РЕФЛЕКТОМЕТР ВЫСОКОВОЛЬТНЫЙ

ОСЦИЛЛОГРАФИЧЕСКИЙ

ИСКРА-4

Руководство по эксплуатации
И-4/00.00.00.00 РЭ

МОЛНИЯ
испытательное и поисковое оборудование

EAC

СОДЕРЖАНИЕ

1.Назначение
2.Технические данные
3. Состав и комплектность рефлектометра
4. Устройство и принцип работы
5. Указания мер безопасности
6. Подготовка к работе и порядок работы
7. Техническое обслуживание
8. Правила хранения и транспортирование
9. Метрологическое обеспечение
10. Свидетельство о приёмке
11. Гарантии изготовителя (поставщика)
12. Сведения о рекламациях
13. Декларация соответствия.
Приложение 1.Примеры осциллограмм, полученных при измерении расстояний до различных видов повреждений в кабельных линиях
Приложение 2.Примеры осциллограмм с расшифровкой.
Приложение 3.Скорости распространения волны в различных кабелях.

1. НАЗНАЧЕНИЕ

1.1. Рефлектометр высоковольтный осциллографический “ИСКРА-4” (в дальнейшем именуемый «рефлектометр» или «прибор») предназначен для определения расстояния до места повреждения **кабелей электроснабжения**.

Прибор позволяет:

- обнаружить и определить расстояние до места повреждения или неоднородности локационным (рефлектометрическим) методом на симметричных и несимметричных кабелях;
- измерять длину кабелей (в том числе на барабанах и в бухтах) или расстояние до мест обрыва или короткого замыкания;
- запоминать, хранить и обрабатывать результаты измерений;
- в составе передвижной электролаборатории определять расстояние до повреждения в кабелях длиной до 15,3 км (35 км) при всех видах повреждений без использования предварительного полного прожига изоляции.

Рефлектометр позволяет определять расстояние до места пробоя кабеля используя низкое и высокое напряжение при помощи методов:

- **TDR** (низковольтный импульсный метод);
- **ICE** (высоковольтный метод колебательного разряда со связью по току);
- **Decay** (высоковольтный метод колебательного разряда со связью по напряжению);
- **ARC** (высоковольтный импульсно-дуговой метод).

TDR (Time Domain Reflectometer, импульсный метод) – низковольтный режим, где сам рефлектометр является источником зондирующего низковольтного импульса, который проходя по кабелю частично отражается от неоднородностей в кабеле (места повреждения, муфты, конец кабеля и т.д.) возвращается обратно именуясь отраженным сигналом. На основании скорости распространения электромагнитной волны в линии и время задержки отраженного сигнала рассчитывается расстояние до неоднородности волнового сопротивления. О характере неоднородности в линии свидетельствует вид рефлектограммы полученной на экране прибора. Более подробнее о принципах действия рефлектометра см. раздел «4. УСТРОЙСТВО И ПРИНЦИП РАБОТЫ». Этот

метод используется для определения низкоомных повреждений (десятки Ом) и коротких замыканий либо обрывов в кабельных линиях.

ICE (Impulse Current Method, метод колебательного разряда со связью по току) – высоковольтный режим, в котором происходит измерение длительности полупериода колебательного процесса (волна тока), возникающего при пробое заряженного кабеля. Источником зондирующего импульса здесь выступает генератор ударных волн ГАУВ, посылающий высоковольтные импульсы от заряженного высоковольтного конденсатора в кабельную линию. Отраженный импульс от места пробоя с помощью специального датчика импульсного тока (ДИТ-1) преобразуется в сигнал получаемый рефлектометром, который, в конечном итоге, будет отображен в виде рефлектограммы на экране прибора. Этот метод используется для определения мест повреждений с более высоким уровнем переходного сопротивления в диапазоне от 10 до 100000 Ом.

Decay (travelling wave method, метод колебательного разряда со связью по напряжению) – высоковольтный режим, в котором происходит измерение длительности полупериода колебательного процесса (волна напряжения), возникающего при пробое заряженного кабеля. Это может происходить при испытании кабельной линии повышенным напряжением с помощью высоковольтного источника или при работе системы понижения переходного сопротивления места повреждения («прожиг») с помощью высоковольтной прожигающей установки. Отраженный импульс от места пробоя с помощью специального датчика импульсного напряжения (ДИН-1) преобразуется в сигнал получаемый рефлектометром, который, в конечном итоге, будет отображен в виде рефлектограммы на экране прибора. Этот метод используется для определения т.н. «заплывающих пробоев» – мест повреждений с восстанавливающейся изоляцией, которые проявляются в процессе испытания кабеля высоким напряжением в диапазоне до 60 кВ.

ARC (Arc-Reflection, импульсно-дуговой метод) – высоковольтный режим, в котором происходит измерение расстояния с помощью низковольтного зондирующего импульса от рефлектометра, который отражается от малого сопротивления дуги в месте пробоя, созданной с помощью генератора ударных волн ГАУВ и устройства стабилизации дуги. Этот метод используется для определения мест повреждений с высоким уровнем переходного сопротивления свыше 10 кОм и сочетает в себе точность импульсного метода. Метод не требует предварительного прожига изоляции и особенно эффективен при работе на кабелях с изоляцией из сшитого полиэтилена (СПЭ).

Прибор позволяет сохранить на внешнем носителе информации (USB-flash) в неограниченное количество рефлектограмм или сравнивать любые две рефлектограммы между собой во время измерений. С подключенной USB-flash оператор может сравнивать неограниченное количество различных рефлектограмм во время измерений.

1.2. Рефлектометр предназначен для эксплуатации внутри закрытых помещений (в частности в крытом автотранспорте) при следующих условиях:

- диапазон температур окружающего воздуха, ^{o}C……....от минус 10 до +40;
- относительная влажность воздуха при температуре 25 ^{o}C ……..……..до 80%;
- атмосферное давление, мм. рт. ст. ……..……650-800.

2. ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ

2.1. Максимальное измеряемое расстояние до места повреждения, км……15,3 (35*).
*по индивидуальному заказу, без изменения стоимости прибора

2.2. Минимальное измеряемое расстояние до места повреждения, м……...……..3;

2.3. Дискретность измерения, м……...…….0,5.

2.4. Параметры высоковольтных зондирующих импульсов на нагрузке 30 Ом:

- амплитуда, кВ…….……..……от 3 до 25;
- длительность фронта, мкс, не более ……...……..0,15;
- длительность импульса, мкс, не менее ……...…….2.

2.5. Параметры низковольтных зондирующих импульсов на нагрузке 30 Ом:

- амплитуда, В, не менее……..……..5;
- длительность фронта, мкс, не более…….……..…….…….0,02;
- длительность импульса, мкс……..….……..…0,05-10.

2.6. Наибольшее рабочее напряжение датчика импульсного напряжения, кВ…….60.

2.7. Погрешность измерения расстояния до места повреждения на высоком напряжении зависит от режима измерения и от пробивного напряжения повреждённого участка.

В случае измерения расстояния на высоком напряжении в режимах «заплывающего пробоя», холостого хода, короткого замыкания погрешность составляет от +15 до +25 метров на расстоянии до 1 км, и от +20 до +40 метров на расстоянии свыше 1 км. Точность измерений очень сильно зависит от точности, установленного в приборе коэффициента укорочения КУ (скорость распространения волны напряжения в кабеле. Для силовых кабелей этот параметр не нормируется. Кроме того, нередки случаи, когда часть кабельной линии проложена другим типом кабеля, имеющего иной коэффициент укорочения).

2.8. Массогабаритные показатели приведены в разделе «3.СОСТАВ И КОМПЛЕКТНОСТЬ РЕФЛЕКТОМЕТРА».

2.9. Рефлектометр допускает непрерывную работу в течение ~8 часов.

2.10. Срок службы рефлектометра…….. не менее 5 лет.

3. СОСТАВ И КОМПЛЕКТНОСТЬ РЕФЛЕКТОМЕТРА

Наименование и тип составной части	**Габаритные размеры, мм**	**Масса, кг**	**Кол., шт.**
1. Рефлектометр высоковольтный “ИСКРА-4”	280x240x125	3	1
2. Датчик импульсного напряжения ДИН-1	290x180x50	0,7	1 или 2 по требованию заказчика*
3. Датчик импульсного тока ДИТ-1	110x65x45	0,2	1
4. Кабель соединительный низковольтный	Длина 1,5 м		1
5. Кабель соединительный коаксиальный	Длина 0,4 м		1
6. Рефлектометр высоковольтный осциллографический “ИСКРА-4”. Руководство по эксплуатации. И-4/00.00.00.00РЭ			1
7. Комплект кабелей и разъемов			1
8. Сумматор	60x80x20	0,1	1

***Примечание. В некоторых лабораториях, в высоковольтной цепи блока прожига БПР-25/8 устанавливается датчик ДИП-1, аналогичный датчику ДИН-1. Количество датчиков может быть увеличено по индивидуальному заказу.**

4. УСТРОЙСТВО И ПРИНЦИП РАБОТЫ

4.1. Работа рефлектометра основана на принципе импульсной рефлектометрии, т.е. **посылании в поврежденный кабель зондирующего импульса с крутым фронтом, который, дойдя до места повреждения**, отражается и возвращается обратно через время «t»:

$$t = 2 S / v \qquad (1)$$

, где t – время пробега волны до повреждения и обратно, мкс;

S – расстояние до места повреждения, м;

v = 160 м/мкс – скорость распространения электромагнитной волны (фронта зондирующего импульса) в кабеле с бумажно-масляной изоляцией.

Из формулы (1) можно определить расстояние до места повреждения:

$$S = v t / 2 = 80 t \qquad (2)$$

4.2. Особенностью рефлектометра является то, что в качестве зондирующих импульсов могут использоваться как низковольтные (с амплитудой до 5 В), так и высоковольтные (с амплитудой до 20 кВ) импульсы с крутым фронтом, а также осциллографическая и цифровая индикация расстояния до места повреждения.

Низковольтными импульсами пользуются при определении расстояния до повреждения типа “обрыв” или “глухое короткое замыкание”, т.е. при переходном сопротивлении места повреждения порядка (1-10) Мом, либо (1-10) Ом.

Высоковольтными импульсами пользуются при сопротивлении поврежденного кабеля в пределах 10-100000 Ом и пробивном напряжении места повреждения менее 1 кВ. Для этого используются совместно рефлектометр и генератор высоковольтных импульсов, в качестве которого можно использовать генератор акустических ударных волн, например, ГАУВ-20-16. При этом сигналом является ток колебательного разряда цепи ГАУВ-кабель, а датчиком сигнала – трансформатор импульсного тока ДИТ-1, одеваемый на низковольтный вывод разрядной цепи ГАУВ-кабель.

В приборе имеется возможность определять расстояние до места повреждения при “заплывающем” пробое с напряжением до 60 кВ, т.е. при пробое с восстанавливающейся изоляцией. Для этого используется входящий в состав изделия высоковольтный датчик импульсного напряжения ДИН-1 совместно с рефлектометром и дополнительным регулируемым источником постоянного напряжения 0-60 кВ (например БВИ-60/50-М5, АВ-50/70 и т.д.), который входит в состав лаборатории.

ДИН-1 подключают параллельно испытуемому кабелю, а кабель через зарядный резистор заряжают до напряжения пробоя от БВИ-60/50-М5. Сигналом является колебательное напряжение в начале кабеля при его пробое.

Как отмечалось в разделе 3 в качестве дополнительного датчика прибор может быть укомплектован датчиком ДИП-1; который устанавливается в цепи блока прожига и позволяет определять расстояние до повреждения «заплывающего пробоя с сопротивлением места повреждения от 1кОм-30кОм при напряжении пробоя 0,5-15кВ.

Кроме того, прибор «ИСКРА-4» может комплектоваться приставками к различным генераторам акустических ударных волн ГАУВ реализующих импульсно-дуговой метод измерения. Суть этих методов заключается в зажигании в месте повреждения кабеля дуги и посылки в это время зондирующих импульсов. Подробнее об этих режимах будет сказано в следующих разделах.

Указанные особенности рефлектометра обеспечивают определение расстояния до места повреждения без предварительного полного прожига изоляции поврежденного участка, а осциллографическая и цифровая индикация - надежность, удобство и оперативность работы.

В дальнейшем будет использована следующая терминология:

- **связь по напряжению** – сигнал, пропорциональный напряжению на входе кабеля;
- **связь по току** – сигнал, пропорциональный току, протекающему по кабелю.

