ 17512-82. Электрооборудование и электроустановки на напряжение 3 кв и выше. Методы измерения при испытаниях высоким напряжением
- 3) ГОСТ 22261-82. Средства измерения электрических и магнитных величин. Общие технические условия.
- 4) ДНАОП 0.00-1.21-98 Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів.

1 ОПИСАНИЕ И РАБОТА

1.1 Назначение изделия

1.1.1 Киловольтметр РД-30 (в дальнейшем - РД-30) предназначен для измерения переменного синусоидального напряжения частотой 50 Гц от 1 до 30 кВ и постоянного напряжения от 1 до 35 кВ.

РД-30 обеспечивает измерение с высокой точностью:

- действующего значения переменного напряжения частотой 50 Гц, кВ;
- среднего значения постоянного напряжения, кВ;
- экстремальных значений переменного и постоянного пульсирующего напряжения.

1.1.2 РД-30 может быть использован в испытательных высоковольтных лабораториях электротехнического и энергетического профиля, а также научно-исследовательских учреждениях.

1.1.3 Исполнение изделия соответствует ГОСТ 17512-82, климатической категории УХЛ 4.2 по ГОСТ 15150-69 и группе 2 приборов по ГОСТ 22261-82.

1.2 Условия эксплуатации изделия

1.2.1 РД-30 предназначен для эксплуатации в следующих условиях:

- внутри помещений или под навесом при отсутствии тряски, вибраций, паров агрессивных жидкостей;
- температура окружающего воздуха, °С - от 5 до 40 °С;
- относительная влажность окружающего воздуха, % - до 80;
- атмосферное давление, кПа (мм рт. ст.) - 84 – 106,7 (630-800);
- коэффициент несинусоидальности измеряемого напряжения переменного тока должен быть не более 8%;
- коэффициент пульсации измеряемого напряжения постоянного тока должен быть не более 1%;
- расстояние от высоковольтного блока РД-30-БВ до токопроводящих объектов, которые заземлены или находятся под потенциалом - не менее 0,5 м;

1.3 Основные технические данные

1.3.1 Основные технические данные приведены в таблице 1.

Таблица 1

Наименование	Номинальное значение	Результаты метрологической аттестации
1 Диапазон измерений напряжения постоянного тока, кВ	от 1 до 35	
2 Диапазон измерений напряжения переменного тока (действующее значение), кВ	от 1 до 30	
3 Диапазон частот при измерении напряжения переменного тока, Гц	от 50 до 1000	
4 Входное сопротивление высоковольтного блока РД140-БВ на постоянном токе, Мом	240	
5 Входное сопротивление высоковольтного блока РД140-БВ на переменном токе частотой 50 Гц, Мом, не менее	50	
6 Предел допускаемой относительной погрешности при измерении напряжения постоянного и переменного тока, %	$\pm 1,5$	
7 Питание БВ и МИ производится от четырех встроенных Ni-MH аккумуляторов размера AA напряжением 1,2 В и емкостью 1,8 А·ч: <ul style="list-style-type: none"> • напряжение питания, В - • продолжительность непрерывной работы без подзарядки, ч, не менее - 	5 \pm 0,2 8	
8 Дальность действия радиоканала, м, не менее	5	
9 Продолжительность непрерывной работы РД-30 при максимальном входном напряжении, час, не более	1	
10 Продолжительность непрерывной работы РД-30 при входном напряжении до 75 кВ, час, не более	8	
11 Время установления рабочего режима после включения питания, мин.,	1	
12 Габаритные размеры, мм: <ul style="list-style-type: none"> • РД30-БВ - • РД30-МИ - 	250x200x150 95x190x40	
13 Масса, кг, не более: <ul style="list-style-type: none"> • РД30-БВ - • РД30-МИ - 	1 0,5	
14 Срок службы, лет, не менее	10	

1.4 Комплектность

1.4.1 Состав и комплект поставки изделия приведен в таблице 2.

Таблица 2

Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
РД30-БВ.00.00.00	Блок высоковольтный РД30-БВ	1	С комплектом питания (аккумулятор Ni-MH, размер AA, 1,2В, 1800 мА/ч – 4 шт.)
РД30-МИ.00.00.00	Модуль индикаторный РД30-МИ	1	С комплектом питания (аккумулятор Ni-MH, размер AA, 1,2В, 1800 мА/ч – 4 шт.)
	Источник питания стабилизированный	2	12В стаб, 300-500 мА
РД140.00.00.00РЭ	Руководство по эксплуатации	1	

1.5 Устройство и работа изделия

1.5.1 Функционально РД-30 включает в себя первичный измерительный преобразователь (высоковольтный омический симметричный делитель напряжения) и подключенный к его выходу т.н. «радиовольтметр» - высокоточный микропроцессорный низковольтный вольтметр постоянного и переменного напряжения, состоящий из двух отдельных разнесенных модулей (измерительного и индикаторного), которые связаны между собой по радиоканалу.

