



НПП “СТЭЛЛ”

Научно-производственное предприятие
“Системы тестирования электрических линий”

Рефлектометр РЕЙС-305



Руководство по эксплуатации

Наш адрес: **РОССИЯ, 241033, г. Брянск, пр. Станке Димитрова, д.82а**
Для почты: **241050, г. Брянск, а/я 284**
E-mail: **stell@stell.ru**

Тел. **(4832) 41-65-97**
(4832) 41-54-98
<http://www.stell.ru>

СОДЕРЖАНИЕ

1	Определения, обозначения и сокращения.....	4
2	Требования безопасности.....	4
3	Описание прибора и принципов его работы	4
3.1	Назначение	4
3.2	Условия окружающей среды	5
3.3	Состав прибора.....	5
3.4	Технические характеристики.....	6
3.5	Устройство и работа прибора	8
4	Подготовка прибора к работе.....	25
4.1	Подготовка к работе	25
5	Средства измерений.....	25
6	Порядок работы	26
6.1	Меры безопасности при работе с прибором	26
6.2	Расположение органов настройки и включения прибора	26
6.3	Сведения о порядке подготовки к проведению измерений	33
6.4	Порядок проведения измерений.....	50
6.4.1	Порядок действий при выполнении задач рефлектометрическим методом	50
6.4.2	Порядок действий при выполнении задач в методом кратковременной дуги.....	59
6.4.3	Порядок действий при выполнении задач методом колебательного разряда.....	65
6.4.4	Порядок контроля работоспособности прибора	73
6.4.5	Перечень возможных неисправностей прибора	73
7	Поверка прибора.....	73

7.1	Общие сведения	73
7.2	Операции и средства поверки	73
7.3	Условия поверки	75
7.4	Проведение поверки.....	76
7.5	Оформление результатов поверки.....	81
8	Техническое обслуживание.....	83
8.1	Общие указания.....	83
8.2	Порядок технического обслуживания прибора	83
8.3	Проверка электрических параметров	83
9	Текущий ремонт	83
10	Хранение	84
11	Транспортирование	84
12	Упаковка	84
13	Маркирование и пломбирование	85
	Свидетельство об утверждении типа	86

Настоящее руководство по эксплуатации (РЭ) предназначено для ознакомления потребителя с комплектностью, техническими данными, принципом действия, конструктивными особенностями и правилами эксплуатации рефлектометра РЕИС-305, именуемого в дальнейшем прибор.

1 Определения, обозначения и сокращения

В РЭ принята следующая система обозначения терминов:

- КЛ - кабельная линия;
- ВЛ - воздушная линия;
- РФГ - рефлектограмма;
- ЗИ - зондирующий импульс;
- ЗИП - запасное имущество и принадлежности;
- КЗ - короткое замыкание;
- ТО - техническое обслуживание.

2 Требования безопасности

По степени защиты от поражения электрическим током прибор относится к классу защиты II.

Внимание! Все измерения в режиме рефлектометра необходимо производить на отключенной с обеих сторон линии. Во избежание выхода прибора из строя необходимо предварительно разрядить линию, замкнув жилы между собой и на заземляющее устройство.

3 Описание прибора и принципов его работы

3.1 Назначение

3.1.1 Рефлектометр цифровой РЕИС-305, ШМИЯ. 411719.004.

3.1.2 Основные области применения:

- эксплуатация и прокладка кабельных и воздушных линий всех типов в связи и энергетике;
- эксплуатация нефтепроводов и газопроводов, угледобывающая промышленность;
- эксплуатация горэлектротранспорта, ТЭЦ, ГЭС, АЭС, ГРЭС;
- гражданская и военная авиация, речной и морской флот, судостроение и самолетостроение;

- кабельные и воздушные системы электропередачи телекоммуникаций и связи промышленных предприятий, учреждений, жилищных массивов;
- кабельное телевидение и компьютерные сети;
- диагностика состояния кабельных линий.

3.2 Условия окружающей среды

- рабочая температура окружающей среды от минус 10 до 55⁰С;
- относительная влажность воздуха 90% при температуре 30⁰С.

3.3 Состав прибора

Состав прибора указан в таблице 1.

Таблица 1

Наименование, тип	Обозначение	Кол-во	Примечание
1 Прибор РЕЙС-305	ШМИЯ.411719.004	1	
2 Кабель соединительный	ШМИЯ. 685661.001	3	2 м
3 Кабель синхронизации	ШМИЯ. 685661.008	1	2 м
4 Кабель присоединительный	ШМИЯ. 685661.002	1	
5 Кабель питания 12 В	ШМИЯ. 685612.010	1	Вспомогательный
6 Кабель поверки	ШМИЯ.685661.006	1	
7 Предохранитель ВП2Б-1В 0,25 А 250 В	ОЮ0.481.005 ТУ	4	
8 Предохранитель ВП2Б-1В 1 А 250 В	ОЮ0.481.005 ТУ	1	
9 Сумка	ГОСТ 28631-90	1	Для переноса
10 Руководство по эксплуатации	ШМИЯ.411719.004РЭ	1	
11 Формуляр	ШМИЯ.411719.004ФО	1	
12 Кабель USB		1	*
13 Блок питания-зарядки		1	*

*Примечание. * Поставляется по отдельному заказу.*

3.4 Технические характеристики

Технические характеристики указаны в таблице 2.

Таблица 2

Наименование	Значение
Верхний предел диапазона измеряемых расстояний (при коэффициенте укорочения 1,500), м	200; 400; 800; 1600; 3200; 6400; 12800; 25600, 51200
Предел допускаемой приведенной погрешности измерения расстояния в нормальных условиях применения (20±5)°С, не более, %	
- в диапазоне 200 м	0,4
- в остальных диапазонах	0,2
Диапазон коэффициентов укорочений:	установка или измерение в пределах от 1 до 7 с дискретностью 0,001 возможность записи во встроенную память пользовательских коэффициентов укорочения
Выходное сопротивление, Ом	регулируемое от 30 до 700 с цифровой индикацией
Зондирующий импульс:	
- амплитуда, В, не менее	6,5 (22 – повышенная)
- длительность, нс	от 20 до 25·10 ³ , автоматическая или ручная установка длительности, включение импульса компенсации
Усиление, дБ	от - 12 до 60

Продолжение таблицы 2

Наименование	Значение
Режимы измерения	<p><i>нормальный</i> - считывание и отображение текущей рефлектограммы одного из входов; <i>сравнение</i> - наложение двух рефлектограмм с любых из двух входов или памяти и входа <i>разность</i> – отображение разности двух рефлектограмм с любых из двух входов или между памятью и входом <i>связь</i> - отображение рефлектограммы канала L1-L2, L1-L3</p>
Растяжка	возможность растяжки участка рефлектограммы вокруг курсора в 2, 4, 8, 16, ... 128 раз (в зависимости от диапазона)
Отсчет расстояния	при помощи двух вертикальных курсоров: курсора 0 и 1
Память	возможность запоминания во встроенной энергонезависимой памяти до 500 рефлектограмм со всеми параметрами
Цифровое накопление	усреднение при считывании от 1 до 255 РФГ
Частота дискретизации входного сигнала, МГц	160
Диапазон амплитуд входных сигналов на волновом входе, В	0,002 - 40 (без присоединительного устройства)

Продолжение таблицы 2

Наименование	Значение
Отображение информации	в графическом виде, в алфавитно-цифровом и символьном виде
Дисплей	встроенный, на основе ЖК монитора с размером 115x90 мм и количеством точек 320x240
Питание:	
от встроенных аккумуляторов, В	10,2 - 14
от сети постоянного тока, В	11 - 15
Потребляемый ток, А, не более	0,5
Габаритные размеры, мм	275 x 166 x 70
Масса, кг, не более	2,5 (со встроенными аккумуляторами)

3.5 Устройство и работа прибора

В основу работы прибора положен метод импульсной рефлектометрии (локационный метод, метод отраженных импульсов), импульсно-дуговой метод (метод кратковременной дуги) и метод колебательного разряда (волновой метод).

Сущность **метода импульсной рефлектометрии** заключается в зондировании кабеля (двухпроводной линии) импульсами напряжения, приеме импульсов, отраженных от места повреждения и неоднородностей волнового сопротивления, выделении отражений от места повреждений на фоне помех (случайных и отражений от неоднородностей линий) и определении расстояния до повреждения по временной задержке отраженного импульса относительно зондирующего.

Основную сложность и трудоемкость при методе импульсной рефлектометрии представляет выделение отражения от места повреждения на фоне помех.

Метод импульсной рефлектометрии базируется на физическом свойстве бесконечно длинной однородной линии, согласно которому отношение между напряжением и током введенной в линию электромагнитной волны одинаково в любой точке линии. Это соотношение $W = U/I$ имеет размерность сопротивления и называется волновым сопротивлением линии.

Для определения расстояния до места повреждения (неоднородности волнового сопротивления) в линию посылают импульс, измеряют интервал t_x - время двойного пробега этого импульса до места повреждения, и рассчитывают расстояние до места повреждения L_x по формуле

$$L_x = t_x \cdot V / 2, \quad (1)$$

где V - скорость распространения импульса в линии.

Коэффициент отражения определяется в соответствии с выражением

$$K_{отр} = U_0 / U_3, \quad (2)$$

где U_0 – амплитуда отраженного импульса, - амплитуда зондирующего импульса.

Отражение появляется в тех местах, где волновое сопротивление отклоняется от своего среднего значения: у муфт, у мест изменения сечения, у мест сжатия кабеля, в месте утечки, в месте обрыва, короткого замыкания, в месте ответвления, в конце кабеля и т.д.

В месте подключения прибора также возникают переотражения сигналов от выходного сопротивления генератора зондирующих импульсов, если оно не равно волновому сопротивлению измеряемой линии.

В зависимости от соотношения выходного сопротивления генератора зондирующих импульсов и волнового сопротивления линии изменяется полярность и амплитуда переотражений, которая может оказаться соизмеримой с амплитудой отражений. Поэтому перед проведением измерений обязательно должна проводиться операция согласования выходного сопротивления генератора с волновым сопротивлением линии должна проводиться обязательно.

Затухание зондирующих импульсов в линии существенно влияет на отраженный сигнал. Затухание линии определяется ее геометрической конструкцией, материалом проводников и изо-

ляции и является частотно-зависимым, следствием чего является изменение зондирующих импульсов при их распространении по линии как по амплитуде, так и по длительности ("расплывание").

"Расплывание" импульса и уменьшение его амплитуды (тем больше чем длиннее линия) затрудняют точное отыскание повреждения. Поэтому обязателен правильный выбор параметров зондирующего импульса в соответствии с длиной и частотной характеристикой затухания линии. Критерием правильного выбора параметров зондирующего импульса является минимальное "расплывание" и максимальная амплитуда отраженного сигнала.

Зондирующий и отраженные импульсы воспроизводятся на жидкокристаллическом экране, образуя рефлектограмму линии (рисунок 3.1).

Отсутствие отраженных сигналов на рефлектограмме свидетельствует о точном согласовании прибора с линией по волновому сопротивлению и отсутствии повреждений.

При обрыве отраженный импульс имеет ту же полярность, что и зондирующий, при коротком замыкании отраженный импульс меняет полярность.

Предельная амплитуда отраженного сигнала при полном отражении и отсутствии затухания (в начале линии) равна амплитуде зондирующего импульса. При изменении сопротивления линии в месте неоднородности от нуля (короткое замыкание) до бесконечности (обрыв) отраженный импульс меняет полярность и амплитуду.

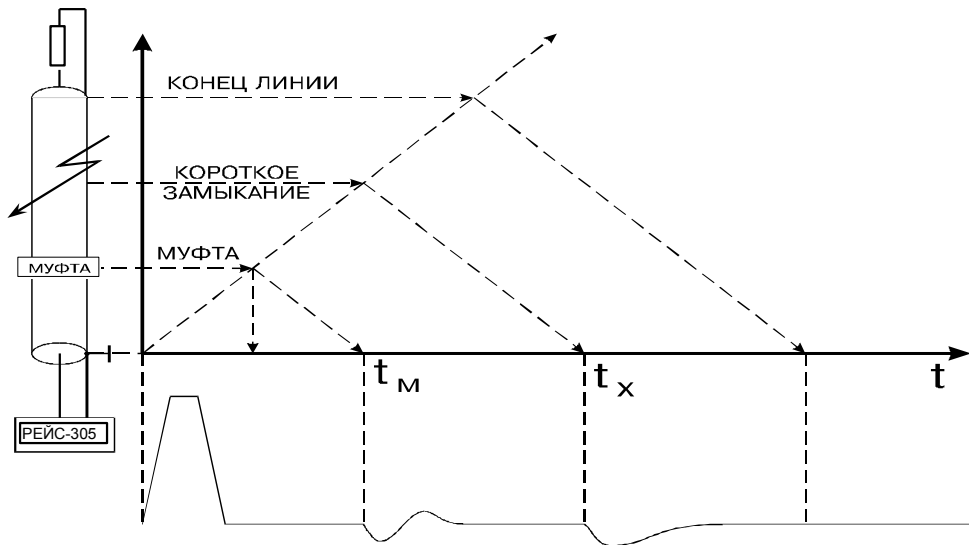
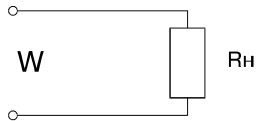
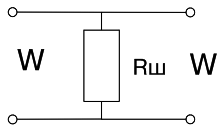


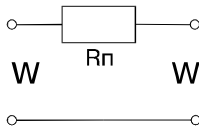
Рисунок 3.1 - Рефлектометрический метод определения места повреждения
 Эквивалентные схемы повреждений в линии приведены на рисунке 3.2.



$R_n = 0$ (короткое замыкание на конце линии)
 $R_n = \infty$ (линия разомкнута на конце)
 $0 \leq R_n \leq \infty$ (нагрузка линии)



$0 \leq R_{ш} \leq \infty$
 $R_{ш}$ - шунтирующая утечка
 При $R_{ш} = 0$ - короткое замыкание в линии
 При $R_{ш} = \infty$ - утечки нет



$0 \leq R_p \leq \infty$
 R_p - продольное сопротивление
 При $R_p = \infty$ - обрыв провода в линии
 При $R_p = 0$ - продольного сопротивления нет

Рисунок 3.2 – Эквивалентные схемы повреждений

При зондировании линии короткими импульсами напряжения (длительность импульса намного меньше времени распространения импульса по линии) наблюдаются отражения от начала и конца распределенных неоднородностей, поэтому такое зондирование используется только для поиска локальных повреждений и крупных сосредоточенных неоднородностей волнового сопротивления. Короткий зондирующий импульс обеспечивает высокую разрешающую способность, которая определяется его длительностью.

Импульсный сигнал распространяется в линии с определенной скоростью V , которая зависит от типа диэлектрика. Эта зависимость выражается в виде

$$V = \frac{c}{\gamma} = \frac{c}{\sqrt{\varepsilon}}, \quad (3)$$

где: c – скорость света,

γ - коэффициент укорочения электромагнитной волны в линии,

ε - диэлектрическая проницаемость материала изоляции кабеля.

Коэффициент укорочения γ показывает во сколько раз скорость распространения импульса в линии меньше скорости света (скорости распространения электромагнитных волн в воздухе).

Точность определения расстояния до места повреждения зависит от точности установки коэффициента укорочения.

Величина γ является справочной только для радиочастотных кабелей, для других типов кабелей не нормируется. Коэффициент укорочения можно определить методом импульсной рефлектометрии при известной длине кабеля. Числовые значения коэффициентов укорочения для кабелей и линий различных типов (до 250 коэффициентов с типом кабелей) могут быть записаны в память прибора изготовителем или самим потребителем и сохраняются там не менее 10 лет, в том числе при отключенном питании.

Для многожильных и многопарных кабелей коэффициент укорочения, волновое сопротивление и затухание различны для каждого варианта включения, поэтому рекомендуются включения прибора независимо от типа повреждения по схеме «жила – жила»; при повреждении одной из жил предусматривается схема «поврежденная жила – неповрежденная жила».

При измерениях на воздушных линиях электропередачи с горизонтальным расположением проводов прибор следует подключать по схеме «средний провод – крайний провод» или «средний провод – земля».

Включение по схеме «жила – оболочка» в кабеле позволяет выявить поврежденную жилу методом сравнения.

По соотношению величин отражения от повреждения и напряжения помех все отражения можно разделить на простые и сложные.

Простое повреждение – это такое повреждение кабельной линии, при котором амплитуда отражения от места повреждения больше амплитуды помех.

Сложное повреждение – это такое повреждение, для которого амплитуда отражения от места повреждения меньше или равна амплитуде помех.

Помехи бывают асинхронные (аддитивные) и синхронные.

Асинхронные помехи не связаны с зондирующим сигналом и неоднородностями кабельной линии и вызваны наводками от соседних кабельных линий, от оборудования, транспорта, различной аппаратуры и т.п.