4.3. Передняя панель рефлектометра

Внешний вид передней панелей рефлектометра показан на Рис. 1

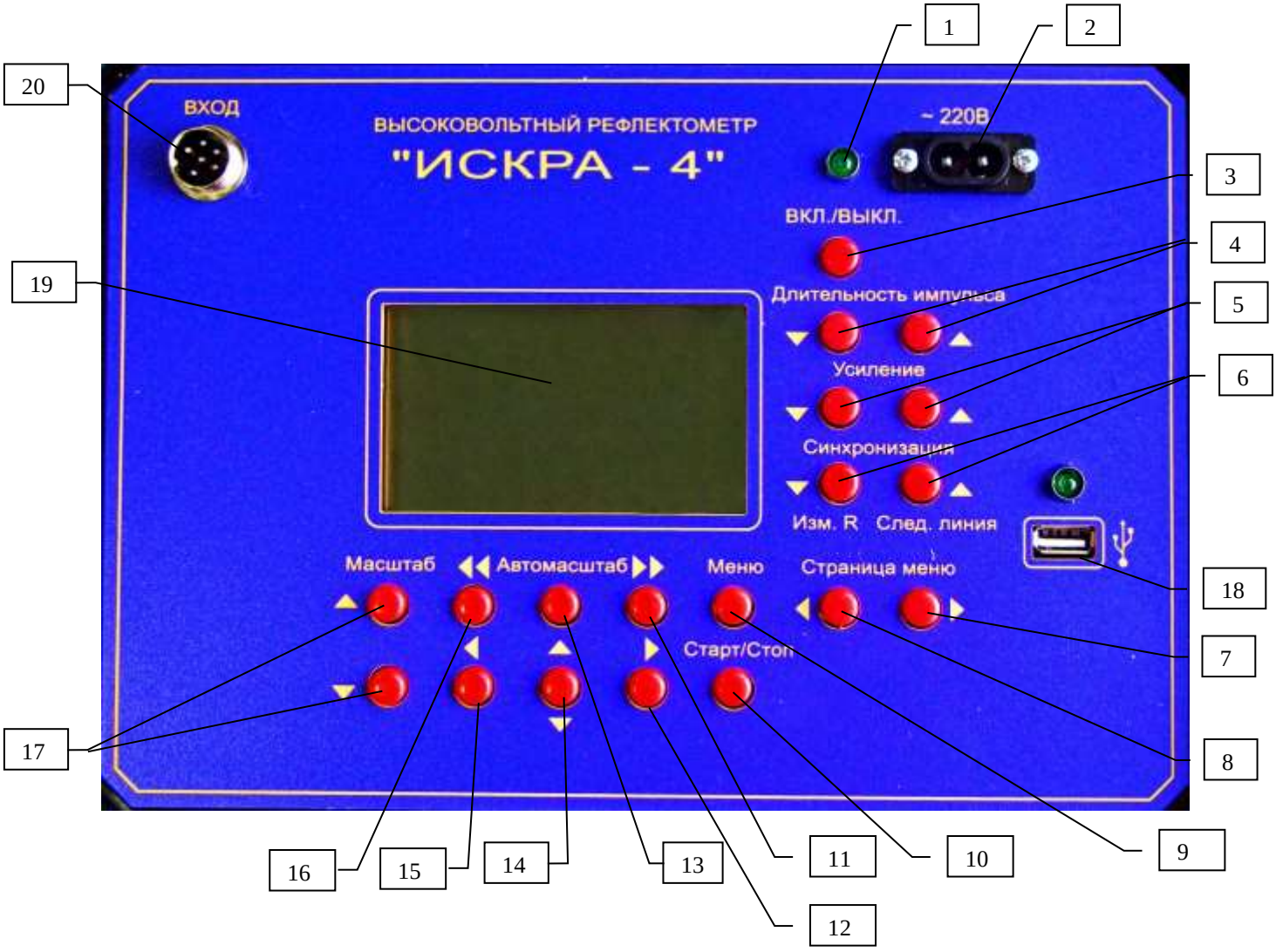


Рис. 1

1 – светодиодный индикатор включения заряда аккумулятора.
2 – разъем подключения сетевого напряжения, для заряда аккумулятора прибора «ИСКРА-4»
3 – кнопка включения и выключения прибора
4 – кнопки регулировки длительности зондирующего импульса
5 – кнопки регулировки коэффициента усиления
6 – кнопки регулировки уровня синхронизации в режимах «Ext», «Ext 2» и «Ext P». В режиме «LV» с помощью правой кнопки можно переключить каналы измерений (L1N, L2N, L3N, L1 L2 и т.д.), а с помощью левой включить режим измерения сопротивления.
7 и 8 – кнопки выбора страниц меню.
9 – кнопка «Меню»
10 – кнопка «Старт\Стоп» (для остановки и старта измерений)
11 и 16 – кнопки «◄◄», « ►►» (Для быстрого перемещения курсора экрана)
12 и 15 – кнопки «◄», «►» (плавное переключение курсора экрана и выбора регулируемой величины)
13 и 14 – кнопки «▲»,«▼» (перемещения активизации строк меню)
17 – кнопки «Масштаб X» (для регулировки масштаба изображения по оси «X»)
18 – разъем USB (для подключения внешнего USB накопителя)
19 – экран прибора.
20 – разъем выходных и входных импульсов.

4.4. Описание экрана прибора.

Внешний вид экрана показан на Рис 2.

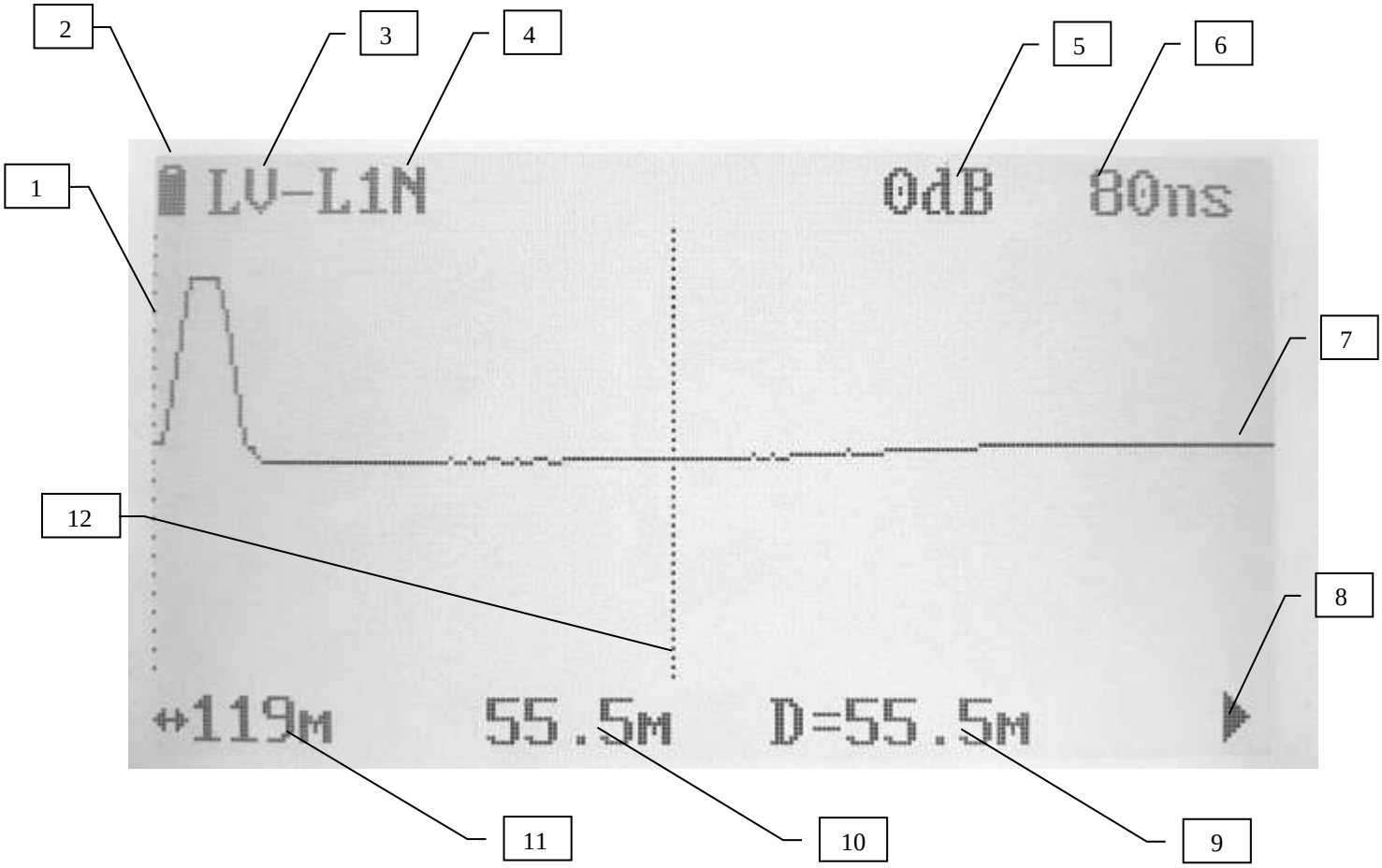


Рис. 2

1 – Курсор №1 (не активный).
2 – Индикатор состояния аккумулятора.
3 – Название фазы кабельной линии, на которую подаётся зондирующий импульс.
4 – Наименование режима работы.
5 – Величина усиления импульса.
6 – Длительность зондирующего импульса.
7 – Рефлектограмма кабельной линии.
8 – Значок « ►» – импульсы зондирующие идут в кабеле или ожидается синхроимпульс. Значок « ▮▮» – импульсы зондирующие не идут в кабель или рефлектометр зафиксировал полученный импульс.
9 – «D» – Расстояние от курсора №1 (п.1) до курсора №2 (п.12)
10 – Расстояние от начала экрана до курсора п.12
11 – Расстояние, отображенное на экране при выбранном масштабе изображения.
12 – Курсор №2 (активный). Смена активизации курсора происходит при нажатии кнопки «▼»

4.5. Описание опций главного и вспомогательного меню

Выход в режим «Меню» осуществляется нажатием кнопки «МЕНЮ» из любого режима работы.

4.5.1.Вид основного меню показан на Рис 3.

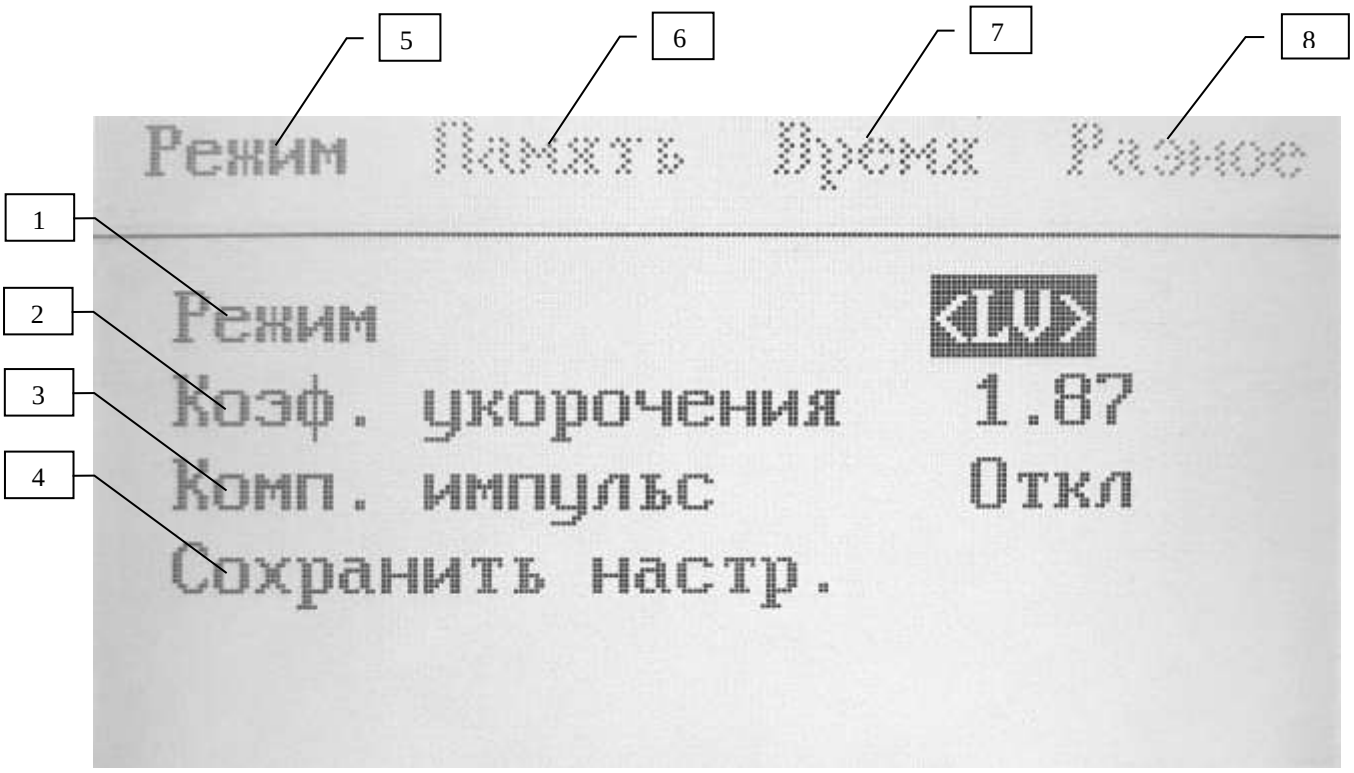


Рис. 3

1 – Наименование режимов работы:
«LV» – низковольтные зондирующие импульсы (импульсный режим TDR);
«Ext» – режим с внешним запуском от высоковольтных датчиков (режим колебательного разряда со связью по напряжению или току ICE/Decay);
«Ext 2» – режим с внешним запуском от высоковольтного датчика от второго импульса (режим колебательного разряда со связью по напряжению или току ICE/Decay);
«Ext P» – режим измерения расстояния до повреждения, в котором предварительно была получена электрическая дуга (режим импульсно-дуговой ARC).
2 – Строка для выбора коэффициента укорочения (КУ) – скорости распространения волны напряжения в кабельной линии;
3 – Строка выбора формы зондирующего импульса (положительный импульс или импульс с компенсацией)
4 – строка сохранения настроек
5 – 6 – 7 – 8 – наименование подменю прибора «ИСКРА-4»

4.5.2.Вид подменю «Память» показан на Рис 4.