Радиовольтметр измеряет среднее значение постоянного (DC) напряжения, действующее (среднеквадратичное) значение переменного (AC) напряжения.

Технические данные радиовольтметра:

- Диапазон входных напряжений измерительного модуля, В ± 1
- Диапазон частот, кГц $0 \div 3,5$
- Разрешение, десятичных знаков 5
- Погрешность измерения (в диапазоне $T_{окр}$ от 0 до 40°C), % $\leq 0,01$
- Время преобразования, с, не более 0,5
- Частотный диапазон радиоканала, МГц 845-945
- Количество частотных каналов 512

- Мощность передатчика, мВт 1
- Дальность радиосвязи (открытое пространство), м, 5-10
- Время непрерывной работы, ч, 8-16
- Габариты платы измерительного модуля, мм 65*75*20
- Габариты индикаторного модуля, мм 95*190*40

1.5.1 Конструктивно РД-30 состоит из высоковольтного блока РД30-БВ, подключаемого к источнику измеряемого напряжения, и индикаторного модуля РД140-МИ, с которого оператор считывает показания. Связь между блоками осуществляется по радиоканалу на частоте примерно 900 МГц и на расстояние 5-10 м.

1.5.2 Схема электрическая принципиальная блока высоковольтного РД30-БВ приведена на рисунке 1, внешний вид – на рисунке 2.

Высоковольтный блок (БВ) представляет собой два частично компенсированных омических делителя напряжения, оба выхода которых подключены к дифференциальному входу аналого-цифрового преобразователя измерительного модуля «радиовольтметра», находящегося в среднем отсеке блока.

На поверхность БВ выведены кнопка выключателя питания Ⓜ , кнопка сброса радиоканала R, светодиод сигнализации напряжения питания и гнездо для заряда аккумуляторов (рисунок 3).

Электропитание БВ осуществляется от аккумуляторов (4 Ni-MH или Ni-Cd аккумулятора AA, емкостью 1500÷1800 мА/ч). Для зарядки используется внешний сетевой блок питания (адаптер) с выходным стабилизированным напряжением постоянного тока 12 В при токе 0,2÷0,5 А.