Синхронные помехи связаны с зондирующим сигналом и являются отражениями зондирующего сигнала от неоднородностей волнового сопротивления линии (отражения от кабельных муфт, ответвлений, кабельных вставок, неоднородностей кабельных линий технологического характера и др.).

Основная масса кабельных линий (кроме кабелей связи) не предназначены для передачи коротких импульсных сигналов, используемых при методе импульсной рефлектометрии. Поэтому таким кабельным линиям присуще большое количество синхронных помех.

При измерениях кабельных линий методом импульсной рефлектометрии асинхронные и синхронные помехи присутствуют одновременно.

Асинхронные помехи (кроме помех импульсного характера), как правило, имеют одинаковые величины, независимо от того, с какого конца кабельной линии ведется измерение.

Синхронные помехи имеют различную величину в зависимости от многих факторов: длины кабельной линии, затухания импульсных сигналов, удаленности места повреждения и мест неоднородностей волнового сопротивления кабельной линии, точности согласования выходного сопротивления импульсного рефлектометра с волновым сопротивлением линии и др. Поэтому отражения от одной и той же неоднородности могут иметь различные величины при измерении с разных концов линии.

Если хотя бы предположительно известно, к какому концу кабельной линии ближе может быть расположено место повреждения, то для измерений нужно выбирать именно этот конец КЛ. В других случаях желательно проводить измерения последовательно с двух концов КЛ.

Даже такие повреждения как «короткое замыкание» и «обрыв», дающие максимальные отражения зондирующего сигнала, не всегда можно легко обнаружить. При большом затухании и больших неоднородностях волнового сопротивления амплитуда отражения от удаленных повреждений зачастую меньше, чем отражение от близко расположенных неоднородностей волнового сопротивления. Поэтому такое повреждение может быть сложным для обнаружения.

Как правило, сложные повреждения встречаются значительно чаще простых.

Перевод повреждений из разряда сложных в разряд простых возможен за счет применения различных методов обработки информации, полученной при измерениях методом импульсной рефлектометрии. Анализ РФГ осуществляется встроенным вычислительным устройством путем запоминания, сравнения, вычитания, аналого-цифровой отстройки от помех, согласования параметров системы с параметрами кабеля.

Метод импульсной рефлектометрии позволяет определить такие места повреждения (ОМП) как: обрыв, короткое замыкания, низкоомные соединения жил или оболочки при сопротивлении утечки до нескольких десятков кОм (в зависимости от длины линии, затухания и помех), муфты, ответвления и т.д. При малых синхронных помехах возможно обнаружение повреждений и для более высоких значениях сопротивления утечки.

Метод колебательного разряда основан на распространении импульсных сигналов в кабельных линиях. Импульсным сигналом при волновом методе является импульс разряда, возникающий в месте повреждения кабельной линии при воздействии на нее высоковольтным напряжением или специальным высоковольтным генератором.

Метод колебательного разряда используется в тех случаях, когда переходное (шунтирующее) сопротивление в месте повреждения $R_{ш}$ значительно превосходит волновое сопротивление линии и соизмеримо с величиной сопротивления изоляции.

Такие высокоомные повреждения (устойчивые и неустойчивые снижения сопротивления изоляции, в том числе в муфтах, вставках, переходах, "заплывающий пробой" и т.д.) выявляются только при приложении к КЛ рабочего или испытательного напряжения.

Сущность метода заключается в следующем: после пробоя изоляции заряженного кабеля происходит процесс колебательного разряда - затухающий волновой процесс, длительность и характер которого зависит от соотношений между внутренним сопротивлением источника, сопротивлением в месте повреждения в момент пробоя, волновым сопротивлением линии, емкостью кабеля, его затуханием и длиной.

В момент пробоя (замыкания разрядника) образуется электрическая дуга в месте повреждения и его сопротивление становится равным нулю (или значительно меньше волнового сопротивления КЛ), и вдоль линии в сторону высоковольтного источника начинает распространяться прямоугольная волна тока и связанная с ней прямоугольная волна напряжения (их амплитуды определяются величинами испытательного напряжения, выходного сопротивления генератора испытательного напряжения и волнового сопротивления).

Фронты обеих волн движутся со скоростью:

$$V = \frac{L}{\sqrt{L_0 * C_0}} = \frac{c}{\gamma} = \frac{c}{\sqrt{\varepsilon}}, \quad (4)$$

где L_0 , C_0 - соответственно погонные индуктивность и емкость кабеля,

c - скорость света,

γ - коэффициент укорочения,

ε - диэлектрическая проницаемость изоляции.

При достижении начала линии (места подключения высоковольтного источника) фронт электромагнитной волны отражается в сторону повреждения, так как выходное сопротивление источника не равно волновому сопротивлению КЛ, и через время, равное:

$$t = L/V \quad (5)$$

снова достигает места повреждения, снова отражается и движется в сторону генератора.

Волновой процесс продолжается до тех пор, пока происходит пробой поврежденного участка, т.е. пока напряжение в месте повреждения не снизится ниже напряжения пробоя или пока продолжится горение дуги.

Метод колебательного разряда односторонних измерений основан на измерении времени между моментами достижения одного конца линии (места подключения высоковольтного источника и измерителя волновых процессов) фронтов электромагнитных волн, возникающих в месте повреждения.

В отличие от локационного метода расстояние до места повреждения определяют не по времени задержки отраженного импульса относительно зондирующего, а по времени прихода к началу линии фронта волны, возникшей в месте повреждения, т.е. на расстоянии l_x от начала линии, и моментом вторичного прихода фронта волны после двух отражений (в начале линии и в месте повреждения пробоя). Указанный интервал определяют:

$$T = 2 * L / V. \quad (6)$$

Колебательный разряд может быть однократным или редко повторяющимся периодическим волновым процессом. Он регистрируется блоком, подключаемым к кабелю через специальные присоединительные устройства связи (делитель напряжения или импульсный токопреобразователь).

Метод колебательного разряда в зависимости от используемого типа высоковольтного источника может быть реализован в двух разновидностях: метод импульсного напряжения и метод импульсного тока.

Блок - схема измерения волнового процесса методом импульсного напряжения приведена на рис. 3.3.

Под влиянием постоянного отрицательного испытательного напряжения в момент времени t_0 на расстоянии L происходит пробой (короткое замыкание) и разряд, формирование электромагнитной волны - отражение испытательного напряжения с коэффициентом отражения $\Gamma \cong -1$.

В момент t_1 отраженная волна испытательного напряжения противоположной полярности достигает начала линии (места измерения) и "гасит" испытательное напряжение на участке L . Для

возникновения колебательного процесса необходимо полное отражение (режим холостого хода) от начала линии с коэффициентом $\Gamma \cong 1$.

Для выполнения этого условия высоковольтный генератор постоянного напряжения должен иметь большое выходное сопротивление (значительно больше W КЛ). При этом напряжение в начале линии увеличивается примерно в два раза, и отражаясь от начала линии (примерно равное испытательному), распространяется снова к месту повреждения и достигает его в момент t_2 .

В этот момент снова происходит пробой и отражение испытательного напряжения с обратным знаком. Отраженная волна противоположной полярности возвращается к началу линии в момент t_3 , где снова отражается с обратным знаком. Таким же образом возникают дальнейшие отраженные волны напряжения в точке t_5 и т.д., амплитуда которых непрерывно уменьшается, а фронт растягивается в соответствии с частотной характеристикой кабеля и расстоянием L до повреждения. Такие же процессы происходят на участке линии от места повреждения до разомкнутого конца кабеля. Волновой процесс продолжается до тех пор, пока амплитуда волны не станет меньше напряжения пробоя.

Волны напряжения через устройство присоединения (делитель напряжения) поступают на вход U прибора, который запоминает и позволяет измерить время пробега отраженных волн напряжения в моменты t_1 , t_3 , t_5 , а также время, пропорциональное расстоянию до повреждения:

$$T = t_3 - t_1 = 2 \cdot L / V. \quad (7)$$

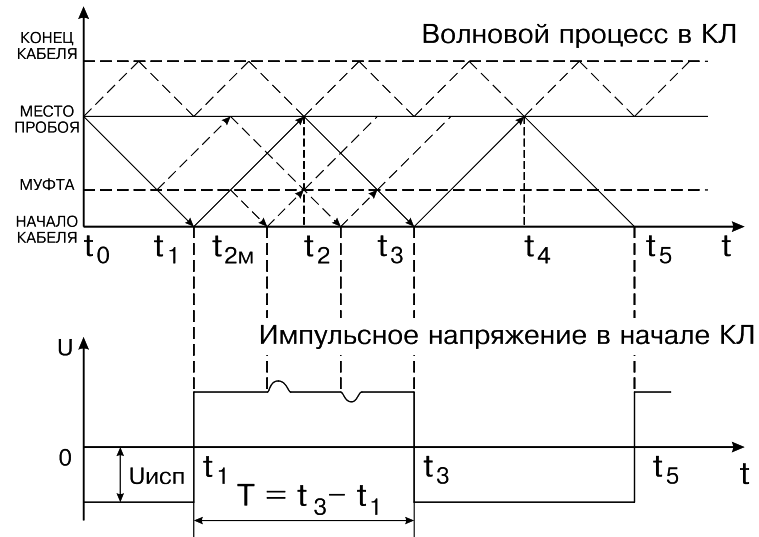


Рисунок 3.3

Волновой метод импульсного тока (бегущей волны тока) используют в том случае, если высокоомные повреждения (снижение сопротивления изоляции или высокоомное замыкание жилы на землю, или малое расстояние между проводниками в муфтах) не удастся с помощью прожига уменьшить до 10 кОм и обнаружить это повреждение локационным методом (например, в случае просачивания в кабель воды).

В отличие от метода бегущей волны напряжения выходное напряжение высоковольтного импульсного генератора должно быть значительно меньше волнового сопротивления КЛ и коэффициент отражения напряжения от начала линии и места повреждения в момент пробоя равен $\Gamma_u = -1$, а коэффициент отражения тока $\Gamma_i = 1$.

Блок схема измерения волнового процесса методом импульсного тока и волновой процесс в кабеле при пробое представлены на рис. 3.4.

Зондирующим сигналом служит ударная волна с выхода импульсного генератора (высоковольтного конденсатора) со специальным разрядником.

Ударная волна посылается в поврежденный кабель в момент t_0 и в момент t_1 достигает места повреждения. Под ее воздействием происходит пробой поврежденного участка в момент t_{13} , вызывающий отражение ударной волны, которая возвращается к началу кабеля в момент t_2 и отражается от начала кабеля (короткое замыкание) в сторону повреждения и в момент t_4 снова достигает начала кабеля и т.д.

Состояние пробоя (длительность электрической дуги) сохраняется до тех пор, пока достаточно энергии для горения дуги.

Для того чтобы вызвать пробой в месте повреждения, необходимо в течение определенного времени ($t_{13} - t_1$) воздействовать на поврежденный участок (время ионизации). Это время зависит от амплитуды высоковольтного импульса и переходного сопротивления в месте повреждения.

Чтобы исключить влияние задержки ионизации на результат измерения расстояния до места повреждения, замеряют время между первой и второй отраженными волнами t_2 и t_4 :

$$T_l = t_4 - t_2 . \quad (8)$$

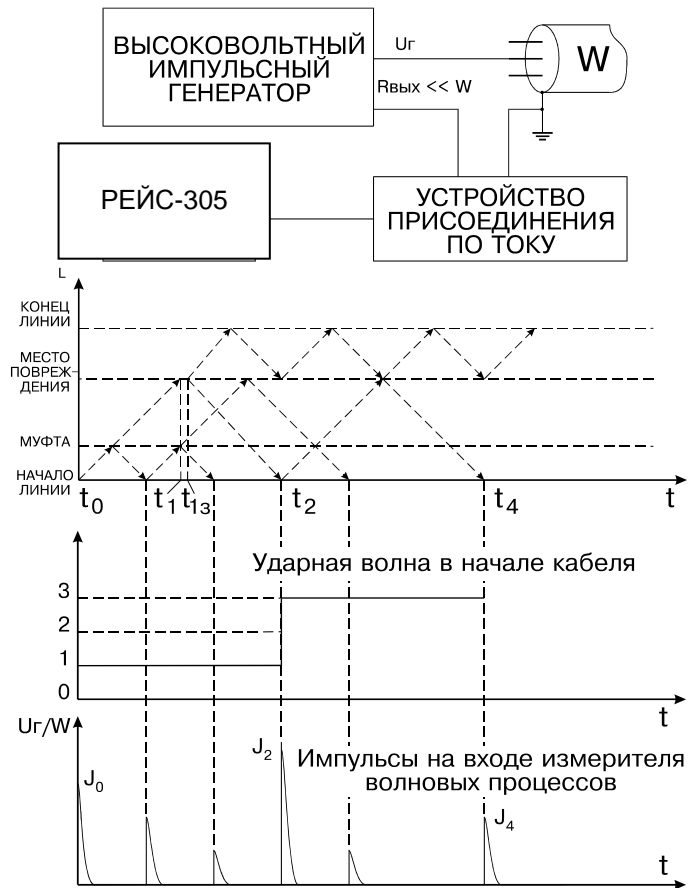


Рисунок 3.4

Связь прибора с КЛ производится с помощью специального присоединительного устройства по току (импульсного токопреобразователя).

Так как сопротивления генератора и места повреждения близки к нулю, то амплитуда волны тока, протекающего по кабелю в момент t_0 до момента прихода отраженной волны t_2 без учета затухания равна:

$$J = U_r/W, \quad (9)$$

где U_r - амплитуда высоковольтного напряжения на входе КЛ,

W - волновое сопротивление.

В момент t_1 ударная волна достигает поврежденного участка и распространяется дальше до конца кабеля; в момент t_{13} - происходит пробой (зажигание дуги) и возникновение первой отраженной ударной волны.

По закону отражения, ток отраженный от короткого замыкания имеет тот же знак, поэтому в момент t_{13} амплитуда волны тока удваивается (наложение прямой и отраженной волны), в начале линии - утраивается (наложение прямой волны и двух отраженных от места пробоя и места подключения высоковольтного генератора. Аналогично, в момент t_3 амплитуда волны тока становится больше подающей в четыре раза, а в момент t_4 - в пять раз.

Однако, с учетом затухания электромагнитных волн в линии и длительности импульса высоковольтного генератора импульсный ток в начале линии будет отличаться от изображенного на рис. 3.4.

Если длительность импульса высоковольтного генератора превышает длительность горения дуги в месте повреждения и его амплитуда остается постоянной, то с учетом затухания $J_2 > J_0$.

Если амплитуда импульса высоковольтного генератора U_r/W не остается постоянной в течение волнового процесса, а уменьшается, то $J_4 < J_2$.

Импульсный токопреобразователь дифференцирует импульсный ток на входе линии и преобразует его в однополярные импульсы, поступающие на вход измерителя волновых процессов.

При волновом методе измерений выходное сопротивление высоковольтного источника не равно волновому сопротивлению линии, поэтому кроме отраженных волн от участка повреждения появляются отраженные от неоднородностей кабеля (муфт, ответвлений) и переотраженные от

начала кабеля импульсные сигналы - синхронные помехи, значительно затрудняющие оценку импульсной характеристики кабеля.

Запоминание однократного и редкоповторяющегося волнового процесса позволяет использовать те же методы отстройки от синхронных и несинхронных помех, которые применяются при локационном методе измерения: сравнение, вычитание, усреднение и другие методы обработки импульсных характеристик компьютерным устройством.

Импульсно-дуговой метод

Для определения места повреждения при наличии высокоомных дефектов кабеля используется импульсно-дуговой метод. Для его реализации требуется дополнительное оборудование: генератор ударных высоковольтных импульсов и адаптер импульсной дуги (поставляются предприятием “Ангстрем-ИП” г. Ярославль, телефон: 8 (4852) 33-69-55.

С помощью генератора ударных высоковольтных импульсов в месте повреждения кабеля создается электрическая дуга, низкое сопротивление которой отражает зондирующий импульс прибора РЕЙС-305.

Необходимыми условиями успешной работы прибора РЕЙС-305 в режиме кратковременной дуги являются:

считывание характеристики линии прибором РЕЙС-305 в момент “горения дуги”;
достаточное время “горения дуги”, необходимое для считывания характеристики всей линии.

В качестве адаптера импульсной дуги могут использоваться:

- адаптер импульсно-дугового разряда ИДМ-20
- прибор M219 немецкой фирмы Hagenuk (или аналогичный)
- устройство SA 32 австрийской фирмы BAUR (или аналогичное).

Конструктивно прибор выполнен в виде законченного устройства с установленными в нем десятью аккумуляторами типа АА.

Прибор выполнен в портативном пластмассовом корпусе, состоящем из верхней и нижней крышек, двух боковых стенок и крышки для аккумуляторного отсека. Крышки крепятся друг к другу при помощи четырех самонарезных винтов, крышка для аккумуляторного отсека крепится к нижней крышке отдельными винтами.

На нижней крышке имеются две откидные ножки.

Имеется ручка для переноса.

Электромонтаж выполнен на печатных платах с использованием транзисторов, интегральных микросхем зарубежного и отечественного производства.