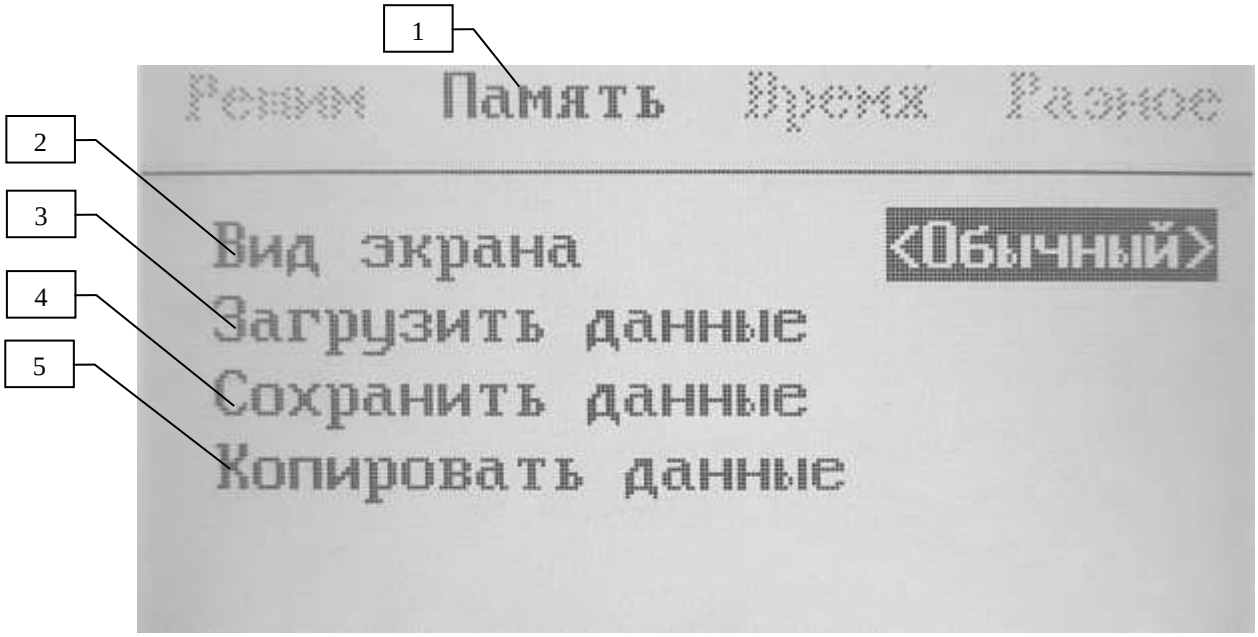


Рис. 4

1 – Наименование подменю «Память»

2 – Режим вывода информации на экран:

«Обычный» – вывод на экран текущих рефлектограмм в режиме реального времени в зависимости от режимов работы описанных выше. Пример – рис. 2

«Двойной» – вывод на экран двух рефлектограмм одновременно. Рефлектограмма **a** (пунктир) – сохранённая и загруженная из памяти (ОЗУ или в памяти USB-flash), рефлектограмма **b** (сплошная) – текущая рефлектограмма в зависимости от режима. Пример – рис. 5

«Память» – вывод на экран сохранённой в памяти (ОЗУ или в памяти USB-flash). Пример – рис. 6

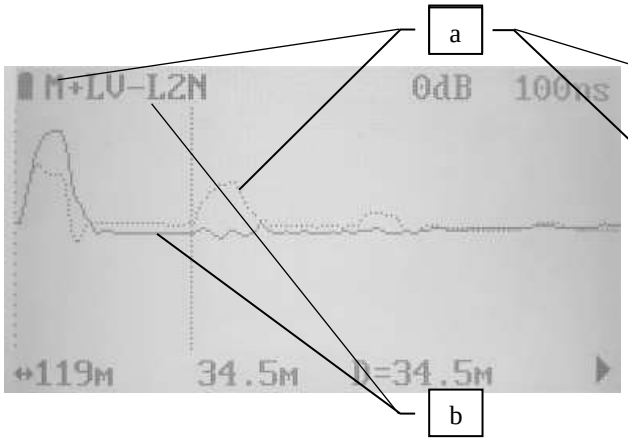


Рис. 5

Рис. 6

2 – Строка выбора рефлектограммы из памяти USB-flash для отображения ее в виде пунктира с наложением на текущую рефлектограмму в режиме «Двойной» (рис. 5) или отдельно в режиме «Память» (рис. 6).

3 – Строка сохранения текущей рефлектограммы, которая была на экране перед выходом в режим «МЕНЮ» с присвоением ей номера, в память USB-flash.

4 – Строка сохранения текущей рефлектограммы в оперативную память (ОЗУ) рефлектометра с последующим отображением ее в виде пунктира с наложением на текущую рефлектограмму в режиме «Двойной» (рис. 5) или отдельно в режиме «Память» (рис. 6).

4.5.3. Вид подменю «Время» показан на Рис. 7.

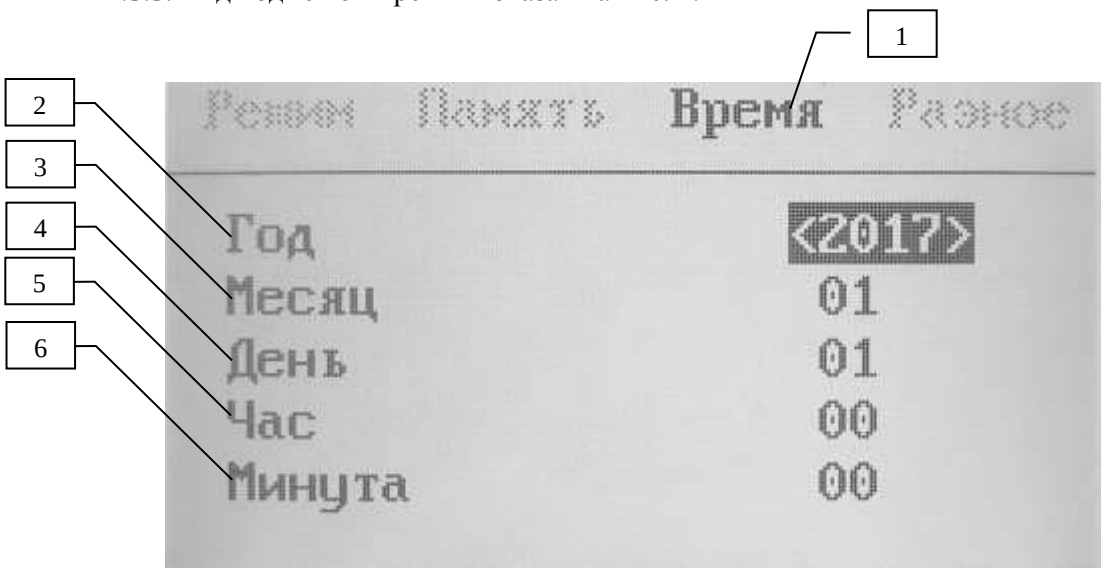


Рис. 7

1 – Наименование подменю «Время».
2 – Строка установки года.
3 – Строка месяца.
4 – Строка установки дня месяца.
5 – Строка установки часа.
6 – Строка установки минуты.

4.5.4. Вид подменю «Разное» показан на Рис. 8.

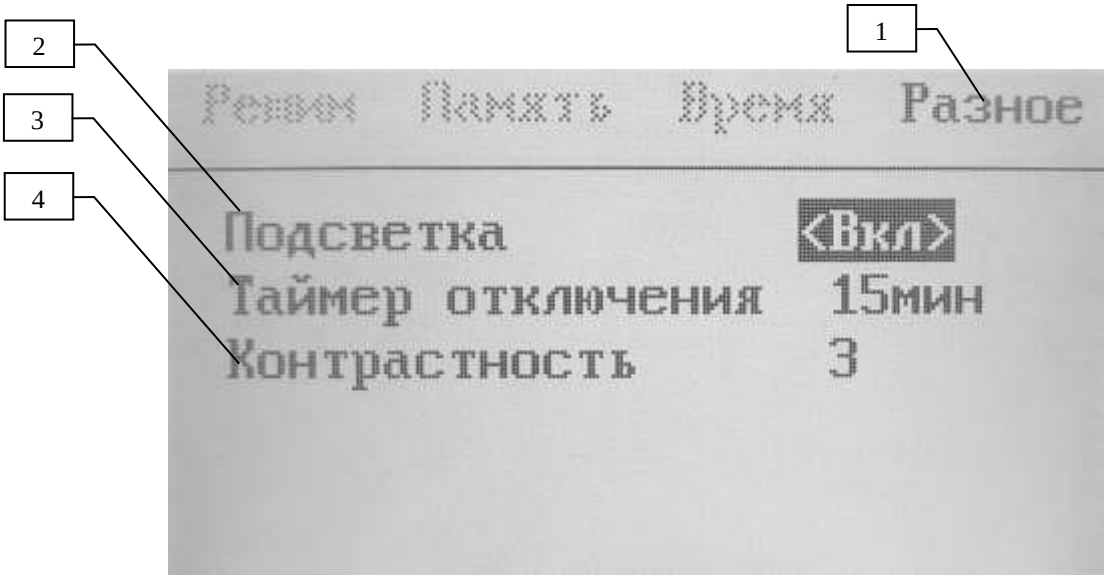


Рис.8

1 – Наименование подменю «Разное».
2 – Строка включения/отключения подсветки экрана.
3 – Строка для задания времени автоматического отключения прибора после последнего измерения.
4 – Выбор контрастности экрана.

4.6. Описание конструкции датчиков.

Датчиками рефлектометра «ИСКРА-4» являются высоковольтный датчик импульсного напряжения (ДИН-1, ДИП-1) и датчик импульсного тока (ДИТ-1).

Принципиальная схема ДИН-1(ДИП-1) приведена на рис.9.

ДИН-1 включается в разрыв высоковольтного кабеля, соединяющего в лаборатории КАЭЛ-3 (или ЭТЛ-35К, КАЭЛ-5) выход БВИ-60/50-М5 с высоковольтными переключателями (вход ДИН-1 Х1 соединяется с выходом БВИ-60/50-М5). Выход ДИН-1 (розетка Х3) соединяется с одним из входов сумматора коаксиальным кабелем. Датчик ДИП-1 устанавливается в высоковольтной цепи блока прожига БПР-25/8. Выход ДИП-1 также соединяется с входом сумматора.

Датчик импульсного тока ДИТ-1 устанавливается в корпусе генератора акустических ударных волн ГАУВ, в цепи разряда конденсаторов генератора, и соединяется с другим входом сумматора коаксиальным кабелем. Датчик представляет собой катушку, намотанную на тороидальном сердечнике из оргстекла, и нагруженную на резистор 27-270 Ом. Катушка надета на один из выводов генератора, по которому течет импульсный ток разряда конденсаторов ГАУВ.

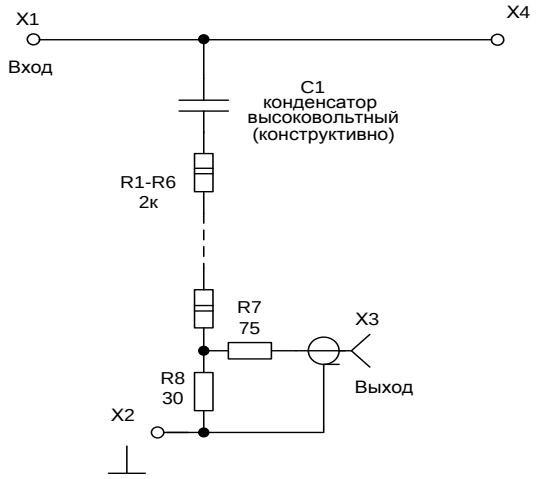


Рис. 9 Датчик импульсного напряжения ДИН-1(ДИП-1).
Схема электрическая принципиальная

5. УКАЗАНИЯ МЕР БЕЗОПАСНОСТИ

5.1. К работе с высоковольтным рефлектометром допускаются лица, которые должны:

- изучить настоящее техническое описание и инструкцию по эксплуатации;
- пройти проверку по технике безопасности и иметь удостоверение на допуск к работам на установках напряжением выше 1000В не ниже III квалификационной группы.

5.2. Работу с рефлектометром можно проводить после выполнения всех организационных и технических мероприятий, проводимых по наряду на выполнение работ для отыскания места повреждения кабельных линий.

5.3. Все отключения и подключения к испытуемому кабелю должны производится после наложения и снятия заземления.

5.4. Источники высокого напряжения должны быть укомплектованы короткозамыкателями для снятия остаточного напряжения с испытуемого кабеля и ГАУВ.

5.5. Рабочее место должно быть ограждено с установкой необходимых плакатов согласно ПТБ.

5.6. Высоковольтное оборудование рефлектометра должно подвергаться испытаниям один раз в год. Методика проведения испытаний описана в разделе «ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ».

6. ПОДГОТОВКА К РАБОТЕ И ПОРЯДОК РАБОТЫ

6.1. Подготовка к работе

Оборудование рефлектометра устанавливается в корпусе автолаборатории (либо стенда для отыскания мест повреждения кабельных линий) и монтируется согласно схеме рис. 10а, либо, при установке датчика ДИП-1 в цепи блока прожига, согласно схеме рис. 10б.

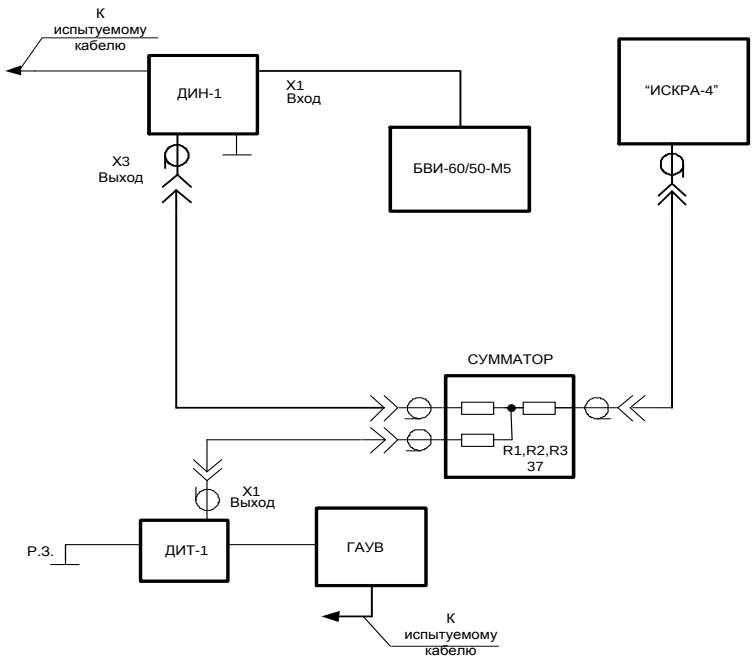


Рис. 10а. Подключение прибора «ИСКРА-4» в электролаборатории с датчиками ДИТ-1 и ДИН-1

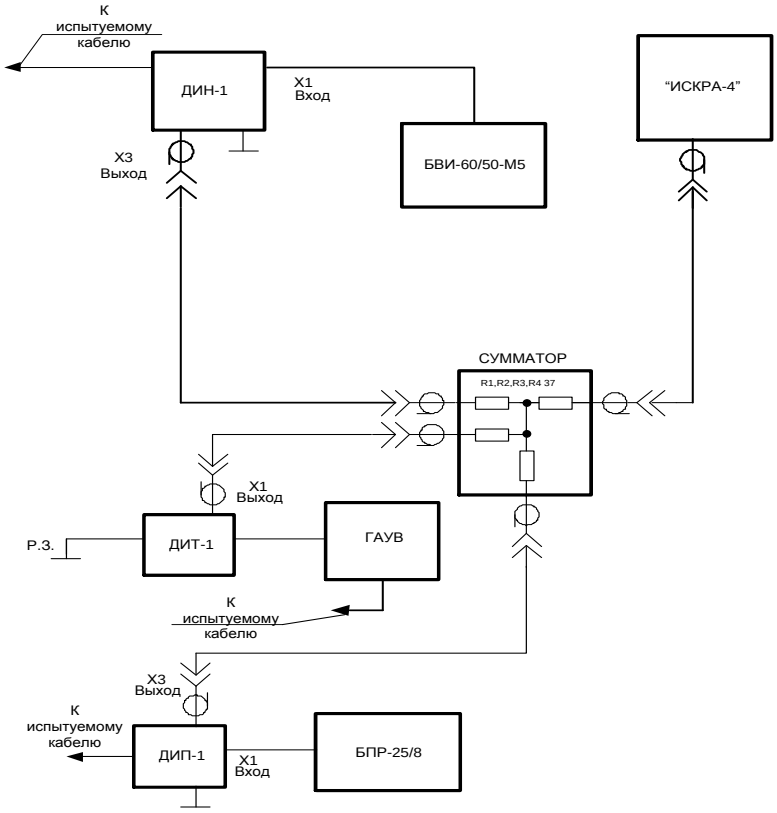


Рис. 10б. Подключение прибора «Искра 4» в электролаборатории с датчиком ДИН-1, ДИП-1 и ДИТ-1

6.2. Если электролаборатория оснащена устройством стабилизации дуги («сепаратором»), то его подключение к рефлектометру нужно выполнить согласно рис. 11а. (функциональная схема сепаратора показана на рис.11а – «Устройство стабилизации дуги»).