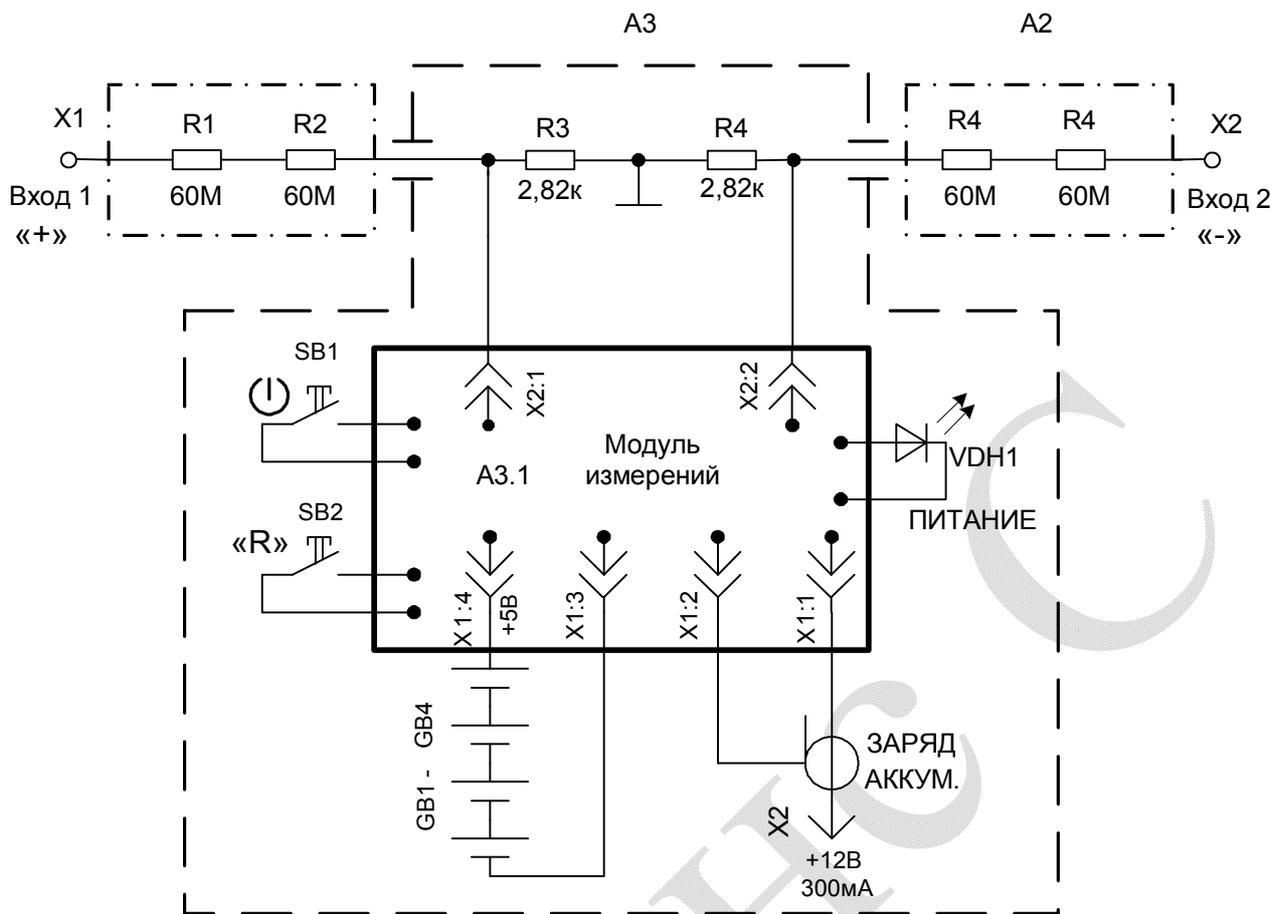


Рисунок 1. Блок высоковольтный РД30-БВ.
 Схема электрическая принципиальная

Рисунок 2. Блок высоковольтный РД30-БВ.
 Вид общий

- 1- зажим X1;
- 2- резистор высоковольтный A1
- 3- средний отсек A3;
- 4- резистор высоковольтный A2
- 5- клемма заземления подставки 1, соединенная с зажимом X2;
- 6 – ножка (3 шт.)

1.5.3 Индикаторный модуль РД140-МИ (рисунок 4) выполнен в виде ручного измерительного прибора с ЖКИ, радиочастотным приемопередатчиком, микроконтроллером и USB-портом для подключения к компьютеру.

Индикаторный модуль обеспечивает следующие функции:

- индикацию измеряемого напряжения;
- беспроводную связь с БВ по радиоканалу на расстоянии 5-10 м;
- программную корректировку передаточной характеристики БВ в процессе юстировки по эталонному измерителю высокого напряжения;

Задание функции преобразования (настройка) осуществляется при помощи программы настройки для персонального компьютера, подключаемого через USB-порт к индикаторному блоку. Эта настройка осуществляется на предприятии-изготовителе или в метрологическом центре.

Программа настройки обеспечивает сплайн-обработку табличных данных входных и выходных величин в измерительном модуле и пересылку полученной функции преобразования в индикаторный модуль.



Рисунок 4. Модуль индикаторный РД140-МИ



Рисунок 5



Рисунок 6

На передней панели РД140-МИ (рисунок 4) имеется экран алфавитно-цифрового ЖКИ, светодиод сигнализации питания и четыре кнопки управления. Сбоку находится разъем USB-порта, сверху – гнездо для заряда аккумуляторов.

Электропитание МИ осуществляется от аккумуляторов (4 Ni-MH или Ni-Cd аккумулятора AA, емкостью 1500÷1800 мА/ч). Для зарядки используется внешний сетевой блок питания (адаптер) с выходным стабилизированным напряжением постоянного тока 12 В при токе 0,2÷0,5 А.

Функции кнопок приведены в таблице 3.