На верхней крышке под специальным защитным стеклом встроена жидкокристаллическая панель размером 115х90 мм, предназначенная для отображения информации.

На правой боковой стенке расположены три вставки для предохранителей защиты входов, три разъема входа-выхода рефлектометрического метода, вставка для предохранителя защиты волнового входа и разъем ввода волнового метода, разъем внешней синхронизации, переключатель с ручкой согласования выходного сопротивления. На левой боковой стенке расположены разъем подключения блока питания-зарядки, разъем для подключения внешних устройств, крышка отсека батарейки питания часов, вставка для предохранителя защиты питания 12 В.

4 Подготовка прибора к работе

4.1 Подготовка к работе

4.1.1 По степени защиты от поражения электрическим током прибор относится к оборудованию класса II ГОСТ Р 51350-99.

Питание прибора осуществляется от 10 гальванических батарей (аккумуляторов) размера AA или внешнего источника напряжением 12 В. Внутри прибора формируются напряжения питания, не превышающие 25 В.

4.1.2 Все измерения в режиме рефлектометра необходимо производить на отключенной с обеих сторон линии.

Во избежание выхода прибора из строя необходимо предварительно разрядить линию, замкнув жилы между собой и на заземляющее устройство.

4.1.3 Объем и последовательность внешнего осмотра прибора.

При внешнем осмотре прибора проверить:

- комплектность прибора согласно подразделу “Состав прибора”;
- отсутствие механических повреждений корпуса, регулировочных и соединительных элементов по причине некачественной упаковки или неправильного транспортирования;
- крепление органов управления, регулирования и подсоединительных элементов.

4.1.4 Правила и порядок осмотра рабочего места

В помещении, где работают с прибором, не должно быть источников сильных электрических и магнитных полей. Прибор не должен подвергаться вибрации, сотрясениям.

5 Средства измерений.

Средства измерений необходимые при поверке и ремонте приведены в таблице 3.

Таблица 3

Наименование	Тип СИ или обозначение ТУ	Используемые основные технические характеристики	Требуемая погрешность КИА
1 Частотомер	ЧЗ-63/1	64 МГц	$\pm 0,01\%$
2 Осциллограф универсальный	С1-152	10 В, 100 МГц	$\pm 4\%$
3 Вольтметр универсальный цифровой	В7-40	2 кОм, 20 В	$\pm 1\%$ $\pm 0,5\%$
4 Генератор импульсов	Г5-75	20 мкс, 7 В	$\pm 5\%$
5 Источник постоянного тока	Б5-47	12 В	$\pm 5\%$

Примечание. Допускается использование другой аппаратуры, обеспечивающей необходимую точность измерений.

6 Порядок работы

6.1 Меры безопасности при работе с прибором

По степени защиты от поражения электрическим током прибор относится к классу защиты II.

Все измерения необходимо производить на отключенной с обеих сторон линии. Во избежание выхода прибора из строя необходимо предварительно разрядить линию, замкнув жилы между собой и на заземляющее устройство.

6.2 Расположение органов настройки и включения прибора

Все органы управления прибором показаны на рисунках 6.1 и 6.2, а их назначение и маркировка приведены в таблице 4.

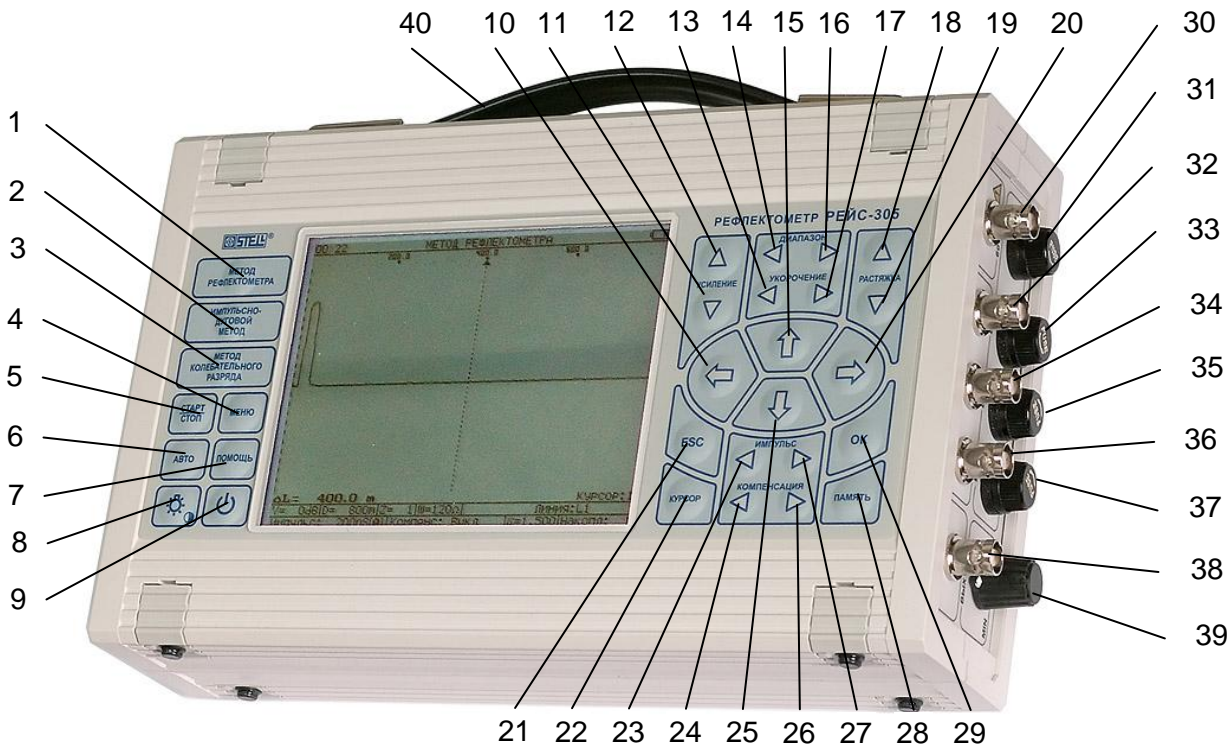
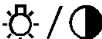


Рисунок 6.1













Рисунок 6.2

Таблица 4

Наименование органов управления и подсоединения	Маркировка	Назначение
1 Кнопка	МЕТОД РЕФЛЕКТОМЕТРА	Выбор метода рефлектометра
2 Кнопка	ИМПУЛЬСНО- ДУГОВОЙ МЕТОД	Выбор импульсно-дугового метода
3 Кнопка	МЕТОД КОЛЕБАТЕЛЬНОГО РАЗРЯДА	Выбор метода колебательного разряда
4 Кнопка	МЕНЮ	Вызов меню
5 Кнопка	<u>СТАРТ</u> СТОП	Запуск и остановка ожидания синхронизации
6 Кнопка	АВТО	Выбор автоматического запуска синхронизации
7 Кнопка	ПОМОЩЬ	Зарезервирована под функцию «Помощь»
8 Кнопка		Вызов меню установки яркости и контрастности

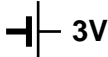
Продолжение таблицы 4

9 Кнопка		Включение и выключение прибора
10 Кнопка		Смещение влево или уменьшение значения выбранного параметра
11 Кнопка	УСИЛЕНИЕ 	Уменьшение усиления
12 Кнопка	УСИЛЕНИЕ 	Увеличение усиления
13 Кнопка	УКОРОЧЕНИЕ 	Уменьшение коэффициента укорочения
14 Кнопка	ДИАПАЗОН 	Уменьшение диапазона измерений
15 Кнопка		Смещение вверх или увеличение значения выбранного параметра
16 Кнопка	ДИАПАЗОН 	Увеличение диапазона измерений
17 Кнопка	УКОРОЧЕНИЕ 	Увеличение коэффициента укорочения
18 Кнопка	РАСТЯЖКА 	Увеличение растяжки вокруг активного курсора
19 Кнопка	РАСТЯЖКА 	Уменьшение растяжки вокруг активного курсора
20 Кнопка		Смещение вправо или увеличение значения выбранного параметра
21 Кнопка	ESC	Возврат к предыдущему режиму или отмена действия

Продолжение таблицы 4

22 Кнопка	КУРСОР	Выбор активного курсора
23 Кнопка	ИМПУЛЬС ◀	Уменьшение длительности зондирующего импульса
24 Кнопка	КОМПЕНСАЦИЯ ◀	Уменьшение длительности импульса компенсации
25 Кнопка	↓	Смещение вниз или уменьшение значения выбранного параметра
26 Кнопка	КОМПЕНСАЦИЯ ▶	Увеличение длительности импульса компенсации
27 Кнопка	ИМПУЛЬС ▶	Увеличение длительности зондирующего импульса
28 Кнопка	ПАМЯТЬ	Выбор меню режима работы с памятью
29 Кнопка	ОК	Установка выбранного режима или параметра
30 Кнопка	ВХОД U 60V MAX	Вход для метода колебательного разряда
31 Вставка плавкая	0,25 A	Защита входа U
32 Гнездо	L3	Выход-вход 3 для метода рефлектометра
33 Вставка плавкая	0,25 A	Защита входа L3
34 Гнездо	L2	Выход-вход 2 метода рефлектометра

Продолжение таблицы 4

35 Вставка плавкая	0,25 А	Защита входа L2
36 Гнездо	L1	Выход-вход 1 для метода рефлектометра
37 Вставка плавкая	0,25 А	Защита входа L1
38 Гнездо	СИНХР	Вход синхронизации импульсно-дугового метода
39 Ручка	ВЫХ СОПР MIN MAX	Изменение выходного сопротивления
40 Ручка	-	Ручка для переноса
41 Гнездо	ВНЕШНЕЕ ПИТАНИЕ --- 11...15V	Подсоединение блока питания-зарядки
42 Ножка	-	Для положения прибора под углом (два положения)
43 Вставка плавкая	1 А	Защита питания от внешнего источника
44 Крышка	-	Крышка отсека гальванических элементов питания прибора
45 Крышка	 3V	Крышка отсека гальванического элемента питания встроенных часов
46 Гнездо	ВНЕШН УСТР	Подключение внешних устройств
47 Индикатор	ЗАРЯД	Индикация заряда аккумуляторов

6.3 Сведения о порядке подготовки к проведению измерений

6.3.1 Прибор, находившийся в предельных климатических условиях, до включения выдерживать в нормальных климатических условиях в течение не менее 1ч.


6.3.2 Перед началом работы с прибором от аккумуляторов необходимо проконтролировать напряжение на аккумуляторах путем включения прибора (п.6.3.4).

При индикации признака разряда аккумуляторов необходимо произвести их заряд.

6.3.3 При питании от внешнего источника убедитесь в соответствии напряжения питания прибора напряжению питающей сети 11 - 15 В.

6.3.4 Включение прибора

При питании от сети переменного тока подключите блок питания-зарядки к гнезду 41 (рисунок 6.2).

Для включения прибора нажмите кнопку  и удерживайте ее до включения прибора (рисунок 6.3).

Выберите режим **Метод рефлектметра**, прибор выйдет в режим измерения с параметрами (рисунок 6.4), записанными в пользовательской настройке.



Рисунок 6.3

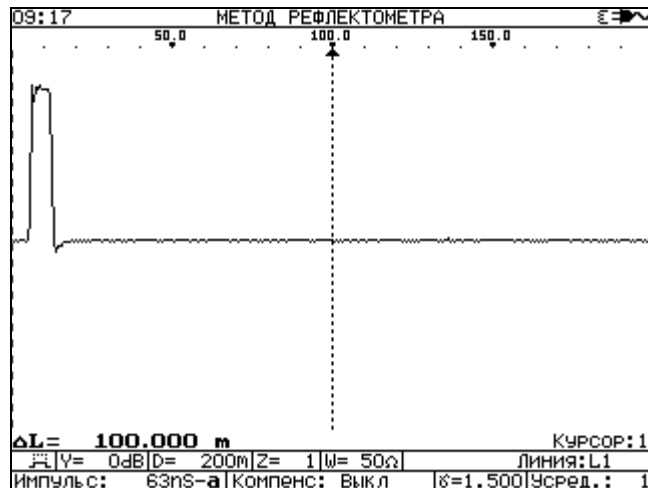


Рисунок 6.4

На основном поле отображается рефлектограмма, два вертикальных курсора (курсор 0 и курсор 1). В верхней части экрана выделена строка для отображения текущего времени, метода измерения и значка, указывающего вид питания прибора. При питании от встроенных аккумуляторов появляется значок в виде батарейки, при питании от внешнего источника – значок в виде сетевой вилки. Степень заряда аккумуляторов отображается условной шкалой в значке батарейки.

Под верхней строкой отображается шкала измеряемого участка диапазона с привязкой нуля к курсору 0.

В нижней части экрана отображаются текущие параметры и комментарии к ним. Активный сектор выделяется инверсным фоном на время изменения параметра.

При каждом нажатии кнопок выдается звуковой сигнал.

6.3.5 Выключение прибора.

Для выключения прибора нажмите кнопку ⏻ . На экране появится меню (рисунки 6.5). При нажатии кнопки ⏻ прибор выключится.

При отсутствии нажатий на кнопки управления в течение 5 мин в правом верхнем углу экрана появляется предупреждающий значок в виде моргающих песочных часов. В это время раздается предупредительный сигнал, через 30 секунд прибор автоматически отключается.

При следующем включении прибор автоматически возвращается к прежнему режиму с сохранением всех параметров.

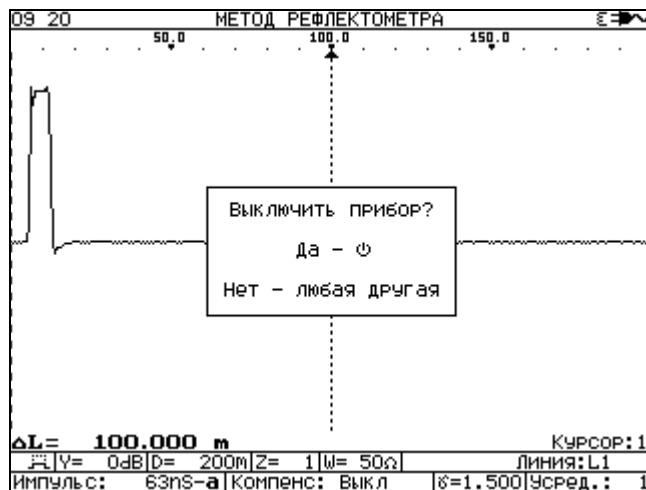


Рисунок 6.5



Рисунок 6.6

Изменение яркости и контрастности

Нажмите кнопку ☼/☉. На экране появится меню (рисунок 6.6). Для изменения яркости подсветки используйте кнопки \uparrow , \downarrow , для изменения контрастности - кнопки \leftarrow , \rightarrow .

Установка курсоров и растяжки

При нажатии кнопки \leftarrow или кнопки \rightarrow активный курсор, отмеченный вверху треугольным значком и указанный в нижнем правом секторе параметров, должен смещаться в соответствующем стрелке направлении, при этом автоматически пересчитывается расстояние между курсорами ΔL . Выбор активного курсора производится нажатием кнопки **КУРСОР**. При одновременном нажатии на кнопки **РАСТЯЖКА** Δ и ∇ пассивный курсор совмещается с активным.

Кнопками **РАСТЯЖКА** Δ и ∇ устанавливается растяжка с коэффициентом кратным 2, вокруг активного курсора с цифровой индикацией установленной растяжки (рисунок 6.7).

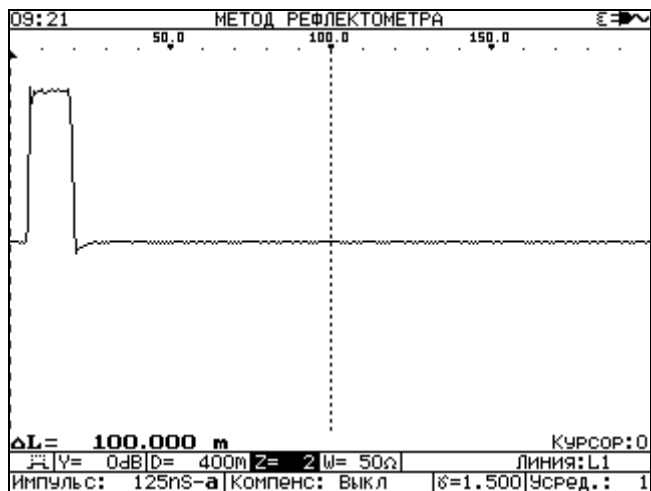


Рисунок 6.7

Изменение смещения и усиления

Для изменения параметров смещения используйте кнопки \uparrow , \downarrow (рисунок 6.8). Для изменения параметров усиления используйте кнопки **УСИЛЕНИЕ** Δ и ∇ (рисунок 6.9).

