



ИЗМЕРИТЕЛЬ ДЛИНЫ КАБЕЛЯ
CABLEMETER

модели CABLEMETER, CABLEMETER E

РУКОВОДСТВО ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ



V1216 TURBO

ТВЕРЬ

ОГЛАВЛЕНИЕ

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ.....	4
Назначение и функциональные возможности.....	4
Условия эксплуатации	4
Технические характеристики.....	5
Состав изделия и комплект поставки	6
Сведения о содержании драгоценных металлов	6
Меры безопасности при работе с прибором.....	6
Панель разъемов	7
Передняя панель.....	8
Питание прибора	9
ПОДГОТОВКА К РАБОТЕ	10
Включение прибора.....	10
Работа с меню настроек и параметров.....	10
<i>Работа с меню. Общие принципы.....</i>	<i>10</i>
<i>Ввод числовых параметров.....</i>	<i>10</i>
Настройка.....	11
Методы измерений.....	12
DC МЕТОД.....	13
Принцип работы.....	13
Ошибки измерений по DC методу	14
Сводная таблица ошибок DC метода	16
Подключение к кабелю	17
Параметры	18
<i>Работа с меню параметров материалов.....</i>	<i>18</i>
<i>Работа с меню настроек и параметров</i>	<i>18</i>
<i>Расчет по S.....</i>	<i>19</i>
<i>Расчет по R/км.....</i>	<i>20</i>
<i>Расчет по AWG.....</i>	<i>21</i>
<i>Расчет по ГОСТ.....</i>	<i>22</i>
<i>Определение минимально допустимых сечений ТПЖ.....</i>	<i>23</i>
<i>Микрометр.....</i>	<i>25</i>
DC МЕТОД. ПОРЯДОК РАБОТЫ.....	26
Измерение длины кабеля по погонному сопротивлению.....	26
Измерение длины кабеля по сечению	28
Измерение длины кабеля по AWG.....	30
Измерение погонного сопротивления	32
Измерение сечения кабеля	36
Работа со списком типов кабелей.....	38
<i>Занесение кабеля в список.....</i>	<i>38</i>
Проверка кабеля на соответствие ГОСТ 22483-2012.....	41

ИЗМЕРЕНИЕ СОПРОТИВЛЕНИЯ ПОСТОЯННОМУ ТОКУ, КАК АКТИВНОГО ТАК И СОДЕРЖАЩЕГО ИНДУКТИВНУЮ СОСТАВЛЯЮЩУЮ.....	43
ИЗМЕРЕНИЕ ДЛИНЫ ПРОЛОЖЕННОГО КАБЕЛЯ. (МОДЕЛЬ CABLEMETER E)	45
TDR МЕТОД	48
ПРИНЦИП РАБОТЫ	48
ОШИБКИ ИЗМЕРЕНИЙ ПО TDR МЕТОДУ	49
ЕДИНИЦЫ ИЗМЕРЕНИЯ СКОРОСТИ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ВОЛНЫ В КАБЕЛЕ	50
ПОДКЛЮЧЕНИЕ К КАБЕЛЮ	51
ПАРАМЕТРЫ	52
TDR МЕТОД. ПОРЯДОК РАБОТЫ	53
ИЗМЕРЕНИЕ ДЛИНЫ КАБЕЛЯ.....	53
ИЗМЕРЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА УКРОЧЕНИЯ КУ	55
СВЯЗЬ С КОМПЬЮТЕРОМ.....	57
УСТАНОВКА ДРАЙВЕРА	57
УСТАНОВКА СОЕДИНЕНИЯ.....	60
ГАРАНТИЙНЫЕ ОБЯЗАТЕЛЬСТВА	62
СВИДЕТЕЛЬСТВО О ПРИЕМКЕ	62
ПРИЛОЖЕНИЕ 1	65
МЕТОДИКА ПОВЕРКИ МП 0876-0033-2017	65

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Назначение и функциональные возможности

Измеритель длины кабеля CABLEMETER (модели CABLEMETER, CABLEMETER E) предназначен для измерения:

- Длины кабеля в бухте
- Погонного сопротивления жилы кабеля
- Площади сечения токопроводящей жилы
- Скорости распространения электромагнитных волн вдоль кабеля
- Расстояния до локального изменения волнового сопротивления кабеля.
- Электрического сопротивления постоянному току, как активного так и содержащего индуктивную составляющую (обмотки электрических машин и трансформаторов).

Реализованы два метода:

- DC метод – по сопротивлению жилы на постоянном токе
- TDR метод – на основе рефлектометра.
- В приборе реализованы возможности контроля КПП на соответствие требованиям ГОСТ 22483-2012:
 - определение минимально допустимых сечений токопроводящих жил (методика ВНИИКП)
 - определение отклонения погонного сопротивления ТПЖ кабеля от требований ГОСТ.
- В энергонезависимой памяти прибора можно разместить список из 999 кабелей, проводов, шнуров с их характеристиками и до 100 результатов измерений по каждому их них.

Условия эксплуатации

- | | |
|-----------------------------------|--------------------|
| • Температура окружающей среды | от -10 до +50° С |
| • Относительная влажность воздуха | до 90% при 30° С |
| • Атмосферное давление | от 70 до 106,7 кПа |

Технические характеристики

DC метод

Диапазон измерения сопротивления	0,000001 Ом – 1999 Ом
Погрешность измерения сопротивления 0,000001 ÷ 0,9999 Ом 1,000 ÷ 1999 Ом	±(0,003R Ом + 1 ед.мл.р. + 0,000005 Ом) ±(0,001R Ом + 1 ед. младшего разряда)
Разрешение по сопротивлению	1 мкОм
Максимальный измерительный ток не менее	До 5 А
Диапазон измерения длины	0 ÷ 10000 м
Сечение жилы	0,001 – 490 мм ²
Погонное сопротивление	0,0200 – 999,0 Ом/км
Компенсация термо-ЭДС	Автоматическое изменение направление тока в соответствии с ГОСТ 7229-76

TDR метод

Диапазоны измеряемых расстояний при коэффициенте укорочения 1,5	30, 60, 120, 250, 500, 1000, 2 000, 5 000, 10 000, 20 000, 30 000 м
Пределы допускаемой погрешности определения расстояния	± 0,25 м
Амплитуда зондирующего импульса	Не менее 10 В
Диапазон установки коэффициента укорочения	1,000÷6,999 шаг 0,001

Общие параметры

Питание прибора от встроенного аккумулятора	Li-Ion 7,2В 4,4 А/ч
Потребляемая мощность не более	5 Вт
Габариты	170x140x85
Вес	1,6 кг

Состав изделия и комплект поставки

Наименование	КОЛ-ВО
Прибор	1
Сумка для переноски	1
Набор проводов	1
Датчик температуры	1
Опциональный разветвитель для проложенного кабеля (только для модели CABLEMETER E)	1
Сетевой адаптер	1
Аккумулятор (в приборе)	1
Руководство по эксплуатации (Приложение. Методика поверки МП 0876-0033-2017)	1

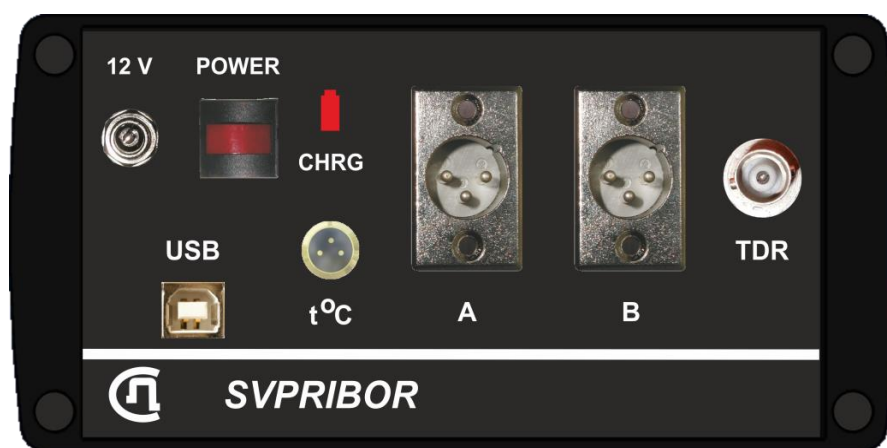
Сведения о содержании драгоценных металлов

Драгоценных металлов прибор не содержит.

Меры безопасности при работе с прибором

При эксплуатации прибора и при проведении на нем ремонтных работ должны соблюдаться соответствующие правила, изложенные в «Правилах технической эксплуатации электроустановок потребителей и правилах техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей».

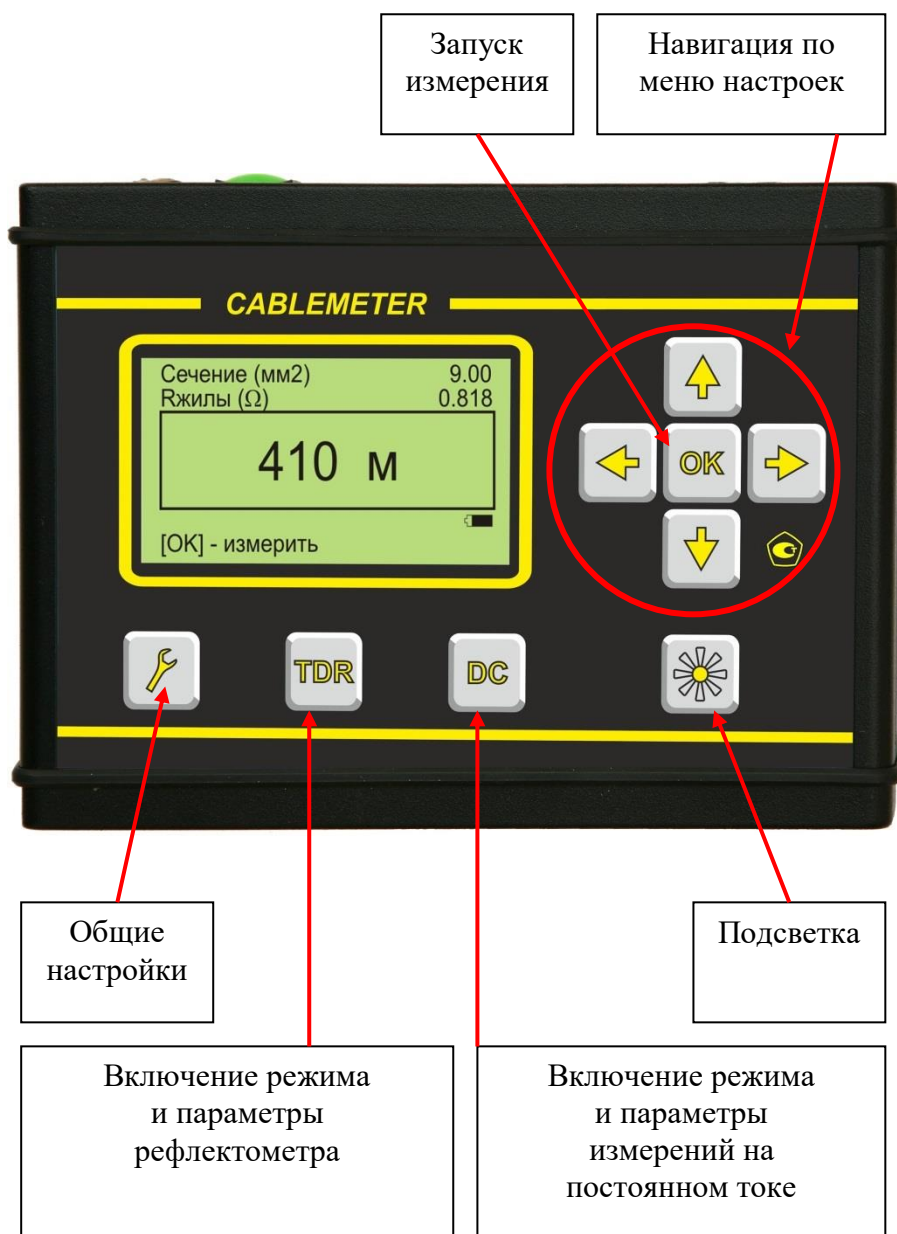
Панель разъемов



«12 В»	Разъем для подключения внешнего питания
«POWER»	Кнопка включения (выключения) питания
«t°C»	Разъем для подключения датчика температуры
«А», «В»	Разъемы для подключения измерительных проводов для DC метода
«TDR»	Разъем для подключения измерительных проводов для TDR метода
«CHRG»	Charge – индикатор процесса заряда аккумулятора
«USB»	Разъем USB для связи с компьютером

Конструкция сумки предусматривает возможность подключения разъемов, не вынимая прибор из сумки.