Таблица 3

Наименование (символ) кнопки	Назначение
⏻	Включение/отключение питания.
◐	Многофункциональная кнопка контрастности. При кратковременном нажатии подсвечивается экран, при длительном – происходит переход в режим регулировки контрастности ЖКИ, который производится кнопками РЕЖИМ и СТОП.
РЕЖИМ	При нажатии происходит переход между режимом отображения АС-DC напряжения и режимом отображения экстремальных значений (max-min)
СТОП	При нажатии происходит остановка смены информации на ЖКИ (фиксация результата измерения)

1.6 Эксплуатация РД-30

1.6.1 Включение питания

Включить БВ и МИ можно, нажав кнопки  («ПИТАНИЕ») на обоих блоках. Включение блоков можно осуществлять в произвольной последовательности. Включение индицируется светодиодами на передней панели обоих блоков.

Если по каким-либо причинам один из блоков не может установить радиосвязь с другим блоком в течение 30 минут (например, будет выключен один из двух блоков или блоки будут разнесены за пределы досягаемости радиопередатчиков), он автоматически выключится для экономии аккумуляторной батареи.

Светодиод на передней панели отображает состояние электропитания блоков в соответствии с таблицей 4.

Таблица 4

Состояние	Значение
Горит постоянно	Питание в норме или зарядка аккумуляторов окончена
Часто мигает (2 раза в секунду)	Аккумуляторы разряжены, требуется зарядка
Редко мигает (1 раз в 2 секунды)	Зарядное устройство подключено, аккумуляторы заряжаются

1.6.2 Регулировка ЖКИ модуля индикации

Кнопка  (кратковременное нажатие) включает/выключает подсветку ЖКИ. Длительное нажатие (более 1 с) этой кнопки включает регулировку контрастности ЖКИ.

При этом кнопка «РЕЖИМ» уменьшает контрастность, кнопка «СТОП» увеличивает контрастность.

Повторное нажатие кнопки  заканчивает регулировку.

1.6.3 Работа МИ

МИ отображает результат измерения поданного на БВ напряжения постоянного или переменного тока. Все величины вычисляются непрерывно, и отображаются на дисплее с усреднением за время приблизительно 0,5 с.

Кнопкой «РЕЖИМ» можно выбрать два режима отображения результатов измерения:

AC xxx,xx kV

DC xxx,xx kV

или

MAX xxx,xx kV

MIN xxx,xx kV

-напряжение переменного тока (действующее значение приложенного напряжения), кВ

-напряжение постоянного тока (среднее значение приложенного напряжения), кВ

-амплитудное значение (максимум), кВ

-амплитудное значение (минимум), кВ

ПРИМЕЧАНИЕ - см. также рисунки 5 и 6.

ВНИМАНИЕ! Ввиду того, что РД-30 к настоящему времени не аттестован для режима измерения амплитудных значений, пользоваться этим режимом запрещается.

Измеритель автоматически распознает вид напряжения (переменное или постоянное) и выводит его значение в нужной строке.

Кнопка «СТОП» служит для остановки индикации. Показания экрана "замораживаются", в правом нижнем углу выводится буква «Н» (HOLD).

Повторное нажатие кнопки возобновляет индикацию.

2 МАРКИРОВКА И ПЛОМБИРОВАНИЕ

2.1 На корпусе высоковольтного блока нанесена маркировка "Блок высоковольтный РД140-БВ", номер, год выпуска.

2.2 На лицевой стороне индикаторного модуля нанесена маркировка «РД140-МИ» и товарный знак предприятия - изготовителя, на задней - номер, год выпуска. Для удобства комплектации высоковольтный блок и индикаторный модуль имеют одинаковые номера.

2.3 На укладочный ящик нанесена маркировка «РД-30 № хх. Год выпуска».

2.4 Пломбирование изделия проведено в блоке РД140-БВ, где на плате измерительного модуля выводы микроконтроллера замкнуты пайкой и опломбированы наклейкой с печатью метрологического органа. При этом невозможно провести повторную самостоятельную перенастройку измерителя.

3 ТАРА И УПАКОВКА

2.5 Измеритель вместе с эксплуатационной документацией и упаковочным листом укладывается в укладочный ящик.

Перед укладкой в ящик каждую составную часть измерителя обернуть полиэтиленовой пленкой.

Каждую составную часть измерителя укладывать в ящик таким образом, чтобы зазоры между ними и стенками ящика были заполнены амортизирующими средствами.

2.6 Транспортирование измерителя на большие расстояния осуществляется в транспортной таре по ГОСТ 2991-85.

4 УКАЗАНИЯ МЕР БЕЗОПАСНОСТИ

4.1 К работе с РД-30 допускаются лица, имеющие группу по технике безопасности в установках с напряжением выше 1000 В не ниже третьей.

4.2 Работа с РД-30 должна выполняться в соответствии с правилами техники безопасности в электроустановках с напряжением свыше 1000В (ДНАОП 0.00-1.21).