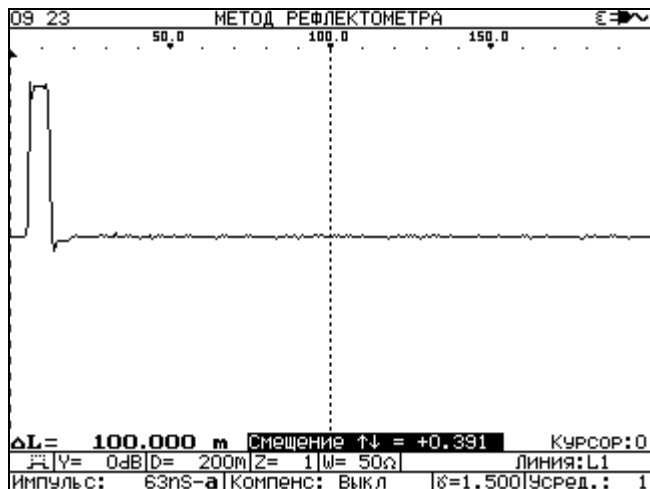


Рисунок 6.8

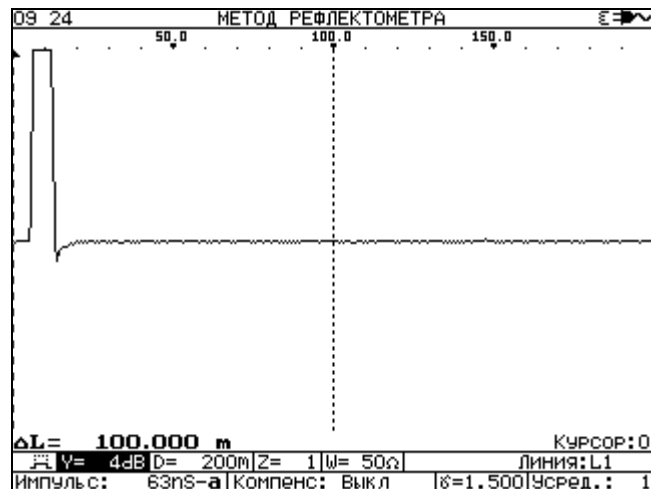


Рисунок 6.9

Изменение диапазона измерения расстояния

Для изменения диапазона измерения расстояния используйте кнопки **ДИАПАЗОН** \triangleleft \triangleright (рисунок 6.10).

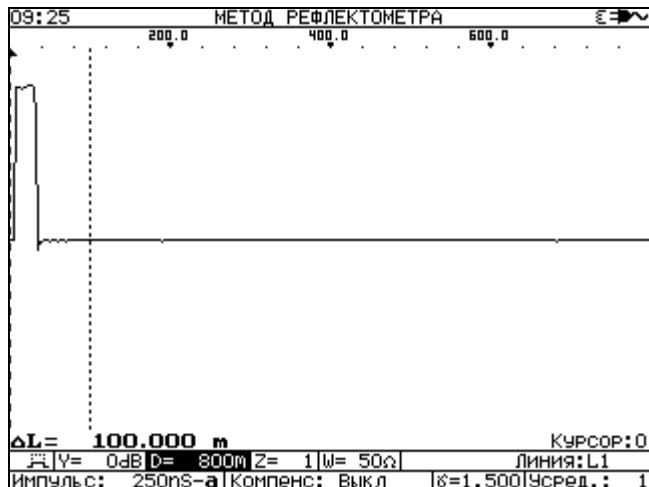


Рисунок 6.10

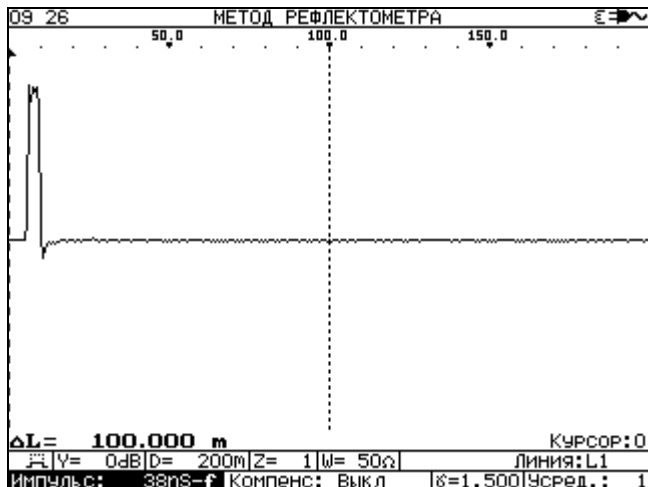


Рисунок 6.11

Изменение длительности зондирующего импульса

Изменение длительности зондирующего импульса (зонда) при изменении диапазона расстояний происходит автоматически пропорционально диапазону, режим фиксированной длительности импульса (знак **f** после длительности импульса) устанавливается после изменения длительности зондирующего импульса кнопками **ИМПУЛЬС** $\triangleleft \triangleright$ (рисунок 6.11).

Для возврата в режим автоматической установки длительности необходимо одновременно нажать кнопки **ИМПУЛЬС** $\triangleleft \triangleright$ (знак **a** после длительности импульса).

Включение импульса компенсации

При работе на протяженных низкочастотных линиях появляются искажения рефлектограммы в виде искривления нулевой линии (эффект “лыжи”). Специальная форма выходного импульса позволяет устранить искажение.

Импульс компенсации может быть включен только при длительности зондирующего импульса более 1000 nS кнопкой **КОМПЕНСАЦИЯ** \triangleright .

Изменение длительности импульса компенсации при изменении диапазона измерения расстояния происходит автоматически пропорционально длительности зонда или ее можно установить фиксированной кнопками **КОМПЕНСАЦИЯ** \triangleleft \triangleright (рисунок 6.12).

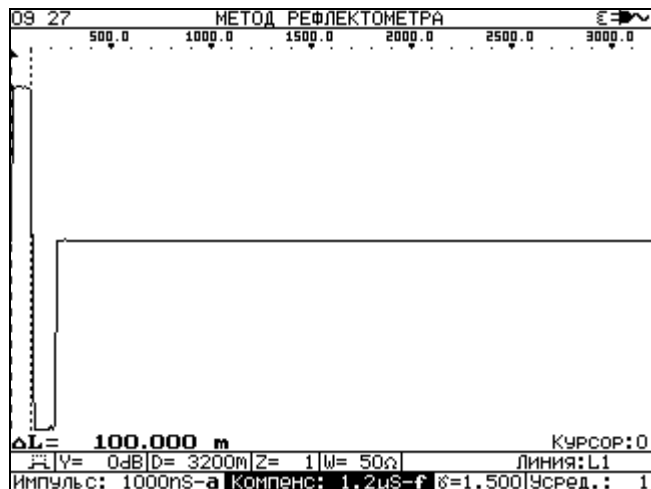


Рисунок 6.12

Изменение коэффициента укорочения

Для изменения значения коэффициента укорочения от 1,000 до 7,000 используйте кнопки **УКОРОЧЕНИЕ** \triangleleft \triangleright . Для выбора значения коэффициента укорочения из таблицы памяти (рисунок 6.13) нажмите одновременно кнопки **УКОРОЧЕНИЕ** \triangleleft \triangleright .

Для выбора известного коэффициента укорочения из таблицы используйте кнопки \uparrow , \downarrow , **OK**.

15 12 ТАБЛИЦА КОЭФФИЦИЕНТОВ УКРОЧЕНИЯ			
Тип кабеля	Укоро- чение	UOP	U/2 [м/мкс]
PK-50-2-11	1.520	0.657	98.6
PK-50-2-21	1.410	0.709	106.3
PK-100-7-1	1.200	0.833	125.0
PK-75-9-12	1.500	0.666	100.0
ФКБ 1x1,3	1.300	0.769	115.3
ВОЗДУШНАЯ ЛИНИЯ	1.000	1.000	150.0
ВЛ (БР-МЕТ)	1.050	0.952	142.8
ВЛ (СТАЛЬ)	1.300	0.769	115.3
РЕЗИНОВАЯ ИЗОЛЯЦИЯ	2.000	0.500	75.0
КАБЕЛЬ П-270	3.000	0.333	50.0
КАБЕЛЬ П-274М	1.390	0.719	107.9
КАБЕЛЬ П-296	1.600	0.625	93.7
КАБЕЛЬ ТТВК5x2	2.100	0.476	71.4
КАБЕЛЬ ПТРК5x2	1.580	0.632	94.9
КАБЕЛЬ КРПТ3x2,5	2.260	0.442	66.3
КАБЕЛЬ СБ АБ	1.870	0.534	80.2

Рисунок 6.13

В приборе есть возможность не только выбрать коэффициент укорочения из хранящихся в таблице памяти, но и записать в эту таблицу новые известные пользователю или удалить из нее ненужные данные. Для этого нажмите кнопку **МЕНЮ** (рисунок 6.14), выберите пункт **Укорочение**, нажмите кнопку **ОК**. В открывшемся меню можно выбрать необходимое действие.

Выбор входов и режимов измерения

Нажмите кнопку **МЕНЮ** (рисунок 6.14), выберите пункт **Режимы и Входы**, нажмите кнопку **ОК** (рисунок 6.15). В открывшемся меню можно выбрать активным один из трех входов рефлектометра **L1**, **L2**, **L3** или выбрать отдельный режим при зондировании по входу **L1** и считывании по входу **L2** или **L3**. Можно вывести на экран РФГ из памяти прибора. Можно сравнить две РФГ в любой комбинации (рисунок 6.16) или отобразить на экране разность двух РФГ.



Рисунок 6.14

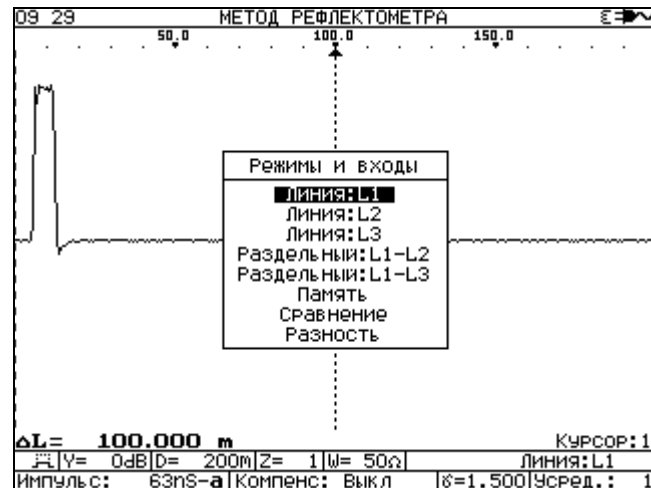


Рисунок 6.15

При отображении на экране двух РФГ одну можно смещать относительно другой по вертикали и по горизонтали, для этого необходимо нажать кнопку ОК и после кнопками \leftarrow , \rightarrow смещать РФГ по горизонтали, а кнопками \uparrow , \downarrow - по вертикали (рисунок 6.17).

Установка усреднения

Нажмите кнопку **МЕНЮ**, выберите пункт **Усреднение** (рисунок 6.14), нажмите кнопку **ОК** и пока выделена активной ячейка в правом нижнем углу таблицы параметров **Усред.:** 1, кнопками \uparrow , \downarrow установите усреднение 1 до 255.

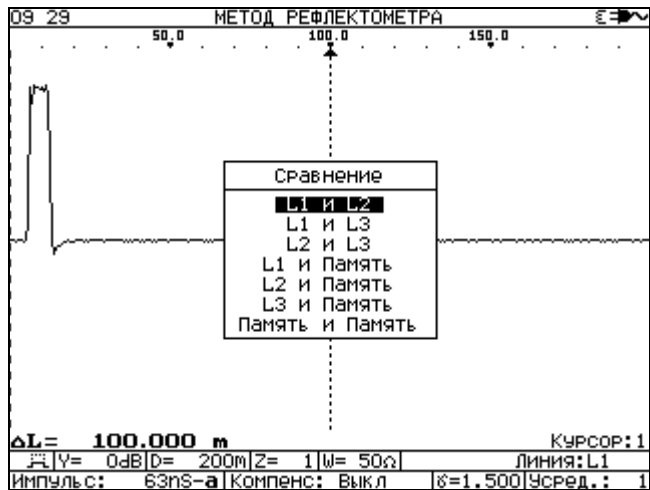


Рисунок 6.16

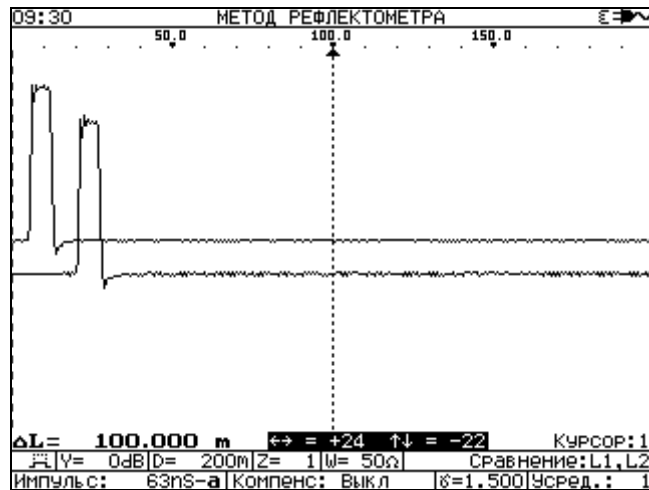


Рисунок 6.17

Включение повышенной амплитуды зонда

Нормальная амплитуда зондирующего импульса составляет не менее 7 В. При работе на больших длинах линии или на линиях с большим затуханием можно повысить амплитуду зондирующего импульса до 22 В.

Нажмите кнопку **МЕНЮ**, выберите пункт **Амплитуда зонда**, нажмите кнопку **ОК** (рисунок 6.18). Выберите пункт **Повышенная**, нажмите кнопку **ОК**. Значок импульса в левой части таблицы параметров поменяется на большой.

Включение фильтра

При использовании большого усиления и наличии высокочастотных помех можно использовать внутренний фильтр.

Выберите пункт **Фильтр**, нажмите кнопку **ОК**. Выберите пункт **Включен** (рисунок 6.19), нажмите кнопку **ОК**. При включенном фильтре появляется значок **F** в левой части таблицы параметров.

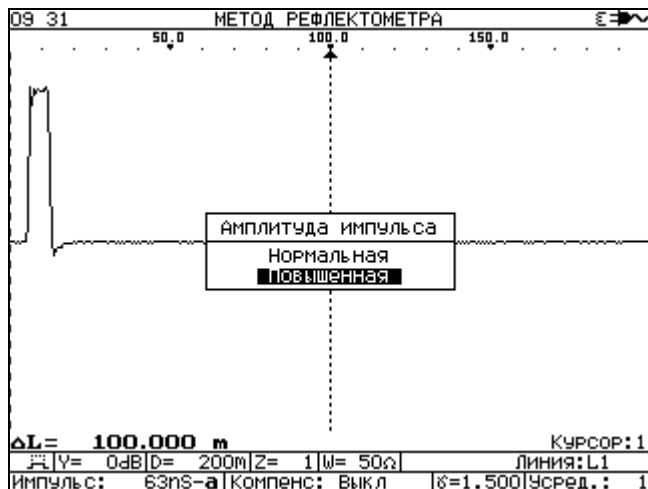


Рисунок 6.18

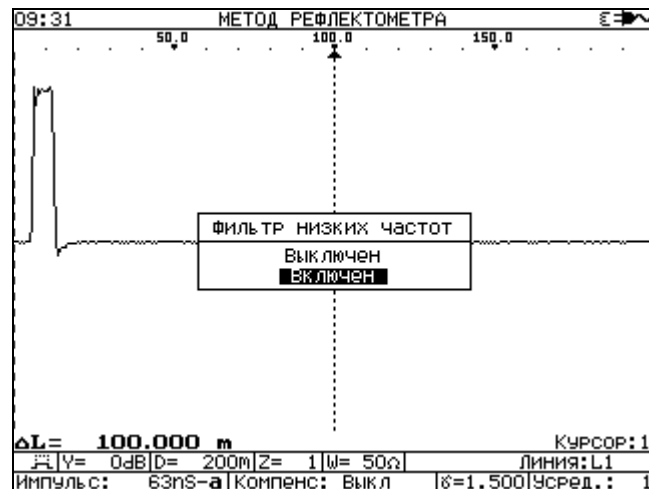


Рисунок 6.19

Настройка отображения

Для удобства измерений на экране прибора можно установить различные виды отображения:

Экран + сетка - выводится сетка;

Экран + уровни – выводятся пять горизонтальных линий с уровнями 0; 0,1; 0,5; 0,9; 1;

Только Экран – обычный вид без деления экрана.

Нажмите кнопку **МЕНЮ**, выберите пункт с необходимым видом отображения, нажмите кнопку **ОК**.

Выбор настроек и установок

Нажмите кнопку **МЕНЮ**, выберите пункт **Настройки**, нажмите кнопку **ОК** (рисунок 6.20).



Рисунок 6.20

В приборе есть возможность быстро восстановить настройки, которые хранятся в памяти. Заводские настройки остаются всегда неизменными (усреднение 1, укорочение 1,500, импульс 50 нс, диапазон –200 м, смещение 0 %, усиление 0 дБ, растяжка 1, Линия: **L1**, фильтр отключен, амплитуда зонда нормальная, компенсация выключена).

