

**ИСКАТЕЛЬ ПОВРЕЖДЕНИЙ ИЗОЛЯЦИИ
И ТРАССОИСКАТЕЛЬ**

ИПИТ-4К

**Паспорт
Техническое описание
Руководство по эксплуатации**

СОДЕРЖАНИЕ

1. НАЗНАЧЕНИЕ.....	3
2. ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ.....	3
2.1 Генератор сигнала	4
2.2 Приемник сигнала	5
3. СОСТАВ ИЗДЕЛИЯ И КОМПЛЕКТ ПОСТАВКИ	6
4. УСТРОЙСТВО И УПРАВЛЕНИЕ.....	7
4.1 Генератор - устройство и конструкция.....	7
4.2 Генератор - управление и режимы работы.....	9
4.3 Приемник - устройство и конструкция.....	12
4.4 Приемник - управление и режимы работы.....	15
4.5 Датчик комбинированный - устройство и конструкция.....	19
5. МЕРЫ БЕЗОПАСНОСТИ.....	20
6. ПОДГОТОВКА И РАБОТА	21
6.1 Генератор - включение и работа	21
6.2 Приемник - включение и работа	25
6.3 Определение расположения трубы (трассировка)	27
6.4 Определение мест повреждения изоляции.....	30
7. ХРАНЕНИЕ, ТРАНСПОРТИРОВКА И ОБСЛУЖИВАНИЕ.....	33
8. ГАРАНТИИ ИЗГОТОВИТЕЛЯ	33
9. СВИДЕТЕЛЬСТВО О ПРИЕМКЕ	34

1. НАЗНАЧЕНИЕ

Искатель повреждений изоляции и трассоискатель ИПИТ-4К является комплектом, который состоит из приемника и генератора сигнала. ИПИТ позволяет проверять целостность изоляции и определять расположение подземных металлических трубопроводов.

При обследовании изоляции и определении расположения труб приемник искателя может работать на нескольких фиксированных частотах с использованием генератора сигнала или использовать сигнал тока в трубе от станций катодной защиты. Приемник имеет универсальный вход для подключения электромагнитной направленной антенны (при определении расположения труб). При поиске мест сквозных повреждений изоляции к этому входу подключаются электроды (штыри) для контактного или бесконтактного определения потенциала на поверхности грунта. Приемник дополнительно имеет один специальный вход для подключения комбинированного датчика. Комбинированный датчик включает как электромагнитные антенны для определения расположения (трассировки) трубы, так и бесконтактный емкостной датчик для определения мест сквозных повреждений изоляции.

На экране приемника могут выводиться как мгновенные значения сигналов датчиков, так и развернутые во времени графики с глубиной выборки около минуты для возможности анализа характера изменения сигнала при перемещении датчиков над трубой. Приемник искателя обеспечивает слуховой контроль уровня сигнала датчиков через головные телефоны.

Генератор сигналов искателя может работать как автономно от встроенного аккумулятора, так и от внешнего источника тока 12 В. Генератор позволяет подавать сигнал в трубу как контактно (через соединительные провода и заземлитель), так и бесконтактно (с использованием встроенной электромагнитной излучающей антенны).

2. ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Приборы комплекта выполнены в климатическом исполнении У1 по ГОСТ 15150-69 с диапазоном рабочих температур от -20 до +40 °С и возможностью размещения на открытом воздухе. Степень защиты от проникновения твердыми предметами, пыли и влаги соответствует IP 53.

ИПИТ-4К позволяет обнаруживать места сквозных повреждений изоляции с поверхности грунта в радиусе не более 0.5 м.

Максимальная глубина залегания исследуемого трубопровода 5 м.
Минимальная площадь обнаруживаемого повреждения изоляционного покрытия трубопровода не более 10 мм².

Сопротивление изоляции выходных цепей генератора не менее 20 МОм.

2.1 Генератор сигнала

Параметр	Значение
Частота выходного сигнала переменного напряжения и тока, Гц	275±0,3 1025±1 5000±5
Режимы генерации сигнала	1- Импульсный одночастотный с периодом повторения 1 с, 2- импульсный с частотой 5 кГц на встроенную электромагнитную антенну, 3- непрерывный одночастотный, 4- многочастотный (все частоты с периодом повторения 1с).
Мощность в импульсе сигнала поддерживается автоматически при изменении нагрузки и устанавливается ступенчато на уровне, Вт	2 - 30
Максимальное значение напряжение выходного сигнала, В, размах	200
Выходного напряжение автоматически ограничивается на половину на холостом ходу (для повышения безопасности), В, амплитуда	50
Генератор имеет встроенную электромагнитную антенну для излучения направленного электромагнитного поля на частоте сигнала, Гц	5000 (импульсы с периодом повторения 1 с)

Генератор автоматически контролирует напряжение питания и заряд встроенного аккумулятора. Предусмотрена индикация параметров нагрузки	выходной мощности, выходного напряжения, тока в нагрузке, сопротивления нагрузки
Генератор имеет встроенный литиевый аккумулятор и автоматическое зарядное устройство с общей запасаемой энергией, Вт*ч при 20 °С.	25
Генератор может работать и заряжать встроенный аккумулятор от внешнего источника постоянного тока или аккумулятора с напряжением, В	11 ÷ 15
Габаритные размеры генератора, мм	250x200x120
Масса, кг, не более	1,5

2.2 Приемник сигнала

Параметр	Значение
Частоты селективного усиления, Гц	100 275 1025 5000 полоса (500÷2000)
Чувствительность частотах 275, 1025 и 5000 Гц, мкВ, не более	2
На дисплей выводится временной график результатов измерений. Глубина выборки (памяти) измерений составляет, секунд	12, 25, 50
Время непрерывной работы от встроенного аккумулятора без подзарядки при положительной рабочей температуре, час, не менее	20
Габаритные размеры приемника, мм	140x90x200
Масса приемника, кг, не более	0.7

Габаритные размеры датчика комбинированного	
- в сложенном состоянии, мм	600x200x50
- в рабочем состоянии, мм	600x750x50
Масса датчика комбинированного, кг, не более	0.8

3. СОСТАВ ИЗДЕЛИЯ И КОМПЛЕКТ ПОСТАВКИ

Наименование	Количество шт.
Генератор сигнала ИПИТ-4К	1
Штырь с гальванической связью (без изоляции)	1
Клипса генератора с магнитом	1
Провод генератора для подключения выхода генератора к трубе и заземлителю (5 м, 0.75 мм ² , крючки)	2
Сетевое адаптер питания для заряда встроенного аккумулятора генератора или приемника 12 В 2А со штекером 5.5*2.1мм.	2
Приемник сигнала ИПИТ-4К	1
Антенна приемника электромагнитная*	1
Штырь заземляющий*	2
Провод приемника для подключения штырей изолированных (1.5 м, 0.75 мм ² , крючки)*	2
Провод приемника для подключения штырей изолированных (4 м, 0.75 мм ² , крючки)*	1
Датчик комбинированный для бесконтактного обследования изоляции и определения расположения трубопровода	1
Телефоны головные	1

Наименование	Количество шт.
Паспорт, техническое описание и руководство по эксплуатации	1

* комплектуется по желанию покупателя.

4. УСТРОЙСТВО И УПРАВЛЕНИЕ

4.1 Генератор - устройство и конструкция

Генератор размещен в пластиковом прямоугольном корпусе с крышкой (рис. 1). Вид его лицевой панели на рис. 2.