4.3 **ВНИМАНИЕ!** Нельзя подавать высокое напряжение на высоковольтный блок при подключенном к нему зарядном устройстве. Это неминуемо приведет к пробоем высокого напряжения на сеть и порче измерителя.

5 ПОДГОТОВКА К РАБОТЕ И ПОРЯДОК РАБОТЫ

5.1 Перед проведением измерений от несимметричного источника напряжения следует:

- установить высоковольтный блок РД30-БВ возле источника измеряемого напряжения таким образом, чтобы в радиусе 0,5 м от блока не было металлических предметов, как заземленных, так и находящихся под потенциалом;
- соединить один из высоковольтных зажимов РД30-БВ с контуром заземления проводом сечением не менее 1,1 мм²;
- подключить источник измеряемого напряжения к другому высоковольтному зажиму (второй вывод источника должен быть заземлен). Провод не должен провисать ниже верхней точки конструкции РД30-БВ, а его диаметр, во избежание коронирования, должен быть не менее 8 мм ;
- расположить МИ на рабочем месте оператора. Расстояние между МИ и БВ должно быть не более 5-10 м.

5.2 При проведении измерений следует:

- включить питание БВ и МИ кнопками включения питания (при этом должны загореться светодиоды сигнализации питания, а экран МИ должен выглядеть подобно рисунку 5);

- включить источник измеряемого напряжения и произвести отсчет показаний МИ в киловольтах;
- записать результат и вычислить погрешность измерения;
- выключить источник измеряемого напряжения.

5.3 Вычисление погрешности измерения

5.3.1 При измерении в рабочих условиях эксплуатации (т.е. в условиях, перечисленных в п.1.2) абсолютная погрешность вычисляется по формуле:

$$\Delta_{\text{оп}} = \gamma_{\text{оп}} U_x 10^{-2}, \quad (1)$$

где $\Delta_{\text{оп}}$ - модуль предельного значения абсолютной погрешности, кВ;

$\gamma_{\text{оп}}$ - предел допускаемого значения относительной погрешности, %;

U_x - величина измеряемого напряжения, кВ.

5.3.2 При измерении в высокоомных цепях следует учитывать систематическую погрешность измерения, обусловленную конечным входным сопротивлением измерителя.

5.3.3 Далее приведены примеры измерений и обработки результатов измерений. **ВНИМАНИЕ!** Следует иметь в виду, что при реальных измерениях в качестве предела относительной погрешности $\gamma_{\text{оп}}$ следует брать значение, полученное в результате метрологической аттестации (или последней поверки), а не нормированное значение, как в примерах.

Пример 1

В результате однократного измерения переменного напряжения на выходе мощного (выходное сопротивление 10 кОм) высоковольтного трансформатора при температуре 20°C получено значение 35,53 кВ.

Подставив в (1) $\gamma_{\text{оп}}=0,7\%$, получим $\Delta_{\text{оп}}=0,25$ кВ

Результат запишем в виде:

$U=35,53$ кВ, $\Delta_{\text{оп}}=\pm 0,25$ кВ, или $U = (35,53\pm 0,25)$ кВ

Пример 2

Производилось однократное измерение постоянного напряжения на выходе высоковольтного выпрямителя с токоограничительным выходным резистором величиной 10 Мом при температуре плюс 35°C. Получено значение $U=130,67$ кВ.

Анализ условий эксперимента дает следующее:

1) $\gamma_{оп} = 0,9\%$;

Подставляя эти значения в (1), получим: $\Delta = 0,9 * 130,67 * 10^{-2} = 1,18$ (кВ)

Результат можно было бы записать в виде: $U = 130,67$ кВ, $\Delta = \pm 1,18$ кВ, но из-за большого выходного сопротивления источника напряжения измеренное напряжение будет занижено, т.к. образовался паразитный делитель напряжения с коэффициентом деления:

$$K = \frac{U_1}{U_2} = \frac{R_{вых} + R_{вх}}{R_{вх}} = \frac{10 + 1600}{1600} = 1,00625, \text{ где } U_1, U_2 - \text{напряжения соответственно на входе и}$$

выходе этого паразитного делителя. Поэтому измеренное напряжение нужно увеличить на 0,6%, т.е. $U = 130,67 * 1,006 = 131,486 = 131,49$ кВ.