Пользовательские установки можно изменять.

Перед сохранением пользовательских настроек установите параметры, с которыми часто приходится работать. Например, коэффициент укорочения, диапазон, длительность зонда и т.п. После чего войдите в режим настроек и выберите пункт **Сохранить пользовательские установки**, нажмите кнопку **ОК**.

Установка даты и времени

Выберите пункт **Установка даты и времени**, нажмите кнопку **ОК**. Кнопками **←**, **→** выберите параметр для изменения (рисунок 6.20), кнопками **↑**, **↓** установите нужное значение.

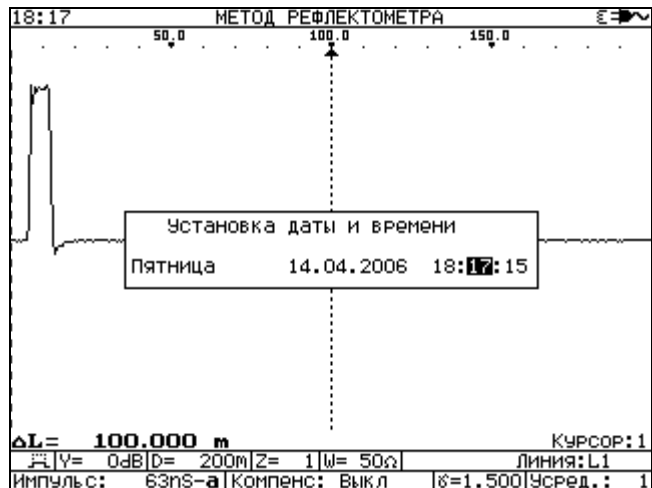


Рисунок 6.21

Подогрев

Можно включить режим **Подогрев** (в верхнем правом углу экрана появляется значок ξ), тогда автоматически при понижении окружающей температуры до 0°C включается подогрев индикатора (значок ξ). При достижении температуры индикатора плюс 5°C подогрев отключается.

При включенном подогреве снижается время работы прибора от аккумуляторов.

Автовыключение

В пункте **Автовыключение прибора** можно отключить автоматическое выключение прибора при отсутствии нажатий на кнопки прибора в течении 5 минут.

Настройка звуков

В пункте **Настройка звуков** можно выбрать длительность звукового сопровождения нажатия кнопок, смены питания, разряда аккумулятора, выключения прибора.

Работа с памятью

Любую РФГ со всеми параметрами можно записать в энергонезависимую память прибора, вывести на экран сохраненную в памяти или удалить из памяти, для этого нажмите кнопку **Память** (рисунок 6.22). Записать РФГ можно без растяжки (запись экрана) или с максимальной для этого диапазона растяжкой (запись всей линии). Для удобства РФГ можно записать с именем пользователя или с автоименем.

При записи РФГ с именем пользователя на левой половине экрана появится набор знаков (рисунок 6.23), из которых можно набрать имя и дополнительно написать комментарий, в правой части экрана - копия записываемой РФГ с параметрами, под ними поле для описания, информация о размере свободной памяти. Используя кнопки **←**, **→**, **↑**, **↓**, **ОК** наберите в нижней строке имя РФГ (нажав кнопку **КУРСОР** формат букв изменится на прописные), нажмите кнопку **ПАМЯТЬ**. Появится предложение сохранить РФГ, отменить запись или ввести описание РФГ. Описание набирается аналогично имени.

При записи РФГ с автоименем в имя записываются дата (год, месяц, число) и порядковый четырехзначный возрастающий номер записи, через точку - метод измерения.



Рисунок 6.22

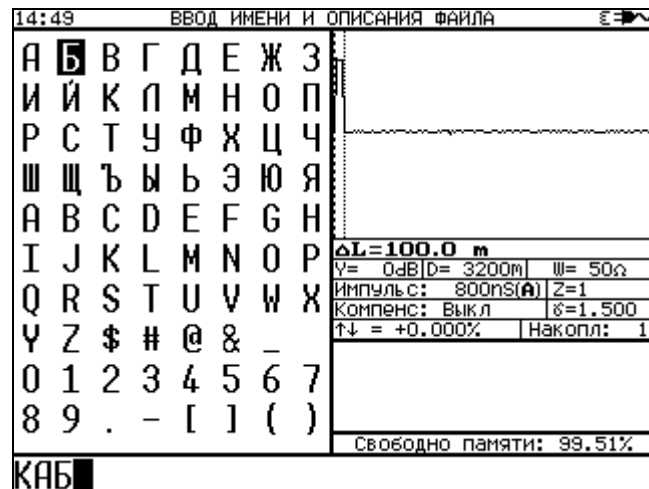


Рисунок 6.23

При чтении РФГ можно выбрать из списка сохраненных с предварительным просмотром картинки и данных (рисунок 6.24), если нажать кнопку МЕНЮ можно переименовать выбранный файл или удалить из памяти (рисунок 6.25).

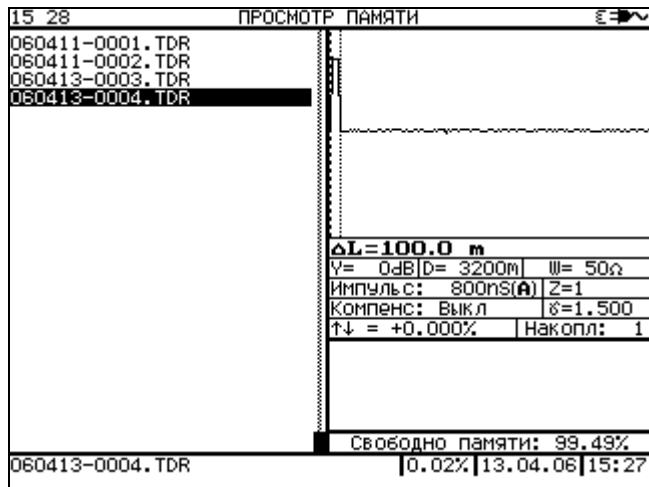


Рисунок 6.24

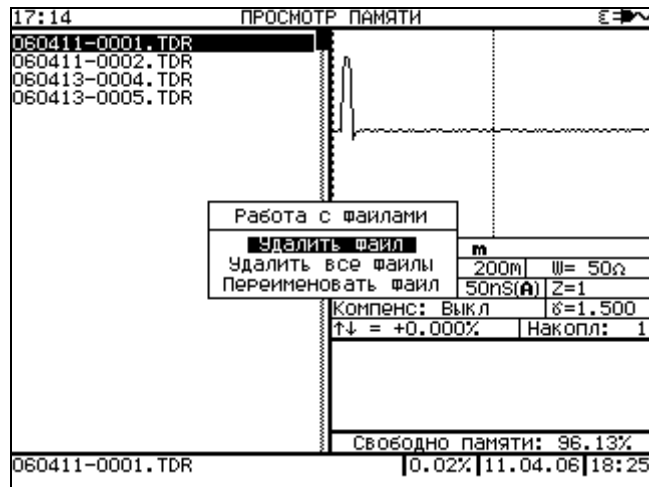


Рисунок 6.25

Указания по контролю напряжения на аккумуляторах в процессе их эксплуатации и заряда.

При индикации признака разряда аккумуляторов необходимо произвести заряд аккумуляторов в следующем порядке:

- подключить разъем блока питания-зарядки (рисунок 6.26) к соответствующему гнезду прибора;
- подключить блок питания-зарядки к сети питания 220 В 50Гц.

Заряд аккумуляторов индицируется свечением светодиода красным цветом на приборе (поз.47 рисунок 6.2). После окончания заряда светодиод светится зеленым цветом.

При работе прибора от блока питания-зарядки от сети 220 В заряд аккумуляторов осуществляется автоматически.

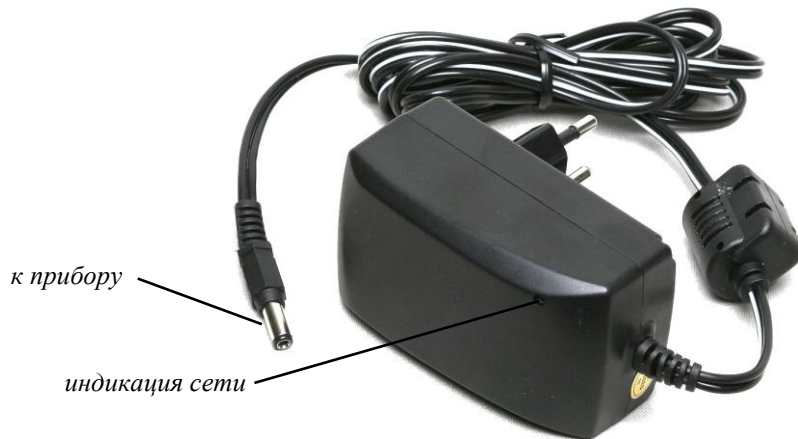


Рисунок 6.26

При разряде аккумуляторов ниже нормы в правом верхнем углу экрана значок в виде батарейки начинает моргать, раздается прерывистый звуковой сигнал. При дальнейшем разряде прибор автоматически выключается.

6.4 Порядок проведения измерений

6.4.1 Порядок действий при выполнении задач рефлектометрическим методом

Выбор и установка коэффициента укорочения

При измерении расстояния до неоднородности или длины линии необходимо, прежде всего, установить коэффициент укорочения, соответствующий данному типу линии.

В пункте **Укорочение** меню можно просмотреть и выбрать из таблицы коэффициент укорочения измеряемого кабеля (рисунок 6.13).

Если необходимого типа кабеля в таблице нет, новое значение коэффициента укорочения можно установить и записать в таблицу для уже имеющегося типа КЛ или с присвоением нового имени.

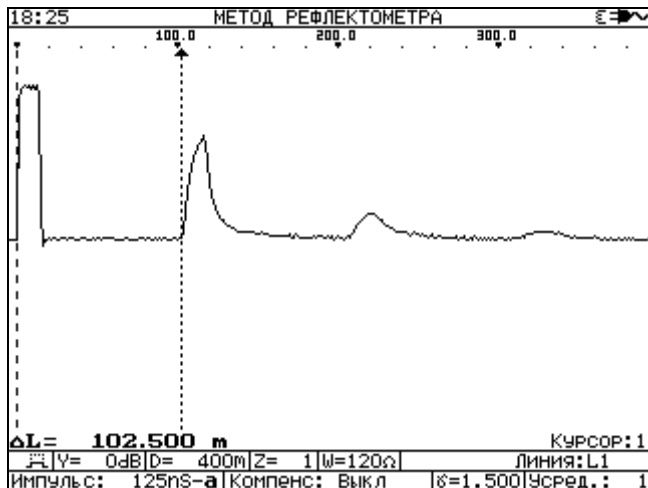
В случае отсутствия каких-либо данных коэффициент укорочения может быть определен экспериментально.

Примечание. При изменении коэффициента укорочения диапазон измерения расстояния изменяется. Чем больше коэффициент укорочения, тем меньше диапазон.

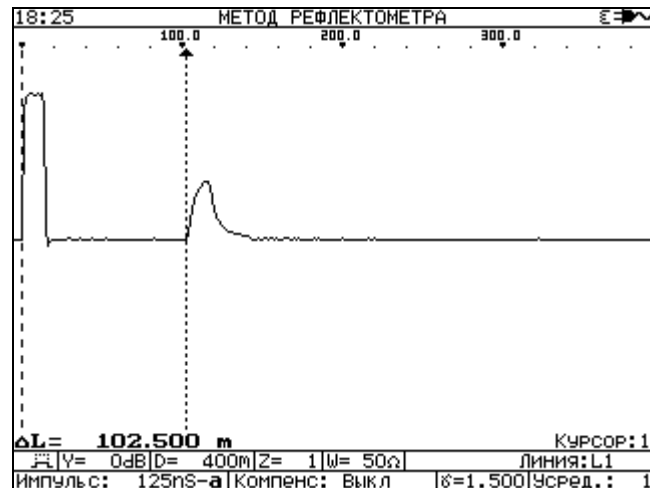
Согласование выходного сопротивления прибора с волновым сопротивлением измеряемой линии производится ручкой **ВЫХ СОПР** с помощью переключателя (рисунок 6.1, поз.21) в пределах от 25 до 1000 Ом.

Согласование необходимо производить для устранения переотражений зондирующего сигнала от места подключения прибора к измеряемой линии (рисунки 6.27, 6.28).

Лучше это делать, включив диапазон расстояний следующий (большой) после установленного.



Неправильное согласование
Рисунок 6.27



Правильное согласование
Рисунок 6.28

Наличие цифровой индикации позволяет оценить значение волнового сопротивления измеряемого кабеля.

Влияние длительности зондирующего сигнала

При локализации мест повреждения длительность зондирующего импульса определяет разрешающую способность - минимальное расстояние между двумя неоднородностями или местами повреждений, когда отражения от них различимы каждое в отдельности, и дальность действия - максимальное удаление определяемого повреждения, когда наблюдается отраженный сигнал.

В зависимости от амплитудно-частотной характеристики кабеля, определяемой его типом (погонным затуханием) и длиной, параметры отраженного сигнала при одинаковых параметрах зондирующего сигнала могут существенно отличаться друг от друга.

Единообразный характер амплитудно-частотных характеристик кабельных линий (АЧХ КЛ) обеспечивает возможность согласования частотного спектра зондирующего импульса, определяемого длительностью, с АЧХ КЛ. Задача согласования сводится к подбору длительности зондирующего импульса, при которой основная часть амплитудного спектра отраженного импульса по основной части энергии (90%) расположена в той же полосе частот, что и спектр зондирующего импульса.

В приборе предусмотрена возможность такого согласования посредством автоматического изменения длительности зондирующего импульса при переключении диапазона измерения расстояния. Имеется также возможность ручной установки длительности.

Чем короче зондирующий импульс, тем выше разрешающая способность.

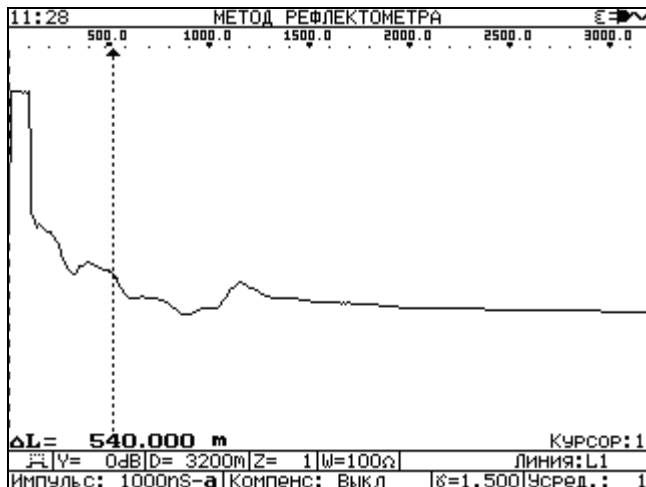
Чем шире зондирующий импульс, тем больше дальность обнаружения повреждения.

С ростом длительности зондирующего импульса при постоянной амплитуде повышается перекрываемое затухание, т.е. дальность измерений, так как увеличивается амплитуда отраженного импульса. Одновременно уменьшается разрешающая способность, так как отраженный импульс расширяется и отражения от соседних неоднородностей накладываются друг на друга.

Влияние компенсации зондирующего сигнала

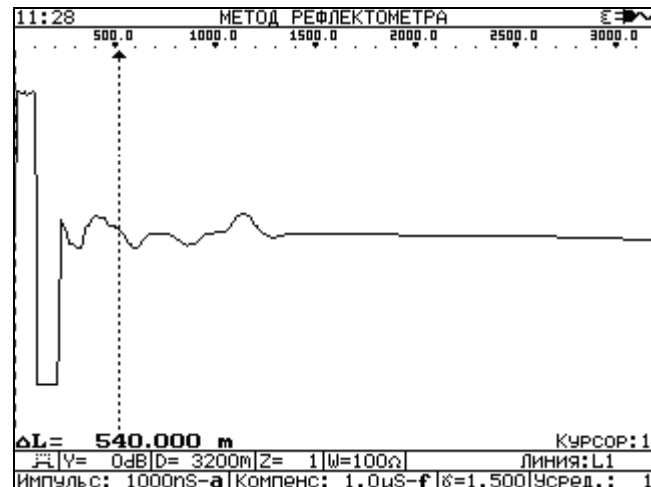
При работе на линиях с большим затуханием возникает так называемый эффект “лыжи”, который при правильном подборе длительности импульса компенсации удается устранить.

При наличии искажения РФГ в виде “лыжи” (рисунок 6.29), включите компенсацию и добейтесь настройкой длительности импульса компенсации наиболее полного устранения искривления нулевой линии (рисунок 6.30).



Без компенсации

Рисунок 6.29



С компенсацией

Рисунок 6.30

Перечень режимов работы прибора

При рассмотрении и анализе сложных РФГ, когда требуется локализация (выделение) повреждения на фоне помех различного происхождения, можно установить различные режимы работы прибора.