Передняя панель



Кнопки на передней панели управляют работой прибора.

Питание прибора

<p>Заряд аккумуляторов. Прибор снабжен внутренним зарядным устройством. Для заряда просто подключите сетевой адаптер из комплекта поставки. При этом прибор может быть как выключенным, так и находиться в рабочем состоянии. Полный заряд происходит примерно за 4 часа. Индикатор «CHRG» на панели разъемов свидетельствует о процессе быстрого заряда. После погасания индикатора еще в течении примерно 30 минут происходит дозаряд до полной емкости.</p>	 <p>The image shows the front panel of the SVPRIBOR device. It features a 12V DC power input jack, a red 'POWER' button, a red 'CHRG' indicator light, a USB port, a temperature sensor labeled 't°C', two large circular ports labeled 'A' and 'B', and a 'TDR' port. The brand name 'SVPRIBOR' is printed at the bottom.</p>
<p>Замена аккумуляторов. Аккумулятор доступен через крышку прибора, обратную панели разъемов.</p>	 <p>The image shows the internal battery compartment of the device. The battery is a large, black, rectangular unit. It is connected to the green printed circuit board (PCB) via several white ribbon cables. The PCB is populated with various electronic components.</p>
<p>Автоотключение. Автоотключение срабатывает, если около 10 минут нет нажатия на кнопки.</p>	



Использование подсветки сокращает время работы аккумуляторов без подзарядки.

ПОДГОТОВКА К РАБОТЕ

Включение прибора

- Для включения прибора нажмите кнопку [POWER] на панели разъемов. На короткое время появится заставка.
- Далее необходимо нажать [OK].

Такая последовательность организована для защиты прибора от случайного включения при транспортировке.

При старте, до нажатия [OK], кнопками ▼▲ можно выбрать измерительный метод или сразу нажать на кнопку [DC] или [TDR].

Прибор запомнит выбранный старт и в следующий раз включится сразу с Вашим выбором.

- Выключение осуществляется той же кнопкой [POWER].

Работа с меню настроек и параметров

Работа с меню. Общие принципы

В экранах параметров и настроек ввод нужных значений осуществляется по одному принципу. Для перемещения по экрану используются навигационные кнопки ▼▲, которыми Вы выбираете нужную строку. Выбранная строка выделяется на экране. Если рядом с параметром появляются стрелки: ← *параметр* →, это означает, что Вы можете менять данный параметр кнопками ◀▶.

Пример: экран ввода параметров для метода на постоянном токе DC. Курсор установлен на строке выбора кабеля (поименованный набор параметров). Кнопками ◀▶ Вы можете выбрать один из наборов параметров: металл ТПЖ, диаметр ТПЖ (сечение), коэффициент укорочения, погонное сопротивление.

←	ВВГ 16 ОЖ	→	014
	жила		медь
	R(Ω *мм2/м)		0.01720
	t°C: +20		ввести
	Диаметр (мм)		4.51
	Сечение (мм2)		16.000
	расчет S		
	Длина (м)		253.5

Ввод числовых параметров

В некоторых строках вводится числовое значение из нескольких цифр.

Для ввода числовых значений (диаметр, сечение, температура, длина) необходимо встать на соответствующую строчку и нажать [OK] и далее следовать подсказке на экране.

Настройка

Общие настройки прибора доступны при нажатии кнопки .

- Язык
 - Русский
 - Английский
- Единица длины
 - Метры (м)
 - Футы (ft)
- Расчет по. (Варианты ввода параметров кабеля для измерений на постоянном токе DC-метод).
 - Сечению (S). Можно будет вводить как площадь сечения, так и диаметр жилы
 - R/км - Расчет по погонному сопротивлению.
 - AWG - American Wire Gauge
 - Smin – определение минимально допустимых сечений ТПЖ
 - ГОСТ – проверка КПП на соответствие требованиям ГОСТ 22483-2012
 - мкОм – работа в режиме микроомметра
- Укорочение. Варианты представления скорости распространения волны в кабеле для рефлектометрического TDR метода.
 - КУ – Коэффициент Укорочения как принято в СНГ.
 - VOP - Velocity of Propagation.
 - V/2 – Скорость распространения в м/мкс деленная пополам.
- Связь с ПЭВМ. Работа прибора (обмен информацией) с персональным компьютером.

Язык	← рус →
Единица длины	М
Расчет по	R/км
Укорочение	КУ
Связь с ПЭВМ	[OK]
Зав.номер:	1009



Выбранные настройки сохраняются и после выключения прибора

Методы измерений

Прибор использует два метода определения длины кабеля:

- DC метод – измерение сопротивления токопроводящей жилы на постоянном токе и определение по нему длины кабеля;
- TDR метод – измерение длины кабеля рефлектометром по отражению импульса от конца кабеля.

DC метод точнее TDR метода. Некоторые измерители предпочитают пользоваться TDR методом из-за его простоты и наглядности.

Более развернутые характеристики методов будут даны в описании каждого метода в отдельности.

Выбор метода измерений осуществляется нажатием кнопки  или .

Пример: Вы выбрали метод DC. После нажатия [DC] появляется экран ввода параметров:

←	ВВГ 16 ОЖ	→	014
жила			медь
R(Ω *мм ² /м)			0.01720
t ⁰ C: +20			ввести
Диаметр (мм)			4.51
Сечение (мм ²)			16.000
	расчет S		
Длина (м)			253.5

Повторное нажатие [DC] приведет к переходу в измерительный экран:

Сечение (мм ²)	16.0
Rжилы (Ω)	0.2725
253.5 М	
[OK] - измерить	и → 04

Если Вы снова нажмете [DC], это приведет к возврату в экран параметров и т.д.

DC МЕТОД

Метод предназначен для:

- измерения длины кабеля
- измерения сечения токопроводящих жил
- измерения погонного сопротивления, приведенного к 20°C
- точного измерения сопротивления постоянному току, как активного так и содержащего индуктивную составляющую
- определения соответствия кабеля ГОСТ 22483-2012

Принцип работы

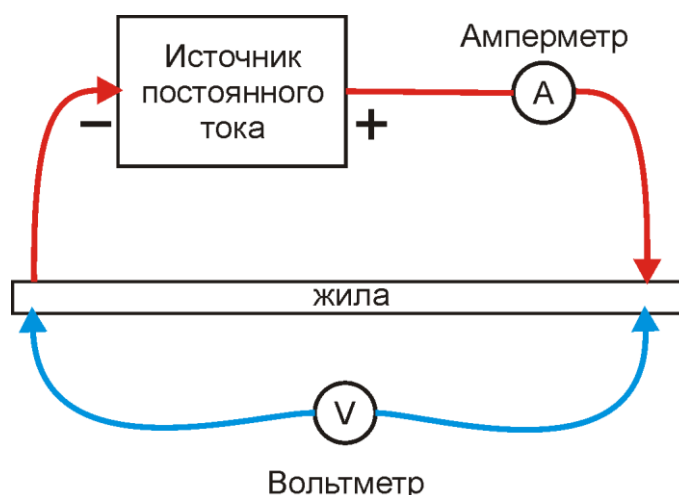
В основу метода положен закон Ома в котором сопротивление жилы кабеля пропорционально длине жилы. Или для длины кабеля:

$$L = R / R_{PG}$$

Здесь R - измеренное сопротивление жилы в Омах.

R_{PG} - погонное сопротивление жилы в Ом/км.

Для точного измерения сопротивления R в приборе используется так называемое подключение Кельвина или четырехпроводное подключение через специальные зажимы типа «крокодил». Его смысл показан на следующем рисунке:



В этой схеме есть две отдельные цепи: цепь для подачи тока с амперметром и цепь измерения падения напряжения с вольтметром. Использование такого приема позволяет устранить влияние измерительных проводов и контактов.

В местах подсоединения вольтметра возможно появление термо-ЭДС, оказывающее существенное влияние на результаты измерения. Для устранения такого явления ГОСТ 7229-76 требует проведение серии измерений при различных направлениях тока. В приборе реализовано это требование в автоматическом режиме.

Прибор проводит измерения сопротивления на постоянном токе с большой точностью. Относительная погрешность метода составляет 0,1%.

С такой же точностью определяется длина кабеля, если вводится правильное погонное сопротивление.

Ошибки измерений по DC методу

Прибор позволяет пересчитывать измеренное сопротивление в длину кабеля несколькими способами:

- из погонного сопротивления жилы кабеля
- исходя из фактического сечения жилы, температуры и удельного сопротивления материала ТПЖ

Во всех случаях производится температурная коррекция.

Погонное сопротивление. Для точного измерения длины кабеля необходимо ввести корректное значение погонного сопротивления жилы этого кабеля. Где его взять? Если поставщик кабельной продукции указал измеренное значение в паспорте кабеля, можно провести измерение и проверить соответствие длины паспортному значению. Если погонное сопротивление неизвестно (или указанное значение не вызывает доверия), прибор может измерить погонное сопротивление кабеля известной длины (например, одного из партии). Измерив погонное сопротивление кабеля и внося его в паспорт кабеля, Вы сможете затем контролировать точное значение оставшегося на барабане кабеля. Если Вы вводите справочное значение погонного сопротивления, то неизбежна ошибка, связанная с технологией изготовления кабеля.

Расчет по сечению. Прибор может рассчитать погонное сопротивление кабеля, если измерителю неизвестна его величина. Для этого в прибор вводится *фактическое* сечение жилы (или *фактический* диаметр). Вот и первая проблема – как узнать фактическое сечение? В случае однопроволочной круглой жилы (ОЖ) на помощь приходит школьный курс геометрии и микрометр. В случае многопроволочной жилы (МН), да еще и уплотненной, или цельнотянутой сложного сечения (к примеру, Z-образного) задача измерения сечения становится сложнее, чем задача измерения длины кабеля с помощью рулетки. И это еще не все! Все было бы хорошо, если бы погонное сопротивление, помимо сечения жилы, не зависело от множества факторов. В действительности, погонное сопротивление зависит еще и от температуры и химического состава материала жилы.

Удельное сопротивление ρ материала жилы зависит от химического состава и температуры

$$\rho = \rho_{20} \times (1 + \alpha \times (t - 20))$$

ρ_{20} - удельное сопротивление материала, из которого сделана жила, при 20⁰С.

α - температурный коэффициент.

В свою очередь, удельное сопротивление материала жилы при 20⁰С и температурный коэффициент зависят от химического состава металла. Так для меди различные источники дают величины:

- ρ_{20} - от $1,68 \times 10^{-5} [Ом \times мм]$ до $1,87 \times 10^{-5} [Ом \times мм]$
- α - от $38,1 \times 10^{-4} [K^{-1}]$ до $43 \times 10^{-4} [K^{-1}]$

Это означает, что при пересчете сечения в погонное сопротивление кабеля неизбежны ошибки.

Если намерение получить «длину по сечению» все еще сохранилось, то прибор поможет ему в этом, предложив выбрать удельное сопротивление материала ТПЖ (Ом·мм²/м):

- «медь», 0,01720,
- «медь А», 0,01707,
- «медь В», 0,01718,
- «медь С», 0,01724,
- «алюминий», 0,02826

- «алюминий АМ», 0,02800,
- «алюминий АТ», 0,02830.

Удельное сопротивление «меди А» и «меди В», соответствуют удельному сопротивлению медной катанки класса качества А и В (ГОСТ Р 53803-2010 - Катанка медная для электротехнических целей). «Медь С» - медной катанке класса качества С (в ГОСТ отсутствует, производится по ТУ). «Медь» - медная катанка нестандартного класса качества.