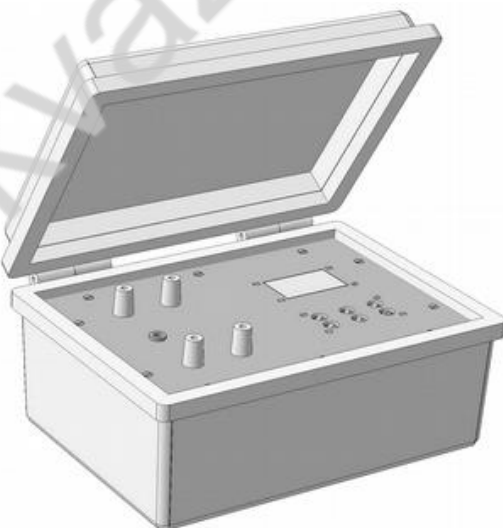


Рис.1. Генератор сигнала

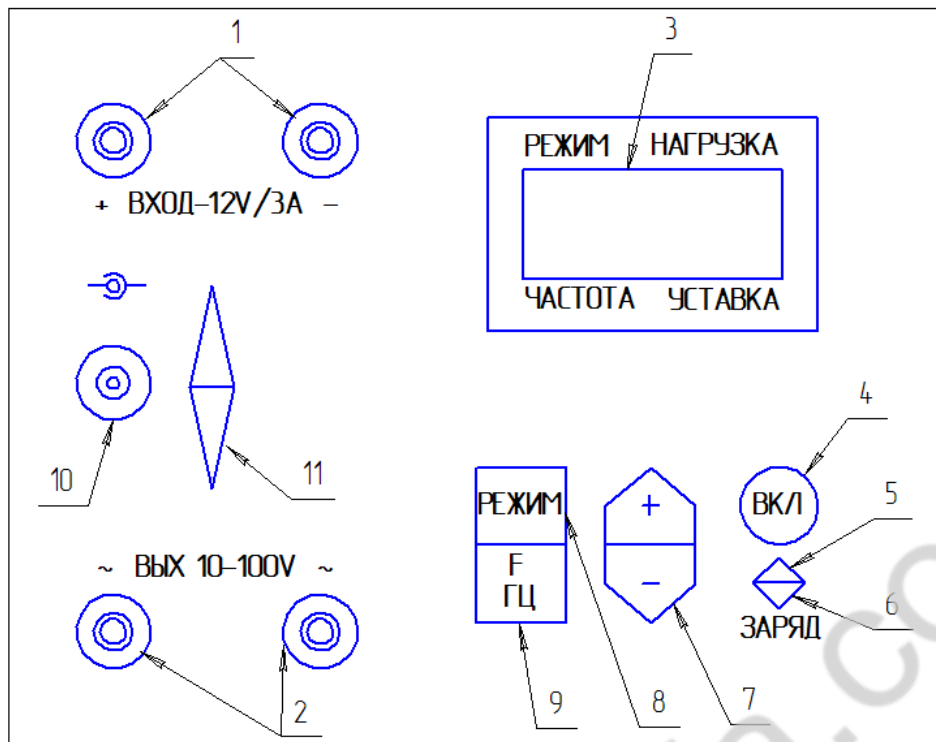


Рис. 2. Лицевая панель генератора

1 – клеммы подключения внешнего источника питания и зарядки постоянным током 2 - клеммы выходного сигнала, 3 - экран дисплея, 4 – кнопка включения (выключения) работы от встроенного аккумулятора, 5 – светодиодный индикатор включения и режима питания, 6 – светодиодный индикатор встроенного зарядного устройства, 7 – кнопки увеличения (уменьшения) установки мощности импульсов сигнала, 8 – кнопки выбора режима генерации сигнала, 9 – кнопка выбора частоты сигнала, 10 - гнездо подключения источника постоянного тока 12 В для зарядки встроенного аккумулятора от сетевого адаптера, 11 - условное изображение расположения встроенной электромагнитной излучающей антенны.

Генератор является источником сигнала напряжения и тока фиксированных частот с автоматическим поддержанием уровня заданной мощности импульсных сигнала. При коротком замыкании на выходе генерация сигнала продолжается в режиме ограничения тока, что позволяет использовать генератор для подачи сигнала на закороченные участки кабелей.

Генератор обладает функцией автоматического поддержания активной составляющей мощности сигнала при изменении параметров нагрузки. На основании заданного уровня мощности генератор выбирает такое выходное напряжение сигнала, чтобы при данном сопротивлении нагрузки выходная мощность соответствовала заданной. При этом

вычисляется и стабилизируется мощность в импульсе сигнала (паузы в периоде генерации импульсов сигнала не учитываются). Амплитуда импульсов подбирается автоматически и меняется в диапазоне от 10 до 100 В. Для дальнейшего снижения выходного напряжения и мощности при перегрузке и коротком замыкании используется укорочение импульсов сигнальной частоты с помощью широтно-импульсной модуляции.

Генератор имеет встроенную направленную электромагнитную антенну для бесконтактной передачи сигнала с помощью электромагнитного поля.

Генератор оснащен встроенным литиевым аккумулятором. Для обеспечения продолжительного использования генератора в зимних условиях, когда емкость встроенного литиевого источника снижается (примерно 50% при -10°C), предусмотрена возможность работы от внешнего кислотного аккумулятора 12 В, например, автомобильного.

4.2 Генератор - управление и режимы работы

Для включения (выключения) генератора при работе от встроенного аккумулятора служит кнопка «ВКЛ».

Первые секунды при включении отводятся на информацию о состоянии источников питания. На верхней строке дисплея отображается общее напряжение всех элементов встроенного литиевого аккумулятора (с мигающей подсказкой «батарея»). Полностью заряженный аккумулятор имеет напряжение 12.0 В, а полностью разряженный 9.0 В.

При подключении внешнего источника питания на нижней строке дисплея показывается его напряжение с подсказкой «питание». Для свинцовых аккумуляторов на 12 В минимальное рабочее напряжение составляет 10.5 В.

При подключении внешнего источника постоянного напряжения (клеммы ВХОД) к **выключенному** генератору сначала включается встроенное автоматическое зарядное устройство и горит индикатор «ЗАРЯД». По мере заряда аккумулятора индикатор начинает коротко мигать, и зарядное устройство генератора переходит из режима максимального зарядного тока в режим подзарядки. В режиме зарядки на дисплей выводится подсказка «зарядка», отображается значок батареи, напряжение на батарее аккумуляторов и время от начала заряда (в формате ЧАС:МИН).

Если необходимо заряжать прибор от сети переменного тока, то сетевой адаптер питания соединяется с предварительно выключенным

генератором. После этого прибор автоматически включается в режиме заряда встроенного аккумулятора.

Если в режиме заряда нажать кнопку «ВКЛ», то прибор переключится в режим генерации сигнала с двойным питанием. В этом режиме питания автоматически переключается на источник с большим напряжением. Емкость встроенного и внешнего аккумулятора суммируются, что повышает максимальную продолжительности автономной непрерывной работы при повышенной мощности выходного сигнала.

Так как рабочее напряжение встроенного литиевого аккумулятора равно 10.5 — 11.0 В, то при подключении внешнего свинцового аккумулятора на 12 В он будет разряжается в первую очередь, а заряд встроенного аккумулятора сохраняется (он включится в конце разряда внешнего аккумулятора). Для отключения внешнего питания его отсоединяют от клемм «ВХОД». Кнопка «ВКЛ» может использоваться для временного отключения и включения режима генерации от внешнего источника питания, но прибор не отключается полностью, а переводится в режим ожидания с током потребления около 30 мА от внешнего источника питания (на дисплее выводится надпись «ВЫКЛ»).

При каждом переключении с одного источника питания на другой прибор подает длинный гудок и изменяется характер индикации светодиода «ПИТАНИЕ». При питании от встроенного аккумулятора этот светодиод мигает (обозначается экономичный режим), а при питании от внешнего источника светится непрерывно (режим максимальной энергии).

Во всех режимах работы в левом верхнем углу дисплея выводит знак элемента питания, по степени «зачернения» которого можно грубо оценить степень заряда встроенного аккумулятора. При разряде до напряжения менее 9.0 В на батарее аккумуляторов прибор автоматически отключится для предотвращения необратимой потери емкости литиевого аккумулятора. Перед аварийным отключением прибор подает редкие гудки встроенного зуммера.

При внешнем питании прибор автоматически прекратит генерацию и перейдет в режим минимального потребления тока при снижении напряжения до 10,5 В, что соответствует предельному разряду для двенадцати-вольтовых свинцовых аккумуляторов. На дисплей выводится надпись «ВЫКЛ» до момента отключения клемм «ВХОД» от внешнего питания.

После отключения «разряженного» внешнего источника питания

режим двойного питания отключается, и генератор может быть включен в автономном режиме кнопкой «ВКЛ» и работать от энергии встроенного аккумулятора.

Расположение информации на дисплей генератора приведено на рис. 3.



Рис.3. Дисплей генератора

Слева вверху выводится условное названия режима генерации сигнала, который выбирается кнопкой «РЕЖИМ».

1. «F1» обозначает основной режим генерации сигнала — одна частота импульсами с периодом повторения 1 секунда.

2. «FA» второй основной режим генерации сигнала — работа встроенной антенны излучателя на частоте 5000 Гц импульсами с периодом повторения 1 секунда.

3. «F123» добавочный режим генерации сигнала — многочастотный режим с последовательной генерацией сигналов фиксированных частот (275, 1025 и 5000 Гц) с периодом повторения 1 секунда.

4. «F0» добавочный режим с непрерывной генерацией сигнала одной из выбранных частот.

Справа вверху дисплея при каждой смене уровня уставки отображается уровень мощность в импульсах генерации сигнала на клеммах «ВЫХ». Если нажать одновременно обе кнопки «+» и «-» регулировки уставки, то уставка не изменится, но поменяется отображение параметров нагрузки на клеммах «ВЫХ». Одновременными и последовательными нажатиями этих кнопок можно установить отображение напряжения (V), тока (A) или сопротивления (Om) на выходных клеммах.

При выключении прибора и при каждой смене режима и частоты генерации уровень уставки мощности сигнала возвращается на минимум (2 Вт).

При работе в режиме генерации на встроенную антенну частота сигнала устанавливается автоматически на максимум (5000 Гц). В режиме антенны нагрузка с выходных клемм должна быть отключена, что обозначается символами холостого хода «X.X» справа вверху

дисплея. Если на выходных клеммах есть нагрузка, то прибор отображает ее значение (Om) и подает звуковой сигнал. При перегрузке выхода работа на встроенную антенну приостанавливается до снятия нагрузки на выходе генератора (в название режима выводятся символы «???»).

Генератор оснащен встроенным звуковым индикатором режимов работы (зуммер). Каждое нажатие кнопок озвучивается одним коротким гудком. Ошибочные или невыполнимые команды обозначаются сдвоенным гудком.

Для управления сигналом на выходе генератора задается необходимый уровень мощности (уставка), выбирается частота сигнала и режим модуляции.

4.3 Приемник - устройство и конструкция

Приемник является селективным усилителем сигнала фиксированных частот. Усиление в канале сигнала может регулироваться вручную или автоматически (APY). Усиление после входного полосового фильтра или блока синтеза тонального сигнала (громкость на выходе для головных телефонов) регулируется отдельно ступенями по 6 дБ. Форма сигнала в наушниках может совпадать с напряжением на выходе полосового фильтра, когда частота слышимого сигнала совпадает с частотой настройки фильтра. Дополнительно есть возможность передавать в наушники синтезированный тон, амплитуда которого пропорциональна уровню сигнала полосового усилителя, а частота постоянна для всего набора рабочих частот (около 1кГц).