Режимы сравнения и разности РФГ с различных входов, а также из памяти, используются при необходимости подавления синхронных помех (переотражений от входа прибора, отражений от муфт, вставок, ответвлений и т.д.), при которых амплитуда отражения от удаленного повреждения линии меньше амплитуды синхронных помех.

Эти режимы наиболее эффективны в тех случаях, когда на одной трассе с поврежденной линией есть и неповрежденная линия, или если в памяти прибора хранится РФГ, снятая до повреждения.

Режим **Усреднение** используется при наличии в измеряемой линии несинхронных помех, наводок, а также для подавления внутренних шумов при большом усилении.

Определение места повреждения и параметров линии

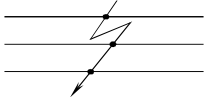
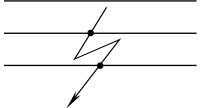
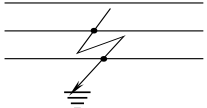
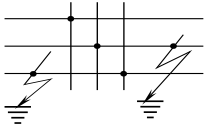
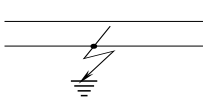
а) Рекомендации по проведению измерений

Точному определению места повреждения в линиях электропередачи и связи, которое производится трассовыми методами, должна предшествовать предварительная его локализация дистанционным методом. Это позволяет определить зону повреждения (в пределах погрешности измерения) и применить отдельные трассовые методы обнаружения только на небольших участках трассы с целью сокращения времени точного определения места дефекта.

Основными видами повреждений в системах электроснабжения и связи являются короткие замыкания и обрывы, признаками возникновения которых могут быть перекрытия или пробой в результате проведения земляных работ, пробоев молнии или перенапряжений, загрязнения изоляторов, нарушения изоляции животными, птицами и др.

Различные виды коротких замыканий представлены в таблице 5.

Таблица 5

Схема	Виды КЗ и их количество	
 <div style="display: flex; justify-content: space-between; width: 100%;"> А В С </div>	Трехфазные КЗ до 5 %	А – В А – С В – С
 <div style="display: flex; justify-content: space-between; width: 100%;"> А В С </div>	Двухфазное КЗ до 10 %	В – С
 <div style="display: flex; justify-content: space-between; width: 100%;"> А В С </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between; width: 100%; margin-top: 5px;"> Броня </div>	Двухфазное КЗ на землю до 10 %	В - С В - Броня С - Броня
 <div style="display: flex; justify-content: space-between; width: 100%;"> А В Броня </div>	Двухфазное замыка- ние на землю до 10 %	В - Броня С - Броня
 <div style="display: flex; justify-content: space-between; width: 100%;"> А В С </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between; width: 100%; margin-top: 5px;"> Броня </div>	Однофазное замыка- ние на землю Однофазное короткое замыкание на землю 65%	С - Броня

Существенным признаком происшедшего короткого замыкания является снижение напряжения на линии и сопротивления изоляции.

Проверка участка омметром или прибором ПКМ-105 должна быть обязательной во всех случаях, но часто бывает недостаточной; например, при КЗ в соединительных муфтах (о чем заранее не-

известно) через 20 - 30 мин после показания омметра о низком сопротивлении повреждение "заплывает" и показание омметра соответствует как бы исправному кабелю (сотни и тысячи МОм).

На КЛ и ВЛ часто возникают обрывы жил или проводов.

Признаком этого является понижение напряжения между фазами (жилами) на участке за местом обрыва относительно питающей стороны. Такая линия после отключения ее от сети проверяется омметром: на одном конце все три жилы соединяют между собой, а на другом производят попарную проверку А - В, А - С, В - С; показание омметра значительно отличающееся от нулевого значения указывает на наличие обрыва.

Основным приемом выделения поврежденных элементов (дефектов) является последовательное деление электрических цепей на части с логическим анализом результатов измерения напряжений и сопротивлений отдельных частей.

После выявления дефектных линий (жил, фаз) омметром переходят к предварительному определению места повреждения (предварительной локализации дефекта) локационными методами.

б) Последовательность операций при анализе рефлектограмм

Ниже приведена последовательность операций при анализе сложных РФГ, позволяющих значительно уменьшить влияние синхронных и несинхронных помех:

- устанавливают коэффициент укорочения измеряемого кабеля;
- во избежание пропуска повреждения устанавливают диапазон измерения расстояния больше предполагаемой длины кабеля;
- проверяют согласование входного сопротивления прибора с волновым сопротивлением линии (пары);
- сглаживание отражений от муфт, ответвлений производят увеличением длительности ЗИ;
- затухание кабеля компенсируют включением режима повышенной амплитуды зонда или увеличением усиления;
- искажение РФГ в виде "лыжи" устраняют включением импульса компенсации;

- проводят сравнение РФГ одной линии (пары) при разных длительностях зондирующего импульса;
- на фоне несинхронных (аддитивных) помех устанавливается режим **Усреднение** и производится локация повреждения при различном количестве усреднений;
- при наличии высокоомных повреждений в высоковольтных кабелях использовать измерения импульсно-дуговым методом с использованием дополнительного оборудования.
- исключение синхронных помех (отражений от муфт, сжимов и т.д.) в многопарных, многожильных кабелях производится включением режимов сравнения, вычитания и памяти;
- для обнаружения повреждения изоляции между жилами (парами) при измерении многожильных (многопарных) кабелей измерения проводятся с использованием отдельного входа (так называемый раздельный режим);

При выявлении повреждения производят последнюю операцию определения места повреждения - измерение расстояния до повреждения.

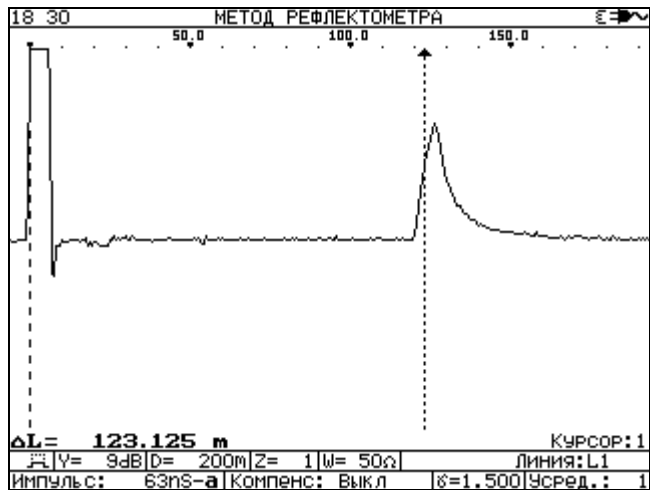
в) Отсчет расстояния до места повреждения при установленных при поиске параметрах в таблице параметров.

После локализации повреждения необходимо произвести отсчет расстояния. Точность измерения расстояния зависит от правильности установленного коэффициента укорочения.

Реальная точность отсчета расстояния зависит также от точности совмещения нулевого и измерительного курсоров с точкой перегиба РФГ в начале линии (началом фронта зондирующего сигнала) и местом повреждения (началом фронта отраженного сигнала).

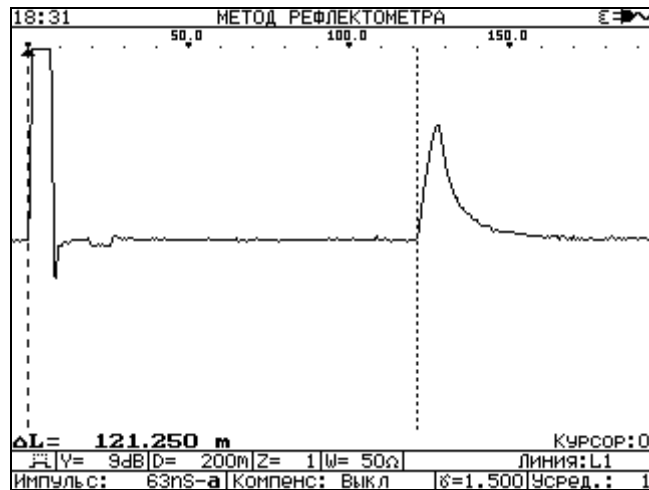
Для снятия отсчета выведите РФГ на экран таким образом, чтобы на экране наблюдались зондирующий и отраженный от повреждения импульсы.

Совместите нулевой курсор с началом фронта ЗИ, а измерительный курсор - с началом отраженного импульса (рисунок 6.31, рисунок 6.32).



Неправильная установка

Рисунок 6.31



Правильная установка

Рисунок 6.32

При окончательной установке курсоров в строке " $\Delta L = \dots$ " индицируется величина измеренного расстояния (между курсорами); в полученный результат входит длина присоединительного кабеля, если он использовался для подсоединения линии. Для повышения точности установки курсоров необходимо пользоваться растяжкой.

Если линия протяженная, а прибор указал место повреждения в конце ее, то для увеличения точности желательно произвести измерения с другого конца (на меньшем диапазоне абсолютная погрешность меньше).

г) Измерение временной задержки производится аналогично измерению расстояния до повреждения или конца линии.

Установите величину коэффициента укорочения, равную 1.500, установите необходимый диапазон в соответствии с длиной линии.

Совместите нулевой курсор с началом фронта ЗИ, при необходимости пользуясь растяжкой, а измерительный курсор с началом фронта отраженного импульса. Произведите отсчет времени задержки в микросекундах по показаниям " $\Delta L =$ "

$$t_{\text{зад.}} = L \text{ (м)} / 100. \quad (11)$$

д) Измерение коэффициента укорочения в линиях известной длины

Если есть кабель известной длины, а коэффициент укорочения не известен, то его можно определить следующим образом:

- подключить кабель к входу прибора;
- установить соответствующий для измерения длины диапазон измерения;
- выставить нулевой и измерительный курсоры на начало зондирующего и отраженного от конца кабеля импульсы;
- кнопками УКОРОЧЕНИЕ \triangleleft \triangleright измените коэффициент укорочения до получения показания L внизу экрана, соответствующему известной длине кабеля.

Диэлектрическую проницаемость изоляции можно определить из выражения $\varepsilon = \gamma^2$, а скорость распространения электромагнитной волны определить

$$V = 3 \cdot 10^8 / \gamma \text{ (м/с)} \quad (12)$$

Точность измерения величины γ , ε определяется точностью измерения геометрической длины линии и точностью установки курсоров.

6.4.2 Порядок действий при выполнении задач импульсно-дуговым методом

Для работы прибора РЕЙС-305 в режиме кратковременной дуги с использованием М219 включите комплект оборудования как показано на рисунке 6.33. Подключите кабель синхронизации, входящий в комплект поставки прибора РЕЙС-305, к разъему **СИНХР** прибора и выходу синхронизации адаптера импульсной дуги.

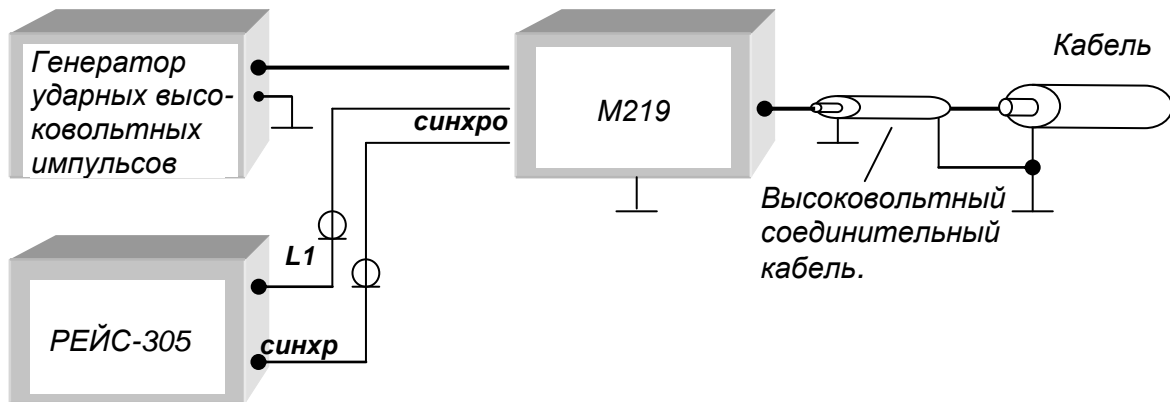


Рисунок 6.33

Для работы прибора РЕЙС-305 в режиме кратковременной дуги с использованием SA32 включите комплект оборудования как показано на рисунке 6.34.

Подключите ограничитель к разъему **СИНХР** и входу **L1** прибора РЕЙС-305 и ко входу SA32.

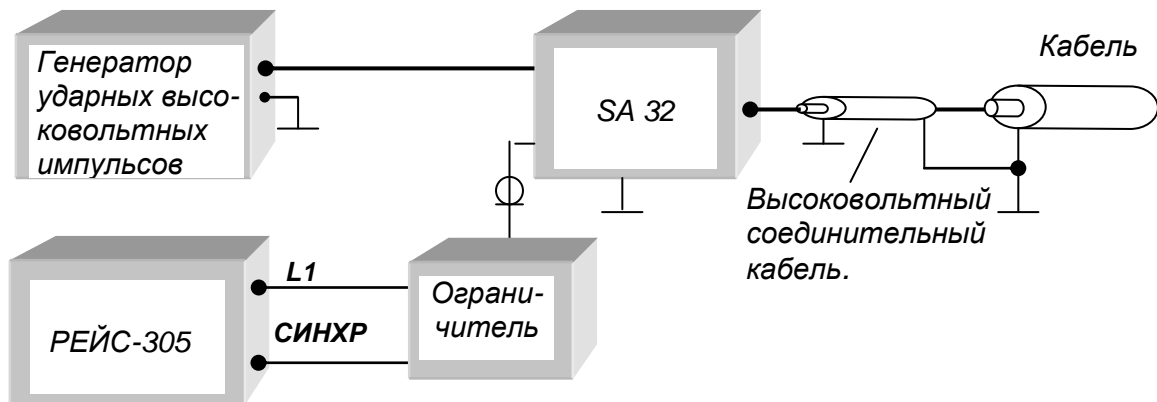


Рисунок 6.34

Если в устройствах согласования входа прибора РЕЙС-305 и высоковольтного оборудования отсутствует гнездо выхода синхронизации, то кабель внешней синхронизации не используется. В этом случае в приборе РЕЙС-305 есть режим внутренней синхронизации, когда используется входной сигнал.

Включите прибор РЕЙС-305, нажмите кнопку **ИМПУЛЬСНО-ДУГОВОЙ МЕТОД**. В верхней строке экрана после названия метода в скобках указан режим работы **Просмотр линии**, прибор работает как рефлектометр. Установите на приборе коэффициент укорочения и волновое сопротивление для данного типа линии и такой диапазон расстояний, при котором на экране наблюдается отражение от разомкнутого конца исследуемого кабеля. При необходимости, установите нужное усиление (рисунок 6.35). В нижней правой части экрана над таблицей параметров индицируется тип синхронизации.

Если используется соединительный высоковольтный кабель между адаптером дуги и измеряемым кабелем, то его длину при измерениях можно исключить. Для этого закоротите на время место

соединения высоковольтного соединительного кабеля с измеряемым кабелем, установите на приборе РЕИС-305 минимальный диапазон расстояний, позволяющий видеть на экране отражение от короткого замыкания, и установите нулевой курсор на начало отражения от короткого замыкания.

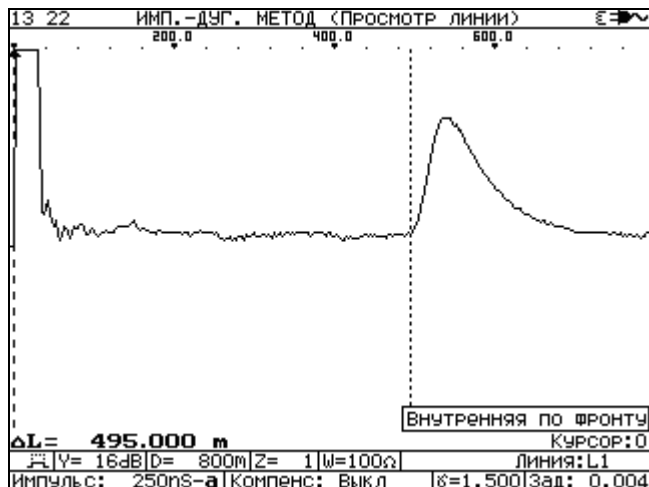


Рисунок 6.35

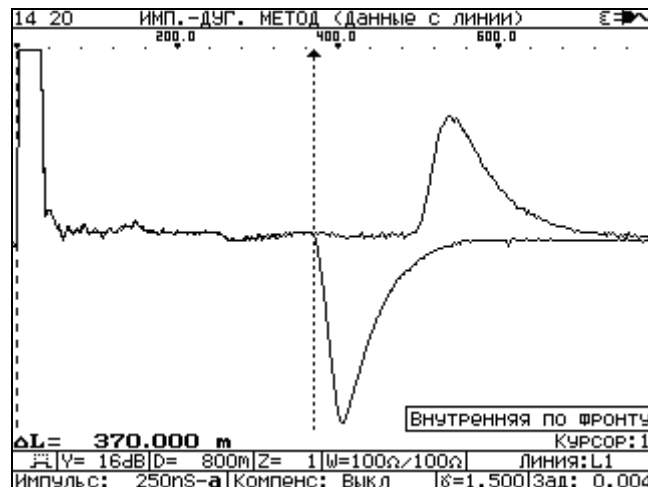


Рисунок 6.36

Нажмите кнопку **СТАРТ/СТОП**, прибор перейдет в режим ожидания дуги. В верхней строке экрана после названия метода в скобках будет указан режим **Ожидание дуги**.