Начальные значения удельного сопротивления для трех первых типов зафиксированы и не могут быть изменены. Начальное значение удельного сопротивления четвертого типа, «медь», может быть изменено на произвольное в меню «Заводские параметры».

Удельное сопротивление «алюминия АМ» и «алюминия АТ», соответствуют удельному сопротивлению проволоки алюминиевой круглой электротехнической (ТУ 16.К71-088-90 Проволока алюминиевая круглая электротехническая). Начальные значения удельного сопротивления для этих типов зафиксированы и не могут быть изменены. Начальное значение удельного сопротивления третьего типа «алюминия» может быть изменено на произвольное значение в меню «Заводские параметры».

Прибор при пересчете использует следующие значения температурного коэффициента удельного сопротивления (ГОСТ 7229-76 - Метод определения электрического сопротивления токопроводящих жил и проводников):

- для меди 0,003930 (1/°C)
- для алюминия 0,004030 (1/°C)

Скрутка. Следует отметить, что длина жилы не всегда равна длине кабеля. В случае многожильных кабелей скрутка приводит к тому, что длина жилы становится больше длины кабеля и формула расчета электросопротивления жилы усложняется:

$$R = \frac{\rho \cdot L}{S} \cdot K_1 \cdot K_2, \text{ Ом},$$

где:

ρ - удельное электросопротивление металла жилы, Ом·мм²/м;

L - длина жилы, м;

S - сечение жилы, мм²;

K_1 - коэффициент учитывающий укрутку проволок жилы;

K_2 - коэффициент укрутки жил в кабеле, проводе, шнуре.



Наиболее точные результаты получаются при расчете длины по измеренному погонному сопротивлению. В этом случае минимизируются ошибки связанные с

- химическим составом токопроводящей жилы,
- отличием фактического сечения жилы от номинального,
- неизвестными коэффициентами укрутки проволок жилы и жил в кабеле.

Сводная таблица ошибок DC метода

Ошибка в параметре	Соответствующая ошибка при расчете длины кабеля
Погонное сопротивление [%]	= [%] (Соответствующая в % ошибка)
Температура [⁰ С]	0,4 % на каждый градус
Площадь сечения [%]	= [%] (Соответствующая в % ошибка)
Диаметр [%] (для < 10%)	= 2*[%] (двойная ошибка в %)
Тип меди	Не более 1%
Перепутали медь и алюминий	Более 50%

При определении длины кабеля отдельные ошибки суммируются. Далее в таблице показаны влияющие факторы для различных методов расчета.

Метод расчета	Погонное сопротивление	Температура	Материал	Площадь сечения	Диаметр	Укрутка
Расчет по погонному сопротивлению	+	+	-	-	-	-
Расчет по сечению	-	+	+	+	-	+
Расчет по диаметру	-	+	+	-	+	+
Расчет по AWG	-	+	+	+	+	+

Подключение к кабелю



Параметры

Перед измерениями необходимо настроить параметры. Часть параметров, так называемые «заводские параметры измерений», относятся к работе прибора в целом. Часть – «пользовательские параметры измерений», относятся к конкретному измерению.

Работа с меню параметров материалов

Прибор предназначен для измерения длины медных или алюминиевых жил. Типичные параметры этих материалов хранятся в памяти прибора. Если Вы работаете на кабельном заводе и уверенно знаете параметры именно вашей меди (или алюминия) то можно ввести их в память.

Для входа в меню параметров материалов, после нажатия кнопки [POWER], следует нажать кнопку [▶]

R при 20°C	
Cu ($\Omega \cdot \text{мм}^2/\text{м}$)	0.01720
Al ($\Omega \cdot \text{мм}^2/\text{м}$)	0.02826
Т коэффиц	
Cu ($1/^\circ\text{C}$)	0.00393
Al ($1/^\circ\text{C}$)	0.00403
Заводские	
Восстановить	[OK]

В этом меню можно установить:

1. удельное сопротивление, которое будет соответствовать типам «медь» и «алюминий», при выборе материала ТПЖ
2. температурный коэффициент удельного сопротивления, который будет участвовать во ВСЕХ расчетах
3. восстановить заводские значения для удельных сопротивлений и температурных коэффициентов.

Выход из этих настроек производится через выключение прибора.

Работа с меню настроек и параметров


При включении прибора и выборе DC метода появится меню параметров измерения.

Для измерения длины необходимо выбрать из готовых или создать новый набор параметров – «Тип». Затем, ввести параметры ТПЖ кабеля: материал жилы, удельное сопротивление, температура, сечение или погонное сопротивление. Что будет вводиться – сечение или погонное сопротивление – зависит от выбора в «Общих настройках прибора» – строка «Расчет по ».



Прибор может по измеренному сопротивлению рассчитать сечение или погонное сопротивление кабеля известной длины. Для этого в нижней строке вводится длина кабеля. Если Вы не хотите измерять сечение, не трогайте нижнюю строку!

Расчет по S

Если в общих настройках (доступных через кнопку ) выбрано «Расчет по S», то прибор будет рассчитывать длину кабеля по сечению.

Начинайте ввод параметров построчно:

- «Тип» - можно выбрать один из наборов параметров ТПЖ, любой из готовых наборов можно изменить

←	ВВГ 16 ОЖ	→	014
жила			медь
R(Ω * мм ² /м)			0.01720
t ⁰ C: +20			ввести
Диаметр (мм)			4.51
Сечение (мм ²)			16.000
	расчет S		
Длина (м)			253.5

- «Жила»
 - медь
 - медь А
 - медь В
 - медь С
 - алюминий
 - алюминий АМ
 - алюминий АТ
- R (Ω * мм² / м) – удельное сопротивление материала ТПЖ.



Для жилы типа «медь» и «алюминий» можно выставить произвольное значение.

Можно изменить и удельное сопротивление меди А, В или С. Но при этом материал ТПЖ автоматически изменится на «медь».

Для алюминия - аналогично

- «t⁰C». Можно выбрать метод задания температуры:
 - Датчик – измерение с помощью внешнего датчика из комплекта поставки.
 - Ручной ввод (ввести) – если не хочется возиться с датчиком, а температура известна.
- «Диаметр»
- «Сечение»

Вводите или диаметр, или сечение. Если вводится диаметр жилы, то площадь сечения автоматически пересчитывается. И наоборот. Вводите тот параметр, в котором Вы уверены.

Ввод значения. Как вводить нужное значение? Для ввода числовых значений (удельное сопротивление, диаметр, сечение, температура, длина) необходимо встать на соответствующую строчку и нажать [OK] и далее следовать подсказке на экране.



Выбранные настройки сохраняются и после выключения прибора

Прибор может по измеренному сопротивлению рассчитать фактическое сечение кабеля известной длины. Для этого в нижней строке вводится длина кабеля. Если Вы не хотите измерять сечение, не трогайте нижнюю строку!

Расчет по R/км

Если в общих настройках выбрано «Расчет по R/км», то прибор будет рассчитывать длину кабеля по погонному сопротивлению. Это наиболее точный вариант.

Можно выбрать:

- «Тип» - можно выбрать один из наборов параметров ТПЖ, любой из готовых наборов можно изменить
- «Жила» служит для выбора величины температурного коэффициента.
Возможные варианты
 - медь
 - алюминий

←	ВВГ 35 МН	→	016
Жила		медь	
t°C: +20		ввести	
R жилы (Ω /км)		0.5240	
расчет Ω /км			
Длина (м)		1000.0	

- «t°C». Можно выбрать метод задания температуры:
 - Датчик – измерение с помощью внешнего датчика из комплекта поставки.
 - Ручной ввод (ввести) – если не хочется возиться с датчиком, а температура известна.
- Rжилы (Ом/км) – погонное сопротивление при температуре 20°C



Выбранные настройки сохраняются и после выключения прибора



В последней строке можно ввести известную длину кабеля, тогда прибор будет измерять не длину кабеля, а погонное сопротивление приведенное к температуре 20°C. Если Вы не хотите измерять R/км, не трогайте нижнюю строку!

Расчет по AWG

Если в общих настройках выбрано «Расчет по AWG», то прибор будет рассчитывать длину кабеля по сечению выраженному в единицах AWG.

Можно выбрать:

- «Тип» - можно выбрать один из наборов параметров ТПЖ, любой из готовых наборов можно изменить
- «Жила»
 - медь
 - медь А
 - медь В
 - медь С
 - алюминий
 - алюминий АМ
 - алюминий АТ
- $R (\Omega * \text{мм}^2 / \text{м})$ – удельное сопротивление материала ТПЖ.

← 02 тип	→ 024
Жила	медь В
$R(\Omega * \text{мм}^2/\text{м})$	0.01718
$t^{\circ}\text{C}$: +20	ввести
AWG	5
Диаметр (мм)	4.62
расчет AWG	
Длина (м)	410.0



Для жилы типа «медь» и «алюминий» можно выставить произвольное значение.
Можно изменить и удельное сопротивление меди А, В или С. Но при этом материал ТПЖ автоматически изменится на «медь».
Для алюминия - аналогично

- « $t^{\circ}\text{C}$ ». Можно выбрать метод задания температуры:
 - Датчик – измерение с помощью внешнего датчика из комплекта поставки.
 - Ручной ввод (ввести) – если не хочется возиться с датчиком, а температура известна.
- AWG – американская система калибров проводов
- Диаметр

Если вводится диаметр жилы, то AWG автоматически пересчитывается. И наоборот.

При пересчетах значения приводятся к ближайшему возможному.



Выбранные настройки сохраняются и после выключения прибора



Прибор может по измеренному сопротивлению рассчитать фактический калибр ТПЖ кабеля известной длины. Для этого в нижней строке вводится длина кабеля. Если Вы не хотите измерять калибр, не трогайте нижнюю строку!

Расчет по ГОСТ

Если в общих настройках выбрано «Расчет по ГОСТ», то прибор будет рассчитывать погонное сопротивление ТПЖ и сравнивать полученный результат с ГОСТ.

Можно выбрать:

- «Ном.сечение» - номинальное сечение ТПЖ. Определяется маркоразмером кабеля. Перечень допустимых значений определяется ГОСТ 22483-2012.
- «Жила»
 - медь
 - медь А
 - медь В
 - медь С
 - алюминий
 - алюминий АМ
 - алюминий АТ
- $R (\Omega * \text{мм}^2 / \text{м})$ – удельное сопротивление материала ТПЖ.

НОМ. сечение	← 16 →
Жила	медь
$R(\Omega * \text{мм}^2/\text{м})$	0.01720
$t^{\circ}\text{C}$: +20	ввести
Класс ТПЖ	1
Длина (м)	101.2
ГОСТ 22483-2012	
$R (\Omega/\text{км})$	1.15 1.16



Для жилы типа «медь» и «алюминий» можно выставить произвольное значение.

Можно изменить и удельное сопротивление меди А, В или С. Но при этом материал ТПЖ автоматически изменится на «медь».

Для алюминия - аналогично

- « $t^{\circ}\text{C}$ ». Можно выбрать метод задания температуры:
 - Датчик – измерение с помощью внешнего датчика из комплекта поставки.
 - Ручной ввод (ввести) – если не хочется возиться с датчиком, а температура известна.
- «Класс ТПЖ» - класс гибкости ТПЖ. Медные и алюминиевые жилы, предназначенные для кабелей и проводов стационарной прокладки, подразделяются на классы 1 и 2, а для кабелей, проводов и шнуров нестационарной прокладки и стационарной прокладки, требующей повышенной гибкости при монтаже, — на классы 3...6.
- «Длина (м)» - длина кабеля, измеренная прямым методом.
- « $R (\text{Ом}/\text{км})$ » – максимальное электрическое сопротивление постоянному току 1 км жилы при 20°C согласно ГОСТ 22583-2012. Для медных жил круглых или фасонных указываются два значения - для нелуженых и для луженых ТПЖ. Для алюминиевых жил круглых или фасонных без металлического покрытия или с металлическим покрытием – одно значение.