Результаты измерений приемник автоматически сохраняет в кольцевом буфере памяти, что позволяет просматривать историю измерений в виде графика на дисплее приемника в разном масштабе времени.

Для работы с импульсными (модулированными) сигналами генератора приемник использует буфер памяти измерений длинной в период импульсного сигнала. Это позволяет выводить на график и в наушники сигнал, пропорциональный амплитудным значениям импульсов сигнала. При работе с непрерывными сигналами (в том числе от станций катодной защиты), на график и в наушники выводятся мгновенные (необработанные) значения отсчетов сигнала в выбранной полосе частот.

При подключении к разъему приемника комбинированного датчика автоматически включается многоканальный режим работы приемника. На дисплей выводятся отсчеты одновременно из двух каналов

комбинированного датчика. В виде линейной шкалы отображается уровень сигнала от одной из электромагнитных антенн (горизонтальной или вертикальной) комбинированного датчика. В виде временного графика выводится сигнал разности потенциалов на двух электродах емкостного датчика потенциалов. Сигнал направленной электромагнитной антенны позволяет определять расположение труб (проводить трассировку), а емкостные датчики используются для обнаружения сквозные повреждения изоляции в местах их контакта с грунтом. В многоканальном режиме работы при ручном управлении усиление меняется одновременно и в канале усиления антенны, и в канале емкостных датчиков. Но система автоматического усиления работает для каждого канала отдельно. Поэтому можно периодически включать и выключать АРУ, а вручную поправлять усиление в нужном канале.

Приемник питается от встроенного литиевого аккумулятора, который заряжается от внешнего источника постоянного тока 12 В. Заряд происходит автоматически встроенным контроллером со светодиодным индикатором. Светодиод горит в процессе заряда и гаснет по его окончанию. Предусмотрена индикация степени заряда аккумулятора и его защита от глубокого разряда. При длительном бездействии во включенном состоянии (более 30 минут) приемник автоматически отключается после нескольких звуковых сигналов.

Приемник размещен в пластиковом прямоугольном корпусе и имеет регулируемый ремень для переноски на шее или плече.

Органы управления в виде кнопок и дисплей размещены на передней панели корпуса (рис.4). Все соединительные разъемы расположены на задней панели корпуса (рис.5).

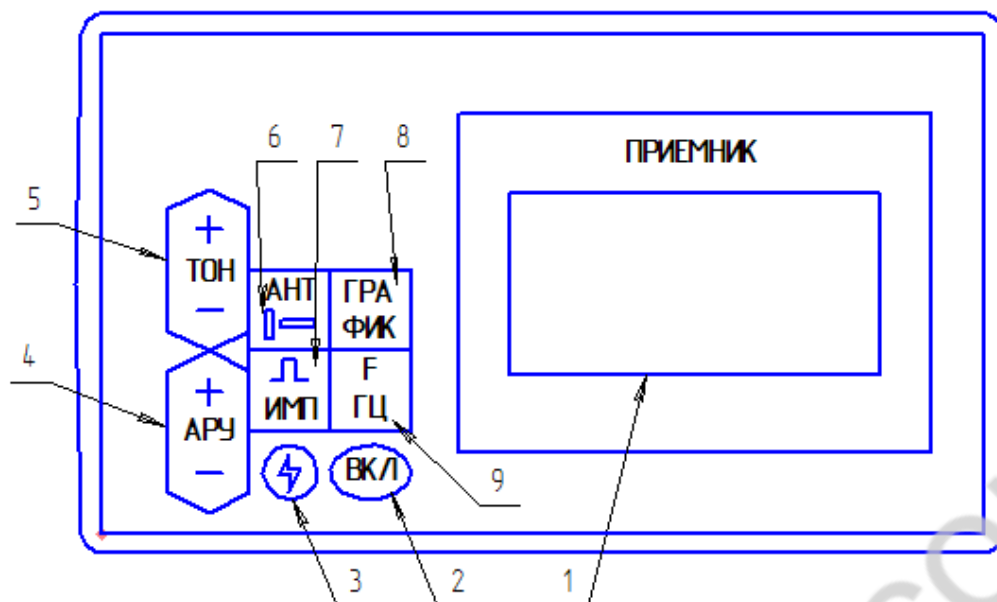


Рис. 4. Передняя панель приемника

1 – экран дисплея, 2 – кнопка включения (выключения), 3 – светодиод заряда аккумулятора, 4 – кнопки увеличения (уменьшения) усиления или включения (отключения) системы автоматической регулировки усиления АРУ (при работе с комбинированным датчиком регулировка усиления сигнала емкостных электродов), 5 – кнопки увеличения (уменьшения) уровня громкости звука в наушниках или переключения тона в наушниках (при работе с комбинированным датчиком регулировка усиления сигнала электромагнитной антенны), 6 – кнопка выбора сигнала горизонтальной или вертикальной электромагнитной антенны при работе с комбинированным датчиком, 7 – кнопка выбора режима работы детектора для импульсных (модулированных) или непрерывных (монотонных) сигналов, 8 – кнопка управления режимом отображения временного графика на дисплее или включения (выключения) подсветки, 9 – кнопка переключения частоты селективного усиления.

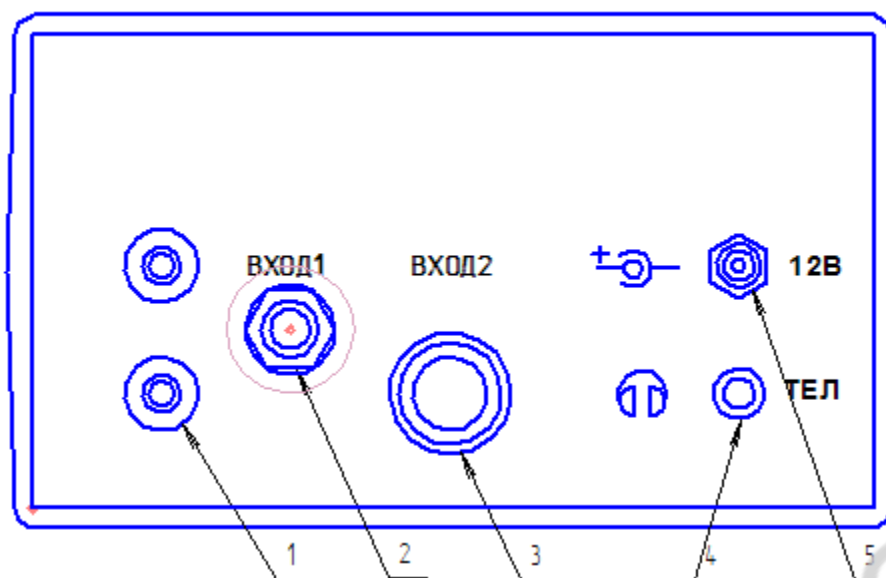


Рис. 5. Задняя панель приемника

1 – клеммы электродов для проверки изоляции универсального входа «ВХОД 1», 2 - гнездо антенны универсального входа, 3 – вилка винтового разъема комбинированного датчика («ВХОД 2»), 4 – гнездо головных телефонов (аудио джек 3.5 мм), 5 – гнездо питания (5.5/2.1 мм) для заряда встроенного аккумулятора от источника постоянного тока 12 В.

4.4 Приемник - управление и режимы работы

Для включения (выключения) приемника служит кнопка «ВКЛ».

Первые секунды при включении на дисплее включается подсветка, выводится название прибора и величина напряжения на встроенном аккумуляторе. Далее дисплей переключается в рабочий режим (рис.6). Сверху дисплея расположена строка состояния, информация на которой выводится в две фазы с периодом около 2 секунд. Слева на рис.6 показана одна фаза индикации, а справа вторая. Дополнительно, при изменении режимов работы, на строке состояния могут кратковременно появляться поясняющие текстовые сообщения.

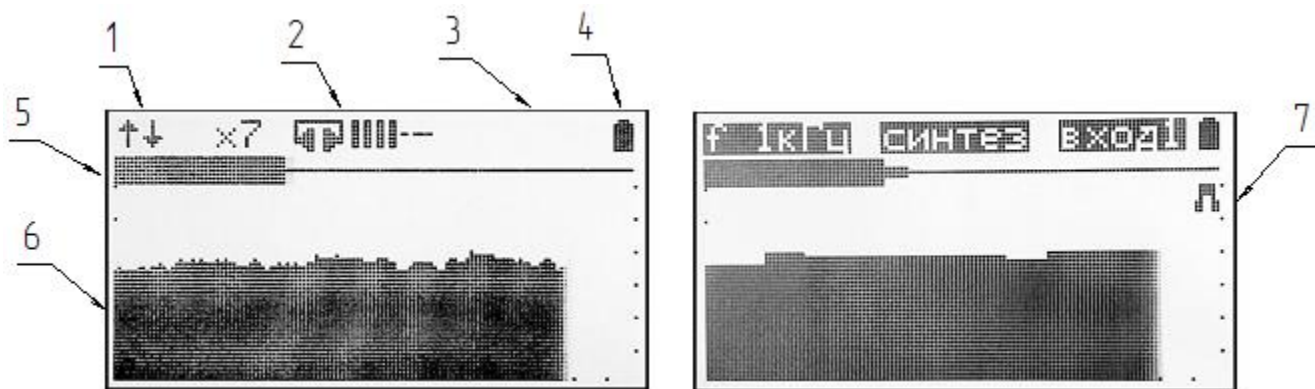


Рис.6. Дисплей приемника

1 – уровень усиления (на экране слева) или частота (справа), 2 – уровень сигнала в наушниках (слева) или способ формирования тона в наушниках (справа), 3 – используемый вход (справа) или выбранная антенна для комбинированного датчика «ВХОД2», 4 – символьный индикатор заряда в аккумуляторе, 5 - линейный аналоговый индикатор уровня сигнала, 6 - поле графика сигнала во времени, 7 - символ режима с импульсным сигналом.