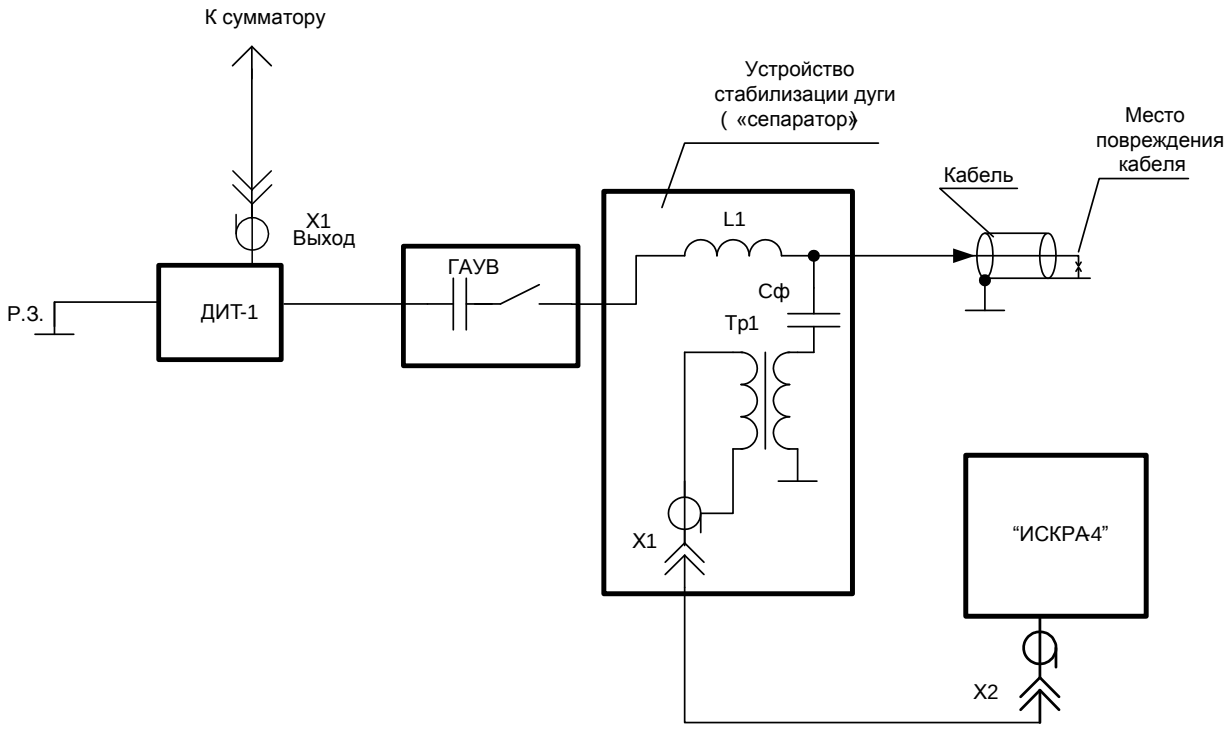


Рис. 11а.

Этот режим работы прибора обозначен как «Ext P». После возникновения тока и прихода синхроимпульса с выхода X1 «сепаратора» рис. 11а, через 2-5мс подается в кабель низковольтный зондирующий импульс, который проходит через конденсатор связи Сф (рис 11а) и отражается от горящей в это время дуги в месте повреждения. Отраженный от дуги низковольтный импульс с задержкой, пропорциональной расстоянию до повреждения приходит через Сф и Тр1 (рис. 11а) на вход прибора «ИСКРА-4» и регистрируется им.

6.3. Если электролаборатория оснащена ГАУВ с выходным делителем напряжения, то его подключение к прибору надо выполнить согласно рис 11б.

В этом случае прибор «ИСКРА-4» работает в режиме «Ext» или «Ext 2» и зондирующий низковольтный импульс в кабель не посылает. В этом режиме после срабатывания коммутатора линия начнет заряжаться через индуктивность L1, величина которой 100-200 мкГн и, при достижении напряжения пробоя в месте повреждения пробой произойдет, и в кабеле образуются затухающие отражения волны напряжения. Волна напряжения проходит к началу кабеля и отражается от индуктивности L1 и через делитель напряжения приходит на вход прибора «ИСКРА-4», формируя при этом синхроимпульс для работы микропроцессорного блока. Дойдя обратно до места повреждения волна отразится от горящей в это время в месте повреждения дуги, и снова распространиться к началу кабеля, где пройдя через делитель Сф и Тр1, образует на экране прибора отраженный сигнал (рис. 12).

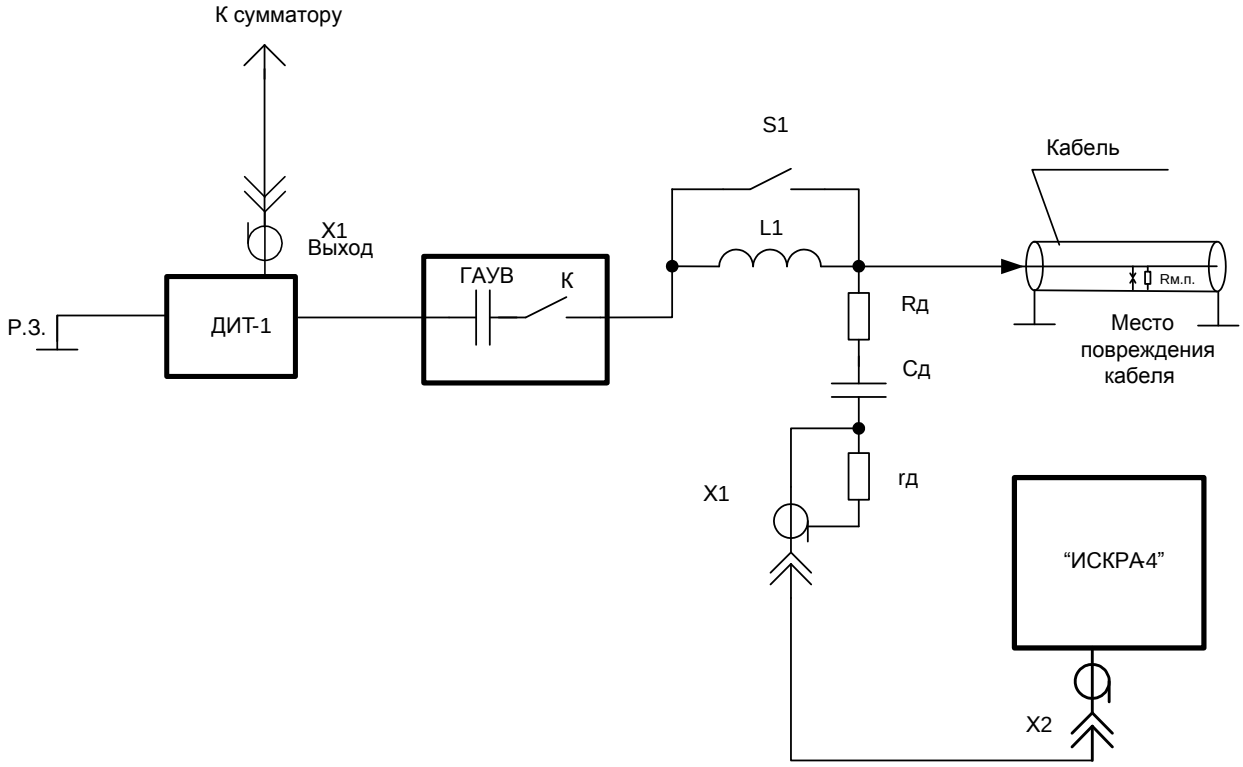


Рис. 11б.

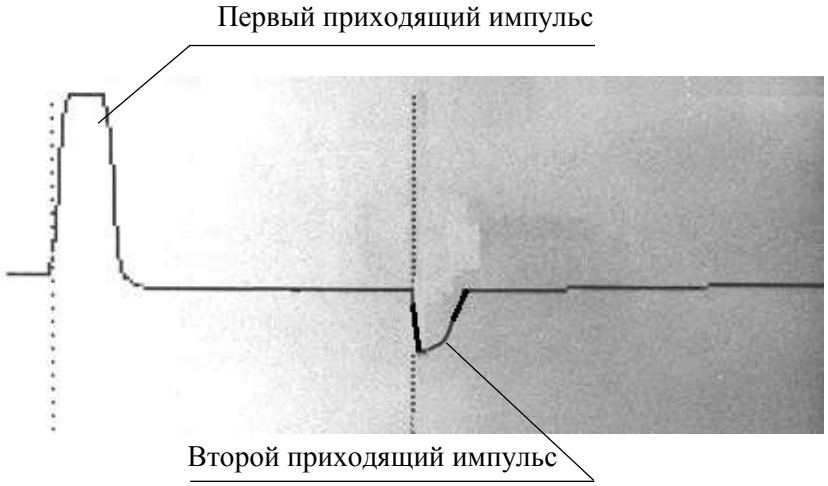


Рис. 12

6.4. Работа с рефлектометром.

Учитывая то, что рефлектометр «ИСКРА-4» предназначен для работы с **силовыми кабелями электроснабжения**, а не радиочастотными кабелями связи, некоторые его функции имеют скорее маркетинговый характер, чем практический. Для силовых кабелей не нормируется ни коэффициент затухания, ни скорость распространения волны в кабеле, ни другие важные для прохождения высокочастотного сигнала параметры. По этим причинам различить повреждение жилы кабеля с сопротивлением места повреждения даже 200-300 Ом на расстоянии больше 1000 метров в этих кабелях невозможно. Если принять, что от полного короткого замыкания (или обрыв жилы) зондирующий импульс отражается без затухания, а от места повреждения с сопротивлением равным ½ ρ (где ρ волновое сопротивление кабеля ≈50 Ом) отражается 50% импульса то при сопротивлении места повреждения 300 Ом (рис.10) от места повреждения отразится не более 14% сигнала.

Рис. 13

Так волна напряжения, двигаясь по линии с волновым сопротивлением ρ =50 Ом (см. рис.13), дойдя до места повреждения будет отражаться от места повреждения, сопротивление которого шунтировано волновым сопротивлением участка кабеля за повреждением. Таким образом суммарное сопротивление места повреждения R Σ м.п. будет равно:

$$R\ \Sigma\ \text{м.п.} = \frac{R\text{м.п.} - \rho}{R\text{м.п.} + \rho} = \frac{300-50}{300+50} = 43\ \text{Ом}$$

$$\text{Котр.} = \frac{50-43}{50} \cdot 100\% = 14\%$$

Для сопротивлений больше 300 Ом отраженный сигнал будет еще меньше, а если учесть его затухание по длине кабеля, то мы увидим, что «распознать» такое место повреждения, на расстоянии больше километра, в силовых кабелях почти не возможно.

Ниже будет описан наиболее оптимальный алгоритм работы с прибором «ИСКРА-4» при поиске мест повреждения в кабельных линиях электропередач.

Режим работы рефлектометра:

a) Измерение расстояния до повреждения на низком напряжении с возможностью измерение сопротивления (метод TDR) – режим обозначен как «LV».

b) Измерение расстояния до повреждения на высоком напряжении при пробивном напряжении кабеля от 10 до 60 кВ (метод Decay) – режим обозначен как «Ext».

c) Измерение расстояния до места повреждения кабеля по сигналам ГАУВ, оснащенного делителем напряжения (метод ICE) – режим обозначен как «Ext» или «Ext2».

d) Измерение расстояния до повреждения с применением устройства стабилизации дуги и посылом в кабель низковольтного импульса (метод ARC) – режим обозначен как «ExtP».

6.4.1. Измерение расстояния до повреждения на низком напряжении с определением сопротивления места повреждения (метод TDR).

В этом режиме с помощью рефлектометра можно определить расстояние до места обрыва или короткого замыкания кабеля.

Для этого следует:

Подключить разъем рефлектометра «ВХОД» с помощью кабеля соединительного низковольтного (Раздел 3, п.4) непосредственно к выводам испытуемого кабеля, соблюдая маркировку (Рис. 14).