Выбранные настройки сохраняются и после выключения прибора

Определение минимально допустимых сечений ТПЖ

Если в общих настройках выбрано «Расчет по S_{min} », то прибор будет определять минимально допустимое сечение заданной ТПЖ.

На токопроводящие жилы распространяется ГОСТ 22483-2012 «Жилы токопроводящие медные и алюминиевые для кабелей, проводов и шнуров. Основные параметры. Технические требования».

Номинальное сечение жилы проверке не подлежит, в ГОСТ указано, что это справочная величина. Каких-либо ограничений по фактическому сечению жилы в ГОСТ не установлено. В примечании к пункту 2.2 ГОСТ указано: «Фактическое сечение жил может отличаться от номинального при соответствии электрического сопротивления требованиям настоящего стандарта». При производстве и входном контроле у потребителя фактическое сечение жилы в кабельном изделии проверяется косвенно через электросопротивление.

Исходя из нормируемого электрического сопротивления жилы, можно рассчитать максимальное отклонение фактического сечения ТПЖ от номинального (в сторону уменьшения, естественно), при котором контролируемое КПП остается в рамках ГОСТ.

Расчеты проводятся на основании выражения для электросопротивления жилы на длине 1 км:

$$R = \frac{\rho \cdot L}{S} \cdot K_1 \cdot K_2, \text{ Ом,}$$

где:

ρ - удельное электросопротивление металла жилы, Ом·мм²/м;

L - длина жилы, равная 1000 м;

S - сечение жилы, мм²;

K_1 - коэффициент укрутки проволок жилы по РД 16.405-87 «Расчет масс материалов кабельных изделий»;

K_2 - коэффициент укрутки жил в кабеле, проводе, шнуре по РД 16.405-87.

Находясь режиме «Расчет по S_{min} », можно выбрать:

Ном. сечение	← 1.5 →	Ном. сечение	1.5
Жила	алюминий	Жила	← медь →
R(Ω *мм2/м)	0.02826	R(Ω *мм2/м)	0.01720
Класс ТПЖ	1	Класс ТПЖ	1
Укрутка (K1*K2)	1.000	Укрутка (K1*K2)	1.000
Rгост (Ω)	18.1	Rгост (Ω)	12.1
Smin (мм2)	1.561	Smin (мм2)	1.421
Занижение (%)	-4.1	Занижение (%)	+5.2

- «Ном.сечение» - номинальное сечение ТПЖ. Определяется маркоразмером кабеля. Перечень допустимых значений определяется ГОСТ 22483-2012.
- «Жила»
 - медь
 - медь А
 - медь В
 - медь С
 - алюминий
 - алюминий АМ
 - алюминий АТ

- $R (\Omega \cdot \text{мм}^2 / \text{м})$ – удельное сопротивление материала ТПЖ.



Для жилы типа «медь» и «алюминий» можно выставить произвольное значение.

Можно изменить и удельное сопротивление меди А, В или С, но при этом материал ТПЖ автоматически изменится на «медь».

Для алюминия – аналогично.

- «Класс ТПЖ» - класс гибкости ТПЖ. Медные и алюминиевые жилы, предназначенные для кабелей и проводов стационарной прокладки, подразделяются на классы 1 и 2, а для кабелей, проводов и шнуров нестационарной прокладки и стационарной прокладки, требующей повышенной гибкости при монтаже, — на классы 3...6.
- «Укрутка ($K1 \cdot K2$)» - коэффициент, численно равный произведению коэффициента укрутки проволок жилы на коэффициент укрутки жил в кабеле, проводе, шнуре.

Прибор показывает:

- « $R_{\text{гост}} (\text{Ом})$ » – максимальное электрическое сопротивление постоянному току 1 км жилы при 20°C согласно ГОСТ 22583-2012. Для медных круглых жил из отожженной меди без покрытия и для круглых или фасонных жил из алюминия или алюминиевого сплава.
- « $S_{\text{min}} (\text{мм}^2)$ » - расчетное минимальное сечение жилы по максимальному электрическому сопротивлению.
- «Занижение (%)» - максимальное снижение сечения. В случае положительного значения – запас, в случае отрицательного – отклонение от ГОСТ.



Выбранные настройки сохраняются и после выключения прибора

Микроомметр

Если в общих настройках выбрано «Режим микроомметра», то прибор будет измерять сопротивление постоянному току, как активного так и содержащего индуктивную составляющую.

Результаты измерений сохраняются в энергонезависимой памяти прибора: 100 поименованных групп по 100 записей в каждой. Результаты могут быть просмотрены на приборе или переданы на компьютер.

Можно выбрать:

- «Измерение»
 - R – активное сопротивление
 - R+L – сопротивление с индуктивной составляющей

Измерение	R	→
← свобод. группа		→ 001
Номер записи		022
Индуктивность	←	НЕТ →
батарея:		8.4 В

- «Группа» - поименованная группа записей результатов измерения. Имя группы может быть изменено пользователем с компьютера или прямо на приборе. На рисунке показана 1-я группа с именем по умолчанию.
- «Номер записи» - порядковый номер записи в группе. На рисунке выбрана 22-я запись. Именно в неё сейчас и будут сохранены результаты измерения.
- «Индуктивность» – условная безразмерная единица величины индуктивности. При измерении «R» - не используется. Чем больше значение (от 2 до 32), тем дольше происходит накопление индуктивностью энергии от прибора и выход на стабильные показания – «на горизонталь».



При работе в режиме «R+L» запрещается отключать измерительные провода во время процесса измерения.



При измерении «R» можно задать значение величины индуктивности. Если намерены передавать результаты на компьютер, обязательно выберите «R+L» при работе с индуктивностью:

записи «R» и «R+L» в памяти различаются.

Значение величины индуктивности, равное 8, универсально: если ничего не знаете о величине индуктивности измеряемого сопротивления, выставляйте 8.

Если результат измерения устойчиво повторяется, можете уменьшить эту величину.

Если результаты измерения постоянно меняются – увеличить.



Выбранные настройки сохраняются и после выключения прибора

DC МЕТОД. ПОРЯДОК РАБОТЫ.

Подумайте, что Вы знаете о кабеле:

- погонное сопротивление,
- сечение и параметры материала жилы,
- AWG и параметры материала жилы.


Перейдите к соответствующему пункту данного руководства.

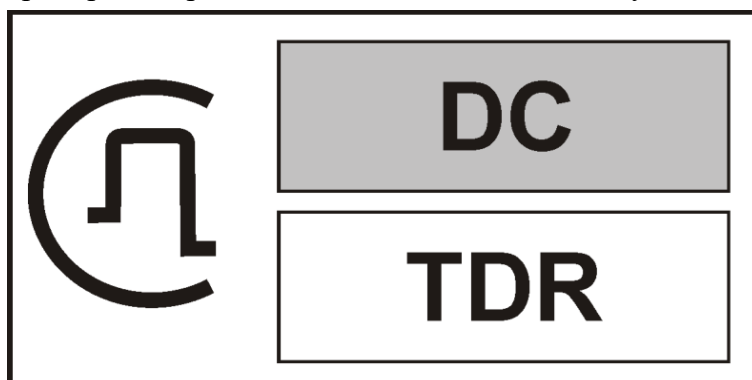
Самое лучшее – знать реальное значение погонного сопротивления жилы.

Измерение длины кабеля по погонному сопротивлению

Это наиболее точный вариант.

Необходимо знать погонное сопротивление при 20⁰С, материал жилы и температуру.

- Подключите прибор к кабелю.
- Включите прибор, выберите DC метод и нажмите кнопку .




- Нажмите кнопку  и войдите в настройки прибора.

Язык	← рус →
Единица длины	М
Расчет по Укорочению	R/км КУ
Связь с ПЭВМ	[OK]
Зав.номер:	1009

- Выберите «Расчет по R/км»


Для выбора «Расчет по R/км» необходимо кнопками ▼▲ встать на соответствующую строку и кнопками ◀▶ выбрать необходимое. Прибор запомнит Ваш выбор и при следующем включении этот пункт можно пропустить. Т.е. не

нажимать кнопку  если Вы захотите проводить аналогичные измерения.

- Нажмите кнопку  для ввода параметров Вашего кабеля.

ВВГ 35	→ 008	← номер кабеля в списке
Жила	медь	← надо выбрать
t°C: +20	ВВЕСТИ	← надо ввести или измерить
гжилы (Ω/км)	0.4914	← надо ввести
расчет Ω/км		
Длина (м)	> 9999.9	

- Необходимо ввести или выбрать из списка
 - Погонное сопротивление жилы кабеля.
 - Материал жилы (для расчета поправок на температуру).
 - Температуру. Если подключен датчик температуры то прибор ее измерит сам. Для ввода температуры необходимо кнопками ▼▲ встать на соответствующую строку и далее следовать подсказкам на экране.

- Нажмите кнопку  и прибор покажет измерительный экран.
- Для запуска измерений нажмите кнопку [OK].


Rжилы (Ω/км)	0.4914	← Выставленное погонное сопротивление
Rжилы (Ω)	0.1783	
362.8 м		← Измеренное сопротивление жилы [Ом]
		← Состояние аккумулятора
[OK] - измерить	и → 04	← Количество сохраненных результатов по кабелю

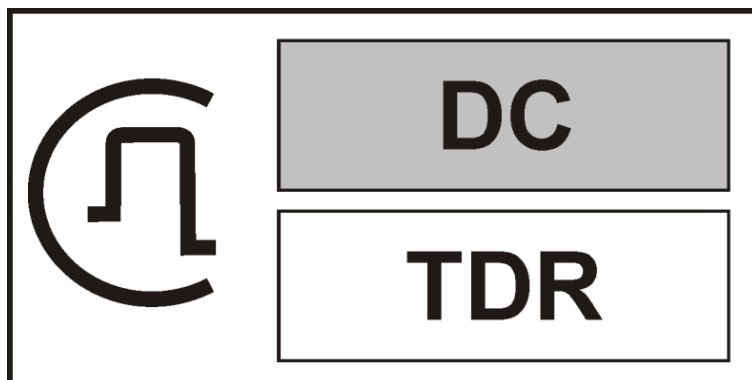
↑
Рассчитанная длина кабеля

Измерение длины кабеля по сечению

Это вариант хуже, т.к. номинальное сечение может отличаться от реального и длина кабеля отличаться от длины жилы (скрутка).

Необходимо знать сечение, материал жилы и температуру.

- Подключите прибор к кабелю
- Включите прибор, выберите DC метод и нажмите кнопку .




- Нажмите кнопку  и войдите в настройки прибора.

Язык	рус
Единица длины	м
Расчет по	← S →
Укорочение	КУ
Связь с ПЭВМ	[OK]
Зав.номер:	1009

- Выберите «Расчет по S»


Для выбора «Расчет по S» необходимо кнопками ▼▲ встать на соответствующую строку и кнопками ◀▶ выбрать необходимое. Прибор запомнит Ваш выбор и при следующем включении этот пункт можно пропустить. Т.е. не

нажимать кнопку  если Вы захотите проводить аналогичные измерения.

- Нажмите кнопку  для ввода параметров Вашего кабеля.

ВВГ 35	→ 008	← номер кабеля в списке
Жила	медь	← надо выбрать
R(Ω *мм2/м)	0.01720	← надо ввести или измерить
t°C: +20	ввести	
Диаметр (мм)	6.68	← надо ввести одно из двух
Сечение (мм2)	35.000	
расчет S		
Длина (м)	> 9999.9	

- Необходимо ввести
 - Сечение или диаметр жилы кабеля.
 - Материал жилы.
 - Для ввода температуры необходимо кнопками ▼▲ встать на соответствующую строку и далее следовать подсказкам на экране.

- Нажмите кнопку  и прибор покажет измерительный экран.
- Для запуска измерений нажмите кнопку [OK].