На рис.6 представлен дисплей в режиме усиления сигнала с универсального входа (клеммы «ВХОД1» рис.5). Этот вход выбирается автоматически, пока не подключается комбинированный датчик к винтовому разъему «ВХОД2».

Уровень усиления (поз.1 рис.4) изменяется ступенями от 0 до 11 и устанавливается короткими нажатиями соответствующих кнопок (поз.5 рис.4). При длительном (более 1 с) нажатии любой из этих кнопок включается (выключается) система автоматической регулировки усиления и на поз.1 рис.6 выводится надпись «АВТО».

Во второй фазе индикации строки на поз.1 рис.6 отображается выбранная частота («100Гц», «275Гц», «1кГц», «5кГц», «ПОЛОСА»). Частота выбирается нажатиями кнопки «F/Гц».

В дополнительном режиме «ПОЛОСА» селективный усилитель приемника работает с низкой добротностью в широкой полосе слышимых ухом частот и позволяет оценить возможные аномалии сигнала при обследовании территории электромагнитной антенной в пассивном режиме работы (без использования генератора сигнала либо тока катодной защиты). Режим «ПОЛОСА» доступен только в одноканальном режиме усиления («ВХОД1»).

В поз.2 рис.6 на строке состояния выводится информации о настройках в канале усиления головных телефонов приемника. Слева на рис.6 показан значок наушников и линейный указатель уровня громкости. Громкость звука в наушниках регулируется короткими нажатиями

кнопок поз.4 рис.4. Длительным (более 1 с) нажатием любой из этих кнопок переключается способ формирования звука в наушниках, который отображается во второй фазе индикации строки состояния. Надпись «СИГНАЛ» соответствует выводу в наушники напряжения с селективного усилителя приемника. «СИНТЕЗ» обозначает режим вывода в наушники одного синтезированного тона (независимо от выбранной частоты селекции приемника) с пропорциональной входному сигналу амплитудой.

В позиции 3 рис.6 выводится название задействованного входа сигнала («ВХОД1» или «ВХОД2»). Если подключен комбинированный датчик («ВХОД2»), то автоматически выбирается многоканальный режим работы и в позиции (3) выводится значок выбранной антенны комбинированного датчика (горизонтальная или вертикальная). Выбор антенны в многоканальном режиме осуществляется кнопкой «АНТ» на рис.4.

При работе в многоканальном режиме (комбинированный датчик) автоматическая регулировка усиления АРУ производится для всех каналов (антенны и электроды) одновременно и независимо. При отключении АРУ в ручном режиме кнопками «+АРУ-» можно регулировать усиление в канале емкостных электродов (сигнал с электродов выводит на графике). Тогда кнопки «+ТОН-» управляют не громкостью в наушниках, а усилением в канале одной из выбранных электромагнитных антенн (сигнал с канала антенн выводится на линейную шкалу дисплея). При включении системы АРУ кнопки «+ТОН-» управляют громкостью в наушниках.

Кнопка «ИМП» рис.4 позволяет выбрать режим обработки и индикации для работы с импульсным или непрерывным сигналом. При работе с импульсными сигналами на линейной шкале показываются одновременно две полосы разной ширины. Широкая полоса отражает мгновенные отсчеты сигнала для возможности оперативного визуального контроля наличия импульсного сигнала генератора. Узкая полоса шкалы обновляется раз в период импульсного сигнала и пропорциональна амплитуде импульсов. На графике информация об уровне сигнала также обновляется раз в период импульса. Режим работы с импульсами обозначается символом импульса на графике (поз.7 рис.6).

При отключении этого режима и на графике, и на линейной шкале отображаются мгновенные отсчеты уровня сигнала.

Кнопка «ГРАФИК» при длительном нажатии (более 1 с) переключает режим подсветки дисплея.

Информация на графике автоматически обновляется с периодом примерно 12 с. При каждом заполнении окна графика он сдвигается примерно на четверть влево и так до следующего заполнения. Масштаб сигнала на графике устанавливается автоматически после каждого заполнения окна графика.

При первом коротком нажатии кнопки «ГРАФИК» обновление информации на графике останавливается и меняется его масштаб по времени в два раза. На графике выводится подсказка «-25с», что соответствует глубине выборки в памяти измерений 25 секунд (рис.7).

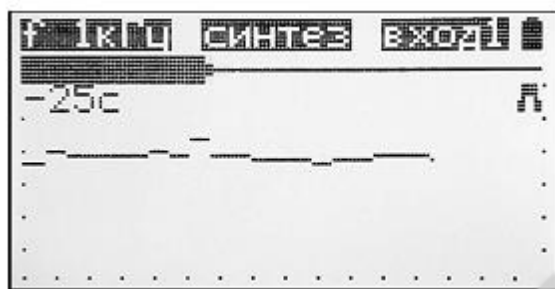


Рис.7. Дисплей приемника в режиме просмотра памяти

Повторное короткое нажатие кнопки «ГРАФИК» увеличивает глубину выборки измерений, выводимых на график до 50 секунд (обозначается надписью на графике «-50с»).

Третье нажатие кнопки «ГРАФИК» возвращает график в режим непрерывного отображения сигнала во времени.

Приемник осуществляет непрерывный контроль напряжения на аккумуляторе и при его пороговом значении менее 3,0 В приемник после нескольких предупредительных гудков автоматически отключится.

Справа на строке состояния выводит символ элемента питания, по степени заполнения которого можно грубо оценить степень заряда встроенного аккумулятора. При разряде до напряжения менее 3.0 В прибор автоматически отключится для предотвращения необратимой потери емкости литиевого аккумулятора. Перед аварийным отключением прибор подает редкие гудки встроенного зуммера.

При перегрузке каскада предварительного усиления или полосового фильтра и превышении установленного пикового уровня в начале линейного индикатора появляется надпись «пик». Она является индикатором выхода приемника из линейного режима усиления.

Основные настройки приемника сохраняются при повторном включении.

4.5 Датчик комбинированный - устройство и конструкция

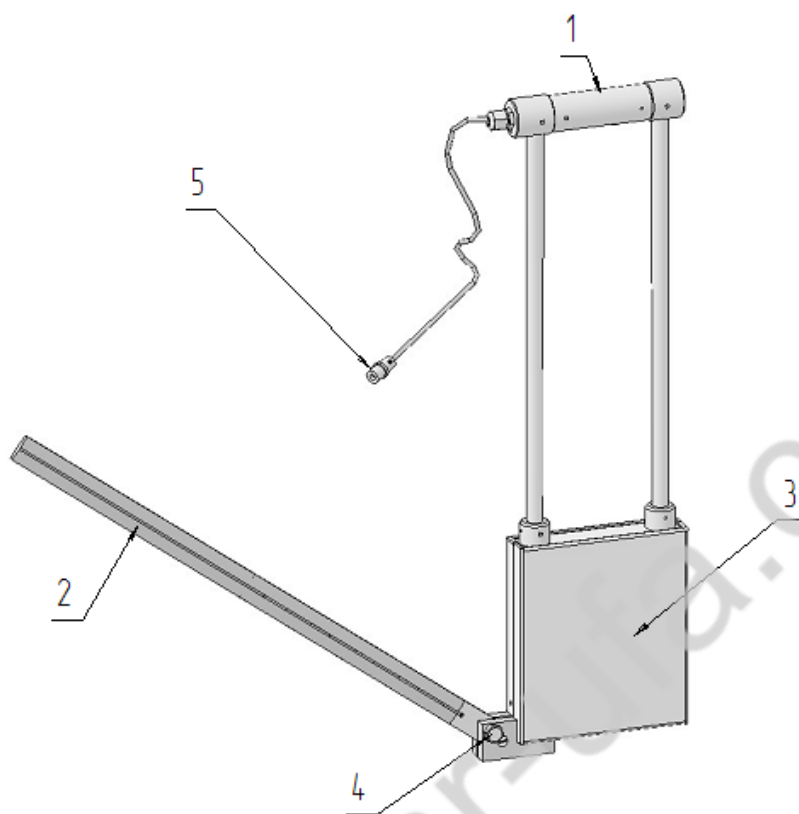


Рис.8. Датчик комбинированный.

1 – ручка и емкостной электрод для бесконтактного обследования изоляции, 2 - второй (поворотный) емкостной электрод на кронштейне, 3 - корпус с двумя электромагнитными антеннами (горизонтальной и вертикальной), 4 – кронштейн с осью и винтом фиксации угла поворота подвижного электрода, 5 – разъем для соединения комбинированного датчика с приемником сигнала (ВХОД 2).