Окончательно: $U = 131,49$ кВ, $\Delta = \pm 1,18$ кВ

6 ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ

6.1 Техническое обслуживание измерителя РД-30 сводится к поддержанию в чистоте и периодической зарядке аккумуляторов БВ и МИ.

6.2 Для заряда в гнездо заряда подключают штекер устройства заряда аккумуляторов (стабилизированный источник постоянного напряжения 12В, 300 мА), а сам источник включают в сеть 220В, 50 Гц. Заряд длится 10-14 ч, никаких кнопок при этом нажимать не нужно.

Светодиод питания:

- при работе прибора и нормальном напряжении аккумуляторов светится постоянно;
- при работе прибора и низком напряжении аккумуляторов часто мигает;
- при зарядке аккумуляторов редко мигает.

По окончании заряда светодиод перестает мигать и светится постоянно.

6.3 При проведении технического обслуживания необходимо:

- очистить блоки РД-30 от пыли марлевой салфеткой;
- протереть высоковольтную изоляцию БВ салфеткой, смоченной спиртом этиловым ректифицированным техническим сорта «Экстра» ГОСТ 18300-87 (расход спирта на одну протирку – 50 г.).

7 ВОЗМОЖНЫЕ НЕИСПРАВНОСТИ

7.1 Возможные неисправности приведены в таблице 5.

Таблица 5

Наименование неисправности, внешние проявления и дополнительные признаки	Вероятная причина	Способ устранения
<p>1 При включении питания кнопкой  светодиод питания не светится. На экране РД30-МИ нет символов.</p>	<p>Аккумуляторы полностью разряжены или обрыв в цепи питания из-за плохого контакта в аккумуляторном контейнере</p>	<p>1.1 Зарядить аккумуляторы с помощью штатного зарядного устройства. 1.2 Открыть отсек питания и проверить авометром (например, типа Ц4312) напряжение на аккумуляторах ($5 \pm 0,25$В). При отсутствии напряжения на выходе попробовать восстановить контакт вращением аккумуляторов</p>
<p>2 При включении питания РД30-МИ кнопкой  на экране появляется сообщение "No signal. Check power" ("Нет сигнала. Проверьте питание")</p>	<p>2.1 Не включено питание блока РД30-БВ. 2.2 Питание блока РД30-БВ включено, но радиосигнал отсутствует или слишком слабый. 2.3 Сбой радиоканала. При этом БВ и МИ работают на разных частотах и не «видят» друг друга.</p>	<p>2.1 Включить питание блока РД30-БВ. 2.2 Если расстояние между устройствами превышает 10 м, то связь может отсутствовать. Следует уменьшить расстояние. 2.3 Проблема устраняется переходом на частоту по умолчанию в БВ и МИ. Выключить питание РД30-БВ. Нажать кнопку R на панели управления БВ, и, не отпуская, нажать кнопку питания. При этом светодиод питания мигнет и снова засветится, а радиоканал перейдет на частоту по умолчанию. Такую же операцию следует выполнить в МИ, только там роль кнопки R выполняет кнопка регулировки контрастности.</p>

8 СВИДЕТЕЛЬСТВО О ПРИЕМКЕ

Измеритель высокого напряжения постоянного и переменного тока РД-30 зав. № _____ соответствует обязательным требованиям государственных стандартов, действующей технической документации и признан годным для эксплуатации.

М.П.

Дата выпуска _____

ОТК _____

9 ГАРАНТИИ ИЗГОТОВИТЕЛЯ (ПОСТАВЩИКА)

- 9.1 Предприятие-изготовитель (поставщик) гарантирует работоспособность (сохранность эксплуатационных характеристик) изделия в течение 12 месяцев со дня передачи заказчику.
- 9.2 В период гарантийного срока эксплуатации изготовитель производит бесплатный ремонт изделия и его принадлежностей, вышедших из строя, при условии, что потребителем не были нарушены правила эксплуатации.
- 9.3 Гарантия не распространяется на изделие с механическими дефектами, полученными в результате небрежной транспортировки и эксплуатации.
- 9.4 По истечении гарантийного срока изготовитель осуществляет сервисное обслуживание по отдельному договору.

10 РЕКЛАМАЦИИ

10.1 При возникновении неисправности изделие следует переслать поставщику в полном комплекте с приложением рекламации, написанной в произвольной форме, но с обязательным указанием следующих данных:

- тип и зав. номер изделия;
- внешнее проявление неисправности;
- фамилия лица, заполнившего рекламацию;
- обратный адрес и контактный телефон.

Адрес поставщика указан в договоре на поставку.