Сечение (мм2)	35.0	← Выставленное или рассчитанное по диаметру сечение
Rжилы (Ω)	0.1783	
362.8 м		
[OK] - измерить	и → 04	← Количество сохраненных результатов по кабелю
↑ Рассчитанная длина кабеля		

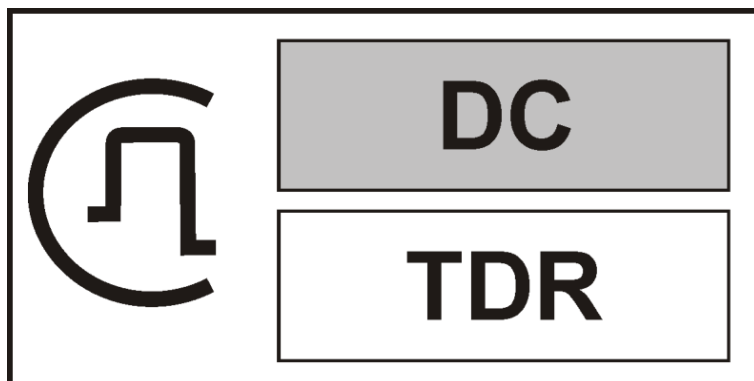
Измерение длины кабеля по AWG

AWG – американская система калибров проводов

Это вариант хуже, т.к. номинальный калибр в AWG может отличаться от реального и длина кабеля отличаться от длины жилы (скрутка).

Необходимо знать AWG или диаметр жилы, материал и температуру.

- Подключите прибор к кабелю
- Включите прибор, выберите DC метод и нажмите кнопку .



- Нажмите кнопку  и войдите в настройки прибора.

Язык	рус
Единица длины	м
Расчет по	← awg →
Укорочение	КУ
Связь с ПЭВМ	[OK]
Зав.номер:	1009

- Выберите «Расчет по AWG»

Для выбора «Расчет по AWG» необходимо кнопками ▼▲ встать на соответствующую строку и кнопками ◀▶ выбрать необходимое. Прибор запомнит Ваш выбор и при следующем включении этот пункт можно пропустить. Т.е. не

нажимать кнопку  если Вы захотите проводить аналогичные измерения.

- Нажмите кнопку  для ввода параметров Вашего кабеля.

ВВГ 35	→ 008	← номер кабеля в списке
Жила	медь	← надо выбрать
R(Ω *мм2/м)	0.01720	
t°C: +20	ввести	← надо ввести или измерить
awg	← 10 →	← Надо выбрать AWG диаметр будет рассчитан. Или ввести диаметр. Тогда будет рассчитан приблизительный калибр.
Диаметр (мм)	2.59	
расчет Ω/км		
Длина (м)	> 9999.9	

- Необходимо ввести
 - AWG или диаметр жилы кабеля.
 - Материал жилы.
 - Для ввода температуры необходимо кнопками ▼▲ встать на соответствующую строку и далее следовать подсказкам на экране.


- Нажмите кнопку  и прибор покажет измерительный экран.

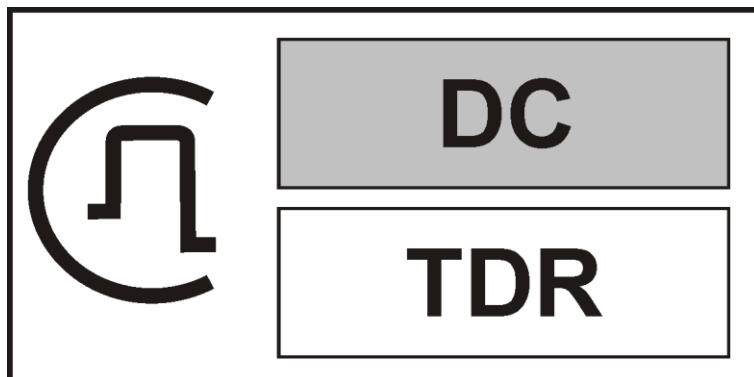
- Для запуска измерений нажмите кнопку .

AWG	10	← Выставленное или рассчитанное по диаметру значение AWG
Rжилы (Ω)	1.4573	← Измеренное сопротивление жилы [Ом]
446.4 м		
[OK] - измерить	и → 04	← Количество сохраненных результатов по кабелю
Рассчитанная длина кабеля		

Измерение погонного сопротивления


Более точные результаты по измерению длины кабеля можно получить при вычислениях, основанных на значении погонного сопротивления. Погонное сопротивление следует предварительно измерить для кабеля того же типа и партии. Для этого необходимо иметь достаточно длинный отрезок кабеля того же типа и партии с известной длиной.

- Подключите отрезок кабеля известной длины к прибору.
- Включите прибор, выберите DC метод и нажмите кнопку .



- Нажмите кнопку  для входа в настройку.
- Выберите значение «Расчет по R/км».

Язык	рус
Единица длины	м
Расчет по	← R/км →
Укорочение	КУ
Связь с ПЭВМ	[OK]
Зав.номер:	1009


- Нажмите кнопку  для ввода длины кабеля и температуры.
- Введите (измерьте) температуру

тип 01	→ 008
Жила	медь
t°C: +20	← ввести →
Rжилы (Ω/км)	0.4914
_____ расчет Ω/км _____	
Длина (м)	> 9999.9


- ← номер кабеля в списке
- ← надо выбрать
- ← надо ввести или измерить

- Введите известную длину кабеля

тип 01	→ 008	← номер кабеля в списке
Жила	медь	
t°C: +20	ВВЕСТИ	
Rжилы (Ω/км)	0.4914	
расчет Ω/км		
Длина (м)	20.1	← надо ввести

- Нажмите кнопку  и прибор покажет измерительный экран.
- Для запуска измерений нажмите кнопку [OK].

Длина (м)	20.1	← Выставленная длина кабеля
Rжилы (Ω)	0.2302	
11.47 Ω/км		← Измеренное сопротивление жилы [Ом]
[OK] - измерить	и → 04	
← Рассчитанное для 20°C погонное сопротивление		← Количество сохраненных результатов по кабелю

Прибор запускает измерение по кнопке .



Измеренное значение следует записать, как важную характеристику кабеля

Важным вопросом является выбор длины мерного отрезка кабеля для измерения погонного сопротивления. Чем длиннее этот кусок, тем лучше.

Измеренный эталон должен иметь минимальную длину в соответствии с таблицей:

Площадь фактического сечения [мм ²]	Желаемая точность	
	10%	1%
	Минимальная длина мерного отрезка [м]	
< 9	1	1
9÷19	1	2
19÷28	1	3
29÷38	1	4
39÷47	1	5
48÷57	1	6
58÷67	1	7
68÷76	1	8
77÷86	1	9
87÷95	2	10
96÷105	2	11
106÷115	2	12
116÷124	2	13
125÷134	2	14
135÷143	2	15
144÷153	2	16
154÷163	2	17
164÷172	2	18
173÷182	2	19
183÷192	3	20
193÷202	3	21
203÷211	3	22
212÷220	3	23
221÷230	3	24
231÷239	3	25
240÷249	3	26
250÷259	3	27
260÷268	3	28
269÷278	3	29
279÷287	4	30
288÷297	4	31
298÷307	4	32
308÷316	4	33
317÷326	4	34

Можно рассчитать длину для произвольного сечения по формуле:

$$Le[m] > 0,1 \times S[mm^2] \text{ для точности } 1\%$$

$$Le[m] > 0,01 \times S[mm^2] \text{ для точности } 10\%$$

, где:

Le – минимальная длина мерного отрезка [м],


S – площадь сечения [мм²],

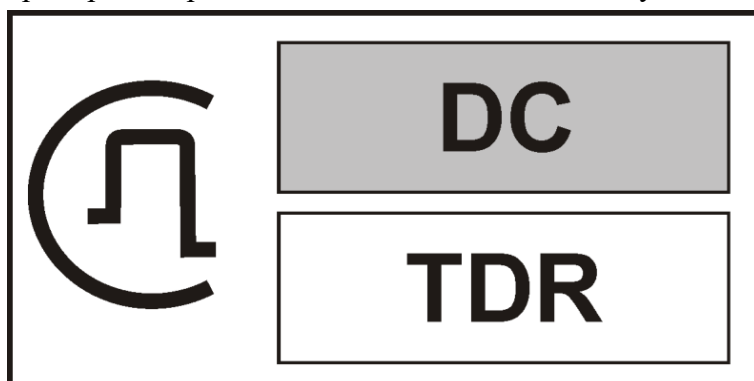
Следует учитывать что длина мерного отрезка должна быть известна с максимальной точностью. Так ошибка в длине отрезка в $n\%$ даст соответствующую дополнительную ошибку и в погонном сопротивлении.

Если нет возможности подобрать нужный отрезок кабеля, то лучше воспользоваться значением погонного сопротивления, указанного производителем, чем использовать короткие куски.

Измерение сечения кабеля

Для измерения сечения кабеля необходимо иметь мерный отрезок известной длины.

- Подключите отрезок кабеля известной длины к прибору.
- Включите прибор, выберите DC метод и нажмите кнопку .




- Нажмите кнопку  и войдите в настройки прибора.

Язык	рус
Единица длины	м
Расчет по	← S →
Укорочение	КУ
Связь с ПЭВМ	[OK]
Зав.номер:	1009

- Выберите «Расчет по S»


Для выбора «Расчет по S» необходимо кнопками ▼▲ встать на соответствующую строку и кнопками ◀▶ выбрать необходимое. Прибор запомнит Ваш выбор и при следующем включении этот пункт можно пропустить. Т.е. не

нажимать кнопку  если Вы захотите проводить аналогичные измерения.

- Нажмите кнопку  для ввода параметров Вашего кабеля.

ВВГбм-Пнг(А) 3x2.5	→ 008	← номер кабеля в списке
Жила	медь	← надо выбрать
R(Ω *мм2/м)	0.01720	← надо ввести или измерить
t°C: +20	ввести	
Диаметр (мм)	1.78	
Сечение (мм2)	2.5	
расчет S		
Длина (м)	101.3	← надо ввести

- Необходимо ввести
 - Материал жилы.
 - Температуру если не подключен датчик. Для ввода температуры необходимо кнопками ▼▲ встать на соответствующую строку и далее следовать подсказкам на экране.
 - Длину кабеля

- Нажмите кнопку  и прибор покажет измерительный экран.
- Для запуска измерений нажмите кнопку [OK].

Длина (м)	101.3	← Выставленная длина
Rжилы (Ω)	0.9254	
1.943 мм²		← Измеренное сопротивление жилы [Ом]
[OK] - измерить	и → 04	
← Рассчитанное сечение		← Количество сохраненных результатов по кабелю

Работа со списком типов кабелей

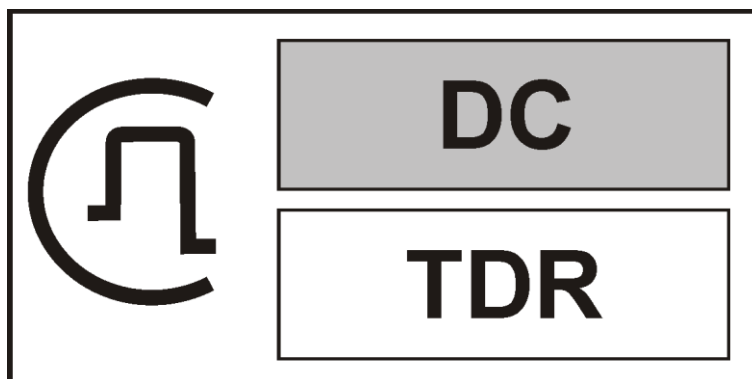
Прибор поставляется с заполненным списком из некоторых распространенных маркоразмеров кабелей. Однако, следует учитывать, что записанные параметры не привязаны ни к заводу изготовителю, ни, тем более, к какой-либо партии поставки. Изначальные параметры служат только для быстрого начала работы и могут приводить к значительным ошибкам при измерении длины Вашего конкретного кабеля. В обязательном порядке отредактируйте эти параметры. Желательно, также, при получении новой партии кабельной продукции скорректировать параметры.



Если Вам покажется удобным редактировать параметры КПП прямо на приборе, ознакомьтесь с нижеследующей информацией.