При использовании сигнала емкостного датчика поворотный электрод располагается горизонтально около поверхности грунта. В качестве второго емкостного электрода используется емкость оператора относительно грунта, когда он держит комбинированный датчик в руке. Для этого ручка электрода выполнена из проводящего материала. Для получения максимального сигнала рука оператора на ручке должна быть голой. При необходимости можно использовать спортивные перчатки с вставками на ладони для управления сенсорными экранами мобильных телефонов.

При обследовании изоляции по сигналу бесконтактных емкостных датчиков следует учитывать зависимость уровня сигнала от расстояния

электродов до грунта. Контакты поворотного электрода с влажной растительностью могут приводить к скачкам сигнала. Поэтому поворотный электрод следует располагать во время перемещения на минимальном и стабильном расстоянии относительно грунта. В рабочем положении (при движении оператора вдоль оси трассы) поворотный электрод расположен позади оператора, который прокладывает тропу в местах с высокой растительностью.

При транспортировке поворотный электрод может поворачиваться в вертикальное положение. Перед поворотом электрода ослабляется стопорный винт на кронштейне, и после поворота, он фиксирует выбранное положение. На рис.8 поворотный электрод показан в промежуточном положении.

При подключении комбинированного датчика к приемнику последний автоматически переключается в режим работы с сигналами комбинированного датчика (сигнал с разъемов «ВХОД 1» игнорируется). Приемник непрерывно получает и обрабатывает сигнал с горизонтальной и вертикальной электромагнитной антенн и разность наведенных потенциалов с двух емкостных электродов. На дисплей выводится сигнал только одной из антенн (горизонтально или вертикальной). Антенна выбирается кнопкой «АНТ» на панели приемника. Выбранная антенна указывается графическим символом в строке состояния сверху дисплея (значок горизонтальной или вертикальной катушки). Режим управления усилением (автоматический или ручной) переключается длинным нажатием одной из кнопок «+АРУ-». При отключенной АРУ кнопками «+АРУ-» можно установить усиление сигнала с емкостных электродов, а кнопками «+ТОН-» регулируется усиление в канале выбранной антенны. Для регулировки усиления в канале наушников следует включить автоматическую регулировку и воспользоваться основной функцией кнопок «+ТОН-».

5. МЕРЫ БЕЗОПАСНОСТИ

При работе с подключенной нагрузкой на выходе генератора может присутствовать опасное переменное напряжение с амплитудой до 100 В.

Подключение генератора соединительными проводами следует всегда производить в выключенном состоянии.

Перед подачей сигнала генератора на электрические кабели контактным способом необходимо удостовериться в том, что они

обесточены и приняты меры, исключающие их случайное включение (согласно «Правилам технической безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей»).

При обследовании коммуникаций, проложенных вдоль и под проезжей части дорог необходимо принимать все меры предосторожности согласно требованиям «Правила дорожного движения».

6. ПОДГОТОВКА И РАБОТА

6.1 Генератор - включение и работа

Перед работой от встроенного аккумулятора его следует зарядить. Для этого к клеммам «ВХОД» подключается с соблюдением полярности источник постоянного тока с напряжением $9 \div 15$ В (генератор перед зарядкой выключен). Для зарядки от сети переменного тока можно использовать сетевой адаптер питания из комплекта поставки. По окончании зарядки светодиод «ЗАРЯДКА» переходит из непрерывного режима горения к редким вспышкам, а напряжение встроенного аккумулятора на индикаторе будет не менее 12.0 В.

Для включения прибора с питанием от встроенного аккумулятора нажимается кнопка «ВКЛ». Кнопкой «F/ГЦ» выбирается одна из фиксированных частот сигнала. Кнопкой «РЕЖИМ» выбирается режим импульсной одночастотной генерации сигнала «F1», режим непрерывной генерации «F0» одной частоты или режим работы с использованием встроенной антенны «FA» (периодические импульсы сигнала 5000 Гц в катушке антенны генератора).

В режиме «F1», «F0» и «F123» и уровень мощности в импульсе генерации сигнала задается кнопками «+» «-».

Для увеличения продолжительности работы прибора к клеммам «ВХОД» может подключаться внешний источник постоянного тока, при этом генератор переходит в режим двойного питания. Режим одновременной генерации всех трех частот («F123») на стороне приемника неотличим от режима с модуляцией (приемник может одновременно принимать только одну частоту), но является энергозатратным (генератор работает непрерывно). Преимуществом многочастотного режима является возможность выбора оптимальной частоты на стороне приемника, не возвращаясь каждый раз к генератору

для перенастройки.

Режим непрерывной генерации может быть полезен для кратковременной работы с локальным участком трассы, так как позволяет более точно определять изменения сигнала при достаточном уровне сигнала. Непрерывном режим не выгоден при высоком уровне помех, в условиях плотного расположения нескольких коммуникаций или при слабом сигнале генератора, т. к. трудно выделить полезный сигнал на фоне шума.

В генераторе предусмотрены два способа подачи сигнала на коммуникации - контактно или бесконтактно.

При контактном способе напряжение с одной клеммы «ВЫХ» генератора подключается соединительными проводами к металлическим частям трубопроводов или кабелей. Для быстрого соединения с металлическими частями в комплекте есть магнитная клипса, которая прикручивается к наконечнику соединительного провода и «примагничивается» к зачищенному от изоляции металлу на коммуникации. Возвратным (вторым) проводником сигнала обычно служит грунт, тогда вторую клемму «ВЫХ» генератора соединительным проводом подключают к заземлителю сигнала. Заземлитель должен быть расположен на максимальном возможном расстоянии от коммуникации и иметь минимальное сопротивление заземления. Для заземления можно использовать комплектный штырь заземления, который максимально заглубляется в грунт. Для снижения сопротивления заземления грунт в месте установки можно увлажнять или использовать несколько параллельно соединенных заземлителей. Для снижения сопротивления обратной цепи сигнала, дальний от генератора конец обследуемой коммуникации целесообразно также заземлять. В противном случае, в качестве обратного проводника прохождения сигнала переменного тока служит распределенная емкость трубы (кабеля) относительно грунта. При этом ток сигнала в коммуникации очень быстро спадает при удалении от места подключения генератора. Такое соединение используют для обследования коротких участков или только для проверки состояния изоляции методом измерения потенциалов в грунте над осью коммуникации (контактно или бесконтактно), когда трассировка необязательна или уже проведена.

При трассировке приемником с электромагнитной антенной и при обследовании изоляции классическими потенциальными способами максимальный полезный сигнал генератора получается при разных способах соединения генератора и коммуникации.

При работе с электромагнитной антенной необходимо обеспечить максимальный ток сигнала вдоль оси коммуникации, а при проверке целостности изоляции измерением потенциала на грунте наибольший сигнал получится при подаче максимального напряжения (относительно земли) на изолированный участок коммуникации. Если есть необходимость и возможность тщательной проверки отдельного участка, то трассировку и проверку изоляции целесообразно производить отдельно, с разной схемой подключения цепи возвратного проводника для получения максимального сигнала, как при трассировке, так и при проверке изоляции.

Если нет возможности подведения сигнала к металлическим частям коммуникаций с использованием электрического контакта, то используется подача сигнала за счет электромагнитной связи между катушкой встроенной излучающей антенны генератора и коммуникацией (рис 9). Коммуникация является линейным проводником сигнала, а возвратным проводником является электропроводность грунта. Полезным сигналом в этом случае является ток сигнала, поэтому начало и конец участка обследования целесообразно заземлять для снижения сопротивления в цепи протекания сигнала. В противном случае цепь возвратного проводника будет выполнять распределенная емкость коммуникации, ток сигнала минимален и быстро затухает при удалении от генератора.

Ось катушка встроенной электромагнитной антенны генератора расположена вдоль левой боковой стенки корпуса. Для получения максимального сигнала тока в коммуникации корпус генератора располагают как можно ближе к оси коммуникации (рис.9).

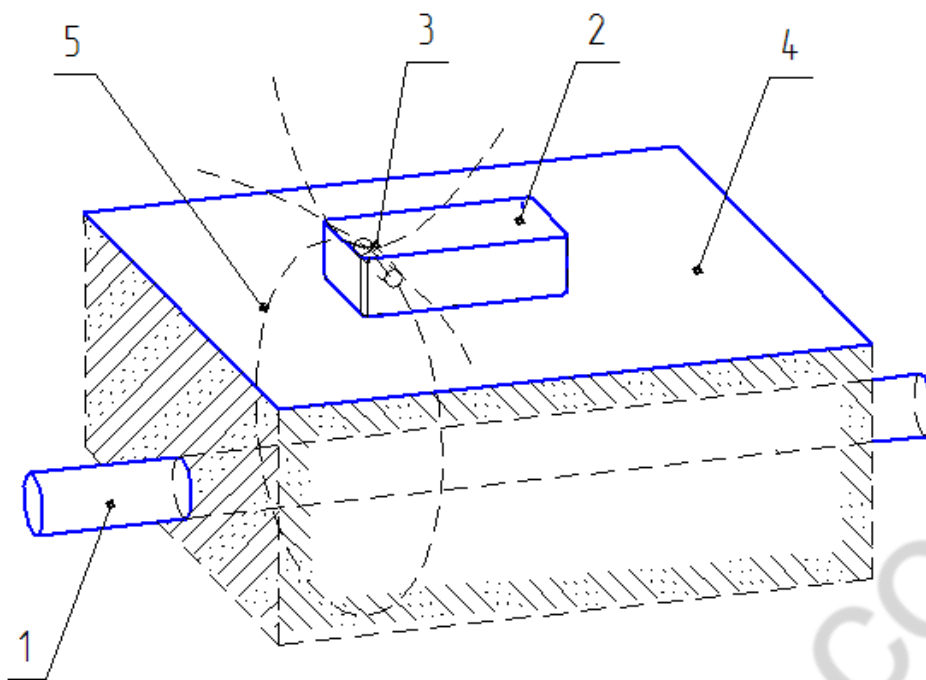


Рис. 9. Горизонтальная излучающая антенна
1 – труба (кабель), 2 – корпус генератора, 3 – катушка
электромагнитной излучающей антенны, 4 – поверхность грунта, 5 –
силовые линии электромагнитного поля сигнала антенны.