На генераторе ударных импульсов установите небольшое напряжение и запустите ударный импульс. При появлении на входе прибора РЕИС-305 импульса амплитудой 5-40 В производится однократное считывание РФГ линии. На экране будут отображаться две наложенные друг на друга РФГ (рисунок 6.36): одна – при отсутствии дуги, вторая - во время горения кратковременной дуги. В верхней строке экрана после названия метода в скобках будет указан режим **Данные с линии**, при

необходимости можно записать результат измерений в память. Если нажать кнопку **ОК**, то кнопками **←**, **→**, **↑**, **↓** можно смещать полученную РФГ по вертикали горизонтали относительно исходной.

Если дуга не возникла, о чем свидетельствует отсутствие характерного отраженного импульса (как от короткого замыкания), то необходимо:

- повысить импульсное напряжение на генераторе ударных импульсов. Для подготовки прибора к повторному считыванию рефлектограммы нажмите кнопку **СТАРТ/СТОП**, в верхней строке экрана после названия метода в скобках будет указан режим **Ожидание дуги**. Затем снова запустите генератор ударных импульсов. И так до тех пор, пока не возникнет дуга в месте повреждения.

Для ускорения настройки измерения можно включить режим автоматического запуска по каждому импульсу синхронизации. Нажмите кнопку **АВТО**, в верхней строке экрана после названия метода в скобках будет указан режим **Автозапуск**. При появлении устойчивой дуги можно перейти назад в режим однократного ожидания дуги, нажимая кнопку **СТАРТ/СТОП**;

- при наличии внешней синхронизации выбрать тип внешней синхронизации. Нажмите кнопку **МЕНЮ**, выберите пункт **Синхронизация** (рисунок 6.37), установите тип синхронизации **Внешняя по фронту** (рисунок 6.38). Нажмите кнопку **ОК**, повторите измерения.

На различных кабелях может наблюдаться различная задержка зажигания кратковременной дуги относительно начала ударного импульса. В приборе имеется возможность изменения задержки считывания РФГ относительно импульса удара (прихода импульса синхронизации). Для изменения этой задержки выберите в меню (рисунок 6.37) пункт **Задержка запуска**, нажмите кнопку **ОК**. Кнопками **↑**, **↓** установите длительность задержки в пределах от 0,004 мс до 52 мс, повторите измерения при различных задержках до получения положительного результата.



Рисунок 6.37

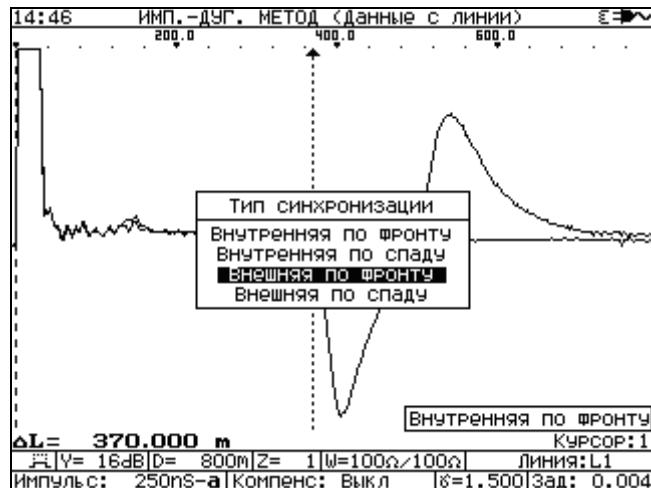


Рисунок 6.38

Расстояние до места дуги определите посредством установки измерительного курсора на начала отражения от дуги, как показано на рисунке 6.36.

6.4.3 Порядок действий при выполнении задач методом колебательного разряда

Выберите метод колебательного разряда (рисунок 6.39), текущие параметры в основном такие же, как в режиме рефлектометра. В верхней строке экрана после названия метода в скобках будет указан режим **Просмотр линии**, запуск считывания происходит автоматически, в этом режиме можно установить текущие параметры прибора. Нажмите кнопку **СТАРТ/СТОП**, установится режим **Ожидание разряда**.

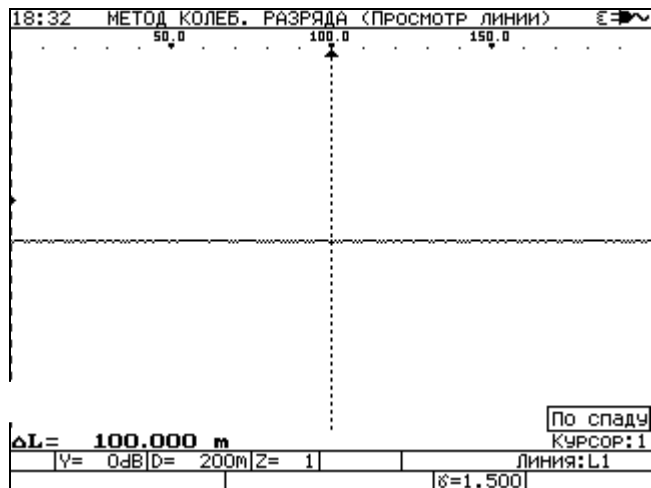


Рисунок 6.39

При пересечении сигналом на волновом входе уровня синхронизации, производится однократное считывание линии (режим **Данные с линии**). Повторный запуск производится нажатием кнопки **СТАРТ/СТОП**. Возврат в режим просмотра линии производится нажатием кнопки **МЕТОД КОЛЕБАТЕЛЬНОГО РАЗРЯДА**.

В меню можно дополнительно выбрать полярность синхронизации (рисунок 6.40) – по фронту или спаду входного сигнала (через пункт меню **Синхронизация**), а также изменить уровень синхронизации (рисунок 6.41).

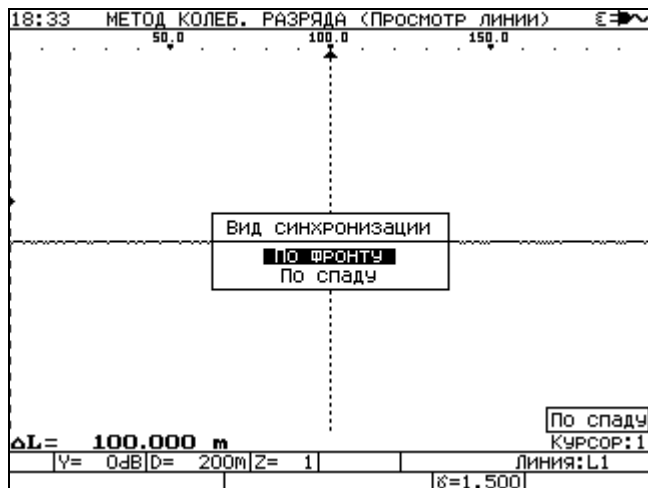


Рисунок 6.40

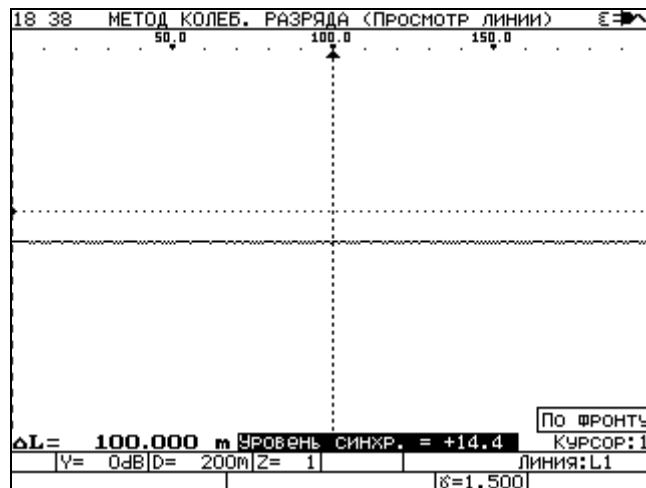


Рисунок 6.41

Порядок проведения измерений

ВНИМАНИЕ!

Подключение блока к измеряемому кабелю должно производиться в соответствии с правилами технической документации используемых электроустановок лицами, имеющими допуск к работе в электроустановках напряжением свыше 1000 В.

Измерения расстояния до места повреждения кабеля, имеющего повышенное электрическое сопротивление изоляции.

Для определения места повреждения соберите схему в соответствии с рис.6.42.

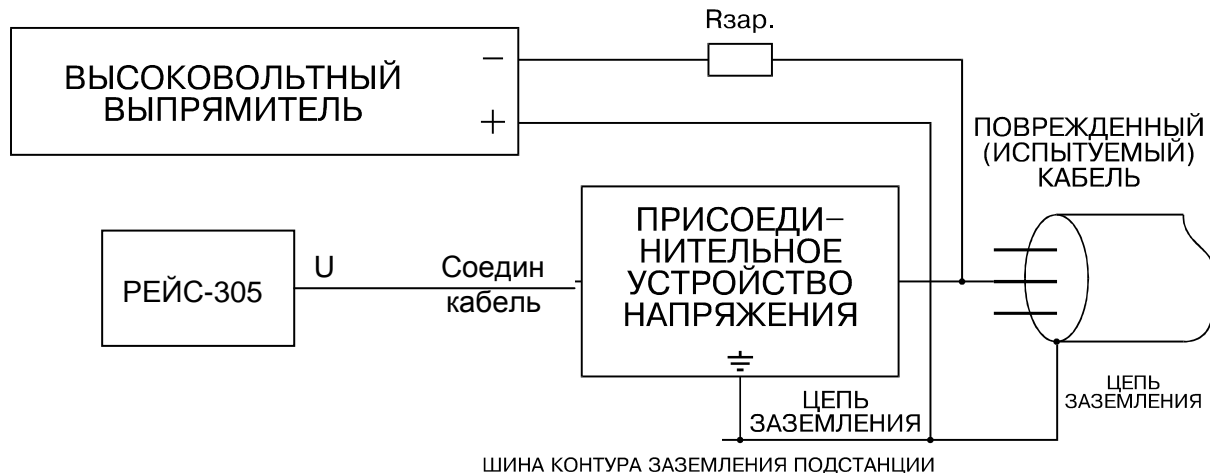


Рисунок 6.42

При сборке схемы соблюдайте следующее:

- высоковольтный выпрямитель должен иметь заземленный плюс, т.е. создать на кабеле отрицательный потенциал по отношению к земле; несоблюдение полярности высоковольтной установки не обеспечит правильности измерений;
- цепи заземления должны быть по возможности короткими по отношению к заземленной муфте концевой разделки испытуемого кабеля; провода заземления не должны иметь витков, создающих индуктивное сопротивление;

- присоединительное устройство необходимо устанавливать по возможности ближе к зажимам кабеля так, чтобы соединительный провод между кабелем и присоединительным устройством был не более 3 м;
- зарядное сопротивление должно быть расположено непосредственно у места подключения присоединительного устройства;
- жилы кабеля, не подвергающиеся испытанию высоким напряжением, должны быть изолированы от земли.

В случае, если высоковольтный выпрямитель соединяется с поврежденным или испытываемым силовым кабелем с помощью высоковольтного экранированного кабеля, то система, зарядное сопротивление, присоединительное устройство могут быть установлены в испытательной машине.

Перед началом измерений еще раз проверьте:

- выполнение требований мер безопасности;
- правильность собранной схемы согласно рис. 6.42.

Включите прибор РЕЙС-305.

Выберите режим колебательного разряда.

Установите необходимый диапазон измерения, превышающий предполагаемую длину кабеля не менее чем в два раза. Установите коэффициент укорочения исследуемого кабеля, вид отображения – экран + сетка.

Плавно поднимите высоковольтной установкой напряжение на кабельной линии до напряжения пробоя, но не выше значения, регламентируемого местными эксплуатационными инструкциями для данной кабельной линии.

При появлении в линии импульса амплитудой от 10 до 40 В на экране рефлектометра РЕЙС-305 должно появиться изображение волнового колебательного процесса.

Если при пробое изоляции в кабеле на экране прибора не появляется изображение волнового колебательного процесса (рис. 6.43), то при последующих измерениях изменением диапазо-

на, усиления и смещения добейтесь изображения на экране прибора не менее одного периода колебательного процесса и симметричного расположения относительно центра экрана.

При большом уровне помех включите фильтр.

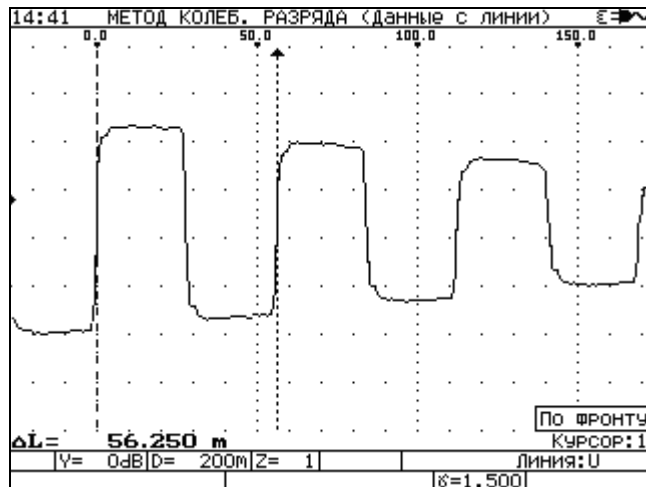


Рисунок 6.43

Для определения места повреждения при одиночных и редкоповторяющихся волновых процессах необходимо чтобы уровень синхронизации всегда был на пересечение с импульсной характеристикой возникающего волнового процесса.

Установите нулевой и измерительный курсоры на пересечение с характерными точками, определяющими период колебательного процесса и измеренное расстояние между курсорами разделите на два (половина периода колебательного процесса).

Импульсную характеристику можно записать в память.

Измерения расстояния до места повреждения кабеля, имеющего пониженное электрическое сопротивление изоляции.

Соберите схему в соответствии с рис. 6.44.



Рисунок 6.44

При установке присоединительного устройства тока и системы непосредственно рядом с измеряемым поврежденным кабелем необходимо соблюсти следующие требования:

- высоковольтная выпрямительная установка должна иметь заземленный плюс, т.е. создать заряд на высоковольтном конденсаторе отрицательного потенциала относительно земли;
- цепи заземления должны быть по возможности короткими по отношению к заземленной муфте концевой разделки испытываемого кабеля;

- провода заземления не должны иметь витков, создающих индуктивное сопротивление;
- токовое присоединительное устройство необходимо устанавливать возможно ближе к цепям заземления испытываемого кабеля;
- вывод высоковольтного конденсатора соединить с присоединительным устройством тока с помощью изолированного провода сечением не менее 4 мм^2 , провод не должен иметь витков, создающих индуктивное сопротивление;
- высоковольтный провод, соединяющий разрядник и жилу кабеля, должен быть изолированным от конструкций, связанных с контуром заземления;
- разрядник может быть искровым (с воздушным промежутком);
- жилы кабеля, не подвергающиеся испытанию высоким напряжением, должны быть изолированы от земли.

Перед началом измерений еще раз проверьте:

- выполнение мер безопасности;
- правильность собранной схемы согласно рис.6.44.

Порядок работы такой же, как в п.4.1.

Высоковольтной установкой плавно поднимите напряжение на высоковольтном конденсаторе до величины пробоя разрядника (оптимальный вариант $C = 50 \text{ мкФ}$, $U_{пр} = 10 \text{ кВ}$);

при пробое разрядника в кабеле возникает высоковольтный колебательный процесс, импульсная характеристика которого должна появиться на экране прибора.

Совместите курсоры со вторым и третьим отраженными импульсами и измерьте расстояние между ними (рис. 6.45).

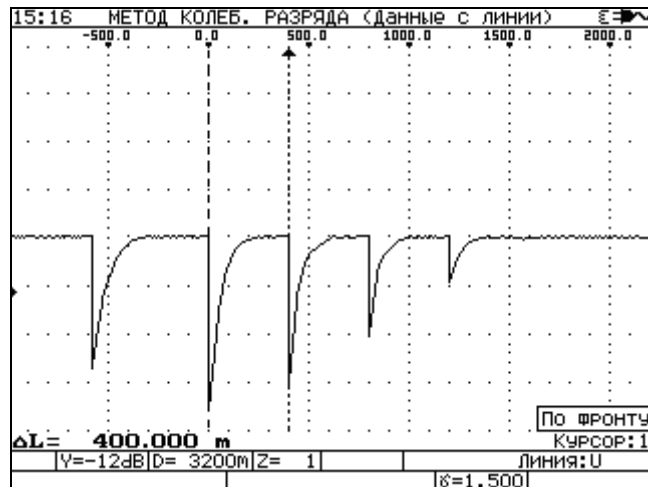


Рисунок 6.45

4.3 Присоединительное устройство напряжения представляет собой простой емкостной делитель с коэффициентом деления, обеспечивающим напряжение на волновом входе блока не более 40 В.