Если же Вы работаете постоянно с одной и той же кабельной продукцией от ограниченного круга поставщиков, то в прибор можно записать их параметры и в дальнейшем просто выбирать требуемый кабель из памяти. Всего можно создать и использовать список из 999 записей. Столь значительный объем очень непросто обслуживать без использования компьютера. Создание этого списка на ПК и запись в прибор рассмотрены в разделе «Связь с ПК»

Занесение кабеля в список


- Включите прибор, выберите DC метод и нажмите кнопку .



- Нажмите кнопку  для входа в настройку.
- Выберите «Расчет по S».
- Нажмите кнопку  для ввода параметров Вашего кабеля.
- Введите название типа кабеля, материал жилы и сечение. **Крайне желательно ввести не номинальную, а фактическую площадь сечения.**

Для этого:

- Выберите ненужный кабель из списка кнопками ◀▶ и нажмите кнопку

 для редактирования названия кабеля.


ВВГ 35		→ 008
Жила		медь
R(Ω *мм2/м)		0.01720
t°C: +20		ВВЕСТИ
Диаметр (мм)		6.68
Сечение (мм2)		35.000
расчет S		
Длина (м)		> 9999.9

← надо выбрать для редактирования

Появится экран редактирования названия кабеля.


ВВГ 35]
^		
Р	= + . , 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 _ /	Р
Е	А Б В Г Д Е ё Ж З И Й К Л М Н О П	У
Г	Р С Т У Ф Х Ц Ч Ш Щ Ъ Ы Ь Э Ю Я *	С
[← → ↑ ↓] курсор		
[OK] сохранить и выйти		

Курсор выделяет ту букву или цифру, которую Вы меняете. Подведя курсор к нужному значку (он выделяется черным квадратом), кнопкой ▼ спуститесь в выбор знаков. Навигационными кнопками можно выбрать любой значок, который тут же

появится в имени кабеля. Фиксируется выбор кнопкой .

Чтобы менять буквы на большие и малые, нужно кнопкой ◀ уйти в поле регистра РЕГ – он размещен в левом поле экрана, и следовать подсказке: кнопка [OK] осуществляет выбор.

Правое поле РУС/ЛАТ кнопкой  меняет шрифт на латинский или русский.

Для выхода из ввода названия необходимо кнопкой ▲ выставить курсор на любое знакоместо в названии кабеля и нажать .

Допустим, Вы ввели название кабеля СИП2А-3х16+25-ф-П123. Название отражает :

- СИП2А-3х16+25 - тип
- ф – указание, что будут вводятся параметры именно фазной жилы.
- П123– партия.
- Далее отредактируйте материал жилы и сечение (или диаметр).

СИП2А-3х16+25-ф-П123 → 008	
Жила	алюминий
R(Ω *мм2/м)	0.02826
t°C: +20	ввести
Диаметр (мм)	4.51
Сечение (мм2)	16.000
расчет S	
Длина (м)	> 9999.9

← номер кабеля в списке

← надо выбрать


↗ надо ввести одно из двух

- Если Вы знаете реальное погонное сопротивление жилы то крайне желательно занести его в память прибора.



- Нажмите кнопку  для входа в настройку.
- Кнопками ◀▶ выберите «Расчет по R/км».

Язык	рус
Единица длины	м
Расчет по	← R/км →
Укорочение	КУ
Связь с ПЭВМ	[OK]
Зав.номер:	1009

- Нажимаете кнопку  и получаете возможность ввести свой кабель в список вместо другого.
- Далее нужно ввести погонное сопротивление Вашего кабеля.

СИП2А-3х16+25-ф-П123 → 008	
Жила	алюминий
t°C: +20	ввести
гжилы (Ω/км)	1.7543
расчет Ω/км	
Длина (м)	> 9999.9

← номер кабеля в списке


← надо ввести

Прибор все это запомнит и в дальнейшем Вам нужно будет только выбрать нужный кабель из памяти.


Проверка кабеля на соответствие ГОСТ 22483-2012

Фактическое сечение жил может отличаться от номинального при соответствии электрического сопротивления требованиям ГОСТ 22483-2012.

Для того, чтобы определить отличается ли погонное сопротивление кабеля от указанного в ГОСТ и, если отличается, то насколько, следует иметь достаточно длинный отрезок кабеля. Требования к минимальной длине такие же, как при измерении погонного сопротивления в режиме «Расчет по R/km».

- Используя прямой метод, определите длину кабеля.
- Подключите отрезок кабеля известной длины к прибору.
- Нажмите кнопку  для входа в настройку общих параметров.
- Выберите значение «Расчет по ГОСТ»:

Язык	рус
Единица длины	м
Расчет по	← ГОСТ →
Укорочение	КУ
Связь с ПЭВМ	[ОК]
Зав.номер:	1009

- Нажмите кнопку  для ввода параметров измерения: номинального сечения, металла, удельного сопротивления металла, температуры, класса ТПЖ и длины кабеля:
 - Введите номинальное сечение ТПЖ из маркоразмера кабеля
 - Выберите металл жилы
 - Введите (измерьте) температуру
 - Выберите класс гибкости ТПЖ
 - Введите известную длину кабеля



ном. сечение	← 16 →	← надо выбрать
Жила	медь	← надо выбрать
R(Ω *мм2/м)	0.01720	
t°C: +20	ввести	← надо ввести или измерить
Класс ТПЖ	1	← надо выбрать
Длина (м)	101.2	← надо ввести
ГОСТ 22483-2012		
R (Ω/км)	1.15 1.16	

нелуженая

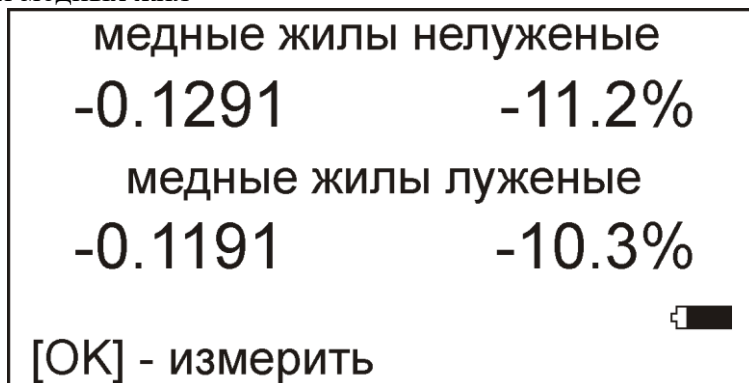
луженая

Максимальное значение погонного сопротивления по ГОСТ

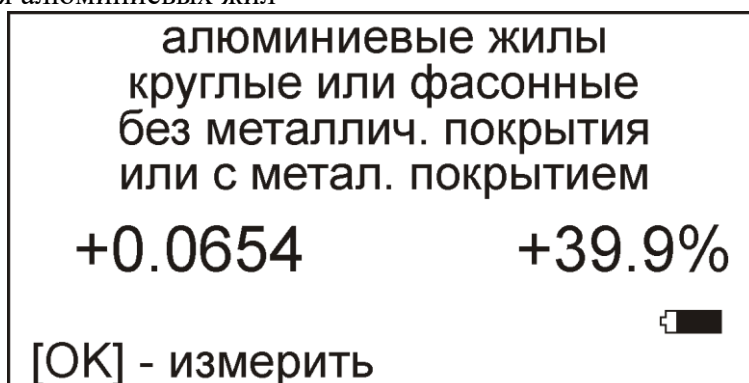
В последней строке экрана будет отражаться максимальное электрическое сопротивление постоянному току 1 км жилы при 20°C согласно ГОСТ 22483-2012. В случае медной жилы – два числа – для нелуженой и для луженой жил. В случае алюминия – одно.

- Вновь нажмите кнопку  для перехода в режим измерений и затем нажмите кнопку  для запуска процесса измерения. По окончании измерения экран для определения соответствия ГОСТ будет выглядеть так:

Для случая медных жил



Для случая алюминиевых жил



Первое число равно разности сопротивления ГОСТ и измеренного погонного сопротивления. Второе – процент отклонения от ГОСТ.

Если число положительное, значит у кабеля есть запас по сопротивлению.

Если отрицательное, то либо сечение ТПЖ чрезмерно занижено, либо реальное удельное сопротивление металла жилы отличается от ГОСТ.

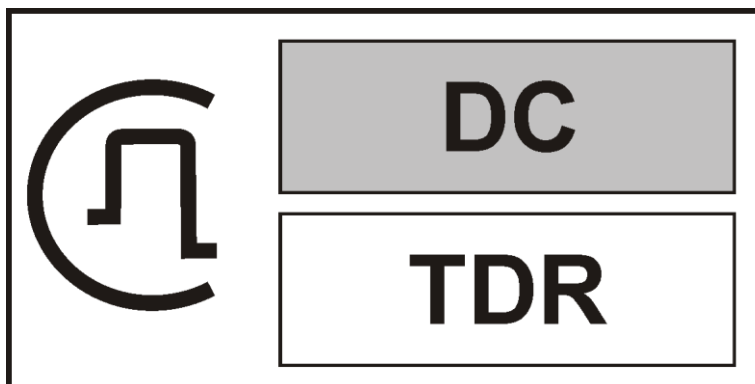
В любом случае плюс означает, что кабель хороший. Минус - что при производстве кабеля была нарушена технология.


Измерение сопротивления постоянному току, как активного так и содержащего индуктивную составляющую.

Прибор измеряет сопротивление постоянному току. И выводит на экран полученное значение и некоторую вспомогательную информацию.

- Подключите прибор к объекту (кабель, электрический выключатель, обмотка электрической машины или трансформатора и т.п.).

- Включите прибор, выберите DC метод и нажмите кнопку .




- Нажмите кнопку  и войдите в настройки прибора.

Язык	рус
Единица длины	м
Расчет по	← мКОМ →
Укорочение	КУ
Связь с ПЭВМ	[OK]
Зав.номер:	1009

- Выберите «Расчет по мКОМ»

Для выбора «Расчет по мКОМ» необходимо кнопками ▼▲ встать на соответствующую строку и кнопками ◀▶ выбрать необходимое. Прибор запомнит Ваш выбор и при следующем включении этот пункт можно пропустить. Т.е. не

нажимать кнопку  если Вы захотите проводить аналогичные измерения.

- Нажмите кнопку  для ввода параметров измерения сопротивления.

Измерение	R →
← свобод. группа	→ 001
Номер записи	022
ИНДУКТИВНОСТЬ	← НЕТ →
батарея:	8.4 В

- Необходимо выбрать или ввести:
 - Режим измерения – «R» или «R+L».
 - Поименованную группу для сохранения результатов измерения.
 - Номер записи в группе, с которой следует начать запись результатов в энергонезависимую память.
 - При работе в режиме «R+L» выбрать уровень величины индуктивности (универсальное значение – «8»)

- Нажмите кнопку  и прибор покажет измерительный экран.



The image shows a measurement screen with several data points and annotations:

- Top left: Изм. ток (A) 3.8
- Top right: Rжилы (Ω) 0.001487
- Center: 1.487 мΩ
- Bottom left: [OK] - измерить
- Bottom right: и → 22
- Bottom center: **Результат измерения** (with an arrow pointing to the 1.487 mΩ value)
- Right side annotations (in red boxes):
 - Измерительный ток (arrow points to 3.8)
 - Измеренное сопротивление жилы [Ом] (arrow points to 0.001487)
 - Состояние аккумулятора (arrow points to the battery icon)
 - Номер записи в группе (arrow points to 22)

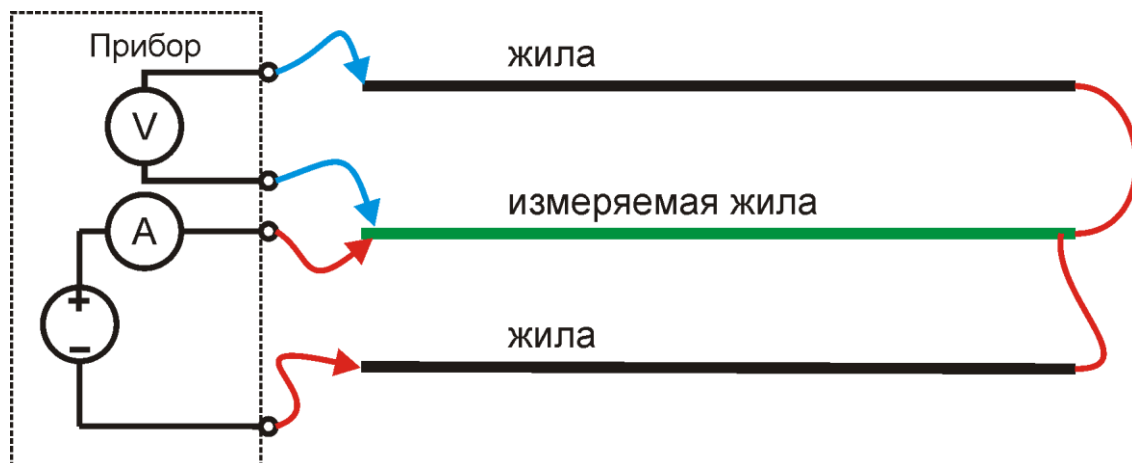
- Для запуска измерений нажмите кнопку [OK].