Если положение оси коммуникации известно, то ось встроенной антенны следует располагать перпендикулярно оси трассы (тогда длинная сторона корпуса генератора совпадает с направлением коммуникации). Это обеспечивает максимальную электромагнитную связь антенны генератора и коммуникации. Так как сигнал при электромагнитной подаче сигнала значительно слабей, чем при гальваническом подключении генератора, то этот способ подключения годится только для трассировки электромагнитной антенной приемника. Напряжение сигнала на коммуникации относительно грунта очень мало и недостаточно для проверки изоляции классическими способами измерения потенциалов на поверхности земли.

При проведении трассировки незнакомого участка, когда наличие и расположение коммуникаций неизвестно, территория может быть разбита на квадраты со стороной в несколько десятков метров, которые проверяются отдельно. Ось излучающей антенны можно установить так, чтобы она была перпендикулярна поверхности земли. Тогда электромагнитное поле излучается равномерно во все стороны (рис.10). Если обойти периметр обследуемого участка с электромагнитной поисковой антенной, то в местах захода и выхода трубы поз.2 рис.10 будет регистрироваться сигнал генератора. Однако труба позиции 1

расположена симметрично относительно антенны и индуцируемый сигнал очень мал. Поэтому целесообразно участок обходится несколько раз, изменив место расположения генератора и излучающей антенны.

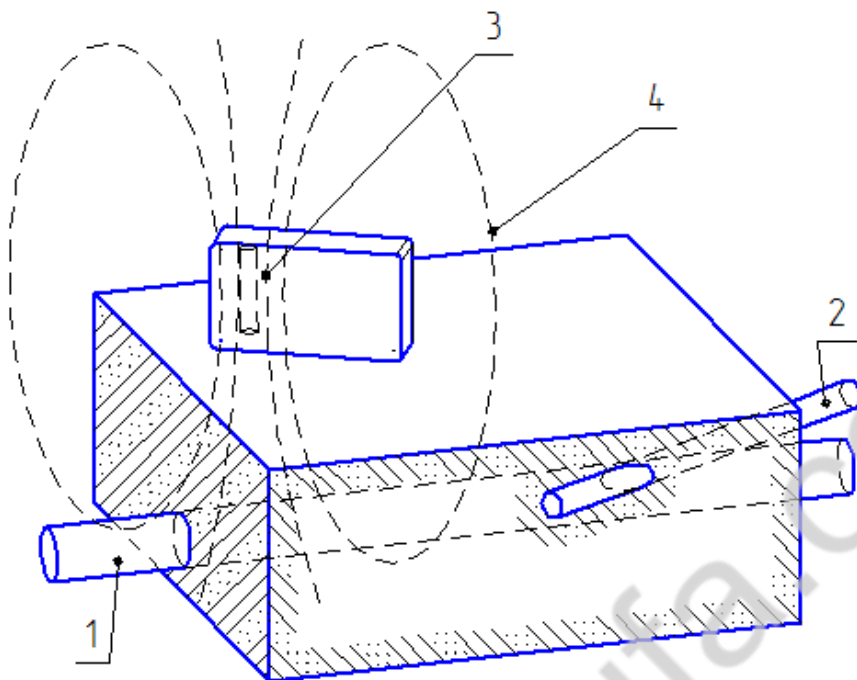


Рис. 10 Вертикальная излучающая антенна

1 – труба находится точно под рамкой антенны, 2 – труба проходит в стороне от антенны, 3 - катушка излучающей антенны, 4 - силовые линии электромагнитного поля сигнала антенны.

6.2 Приемник - включение и работа

Перед началом работы с приемником следует зарядить его аккумулятор. Для этого к разъему «12 В» подключается источник постоянного тока с напряжением $9 \div 15$ В (например сетевой адаптер из комплекта поставки). При полной зарядке светодиод поз.3 рис.6 гаснет. Включается приемник кнопкой «ВКЛ».

К клеммам «ВХОД1» подключается электромагнитная антенна для определения расположения (трассировки) подземных трубопроводов, или электроды в виде двух штырей с изолированными наконечниками (при поиска мест контакта труб при сквозном повреждении их изоляции).

«ВХОД1» является универсальным и позволяет обрабатывать импульсные сигналы от генератора, когда на экран и в наушники выводится информация об амплитуде импульсов на каждом периоде сигнала генератора. Работа генератора в импульсном режиме позволяет продлить время автономной работы генератора при высокой выходной

мощности. Одновременно повышается чувствительность приемника, так как облегчает оператору возможность отличать полезный сигнал от шума.

Частота селективного усиления выбирается кнопкой «F/КГц» и, при работе совместно с сигналом генератора, частоты настройки приемника и генератора должны совпадать.

Выбор частота «100Гц» позволяет использовать в качестве сигнала ток станций катодной защиты (не инверторных). Приемник должен работать в режиме индикации непрерывного сигнала (выбирается кнопкой «ИМП»).

Частота «5КГц» используется для работы с сигналом генератора в режиме передачи сигнала его встроенной электромагнитной антенной в импульсном режиме.

Настройка частоты в режиме «ПОЛОСА» позволяет обследовать территорию электромагнитной антенной без использования специального источника сигнала (за счет обнаружения наведенных в трубах токов и их гармоник от фонового электромагнитного поля).

При работе с генератором сигнала можно использовать частоту «275Гц» или «1кГц». На высоких частотах выше чувствительность электромагнитной антенны и меньше наводок от установок промышленной частоты. Но с повышением частоты сигнал генератора в трубе быстрее затухает из-за паразитной электрической емкости трубы относительно грунта. При обследовании изоляции бесконтактными способами (с использованием емкости электродов или операторов относительно грунта) приходится использовать повышенные частоты генератора для повышения чувствительности емкостных бесконтактных датчиков.

При соединении «ВХОД2» с комбинированным датчиком приемник автоматически начинает работать в многоканальном режиме для обработки сигнала одновременно с трех датчиков (рис.10). Это — две электромагнитные антенны (горизонтальная и вертикальная) и емкостные электроды для проверки изоляции бесконтактным способом. Величина сигнала с одной из выбранных антенн отображается на линейном индикаторе дисплея. Выбор антенны производится кнопкой «АНТ». При выборе горизонтальной антенны комбинированного датчика в поз.2. рис.11 отображается символ катушки электромагнитной антенны с горизонтальным расположением. Для вертикальной антенны выводится символ вертикальной расположенной катушки.

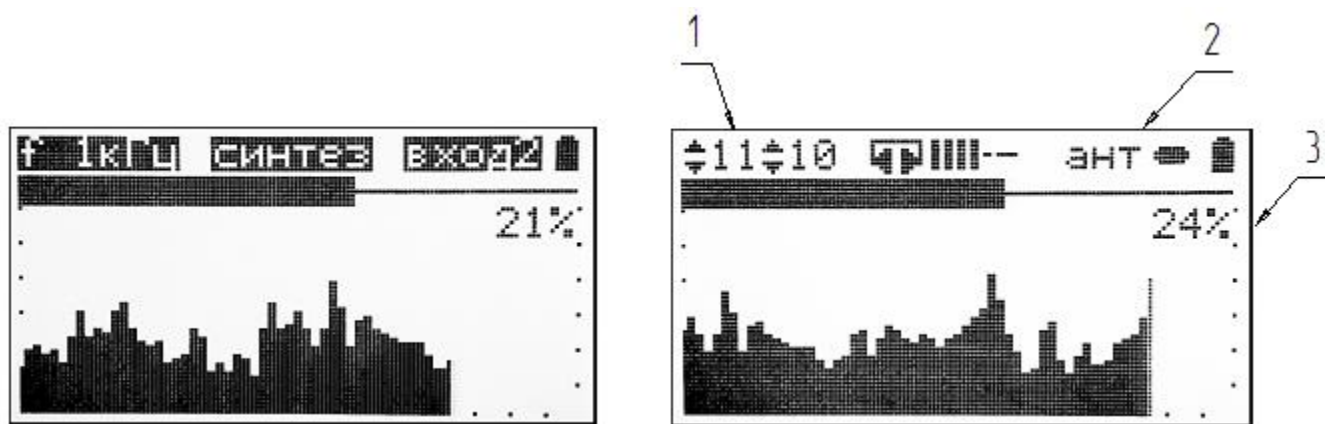


Рис.11. Дисплей приемника при подключении комбинированного датчика (многоканальный режим).

1 – уровень усиления (при отключенной АРУ слева цифра уровня усиления в канале электромагнитной антенны, справа цифра усиления в канале емкостных электродов), 2 – символ выбранной антенны (горизонтальная), 3 – цифровое значение уровня сигнала на графике в процентах (от 0 до 99%).