Присоединительное устройство тока представляет собой простой трансформатор тока, также обеспечивающий на волновом входе сигнал с амплитудой не более 40 В.

Для исключения влияния внутреннего сопротивления высоковольтной установки на колебательный процесс включается резистор $R_{зар.}$, сопротивление которого выбирается значительно выше волнового сопротивления кабельной линии (0,5-10) кОм.

Присоединительные устройства такого типа включены в комплект измерителя расстояния до места повреждения кабеля ЦР 0200. Схемы их включения аналогичны приведенным выше.

6.4.4 Порядок контроля работоспособности прибора

Показателем правильности функционирования прибора является наличие на экране РФГ с зондирующим импульсом.

6.4.5 Перечень возможных неисправностей

Перечень возможных неисправностей приведен в таблице 6.

Таблица 6

Внешнее проявление неисправности	Вероятная причина отказа	Метод устранения
1. При питании от аккумуляторов прибор не включается	Разряжены или вышли из строя аккумуляторы	Зарядить или заменить аккумуляторы соответственно
2. При подключении прибора к линии РФГ на экране не изменяется	Перегорел предохранитель защиты входа Неправильно выбран вход	Заменить предохранитель Подключить линию к соответствующему входу

7 Поверка прибора

7.1 Общие сведения

Настоящий раздел устанавливает методы и средства поверки прибора. Рекомендуемая периодичность проведения поверки – один раз в 2 года.

7.2 Операции и средства поверки

При проведении поверки должны быть выполнены операции и применены средства поверки, указанные в таблице 7.

Таблица 7

Наименование операции	пункт РЭ	Средство поверки	Основные метрологические характеристики	Обязательность проведения операции		
				при выпуске из производства	после ремонта	при эксплуатации и хранении
Внешний осмотр	7.4.1	-	-	да	да	да
Опробование	7.4.2	-	-	да	да	да
- частота калибровочных меток;	7.4.3	Частотомер ЧЗ-63/1	Погрешность измерения $\pm 0,01$ %	да	да	да
- предел допускаемой приведенной погрешности измерения расстояния;	7.4.4	-	-	да	да	да
- диапазон устанавливаемых коэффициентов укорочения	7.4.5	-	-	да	да	да
- параметры зондирующего импульса;	7.4.6	Осциллограф С1-152	25В, 100 МГц	да	да	нет
- перекрываемое затухание, дБ, не менее	7.4.7	Генератор Г5-75	60 мкс, 0,22В, 40 дБ	да	да	нет

Примечания

1 При проведении поверки разрешается применять другие средства поверки, обеспечивающие проведение измерений с требуемой точностью.

2 Средства измерения, используемые для поверки, должны быть поверены в органах государственной или ведомственной метрологической службы в соответствии с ПР 50.2.006 – 94.

При обнаружении несоответствия характеристикам дальнейшая поверка рефлектметра прекращается. Рефлектометр подлежит забракованию и направлению в ремонт.

7.3 Условия поверки

7.3.1 При проведении поверки необходимо соблюдать следующие условия:

- температура окружающей среды, °С 20 ± 5;
- относительная влажность воздуха, % 30 - 80;
- атмосферное давление, кПа (мм рт. ст.) 84 - 106 (630 - 795);
- напряжение питающей сети, В 220 ± 4,4;
- частота питающей сети, Гц 50 ± 0,5;

Примечание. Допускается проведение проверки в условиях, реально существующих в лаборатории, цехе и отличающихся от нормальных, если они не выходят за пределы рабочих условий эксплуатации прибора и средств измерения, применяемых при поверке.

7.3.2 Подготовка к поверке

Для проведения поверки необходимо:

- разместить прибор на рабочем месте, обеспечить удобство работы;
- подготовить вспомогательные устройства из комплекта поверяемого прибора и средств поверки.
- средства поверки подключить к питающей сети, дать приборам прогреться.

7.4 Проведение поверки

7.4.1 Внешний осмотр.

Внешний осмотр прибора производится в соответствии с п. 4.1.3.

Приборы, имеющие дефект, бракуются.

7.4.2 Опробование.

Опробование работы прибора производится в соответствии с пп. 6.3.4 РЭ. Приборы, не обеспечивающие функциональные возможности, бракуются.

7.4.3 Проверка частоты калибрационных меток.

Включить прибор в соответствии с п. 6.3.4. Подключить кабель поверки к разъему **ВНЕШН УСТР** прибора и к частотомеру. Измерить частоту следования калибрационных меток.

Частота следования калибрационных меток должна составлять (4000 ± 2) кГц.

7.4.4 Проверка предела допускаемой приведенной погрешности измерения расстояния в нормальных условиях применения (20 ± 5) °С

Проверку предела допускаемой приведенной погрешности измерения расстояния в нормальных условиях применения проводят на диапазонах 200 м и 400 м.

Погрешность измерения расстояния на диапазонах выше 400 метров не превышает погрешность измерения на диапазоне 400 метров и обеспечивается схемным построением прибора.

Включить метод рефлектометра, загрузить заводские установки. Подключить кабель поверки к входу **L2**, установить режим измерения **Раздельный: L1-L2**, усиление 15 дБ, длительность импульса 0, вид отображения **Экран+уровни**. Сделать запись диапазона с автоименем в память, прочитать из памяти последнюю РФГ. Выставить курсор 0 на пересечение фронта (среза) первой метки с уровнем 0,5, а курсор 1 на пересечение фронта (среза) второй метки с уровнем 0,5. Снять показание расстояния ΔL . Повторить измерения для положений курсора 1 на пересечении с фронтом (срезом) меток из таблицы 8.

Таблица 8

Метки	1-2	1-3	1-4	1-5	1-6	1-7	1-8
Эталонное расстояние, м	25,000	50,000	75,000	100,000	125,000	150,000	175,000

Установить диапазон измерения 400 м, сделать запись диапазона с автоименем в память, прочитать из памяти последнюю РФГ. Установить растяжку 2, выставить курсор 0 на пересечение фронта (среза) первой метки с уровнем 0,5, а курсор 1 на пересечение фронта (среза) третьей метки с уровнем 0,5. Снять показание расстояния ΔL . Повторить измерения для положений курсора 1 на пересечении с фронтом (срезом) меток из таблицы 9.

Таблица 9

Метки	1-3	1-5	1-7	1-9	1-11	1-13	1-15
Эталонное расстояние, м	50,000	100,000	150,000	200,000	250,000	300,000	350,000

Определить максимальную величину суммарной абсолютной погрешности измерения расстояния по формуле:

$$\Delta_{\Sigma} = \pm \left[\Delta_{\text{ОТС}} + \Delta_{\text{ДИСКР}} \right]$$

где $\Delta_{\text{ОТС}} = L_{\text{и}} - L_{\text{э}}$,

$L_{\text{и}}$ - измеренное расстояние,

$L_{\text{э}}$ – эталонное расстояние,

$\Delta_{ДИСКР}$ - абсолютная погрешность дискретизации. Для всех диапазонов измерения $\Delta_{ДИСКР} = 0,62$ м.

Результат проверки считают удовлетворительным, если полученные результаты не превышают $\pm 0,7$ м, что не более 0,2% на диапазоне до 400 м и не более 0,4% на диапазоне 200 м.

7.4.5 Проверка диапазона устанавливаемых коэффициентов укорочения.

Проверку установки коэффициента укорочения проводят по конечному значению диапазона. Установить диапазон измерения расстояния 200 м.

Выбрать параметр **Укорочение**, установить коэффициент укорочения из таблицы 10, снять показание пересчитанного диапазона.

Таблица 10

Коэффициент укорочения	Диапазон D (м)
1.000	300
1.500	200
2.000	150
4.000	75
7.000	43

Результат проверки считают удовлетворительным, если полученные величины диапазонов расстояния соответствуют данным таблицы 10.

7.4.6 Проверка параметров зондирующего импульса

Подключить нагрузку 50 Ом из комплекта генератора импульсов Г5-75 к гнезду **L1**, загрузить заводские установки, ручкой **ВЫХ СОПР** установить выходное сопротивление 50 Ом, установить диапазон 3200 м, включить компенсацию кнопкой **КОМПЕНСАЦИЯ** \blacktriangleright , измерить осциллографом

на нагрузке амплитуду зондирующего импульса и импульса компенсации (отрицательной полярности).

Включить повышенную амплитуду для этого нажать кнопку **МЕНЮ**, выбрать пункт **Амплитуда импульса**, нажать кнопку **ОК**, выбрать пункт **Повышенная**, нажать кнопку **ОК**.

Измерить осциллографом на нагрузке повышенную амплитуду зондирующего импульса.

Установить диапазон 200 м, включить нормальную амплитуду импульса, вид отображения **Сетка+уровни**, длительность импульса 19 nS. С помощью усиления и смещения установить амплитуду импульса между уровнями 0,0 и 1,0. Установить курсоры на фронт и срез зондирующего импульса на уровне 0,5. Определить длительность импульса в наносекундах, умножив показание отсчета расстояния на 10.

Установить диапазон 51200 м, установить максимальную длительность зондирующего импульса.

Установить курсоры на фронт и срез зондирующего импульса на уровне 0,5. Определить длительность импульса в микросекундах, разделив показание отсчета расстояния на 100.

Установить максимальную длительность импульса компенсации кнопкой **КОМПЕНСАЦИЯ** ▷, с помощью усиления и смещения установить амплитуду импульса компенсации между уровнями 0,0 и 1,0. Установить курсоры на фронт и срез зондирующего импульса на уровне 0,5. установить курсоры на фронт и срез импульса компенсации на уровне 0,5. Определить длительность импульса в микросекундах, разделив показание отсчета расстояния на 100. Кнопкой **КОМПЕНСАЦИЯ** ◁ проверить установку нулевой длительности.

Результат проверки считают удовлетворительным, если:

- амплитуда зондирующего импульса не менее 6,5 В (повышенная – не менее 22 В), минимальная длительность не более 20 нс, а максимальная длительность не менее 25 мкс;
- амплитуда импульса компенсации не менее 7 В, минимальная длительность - 0 мкс, а максимальная длительность не менее 15 мкс.

7.4.7 Проверка перекрываеваемого затухания

Проверку перекрывающегося затухания проводят с помощью генератора Г5-75, включая аттенюатор и нагрузку из состава его комплекта, в режиме внешней синхронизации по схеме, приведенной на рисунке 7.

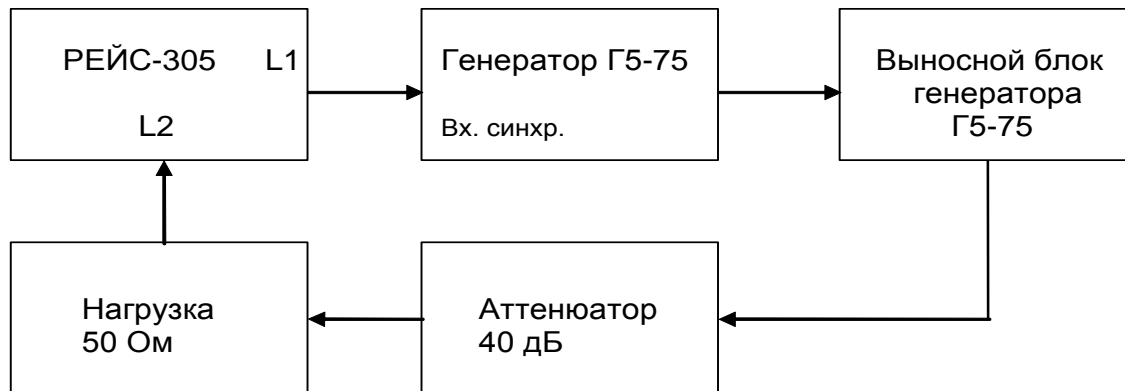


Рисунок 7

Установить следующие параметры импульса генератора: амплитуда 0,22 В; длительность 20 мкс; временной сдвиг 50 мкс, внешняя синхронизация.

Загрузить в приборе заводские установки, выбрать диапазон 12800 м, режим входов **Раздельный: L1-L2**, включить фильтр, для этого нажать кнопку **МЕНЮ**, выбрать пункт **Фильтр**, нажать кнопку **ОК**, выбрать пункт **Включен**, нажать кнопку **ОК** (при включенном фильтре появляется значок **F** в левой части таблицы параметров). Установить усреднение 60, усиление 60 дБ, при необходимости вывести смещением по вертикали линию развертки на центр экрана.

По окончании процесса усреднения оценить уровень шумовой линии относительно уровня сигнала.

Результат проверки считают удовлетворительным, если амплитуда импульса на экране прибора превышает уровень шумовой линии не менее чем в два раза.

7.5 Оформление результатов поверки

Положительные результаты поверки измерителя оформить свидетельством о поверке с результатами измерений в форме таблицы 11 или записью в формуляре результатов и даты поверки (запись должна быть удостоверена клеймом).

Таблица 11

Наименование параметра	Значение		
	номинальное	допускаемое отклонение	фактическое
1 Частота калибрационных меток, кГц	4000	± 2	
2 Предел допускаемой приведенной погрешности измерения расстояния от конечного значения диапазона, %, не более:			
в диапазоне 200 м	$\pm 0,4$		
в остальных диапазонах	$\pm 0,2$		
3 Диапазон устанавливаемых коэффициентов укорочений	от 1 до 7	0,001	
4 Параметры зондирующего импульса на нагрузке 50 Ом:			
- амплитуда (повышенная), В, не менее	6,5 (22)		
- длительность, нс	20 – 25 000		
Параметры импульса компенсации:			
- амплитуда, В, не менее	7		
- длительность, мкс	0 – 15		
5 Перекрываемое затухание, дБ, не менее	80		

8 Техническое обслуживание

8.1 Общие указания

8.1.1 В целях обеспечения постоянной исправности и готовности прибора к использованию по прямому назначению, а также после хранения необходимо соблюдать установленные в этом разделе порядок и правила технического обслуживания.

8.2 Порядок технического обслуживания прибора

8.2.1 Контрольный осмотр предусматривает:

- а) внешний осмотр для проверки отсутствия механических повреждений деталей из пластмасс, надежности крепления крышек прибора, разъемов и органов управления, состояния надписей;
- б) удаление пыли, влаги с внешних поверхностей, чистку контактов;
- в) устранение выявленных недостатков.

8.2.2 ТО №1 включает проверки, предусмотренные при контрольном осмотре, а также:

- проверку состояния и комплектности ЗИП;
- проверку правильности ведения формуляра;
- устранение выявленных недостатков.

8.3 Проверка электрических параметров

Проверку электрических параметров рефлектметра проводить после проведения профилактических работ, после проведения любых ремонтных работ. Проверку проводят на соответствие паспортным данным, приведенным в таблице 7, по методикам, изложенным в разделе “Методика проверки” РЭ.

9 Текущий ремонт

9.1 Ремонт производится на предприятии-изготовителе.

10 Хранение

10.1 Приборы в упакованном виде должны храниться в условиях отапливаемого хранилища при температуре окружающего воздуха от 0 до 40⁰С и относительной влажности воздуха 80 % при температуре 35⁰С.

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

11 Транспортирование

11.1 Транспортирование прибора может осуществляться всеми видами транспорта в упаковке при условии защиты от прямого воздействия атмосферных осадков, пыли, песка и др.

В условиях, близких к рабочим, при эксплуатации прибор может транспортироваться в сумке для переноса на любом виде транспорта.

11.2 Условия транспортирования

Условия транспортирования не должны быть жестче заданных предельных условий:

- температура окружающего воздуха от плюс 55 до минус 25⁰С;
- относительная влажность окружающего воздуха 95 % при температуре плюс 25⁰С.

11.3 При погрузке, перевозке, выгрузке запрещается бросать и кантовать упаковку с прибором.

12 Упаковка

12.1 Прибор и ЗИП, упакованные в полиэтиленовые чехлы, укладываются в сумку для переноса. Для предохранения прибора и ЗИП от повреждений при транспортировании и в процессе эксплуатации используются амортизирующие прокладки.

Эксплуатационная документация и описание помещаются в боковой карман сумки.

Сумка закрывается застежкой "молния".

13 Маркирование и пломбирование

13.1 На верхнюю крышку корпуса прибора нанесены:

- наименование и условное обозначение прибора;
- товарный знак предприятия - изготовителя;

13.2 Серийный номер наносится на нижнюю крышку прибора под аккумуляторами.

13.3 Для ограничения доступа внутрь прибора и для сохранения гарантии изготовителя в пределах гарантийного срока предусмотрено пломбирование прибора в гнезде с винтом крепления на нижней крышке прибора.