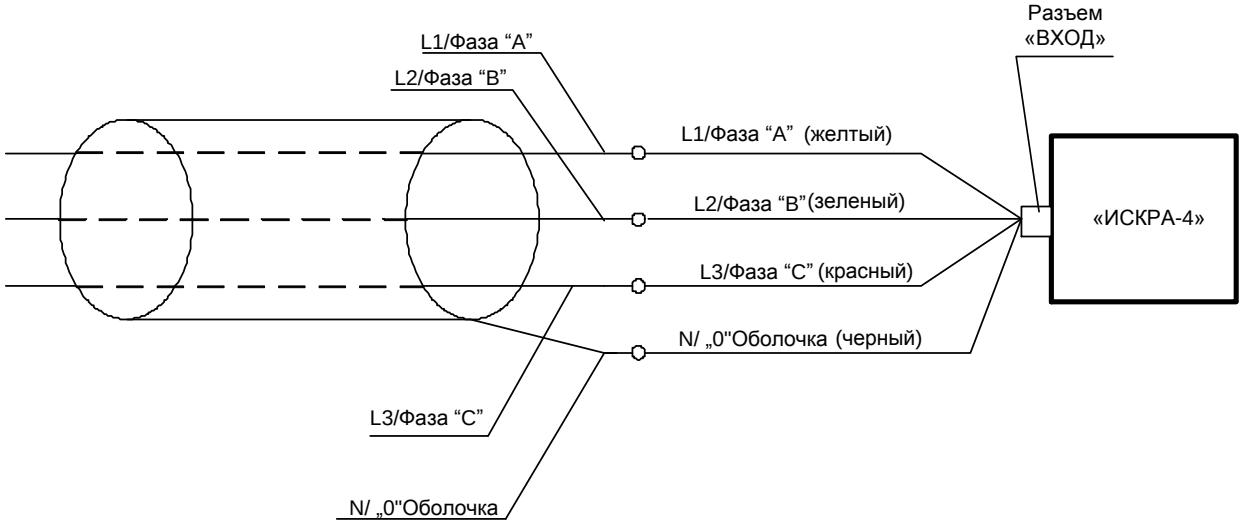


Рис. 14.

Если замер производится из отсека передвижной лаборатории, то кабель соединительный низковольтный (раздел 3 п. 4) подключают к испытуемому кабелю через удлинитель из экранированных кабелей. При этом из полученных значений расстояний до повреждений необходимо будет вычесть длину удлинителя.

ВНИМАНИЕ! Вычитать необходимо не фактическую длину кабелей удлинителя, а то значение длины, которое определяется прибором при установленном коэффициенте укорочения. (Скорость распространения волны в кабеле удлинителя может не соответствовать скорости распространения волны в измеряемом кабеле).

Для выполнения простых измерений (без сохранения и обработки результатов измерений) достаточно подключить прибор, как показано на рис.14 и кратковременно нажать кнопку 3 рис.1 (Вкл/Выкл) на лицевой панели прибора. При этом прибор сразу переходит в режим измерений фазы A(L1) относительно оболочки (N). По умолчанию установлены такие параметры зондирующего импульса:

- Длительность – 100 нс;
- Усиление – 0 dB

Вид экрана показан на рис.15

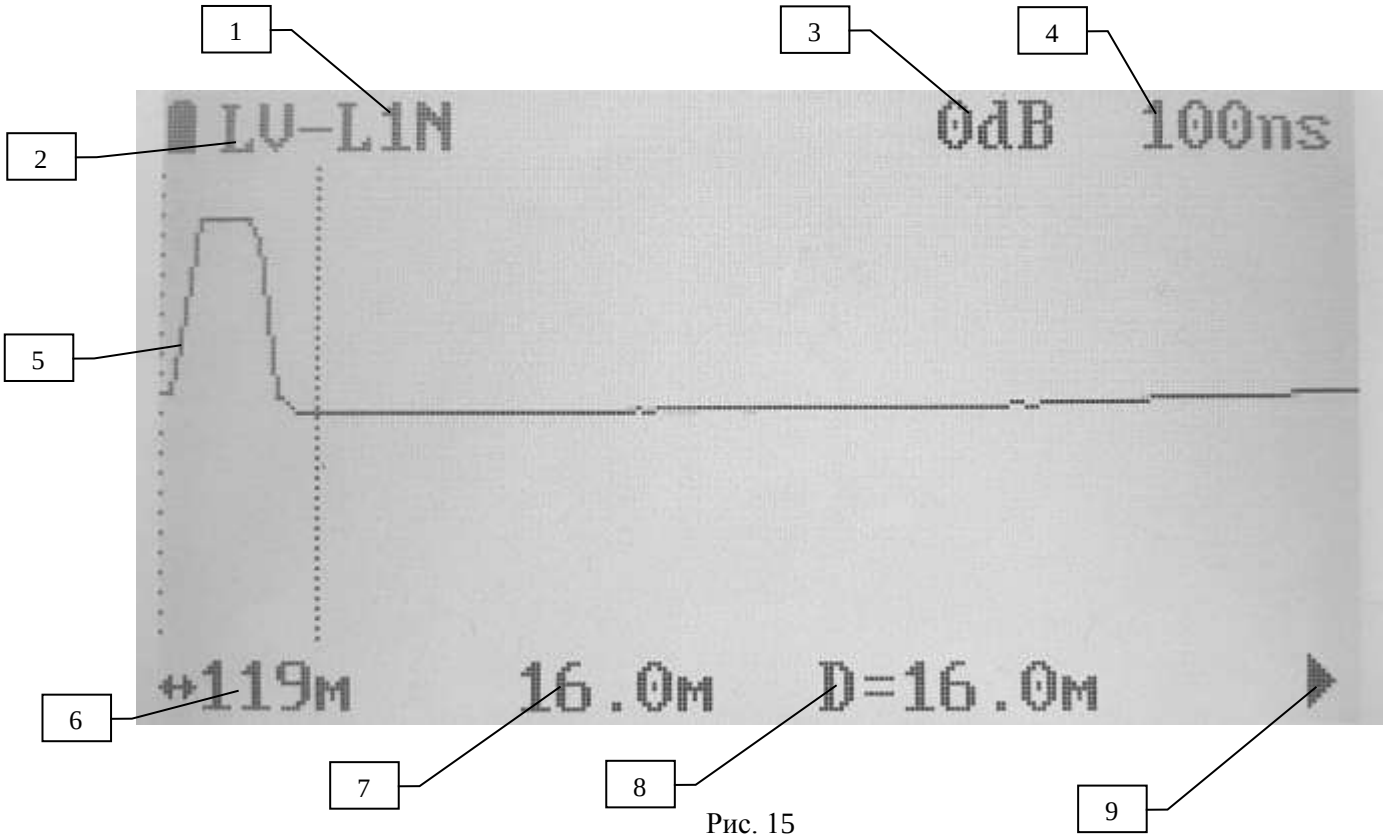


Рис. 15

1. Обозначение жил кабеля
2. Режим измерения
3. Величина усиления
4. Длительность импульса
5. Рефлектограмма
6. Диапазон экрана
7. Расстояние от начала экрана до активного курсора
8. «D» – расстояние между курсорами.
9. Значок « ►» – импульсы зондирующие идут в кабеле.

При желании, оператор, нажимая кнопки «Длительность импульса», «Масштаб X» или «Усиление» может добиться более читаемой рефлектограммы и кнопками «◄»,«►» (15 и 12, рис. 1) и «◄◄»,«►►» (16 и 11, рис. 1) установить курсор №1 в начало зондирующего импульса, а курсор №2 в интересующую точку рефлектограммы, произвести отсчет расстояния (D=16,0 м рис.15). Смена активизации курсоров производится нажатием кнопки «▼» (14, рис. 1) (активный курсор индицируется более плотной линией). Нажимая кнопку «След. линия» (6, рис. 1) оператор может просмотреть все возможные комбинации подключений прибора: L1 N; L2 N; L3 N; L1 L2; L1 L3; L2 L3.

При каждом новом измерении имеется возможность регулировок масштабов и параметров зондирующего импульса. Для установки требуемого коэффициента укорочения необходимо:

- нажать кнопку «Меню»;
- активизировать строку ускорения «Коэффициент укорочения»;
- кнопками «◄◄», «►►» выбрать подменю «Режим» и, далее, выбрать строку «V/2, m/us»;
- кнопками «◄», «►» установить величину скорости волны для измеряемого кабеля.

Во время проведения низковольтных измерений оператор имеет возможность нажав кнопку «Измерение R▼» (6, рис. 1) оценить сопротивление между точками подключения прибора к кабелю. Так, если при сообщении в левом верхнем углу экрана LV- L1N нажать кнопку «Измерение R▼», то на несколько секунд появится на экране сообщение «измерение сопротивления», а после этого, в верхней строчке экрана появится результат измерений в диапазоне «0÷200 Ом» (рис. 16)

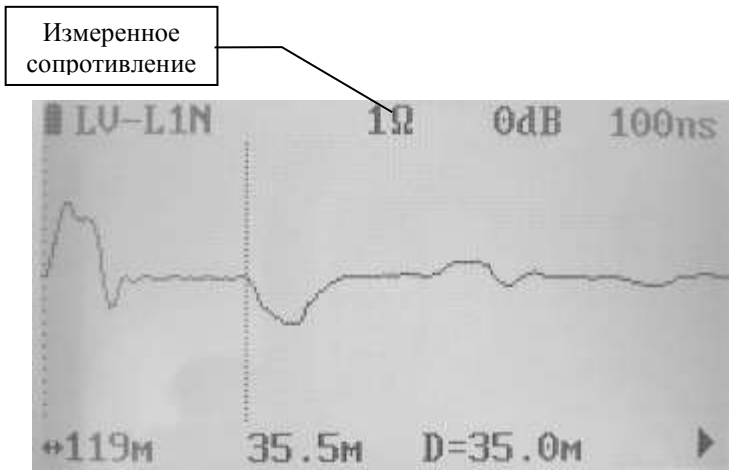


Рис. 16. Пример рефлектограммы места повреждения с измеренным сопротивлением (метод TDR)

6.4.2. Работа прибора с использованием внутренней оперативной памяти и внешнего запоминающего устройства.

Прибор «ИСКРА-4» имеет как внутреннюю память (данные этой памяти стираются после отключения прибора) и внешнюю память в виде флеш-памяти (USB-flash). Данные с нее можно обрабатывать с помощью прибора «ИСКРА-4» или с помощью персонального компьютера (далее ПК). Для этого в ПК необходимо установить специальную программу. (Эта программа выпускается под конкретные требования заказчика).

В большинстве случаев достаточно иметь возможность сравнения двух рефлектограмм, полученных при одном сеансе измерений. (Сеанс измерений – это время от включення до отключения питания прибора «ИСКРА-4». Так проводим измерения жил кабеля на низком напряжении. (Режим LV) оператор может скопировать в буфер памяти одну из рефлектограмм и после этого сравнить ее с любой другой, полученной в этом же сеансе измерений.

Для этого получив на экране рефлектограмму, которую необходимо сравнить с другой надо:

- нажать кнопку «Меню» (9, рис. 1)
- кнопками «Страница меню ◄, ►» (7 и 8, рис. 1) активизировать в верхней строке экрана подменю «ПАМЯТЬ» (рис.17)

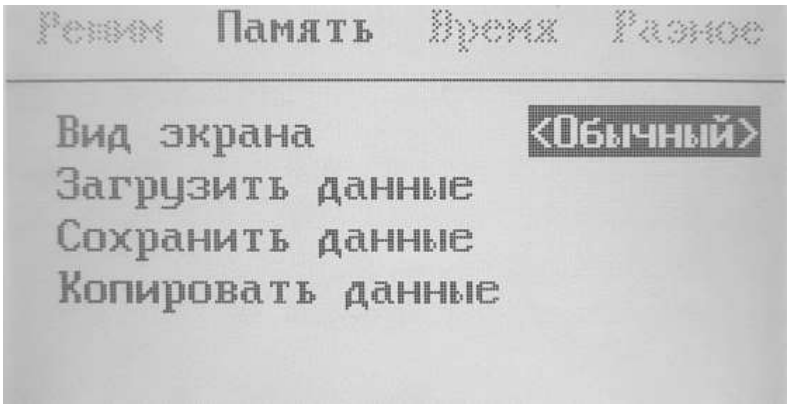


Рис. 17

- кнопками «▲, ▼» (13 и 14, рис. 1) активизировать строку «Вид экрана» и кнопками выбрать сообщение «Двойной» (На экране будет отображаться две рефлектограммы Текущая и буфера) – рис. 18;

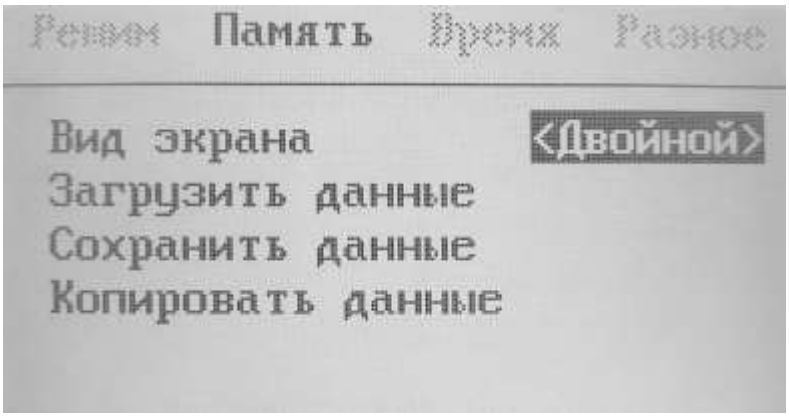


Рис. 18

- активизировать строку «Копировать данные» и нажать кнопку «►» (рис. 19);

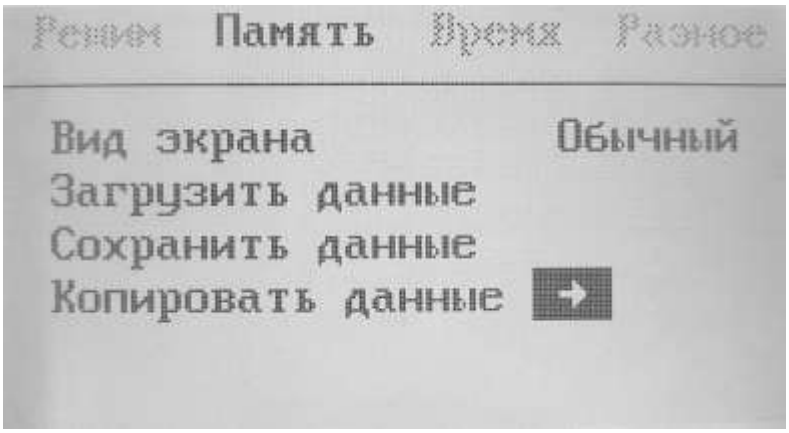


Рис.19

- при этом прибор перейдет в режим двойного экрана, где пунктирной линией будет отображаться рефлектограмма из буфера памяти, а сплошной текущая рефлектограмма (рис. 20);

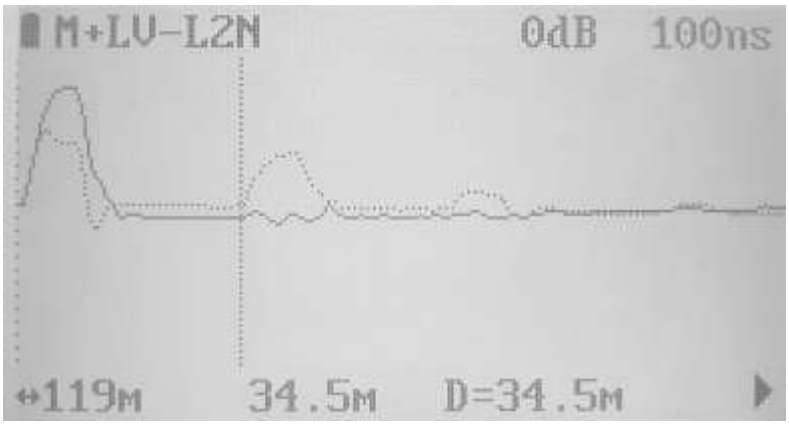


Рис. 20

- нажимая кнопку «След. линия ▲» (6, рис. 1) оператор может сравнивать любые рефлектограммы с сохраненной в буфере.