Для быстрого выравнивания чувствительности между каналом усиления антенны и емкостных электродов приемник можно включить в режим автоматического усиления длительным нажатием любой кнопки «АРУ». Для ручной корректировки усиления (АРУ отключена) в канале емкостных электродов используются кнопки «+АРУ-», а для управления усилением в канале антенн используются кнопки «+ТОН-». Для повышения точности определения изменения сигнала на локальных участках система АРУ, обычно, отключается и усиление регулируется вручную.

6.3 Определение расположения трубы (трассировка)

К клеммам «ВХОД1» приемника присоединяется электромагнитная антенна. Ее сигнал зависит от положения в пространстве относительно оси трубы или любого другого проводника с током сигнала. Если ось катушки антенны располагается горизонтально (параллельно поверхности земли), то направление оси трассы определяется по максимуму сигнала приемника. Характер изменения сигнала при перемещении горизонтальной антенны перпендикулярно оси трубы показан на рис.12, а на рис.13 показано изменение сигнала при вращении антенны в горизонтальной плоскости.

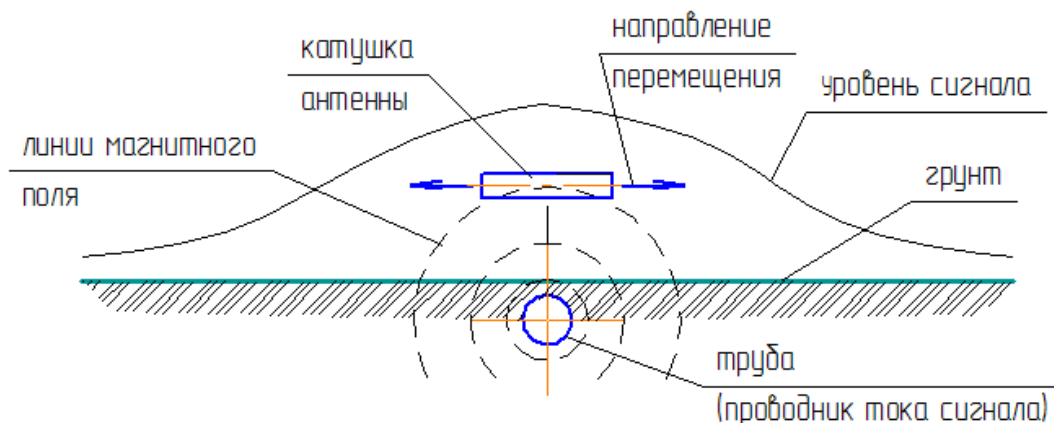


Рис.12. Сигнал горизонтальной антенны при поиске по максимуму сигнала

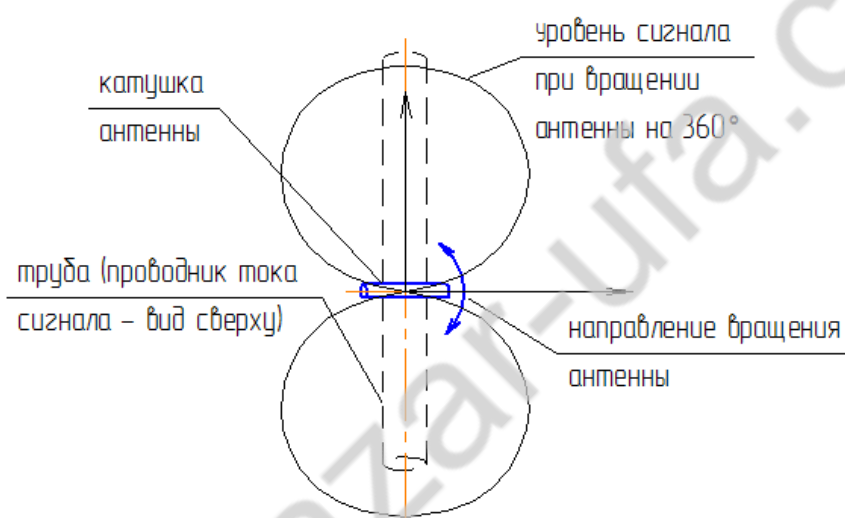


Рис.13. Сигнал горизонтальной антенны при повороте на 360° над осью трубы (вид сверху)

Для уточнения положения оси трубопровода можно использовать вертикальное положение электромагнитной антенны. В этом случае сигнал над осью минимален (поиск по минимуму сигнала) и изменяется при перемещении антенны более резко, что обуславливает большую точность этого способа трассировки (рис.14). Недостатком поиска с вертикальной антенной является невозможность оперативно определить направление трассы (только точку на ее оси).

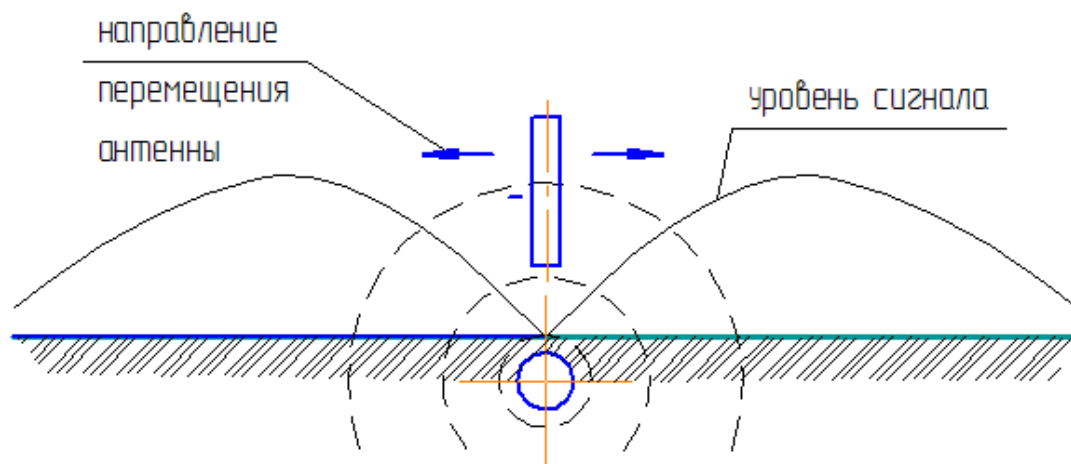


Рис.14 Сигнал вертикальной антенны при поиске по минимуму сигнала

Для определения расстояния от поверхности земли до оси трассы (в дальнейшем глубины) можно использовать горизонтальную антенну.

Перед определением глубины определяется положение оси трассы на ее прямолинейном участке. Если рядом расположены другие трубы и кабели, то правильная цилиндрическая форма поля искажается и в измеренное значение глубины добавляется погрешность. Признаком искажения формы поля сигнала в трубе является несимметричное изменение уровня сигнала при перемещении антенны влево и вправо от оси.

Для определения глубины горизонтальной антенной сначала определяют максимальное значение сигнала точно над осью трассы и отмечают эту точку (рис.15). Затем отмечают две точки слева и справа от оси с половинным значением уровнем сигнала относительно максимума. Расстояние между двумя этими точками составляет удвоенное значение глубины оси трассы от поверхности грунта. Расстояние до поверхности самой трубы зависит от ее диаметра и не может быть определено с помощью электромагнитной антенны. Антенна должна находиться около самой земли, или ее высота над грунтом будет добавляться в найденное значение глубины.

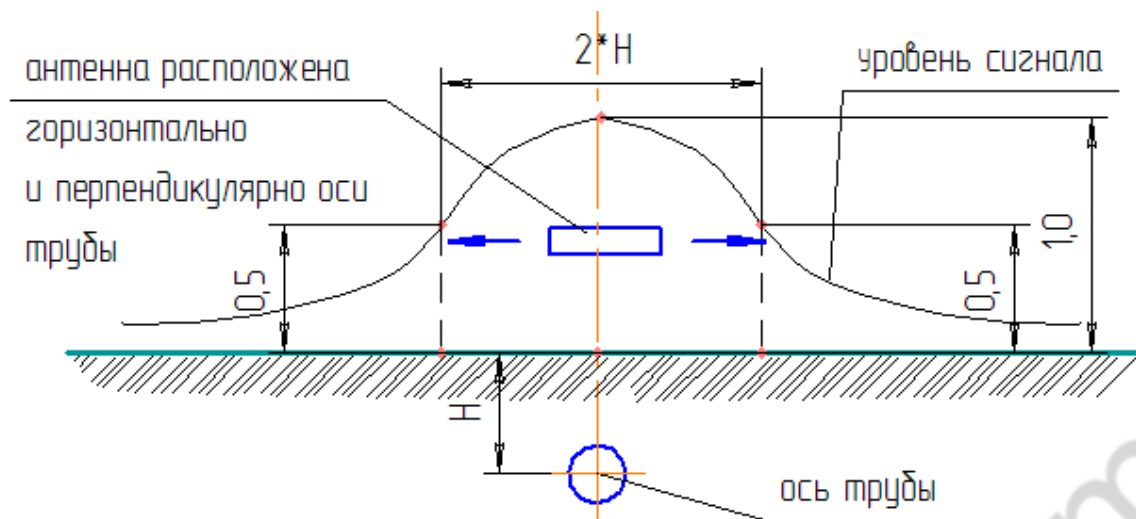


Рис.15 Определение глубины горизонтальной антенной

6.4 Определение мест повреждения изоляции

Для обследования изоляции к клеммам «ВХОД1» подключаются двумя соединительными проводами два изолированных штыря. Поиск мест повреждения изоляции труб или кабелей основан на измерении разности потенциалов на поверхности земли над трубопроводом. Изменение потенциала возникает из-за протекания дополнительного тока утечки сигнала генератора через места контакта металлических частей трубы с грунтом. В качестве электродов при контактном обследовании изоляции используются два штыря с изолированными ручками, которые двумя проводниками соединяются со входом приемника. Перед обследованием изоляции всегда осуществляется определение планового положения объекта обследования. Поиск повреждения изоляции осуществляется с поверхности земли над осью трубы. Штыри при обследовании следует втыкать как можно глубже (не менее 2 см), так как от этого зависит чувствительность метода. Обследование изоляции можно начинать только на некотором удалении от места подключения генератора (несколько десятков метров).