При работе в режиме «R+L» запрещается отключать измерительные провода во время процесса измерения.

Измерение длины проложенного кабеля. (Модель CABLEMETER E)

Для проложенного кабеля четырехпроводный метод приводит к следующей схеме:



Три жилы кабеля необходимо замкнуть на дальнем конце. Если обратные жилы подсоединены непосредственно к измеряемой, качество соединения не играет большой роли.

Если на дальнем конце кабеля включены ЗН (заземляющие ножи), то измерение проводится через ЗН. Соответственно требования к ЗН: хорошее качество контакта. Чтобы уменьшить влияние ЗН, желательно чтобы измеряемая жила попадала на средний замыкающий нож.

Порядок действий:

- Стандартный измерительный провод подключите к измеряемой жиле.
- К двум соседним жилам подключите опциональный разветвитель из комплекта прибора(в любом порядке) (только для модели CABLEMETER E)

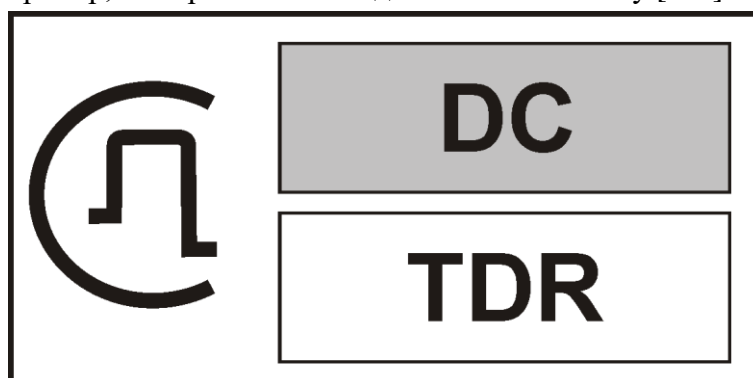
Проложенный кабель




- Введите температуру почвы. Внимание! Ошибка в температуре на 10°C даст дополнительную погрешность в 4%.
- Подумайте, что Вы знаете о кабеле:
 - погонное сопротивление,
 - сечение и параметры материала жилы,
 - AWG и параметры материала жилы.

Самое лучшее – знать реальное значение погонного сопротивления жилы. Если Вы знаете максимальное значение погонного сопротивления из паспорта на кабель, Вы сможете измерить не реальную длину, а лишь проконтролировать отсутствие вставок с заниженным сечением. Это бывает тоже весьма полезно при приемке кабеля.

- Включите прибор, выберите DC метод и нажмите кнопку [OK].



- Нажмите кнопку  для входа в настройку.
- Выберите значение
 - «Расчет по R/км» или
 - «Расчет по S» или
 - «Расчет по AWG»

Язык	← рус →
Единица длины	М
Расчет по Укорочение	R/км КУ
Связь с ПЭВМ	[OK]
Зав.номер:	1009

- Далее необходимо следовать действиям описанным в разделах
 - «Измерение длины кабеля по погонному сопротивлению» или
 - «Измерение длины кабеля по сечению» или
 - «Измерение длины кабеля по AWG».

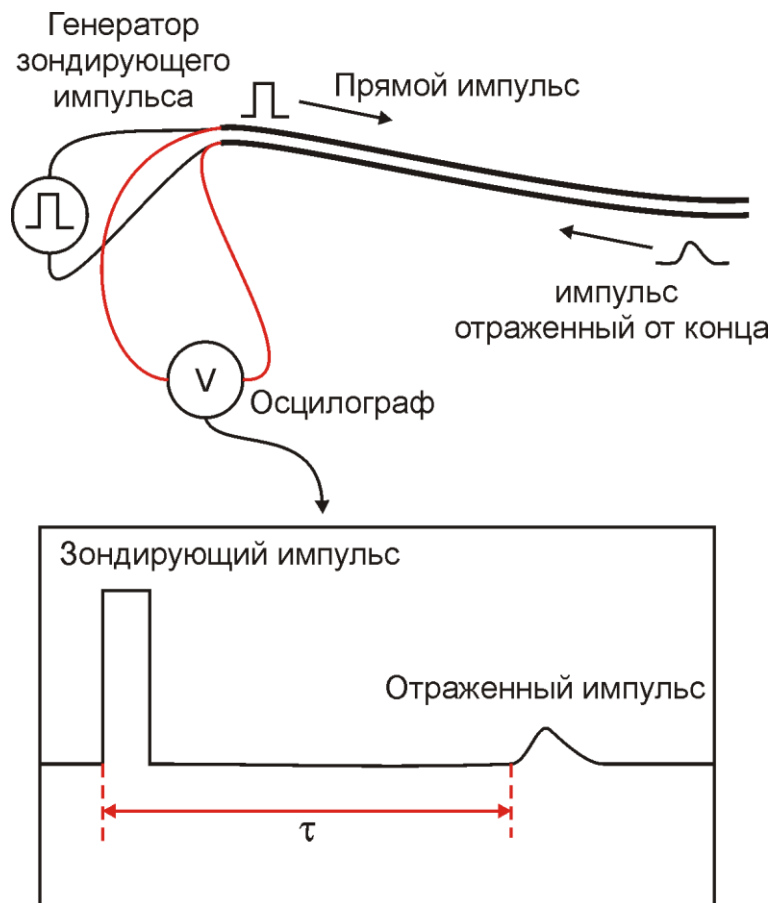
TDR МЕТОД

Можно измерять:

- Длину кабеля
- Расстояние до места неоднородности волнового сопротивления
- Скорость распространения электромагнитных волн вдоль кабеля (коэффициент укорочения)

Принцип работы

Метод основан на посылке короткого зондирующего импульса в кабель и наблюдении отраженного сигнала от конца кабеля:



Метод не применим к кабелям с одной жилой!

Отражение происходит как от открытого, так и от закороченного конца кабеля. Разница будет только в том, что при отражении от закороченного конца импульс переворачивается.

Длина может быть рассчитана по времени τ между моментом начала зондирующего импульса и моментом прихода отраженного, при известной скорости распространения.

Скорость распространения традиционно для рефлектометрии задается коэффициентом укорочения $KУ = V_o / V$. Здесь V_o - скорость света в вакууме, V - скорость распространения электромагнитной волны в исследуемом кабеле. Для большинства марок кабелей коэффициент укорочения находится в пределах 1÷3.

Кроме отражения от конца кабеля, зондирующий импульс отражается и от любой неоднородности кабеля.

Ошибки измерений по TDR методу

Длина кабеля определяется по измеренному значению времени задержки τ прихода эхо-сигнала относительно зондирующего импульса:

$$L = \frac{V_o}{2 \times KV} \times \tau$$

В расчетах участвует скорость света в вакууме V_o и коэффициент укорочения KV . Их отношение дает скорость распространения электромагнитных волн в кабеле:

$$V = \frac{V_o}{KV}$$

Скорость распространения определяется геометрией кабеля и свойствами изоляции. Для высоких частот, на которых и работает рефлектометр, скорость распространения можно выразить так:

$$KV = \sqrt{C \times L}$$

C и L – Погонная емкость и индуктивность жил кабеля соответственно.

Для коаксиального кабеля и двужильного провода в толстой однородной изоляции расчеты дают

$$KV = \sqrt{\varepsilon}$$

ε - относительная диэлектрическая проницаемость изоляции между проводниками. В этом случае скорость распространения не зависит от материала жил, экрана и их диаметров но зависит от свойств изоляции. Для более сложной геометрии формула будет сложнее.

Кабели имеющие одинаковую геометрия (сечение жил, толщину изоляции и пр.), но отличающиеся диэлектрической постоянной материала изоляции будут характеризоваться различной скоростью распространения. Заводы – производители кабельной продукции обычно не приводят значение скорости распространения и измерителю необходимо ориентироваться на какие-то значения. Можно найти некоторые справочные материалы, но кабели с одинаковой маркировкой из разных партий могут иметь различные физические свойства.

Лучшим способом будет измерение KV на образце кабеля и занесение измеренного значения в паспорт кабеля.

Единицы измерения скорости распространения волны в кабеле

Скорость распространения электромагнитных волн может задаваться различными способами.

Для кабелей отечественного производства обычно используется коэффициент укорочения КУ:

$$КУ = \frac{V_o}{V} \geq 1$$

Это отношение скорости света в вакууме к скорости волны в кабеле.

Для импортной продукции часто используется величина VOP (Velocity of Propagation):

$$VOP = \frac{V}{V_o} \times 100\%$$

Это отношение скорости волны в кабеле к скорости света в вакууме, выраженное в процентах.

$$КУ = \frac{100}{VOP}$$

Иногда можно встретить величину $V/2$ - это просто скорость распространения волны деленная пополам. Деление на 2 учитывает то, что волна распространяется по кабелю два раза. Сначала импульс идет от прибора до конца кабеля, а потом отражение проделывает обратный путь.

$$V/2 = \frac{V}{2} \text{ [м/мкс]}$$

Для перевода этой единицы в КУ или VOP следует учесть значение;

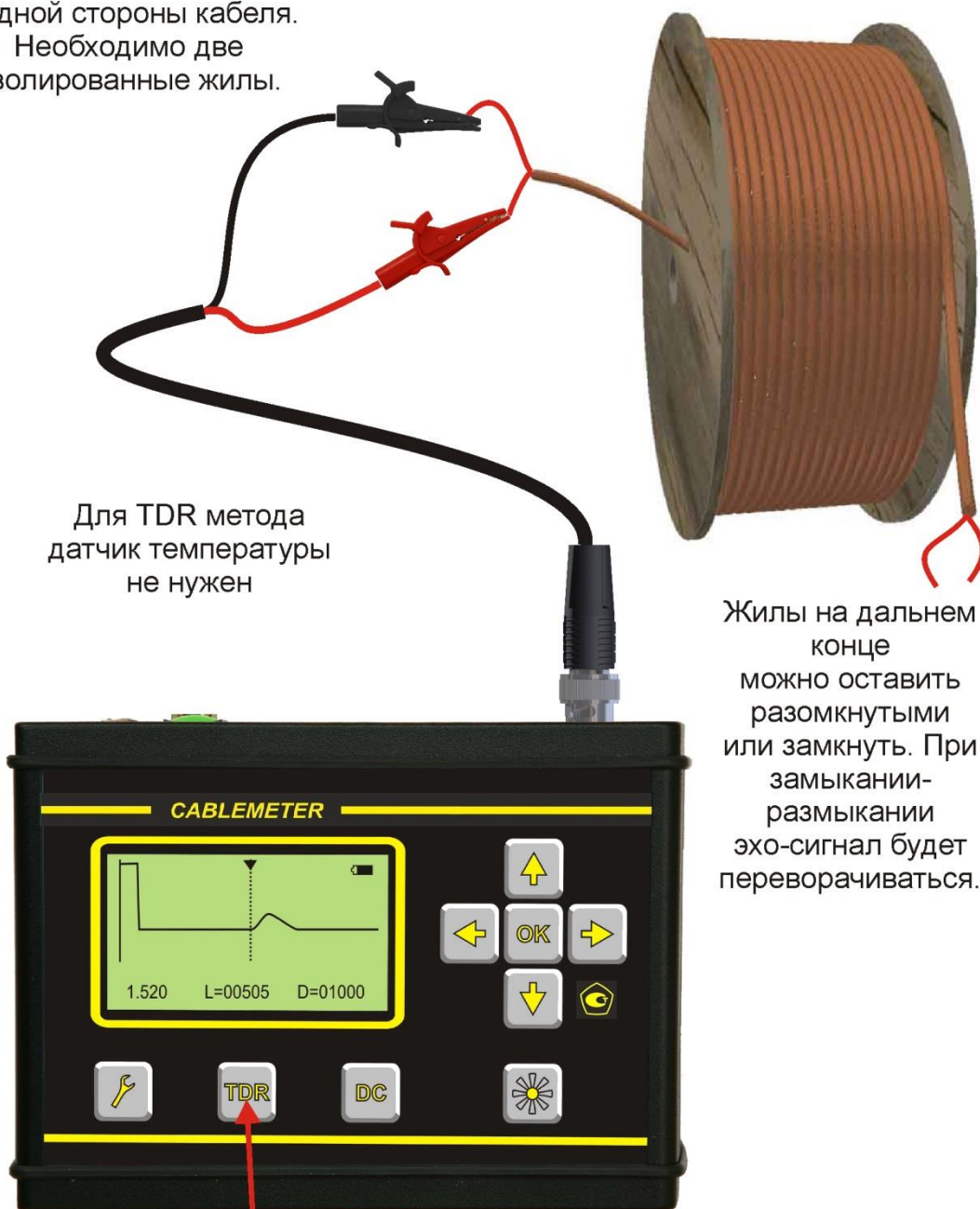
$$V_o = 299,8 \approx 300 \text{ м/мкс}$$