Для выхода из этого режима необходимо:

- Нажать кнопку «Меню»;
- Выбрать режим «Обычный»;
- Нажать кнопку «Меню».

Для запоминания большого количества рефлектограмм, необходимо пользоваться внешней памятью (USB-flash). Методика работы с ней описана ниже.

6.4.3. Работа прибора с использованием внешней памяти.

Для работы в этом режиме необходимо:

- к разъему USB (18, рис. 1) подключить флеш память;
- нажатием кнопки «Вкл/выкл» включить прибор;
- нажать кнопку «Меню»;
- кнопками «Страница меню ◄, ►» активизировать подменю «Время»;
- кнопками «◄, ►, ▼, ▼» установить текущую дату и время (рис. 15)

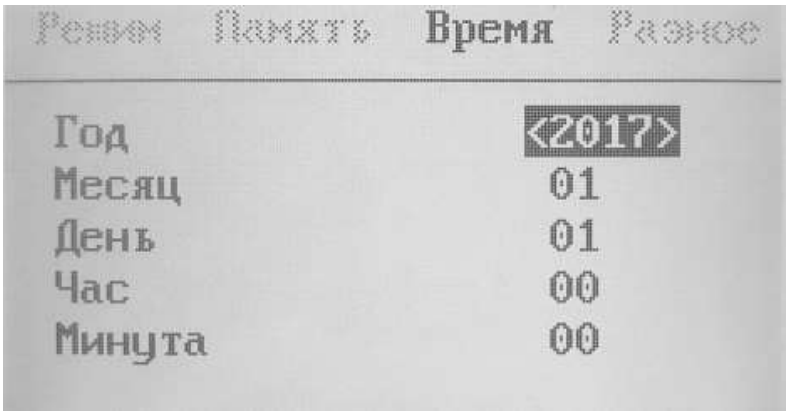


Рис. 21

- кнопками «Страница меню ◄, ►» активизировать подменю «Режим» и в нем установить требуемые параметры рис. 22

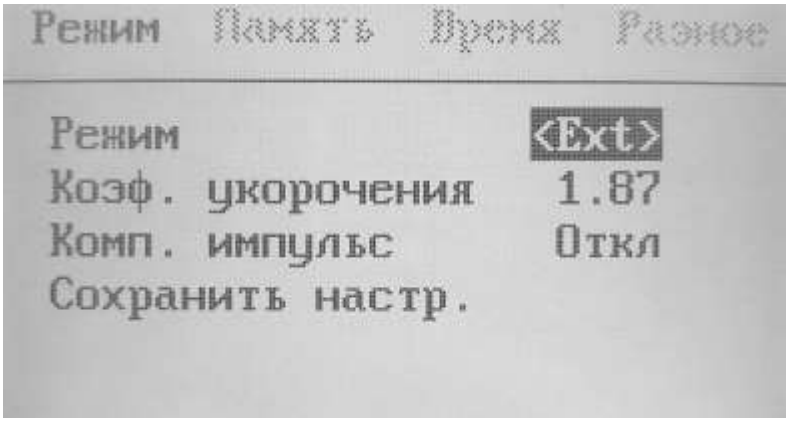


Рис. 22

При необходимости надо активизировать строку «Сохранить настройки» и нажать кнопку. При этом выбранный режим и его настройки будут сохранены в энергозависимой памяти. После этого можно переходить к работе прибора в любом из режимов (LV, Ext, Ext2, ExtP).

Получив на экране рефлектограмму подлежащую запоминанию необходимо:

- нажать кнопку «Меню»;
- кнопками «Страница меню ◄, ►» открыть подменю «Память»;
- активизировать строку «Сохранить данные» и нажать кнопку «►» (рис. 23).

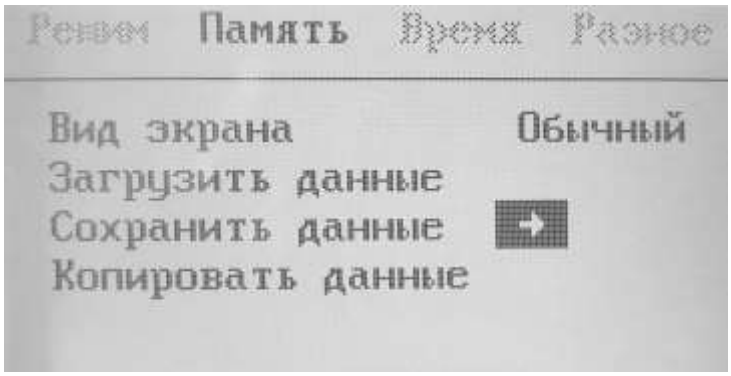


Рис. 23

- при необходимости сравнения текущей рефлектограммы с рефлектограммой из памяти необходимо проводить все те же операции, которые описаны для работы с оперативной памятью (раздел 6.4.2). Отличие состоит в том, что для загрузки данных из флеш памяти надо активизировать строку «Загрузка данных» (рис. 24), нажать кнопку « ►» и выбрать рефлектограмму из флеш памяти по времени, дате и режиму работы прибора (рис. 24).

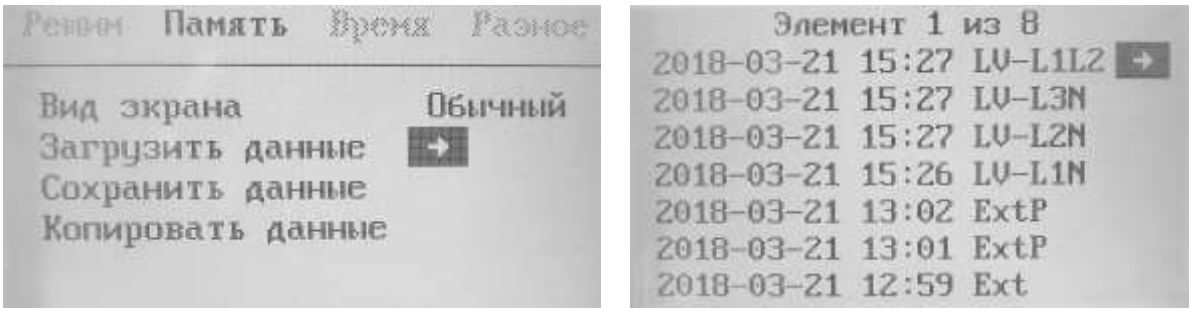


Рис. 24

После этого, прибор автоматически выберет режим «Двойной» в подменю «Память» и перейдет на экран отображения рефлектограмм в режиме сравнения текущей рефлектограммы и загруженной из памяти (рис. 20), аналогично тому, как описано в разделе 6.4.2.

Для просмотра содержания флеш памяти можно выбрать режим «Память» (рис. 25). В режиме «Обычный» прибор будет воспроизводить только текущие рефлектограммы.

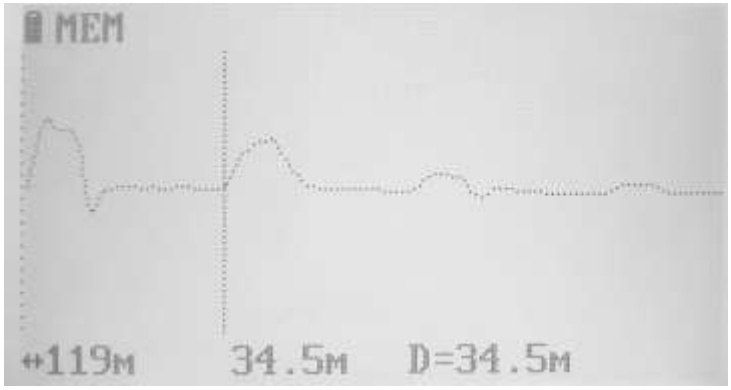


Рис. 25

6.4.4. Измерение расстояний до мест повреждения в кабельных линиях электропередач на низком и высоком напряжении с запоминанием результатов и их анализом.

Данный раздел описывает, по мнению разработчиков прибора, наиболее верный алгоритм измерений расстояний до мест повреждений в кабельных линиях. Полное и точное выполнение последовательности описанных операций приведет к упрощению отыскания мест повреждений на местности.

1) Выполнить раздел 6.4.1 и произвести выбор масштаба изображения и длительности зондирующих импульсов для получения удобно читаемых рефлектограмм.
2) Если по результатам выполненных измерений не удается однозначно определить расстояние до места повреждения, то возможно произвести измерение сопротивления выбранной цепи: $R_{L1\ N}$; $R_{L2\ N}$; $R_{L3\ N}$; $R_{L1\ L2}$ и т.д. (измерения проводятся в диапазоне сопротивлений от «0» до 2000Ом). Для этого необходимо в низковольтном режиме перейти на нужную схему измерения (L1 N; L2 N; L3 N; L1 L2 и т.д.) и нажать на кнопку «Изм. R». На экране появится надпись «Измерение сопротивления» и через 1 сек. в верхней части экрана отобразиться значение сопротивления.
3) Провести измерения расстояний до повреждения на низком напряжении как описано в разделе 6.4.1. установив при этом минимально возможную длительность импульса и максимальное усиление, при котором хорошо виден конец кабеля.

После каждого измерения необходимо сохранить его результаты под определенным номером. Для этого, подобрав режим измерения и получив рефлектограмму надо нажать кнопку «Меню» выбрать подменю «Память», активизировать строку «Сохранить данные» и, кнопкой «►» сохранить рефлектограмму на USB-flash.

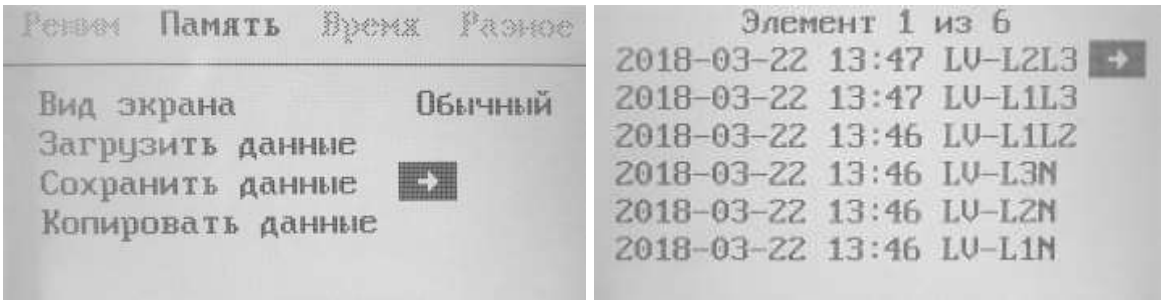


Рис. 26

Таким образом, выполнив перечисленные действия, оператор будет иметь в постоянной памяти прибора 6 рефлектограмм этого кабеля при зондировании импульсом одной длительности и 6 рефлектограмм с зондированием импульсом другой длительности.

Прибор можно отключить нажатием кнопки «ВКЛ/ВЫКЛ» и приступить к определению места повреждения на местности (если было обнаружено короткое замыкание двух жил между собой) или к дальнейшей работе с кабелем, проводя его испытание или прожиг места повреждения.

6.4.5. Описание процессов в кабельной линии при подаче на нее высокого напряжения.

Если в передвижной лаборатории смонтированы и подключены датчики тока и напряжения как показано на рис. 10 (в лабораториях КАЭЛ-3, КАЭЛ-5, ЭТЛ-35К датчики смонтированы стационарно) оператор имеет возможность определять расстояния до всех видов повреждения

кабеля на высоком напряжении с помощью методов ICE и Decay. Для этого в кабель посылаются с генератора акустических ударных волн (ГАУВ) импульсы амплитудой больше, чем пробивное напряжение или добиваются пробоя кабеля в режиме «Испытание» (заплывающий пробой).

(Амплитуда импульсов ГАУВ должна быть на 3-8 кВ выше пробивного напряжения кабеля. Чем больше эта разность, тем выше точность измерения).

Объясняется это относительно пологим фронтом зондирующего импульса (300 нс.) и вольт-секундной характеристикой места повреждения. В этом режиме прибор определяет завышенные расстояния до повреждения.

Причину возникновения данной погрешности хорошо видно из рис. 27.

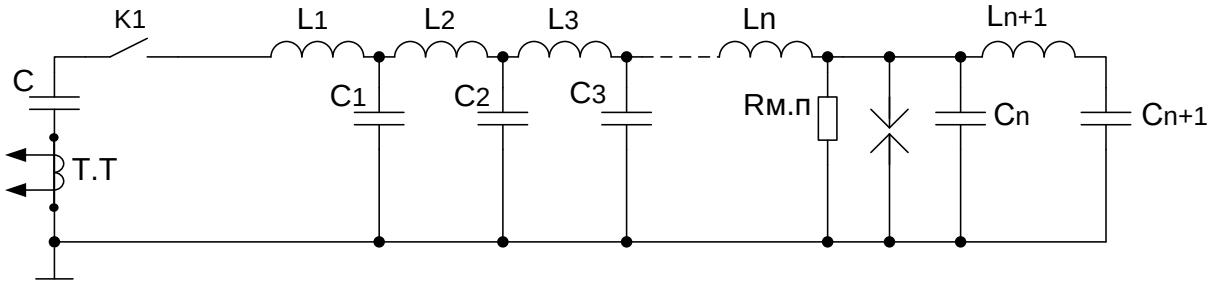


Рис. 27

На рисунке изображена кабельная линия в виде линии задержки с бесконечным количеством звеньев. Генератор зондирующих импульсов показан в виде конденсатора С и коммутатора К1. Импульс тока снимается с трансформатора тока Т.Т. Место повреждения характеризуется сопротивлением утечки $R_{м.п.}$ (сопротивление места повреждения) и пробивным напряжением места повреждения $U_{м.п}$. При срабатывании коммутатора К1 поочередно начинают заряжаться конденсаторы C_1, C_2, C_3…C_n. При чем каждая последующая емкость будет заряжаться с задержкой.