Электроды в момент измерения сигнала могут располагаться или вдоль оси трассы, или перпендикулярно ей (рис 16).

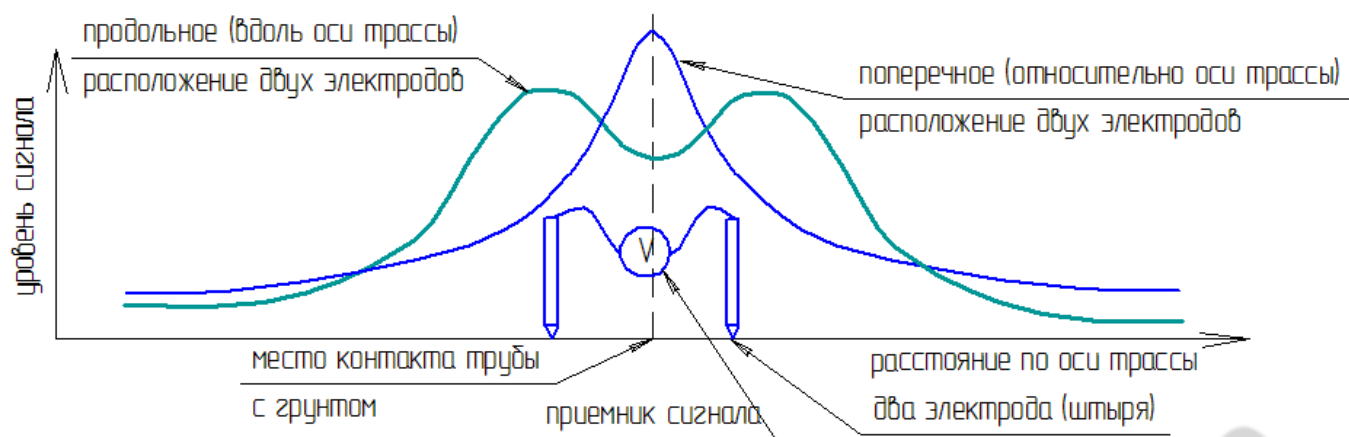


Рис.16. Изменение сигнала при обследовании изоляции.

При работе от сигнала генератора предпочтителен импульсный режим генерации сигнала (больше КПД генератора и большая достоверность сигнала приемника на фоне помех). Штыри электродов втыкаются одновременно в грунт на максимальном расстоянии друг от друга (не менее одного метра) и оператор дожидается импульса от генератора. Максимальный уровень полезного сигнала будет, если один штырь втыкается точно над осью трассы, а второй перпендикулярно оси в стороне на максимальном расстоянии. Повторяют измерения с интервалов 1 – 1.5м. Для увеличения скорости работы можно переносить штыри в момент паузы генератора. Тогда на каждый импульс генератора будет приходиться на новое положение штырей и скорость продвижения по трассе будет максимальна. Следует избегать симметричного расположения штырей по сторонам от оси трассы, так как сигнал в этом случае минимален.

Так как сигнал от штырей пропорционален расстоянию между ними, то для повышения дальности обследования его могут производить два оператора. Тогда они передвигаются друг за другом по оси трассы с интервалом на расстоянии 3-4 м друг от друга. Каждый оператор несет один из штырей приемника, а один оператор с приемником контролирует сигнал. Штырь оператора без приемника соединяется с одной клеммой «ВХОД1» длинным проводом из комплекта приемника, а штырь оператора с приемником – коротким. Штыри втыкаются одновременно и, после оценки уровня сигнала оператором с приемником, второй оператор передвигается на 1 – 1.5 м по оси трассы и втыкает свой штырь и т.д.

По мере приближения к дефекту в изоляции наблюдается постепенное нарастание сигнала. Максимальный сигнал приемника будет наблюдаться, когда первый оператор будет расположен точно над местом утечки тока в дефекте изоляции. При дальнейшем движении вдоль трассы

сигнал уменьшается, и в момент, когда оба оператора находятся на одинаковом расстоянии от дефекта изоляции, имеется минимальный уровень сигнала. В этом случае оба оператора находятся в точках на поверхности земли, имеющих одинаковый потенциал, поэтому разность потенциалов минимальна. При продвижении операторов дальше вперед, интенсивность сигнала опять возрастает и достигает максимума, когда второй оператор находится над дефектом изоляции, т.е. при движении второго оператора вслед за первым один и тот же участок повреждения в изоляции дважды проявляется в повышении прибором сигнала относительного фоновое значения.

При близко расположенных нескольких местах утечки тока их выделение затруднительно при продольном перемещении вдоль трассы. Для более детального обследования участка следует уменьшить расстояние между измерительными электродами. Хорошей гарантией поиска является скачкообразное выраженное изменение уровня сигнала на некотором участке. При плавном и вялом нарастании сигнала причины аномалии могут иметь разные причины, и вероятность обнаружения повреждения невысока.

Можно использовать поперечное относительно оси трассы расположение электродов. В этом случае один оператор также перемещается вблизи оси трассы. Второй оператор перемещается параллельно оси трассы на расстоянии длины сигнального провода 3–4 м.

Это же порядок обследования может осуществлять один оператор (он одновременно втыкает оба штыря).

Если необходимо работать с твердого покрытия, то для увеличения чувствительности можно увлажнить обследуемую поверхность. Можно обследовать изоляцию на несколько метров в стороне от оси трассы (например? с обочин дороги).

Когда уровень помех позволяет, возможно, обследование изоляции бесконтактным методом. В этом случае с аппаратурой работают два оператора. Они не втыкают штыри в грунт, а держат их в руке, плотно обхватив за нижнюю (металлическую) часть. При этом сигнал образуется за счет емкости тела каждого оператора относительно земли. Тела операторов выполняют роль емкостных электродов потенциала. В момент измерения операторы должны стоять неподвижно (для уменьшения шума в сигнале). В остальном, работа не отличается от порядка обследования изоляции двумя операторами. При бесконтактном методе уровень полезного сигнала и дальность обследования значительно ниже или

совсем невозможна. При работе бесконтактным методом целесообразно уточнять подозрительные места контактным способом. При обнаружении мест повреждения их можно дополнительно локализовать, комбинируя проход с продольным и поперечным расположением электродов.

7. ХРАНЕНИЕ, ТРАНСПОРТИРОВКА И ОБСЛУЖИВАНИЕ

Допускается транспортировка данного изделия в транспортной таре всеми видами транспорта в закрытых отсеках при температуре окружающей среды от -20°C до $+50^{\circ}\text{C}$ и относительной влажности окружающего воздуха до 98%.

При транспортировке должна быть предусмотрена защита от попадания атмосферных осадков и пыли. Перевозка осуществляется по правилам транспортировки хрупких грузов.

Изделие должно храниться в складском помещении при температуре от $+5^{\circ}\text{C}$ до $+50^{\circ}\text{C}$ и относительной влажности воздуха не более 80% при отсутствии в воздухе химически агрессивных веществ.

После транспортировки или хранения изделия производится его внешний осмотр и опробование.

Обслуживание прибора заключается в оперативной очистке частей прибора от грязи и пыли.

Прибор является индикатором и не подлежит обязательной поверке.

При длительном хранении изделия не реже одного раза в год следует производить полную зарядку встроенных аккумуляторов для предотвращения их необратимой деградации.

8. ГАРАНТИИ ИЗГОТОВИТЕЛЯ

Гарантийный срок эксплуатации изделия один год со дня отгрузки в адрес потребителя при условии соблюдения правил транспортирования, хранения, эксплуатации.

При отказе в работе или неисправности в период действия гарантийных обязательств изготовитель обязуется произвести гарантийный ремонт или замену изделия, если отказ произошел по вине изготовителя.

Изделие должно быть направлено на ремонт по адресу предприятия-изготовителя: РФ, РБ, 450076, г.Уфа, ул. Пугачёва, д. 1/1, ООО

«КВАЗАР», тел. (347) 251-75-15, 225-00-52. Разработчик: УГАТУ, тел. (347) 2735134.

Гарантии не распространяются на случаи грубого внешнего механического повреждения изделия и его комплектующих или при повреждении пломбировки.

Настоящая гарантия не дает право на возмещение любых убытков.

9. СВИДЕТЕЛЬСТВО О ПРИЕМКЕ

Технические данные изделия проверены и соответствуют паспортным.

Регулировщик: _____ (_____)

Состав изделия и комплект поставки соответствуют паспорту.

Укомплектовано: _____ (_____)

подпись

Изделие с заводским номером _____

изготовлено, принято и признано годным для эксплуатации.

Дата изготовления: _____

ДД – ММ - ГГГГ

ОТК _____

М.П.