Таким образом в кабеле будет перемещаться «волна» напряжения заряжающая поочередно емкости C_1…C_n. При этом каждая емкость будет заряжаться до напряжения заряда конденсатора ГАУВ за время, называемое «фронтом» импульса или фронтом "волны" рис 28.

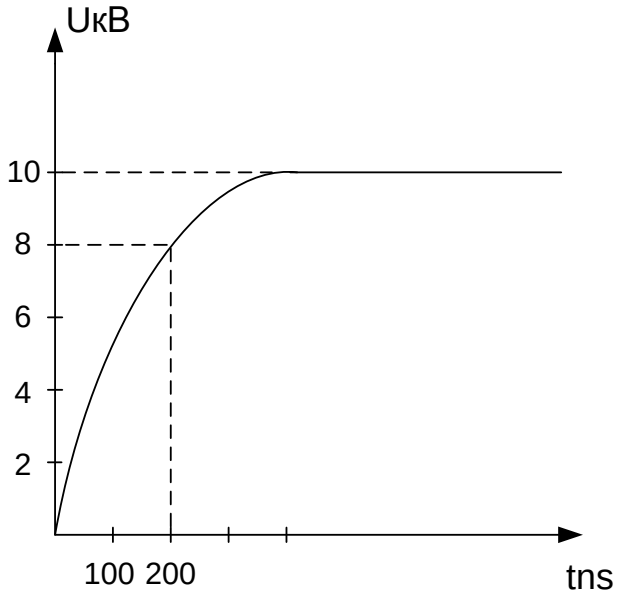


Рис. 28

Таким образом, если на графике роста напряжения в месте повреждения отметить пробивное напряжение места повреждения, предположим 8 кВ, то при подаче импульса величиной 10 кВ «задержка» пробоя места повреждения может составить и 200 ns. Следовательно, погрешность

измерения расстояния (только из-за задержки пробоя) может составить 200 ns (0,2мкс*80м/мкс=16 метров).

Если учесть, что фронт импульса увеличивается по мере прохождения волны по кабелю, то погрешность может достичь и 50-80 метров при расстояниях до повреждения порядка 1000 метров. Одним из способов борьбы с этой погрешностью является «зажигание» дуги в месте повреждения от другого источника, подача зондирующего измерительного импульса уже после того, как в месте повреждения кабеля будет гореть дуга. По этому принципу работает блок ГАУВ-СД (стабилизация дуги).

Вместе с тем существенно уменьшить эту погрешность можно простым способом, измеряя время между первым и вторым отражением волны рис. 29.

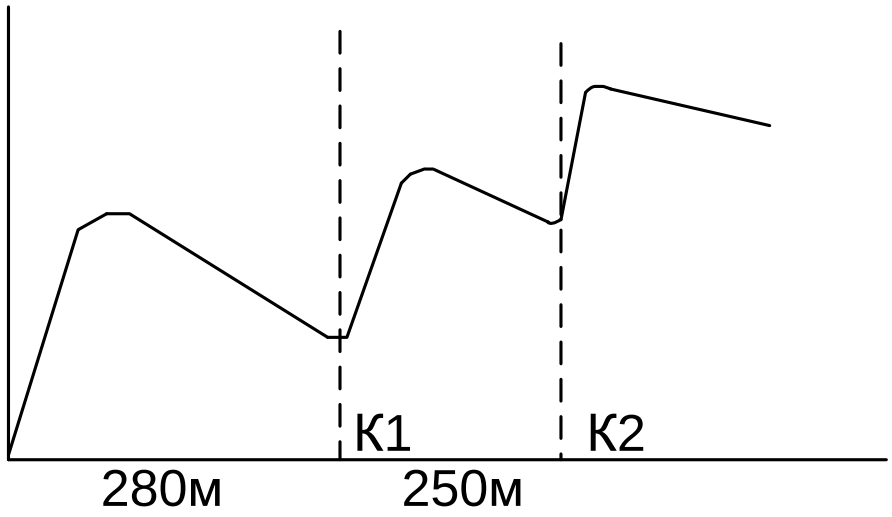


Рис. 29

Для этого необходимо курсор 1 (К1, на рис. 29) подвести к первому отражению, а курсор 2 (К2 на рис. 29) ко второму отражению. Таким образом, в измеренном расстоянии погрешность обусловленная задержкой формирования пробоя, будет устранена. Но появится погрешность от увеличения фронта импульса (хотя эта погрешность значительно меньше первой, но при расстояниях до повреждения больше 2-3 км и она может быть значительной).

Для получения более точного расстояния до места повреждения, некоторые передвижные лаборатории оснащаются дополнительным датчиком напряжения ДИП-1, установленным в цепь блока прожига (рис. 10б.)

Работа датчика ДИП-1 в этом режиме ничем не отличается от его работы в режиме «Испытание» (заплывающий пробой). Отличие состоит в том, что блок прожига обладает значительно большей мощностью и меньшим выходным сопротивлением, чем испытательные установки (БВИ-60/50-М5, АВ-50/70 и т.д.). Следовательно, вызвать пробой кабеля с возникновением волны напряжения будет возможно при более низких значениях сопротивления места повреждения.

Таким образом, измеряя расстояние до места повреждения на разных стадиях «прожига» кабеля и разными методами, оператор будет иметь возможность сравнивать эти значения между собой и с рефлектограммами, полученными при низковольтных измерениях. Измерение расстояния до места повреждения в режиме «ПРОЖИГ» не отличается от описанного ниже измерения в режиме «ИСПЫТАНИЕ».

6.4.6. Методика работы с рефлектометром на высоких напряжениях в режимах «Испытание», «Прожиг» и «ГАУВ» (методы Decay и ICE).

Если передвижная лаборатория оснащена датчиками «ДИН-1», «ДИП-1» и «ДИТ-1» как показано на рисунке 10б, то для выполнения этих измерений необходимо:

- подключить разъем рефлектометра «ВХОД» к сумматору рис. 10а и рис. 10б с помощью кабель соединительного коаксиального (Раздел 3, п.5);
- нажать кнопку «Вкл/Выкл»;
- нажать кнопку «Меню»;
- в подменю «Режим», в строке «Режим» выбрать режим «Ext»;
- нажать кнопку «Меню». При этом на экране появится заставка этого режима рис. 30 и прибор переходит в режим ожидания импульса запуска.

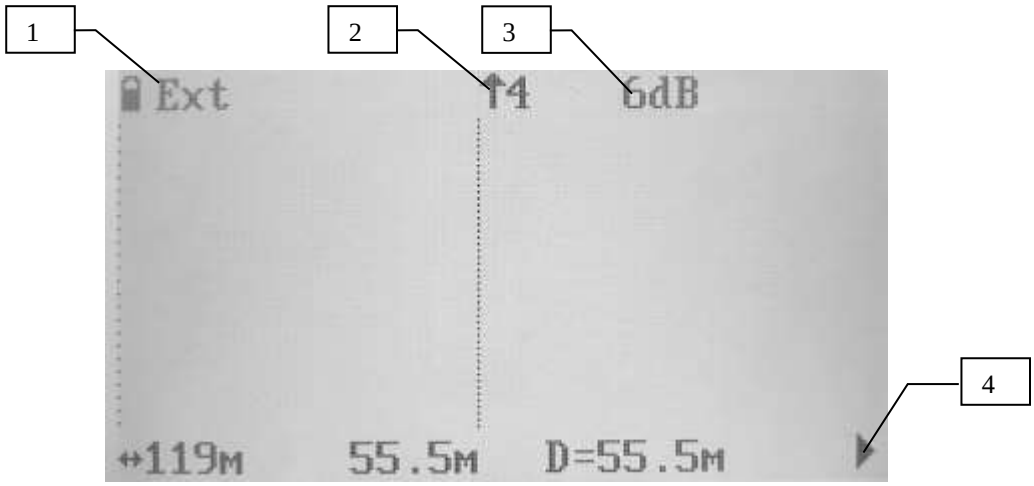


Рис. 30

1 – Наименование высоковольтного режима работы Ext (методы Decay и ICE).
2 – Уровень синхронизации.
3 – Величина усиления импульса.
4 – Значок « ►» – рефлектометр ожидает синхроимпульс от внешнего источника.

В этом режиме можно включить режим «Прожиг», «Испытание» или «ГАУВ» и подать на кабель высокое напряжение. С приходом положительного импульса рефлектометр отобразит его в начале экрана и все отраженные сигналы в интервале времени до 400мкс.

Примеры рефлектограмм полученных в результате работ в составе поисковых лабораторий (КАЭЛ-3, КАЭЛ-5, ЭТЛ-35К и т.д.) в режимах «Испытание»/«Прожиг» (метод Decay) и «ГАУВ» (метод ICE) приведены на рис. 30а и рис. 30б.

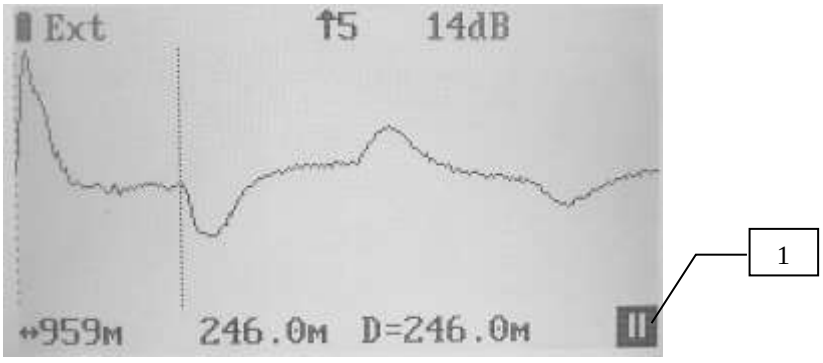


Рис. 30а. Пример рефлектограммы места повреждения в режиме работы «Испытание»/«Прожиг» (метод Decay)

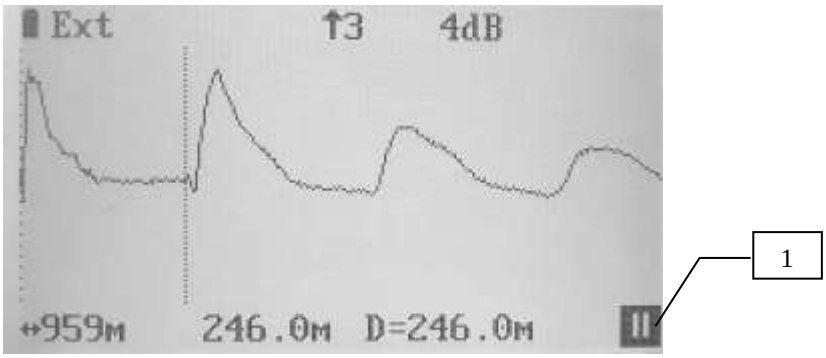


Рис. 30б. Пример рефлектограммы места повреждения в режиме работы «ГАУВ» (метод ICE)

Подбирая кнопками «▲,▼ Синхронизация» (6, рис. 1) уровень синхронизации от -20 до 20 и кнопками «▲,▼ Усиление» (5, рис. 1) величину усиления можно подобрать наиболее «читаемую» рефлектограмму.

Примечание: Не рекомендуется задавать низкий порог синхронизации, т.к. в этом случае могут быть ложные старты от посторонних помех. Слишком высокий уровень приведет к отсутствию старта.

При проведении этих измерений следует пользоваться рекомендациями, описанными в разделе 6.4.5 «Описание процессов в кабельной линии при подаче на нее высокого напряжения».

Символ « ▮▮» в правом нижнем углу экрана (1, рис. 30а,б) означает, что рефлектометр зафиксировал полученный импульс. Для повторного запуска режима, после появления рефлектограммы и символа « ▮▮» достаточно нажать кнопку «Старт\Стоп» для перевода рефлектометра в состояние ожидания синхроимпульса, которое будет обозначено символом « ►». Для сохранения рефлектограммы необходимо выполнить действия аналогичные тем, которые описаны в подразделе 6.4.2. «Работа прибора с использованием внутренней оперативной памяти и внешнего запоминающего устройства».

Рекомендации по расшифровке рефлектограмм даны в подразделе 6.5 «Расшифровка рефлектограмм».

6.4.7. Измерения расстояния до повреждения кабеля с применением устройства стабилизации дуги и посылкой в кабель низковольтного зондирующего импульса (метод ARC).

Внимание! Рефлектометр «ИСКРА-4» изначально согласован на работу с теми устройствами стабилизации дуги, которые обеспечивают на низковольтном входе/выходе импульс синхронизации положительной полярности величиной 0,5÷1,5 В на нагрузке 50 Ом, прохождение низковольтного зондирующего импульса величиной 5В и длительность до 1 мкс и горением дуги в месте повреждения не менее 5 мс.

Производитель предлагает свои устройства стабилизации дуги которые могут использоваться в составе передвижных лабораторий КАЭЛ-3, КАЭЛ-5 и ЭТЛ-35К, а так же поисковых стендах СВПА:

- генератор акустических ударных волн со встроенным сепаратором ГАУВ-СД;
- сепаратор СР-1Д.

Для согласования с другими аналогичными устройствами пользователю следует предоставить производителю описание технических характеристик устройства стабилизации дуги с которым необходимо согласовать работу рефлектометра «ИСКРА-4».

Упрощённая схема одного из устройств стабилизации дуги представлен на рис 11а. Разъем X2 (рис.11а) установлен на изоляционной или заземленной панели стойки управления.

Алгоритм работы с прибором «ИСКРА-4» в режиме ExtP (метод импульсно-дуговой ARC) совместно с устройством стабилизации дуги ГАУВ-СД:

- включить рефлектометр «ИСКРА-4» нажатием кнопки «Вкл/Выкл»;
- подключить разъем рефлектометра «ВХОД» к разъему X2 (рис.11а) с помощью кабеля соединительного коаксиального (Раздел 3, п.5);
- нажать кнопку «Меню» и в строке «Режим», подменю «Режим», установить режим «ExtP»;
- нажать кнопку «Меню»;
- включить устройство и подать от ГАУВ-СД в режим «стабилизация дуги» импульс величиной на 20-30% больше пробивного напряжения кабеля;
- кнопками «▲,▼ Синхронизация» выбрать уровень синхронизации, при котором будет отображаться рефлектограмма (рис.22) после каждого срабатывания ГАУВ;

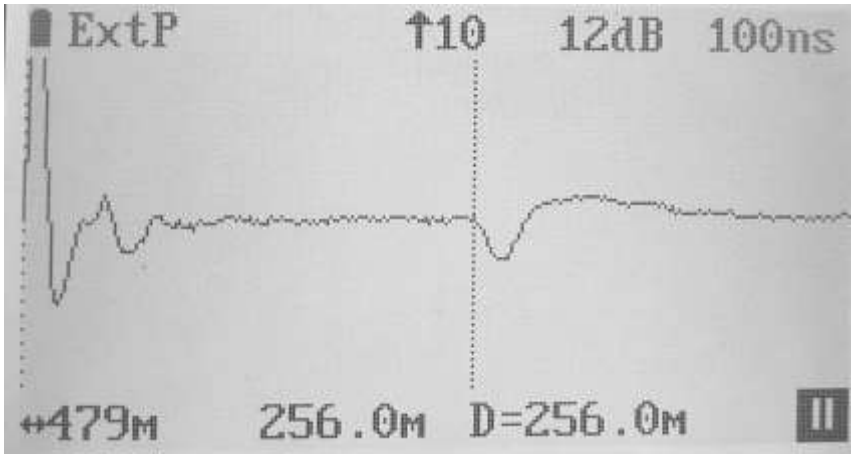


Рис. 31. Пример рефлектограммы места повреждения в режиме работы «ГАУВ-СД» (метод ARC)

- кнопками «▲,▼ Длительность импульса» установить оптимальную длительность импульса, а кнопками «▲,▼ Усиление» оптимальную величину отраженного сигнала;
- сохранение и расшифровка рефлектограмм не отличается от описанных ранее.

Внимание! Если отраженный сигнал в этом режиме имеет отрицательное значение, это значит, что дуга в месте повреждения не зажглась, или горела меньше 3 мс и импульс прошел до конца линии. В этом случае рекомендуется понизить пробивное напряжение места повреждения («Прожиг»), либо повысить амплитуду импульсов ГАУВ.

6.4.8. Измерение расстояния до повреждения кабеля с помощью ГАУВ оснащенного делителем напряжения.

Как было описано в разделе 6.2.2 измерения в режиме ГАУВ по отраженному сигналу волны тока («связь по току») иногда приводят к возникновению больших погрешностей. Для расстояний до 1км хорошо зарекомендовал себя метод измерения расстояния между вторым и третьим отраженным сигналом (рис.15), но при больших расстояниях происходит значительное ослабление третьего отражения, сглаживание его фронта. Это затрудняет отчет расстояния.

В некоторых случаях такие измерения можно провести в режиме «прожиг» но при сопротивлениях места повреждения в десятки Ом мощности блока прожига может оказаться недостаточно, для возникновения волны напряжения в кабеле. В месте повреждения может наблюдаться

только разогрев, без пробоев. В этих случаях можно применять устройства стабилизации дуги (см п. 6.2.3), но они сложны и довольно дороги. А можно применять простые ГАУВ с делителем напряжения. Схемы такого ГАУВ показана на рис 8б, а работа описана в разделе 6.2.2.

Алгоритм работы с прибором «ИСКРА-4» в этом режиме:

- включить рефлектометр «ИСКРА-4нажатием кнопки «ВКЛ/ВЫКЛ»;
- подключить разъем рефлектометра «ВХОД» к разъему «X2» (рис.8а) штатным кабелем;
- нажать кнопку «МЕНЮ» и в строке «РЕЖИМ», подменю «РЕЖИМ», установить режим «ExtP»;
- нажать кнопку «Меню»;
- включить устройство стабилизации дуги в режим «стабилизация дуги»;
- подать от ГАУВ на устройство стабилизации дуги импульс величиной на 20-30% больше пробивного напряжения кабеля;
- кнопками «▲,▼ Синхронизация/Выбор» выбрать уровень синхронизации, при котором будет отображаться рефлектограмма (рис.17) после каждого срабатывания ГАУВ;
- кнопками «▲,▼ Длительность импульса» установить оптимальную длительность импульса, а кнопками «▲,▼ Усиление» оптимальную величину отраженного сигнала;
- сохранение, расшифровка рефлектограммы не отличается от описанных ранее.

6.5. Расшифровка рефлектограмм

Расшифровка рефлектограмм требует определенного навыка работы с прибором и понимания физических процессов, возникающих в кабеле при похождении по нему импульсов.

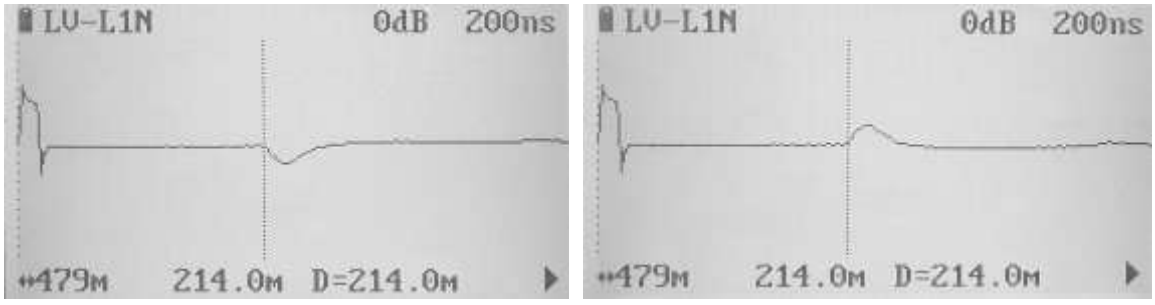
При всех низковольтных измерениях и высоковольтных за исключением сигналов от ГАУВ связь с кабелем осуществляется по напряжению.

Поэтому на осциллограммах отражение от короткого замыкания кабеля воспроизводится как **отрицательный перепад** (рис. 32а, 33, 35), а от обрыва как **положительный перепад** (рис. 32б).

При рефлектометрии с помощью ГАУВ связь с кабелем осуществляется по току. Поэтому на осциллограммах отражение от короткого замыкания воспроизводится как положительный перепад (рис. 34), а от обрыва как отрицательный.

Ниже приведены условные примеры рефлектограмм мест повреждений каждого из методов на рефлектометре «ИСКРА-4»:

- **TDR** (низковольтный импульсный метод) – LV:



а) замыкание б) обрыв

Рис. 32

Расстояние до мест повреждений вида замыкание(а) и обрыв(б) – 214 м.

- **Decay** (высоковольтный метод колебательного разряда со связью по напряжению) – Ext:

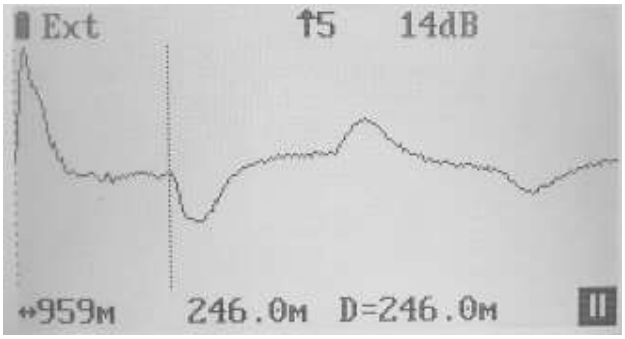


Рис. 33

Расстояние до места повреждения – 246 м.

- **ICE** (высоковольтный метод колебательного разряда со связью по току) – Ext:

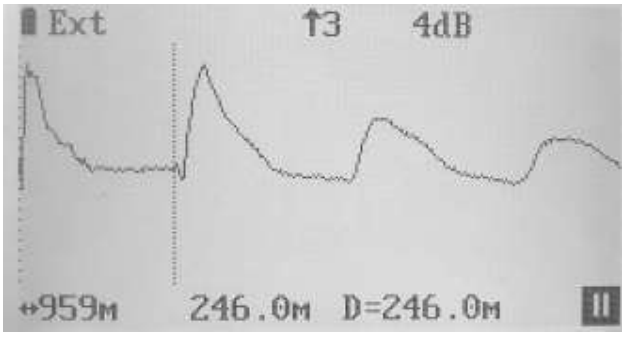


Рис. 34

Расстояние до места повреждения – 246 м.

- **ARC** (высоковольтный импульсно-дуговой метод) – Ext P:

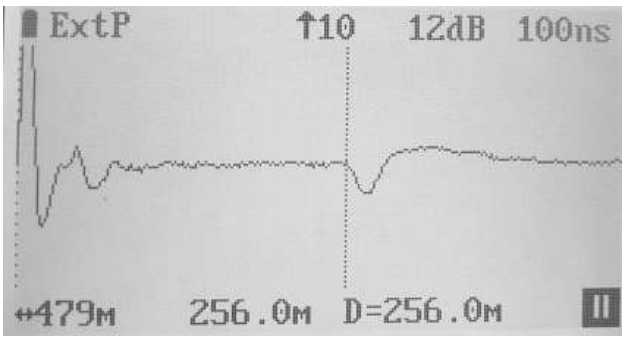


Рис. 35

Расстояние до места повреждения – 256 м.

7. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ

7.1. Техническое обслуживание рефлектометра сводится к поддержанию его в чистоте. В процессе эксплуатации необходимо:

- следить за целостностью изоляции проводов и кабелей;
- периодически протирать ветошью, смоченной спиртом, высоковольтную изоляцию датчиков импульсного напряжения ДИН-1, (ДИП-1).

Если на индикаторе состояния батареи (1, рис.2) затемнённая часть составляет менее 20%, необходимо прекратить работу и произвести заряд аккумулятора.

Для заряда аккумулятора необходимо подключить сетевой шнур к гнезду «~220В», расположенному на лицевой панели рефлектометра (2, рис. 1) и включить его в сеть. Красный светодиод (рис.1 поз.1) индицирует режим зарядки аккумулятора. При подключении зарядного устройства красный светодиод загорается. Через некоторое время красный светодиод начинает мигать. Это говорит о том, что аккумулятор зарядился до минимальной величины, позволяющей использовать прибор в течение непродолжительного времени для экстренных замеров.

Внимание! Время полного заряда аккумулятора не менее 8 часов.

7.2. Один раз в год ДИН-1 подвергают высоковольтным испытаниям. Для этого на высоковольтный конденсатор (кабель) ДИН-1 подают постоянное напряжение 62кВ. ДИН-1 считается выдержавшим испытания, если за 1 мин не наблюдались его пробои.

8. ПРАВИЛА ХРАНЕНИЯ И ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ

8.1. В распакованном виде рефлектометр должен храниться в закрытом помещении при температуре плюс 5-45 °С и относительной влажности не более 80% при отсутствии паров агрессивных жидкостей.

8.2. Перевозка может производиться любым видом транспорта в соответствии с правилами, действующими на этот вид транспорта. При перевозке аппаратура должна быть упакована в транспортную тару. При перевозке, погрузке и выгрузке необходимо оберегать рефлектометр от резких ударов.

9. МЕТРОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ.

Если прибор «ИСКРА-4» используется для определения расстояний до повреждений в кабельных линиях, то он является **индикатором** и частью **технологического оборудования.**

Обязательной метрологической аттестации такой вид приборов не подлежит, и исправность прибора проверяется потребителем, измеряя длину известных кабельных линий.

Если прибор «ИСКРА-4» предполагается использовать для **измерения** длин кабелей или других измерительных целей, то необходима его ежегодная метрологическая аттестация.

«Программа и методика метрологической аттестации» могут быть предоставлены отдельно по требованию Потребителя.

10. СВИДЕТЕЛЬСТВО О ПРИЁМКЕ

10.1. Рефлектометр высоковольтный «ИСКРА-4» заводской №___, изготовлен и принят в соответствии с требованиями ПУЭ и ПТБ, действующей технической документации и признан годным для эксплуатации.

10.2. Комплектность рефлектометра высоковольтного «ИСКРА-4» соответствует перечню Раздела 3.

Дата выпуска _____2018г

М.П. ОТК _____2018г

11. ГАРАНТИИ ИЗГОТОВИТЕЛЯ (ПОСТАВЩИКА)

11.1. Изготовитель гарантирует соответствие высоковольтного рефлектометра «ИСКРА-4» требованиям действующей технической документации и нормам ПУЭ и ПТБ при соблюдении условий транспортирования, хранения и эксплуатации.

11.2. Гарантийный срок эксплуатации 12 месяцев со дня отгрузки потребителю.

В период гарантийного срока эксплуатации изготовитель производит бесплатный ремонт оборудования, вышедшего из строя, при условии, что потребителем не были нарушены правила эксплуатации.

Гарантия не распространяется на оборудование с механическими дефектами, полученными в результате небрежной транспортировки или эксплуатации.

11.3. По истечении гарантийного срока изготовитель осуществляет сервисное обслуживание по отдельному договору.

12. СВЕДЕНИЯ О РЕКЛАМАЦИЯХ

В случае отказа рефлектометра «ИСКРА-4» в работе или неисправности его в период гарантийных обязательств, а также обнаружения некомплектности при первичной приемке, потребитель должен выслать в адрес изготовителя письменное извещение со следующими данными:

- заводской номер рефлектометра;
- дату продажи;
- проявление дефекта или неисправности.

Рекламацию на прибор не предъявляют:

- по истечении гарантийного срока;
- при нарушении потребителем правил эксплуатации, хранения, транспортирования предусмотренных эксплуатационной документацией.

Все предъявляемые к установке рекламации регистрируются в таблице 1.

Таблица 1

Дата и время отказа	Характер и причина неисправности	Принятые меры по устранению	Должность и подпись ответственного лица