$$КУ = \frac{150}{(V/2)}$$

Подключение к кабелю

Подключение с одной стороны кабеля.
Необходимо две изолированные жилы.

Для TDR метода датчик температуры не нужен



Жилы на дальнем конце можно оставить разомкнутыми или замкнуть. При замыкании-размыкании эхо-сигнал будет переворачиваться.

Переключение между параметрами и измерениями

Параметры

Перед измерениями необходимо настроить параметры.

Переключение между вводом параметров и измерениями осуществляется

нажатием кнопки



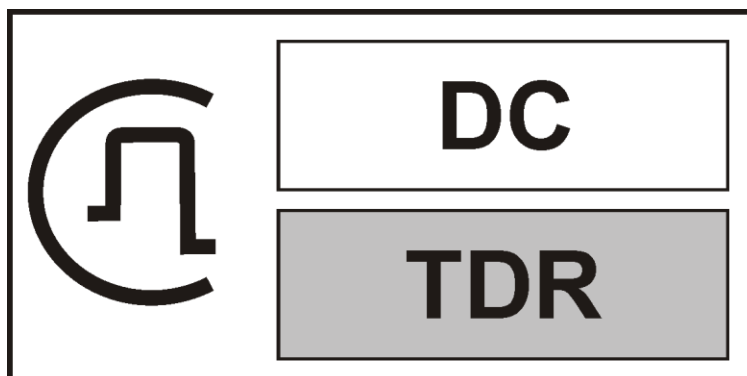
- «Тип» - можно выбрать один из наборов параметров ТПЖ, любой из готовых наборов можно изменить
- Диапазон [м]
 - 30 ÷ 30 000
- Импульс от 10 до 30 000 нс в зависимости от диапазона
 - 0, 10, 20, 40, 50 нс на диапазоне 30 м
 - 0, 10, 20, 40, 50 нс на диапазоне 60 м
 - 0, 10, 20, 40, 50 нс на диапазоне 120 м
 - 10, 20, 30, 60, 90 нс на диапазоне 250 м
 - 20, 30, 50, 100, 150 нс на диапазоне 500 м
 - 50, 100, 200, 400, 600 нс на диапазоне 1000 м
 - 100, 250, 500, 1000, 1500 нс на диапазоне 2 000 м
 - 500, 1000, 2000, 4000, 6000 нс на диапазоне 5 000 м
 - 1000, 2500, 5000, 10000, 15000 нс на диапазоне 10 000 м
 - 2500, 5000, 10000, 20000, 30000 нс на диапазоне 20 000 м
 - 2500, 5000, 10000, 20000, 30000 нс на диапазоне 30 000 м
 - Calibr - режим поверки рефлектометра. На экран будут выводиться прямоугольные импульсы, а на разъеме появятся калибровочные метки.
- Усиление [дБ]
 - От 0 до 60 с шагом 6
- Растяжка – растяжка по оси расстояния для лучшего позиционирования измерительного курсора.
 - От 1 до 128 в зависимости от диапазона
- Укорочение – ввод величины определяющей скорость распространения импульса по кабелю. Это основной параметр кабеля при рефлектометрическом измерении длины.
 - От 1 до 6.999. Можно изменять как кнопками ◀▶ так и через специальный интерфейс, доступный по нажатию кнопки [OK].
- Расчет КУ. Здесь можно рассчитать коэффициент укорочения кабеля по результату измерения и известной длине. Если в этой строке ввести известную длину кабеля, то при измерениях будет определяться не длина, а именно КУ (или VOP и V/2, если в общих настройках выбраны эти величины).

←свобод. запись →		067
Диапазон	← 250 →	
Импульс [нс]	60	
Усиление [дБ]	0	
Растяжка	1	
Укорочение	1.470	
расчет КУ		
Длина (м)		201

TDR МЕТОД. ПОРЯДОК РАБОТЫ

Измерение длины кабеля


- Подключите прибор к кабелю.
- Включите прибор, выберите DC метод и нажмите кнопку [OK].




- Появится экран параметров которые необходимо настроить

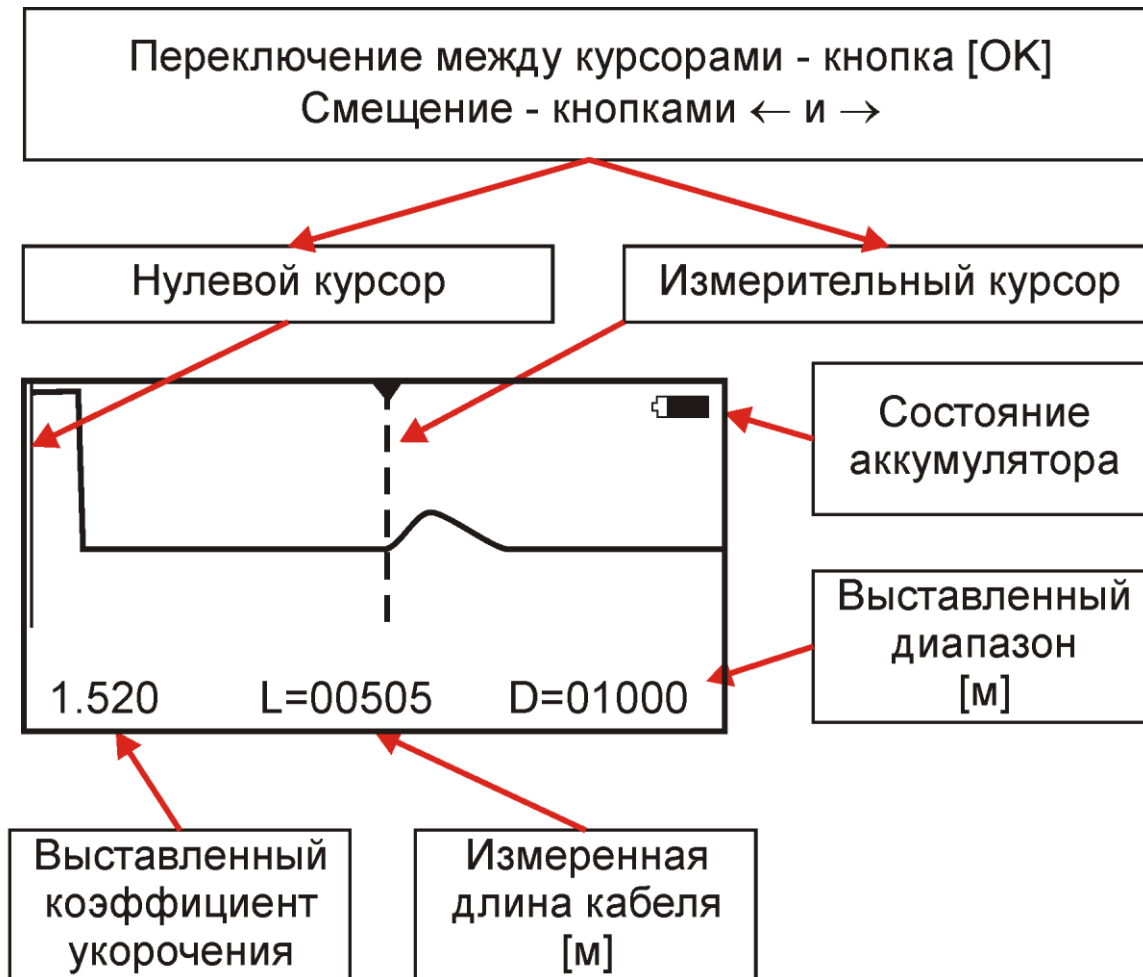
свобод. запись	067	
Диапазон	← 250 →	← надо выбрать
Импульс [нс]	60	← надо выбрать
Усиление [дБ]	0	
Растяжка	1	
Укорочение	1.470	← надо выбрать
расчет КУ		
Длина (м)	201	

- Диапазон следует выбирать больше общей длины кабеля.
- Импульс лучше выбирать из больших значений. При этом будет лучше видно конец кабеля, но будет хуже разрешение по расстоянию.
- Коэффициент укорочения КУ определяет пересчет времени прохождения импульса в длину кабеля. Ошибка в значении КУ вызывает пропорциональную ошибку в определении длины.

- Для перехода в режим измерений необходимо нажать кнопку .

Последующие нажатия  будут переключать прибор между параметрами и измерениями.

Измерительный экран для определения длины кабеля выглядит так:



Прибор измеряет расстояние между измерительным и нулевым курсорами.

При измерении расстояния необходимо


- нулевой курсор ставить в самое начало зондирующего импульса
- измерительный курсор ставить в самое начало отражения от конца кабеля.

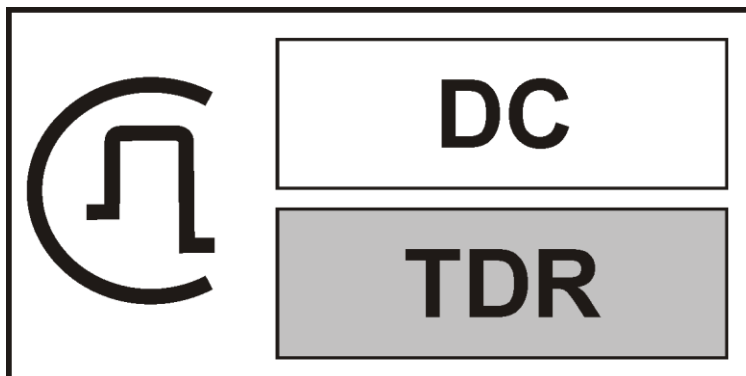
Для лучшего позиционирования следует подобрать Импульс, Усиление и Растяжку в меню параметров.


Наблюдаемая рефлектограмма может искажаться собственными волновыми неоднородностями кабеля и прохождениями волны поперек витков бухты. Для идентификации конца кабеля полезно замыкать - размыкать жилы на дальнем конце. Первый эхо-сигнал который будет переворачиваться при такой манипуляции и будет соответствовать концу кабеля.

Измерение коэффициента укорочения КУ

Коэффициент укорочения является мерой скорости распространения электромагнитной волны по кабелю.

- Подключите отрезок кабеля известной длины к прибору
- Включите прибор, выберите TDR метод и нажмите кнопку 



- Нажмите кнопку  для входа в настройку общих параметров
- Выберите значение «Укорочение КУ»

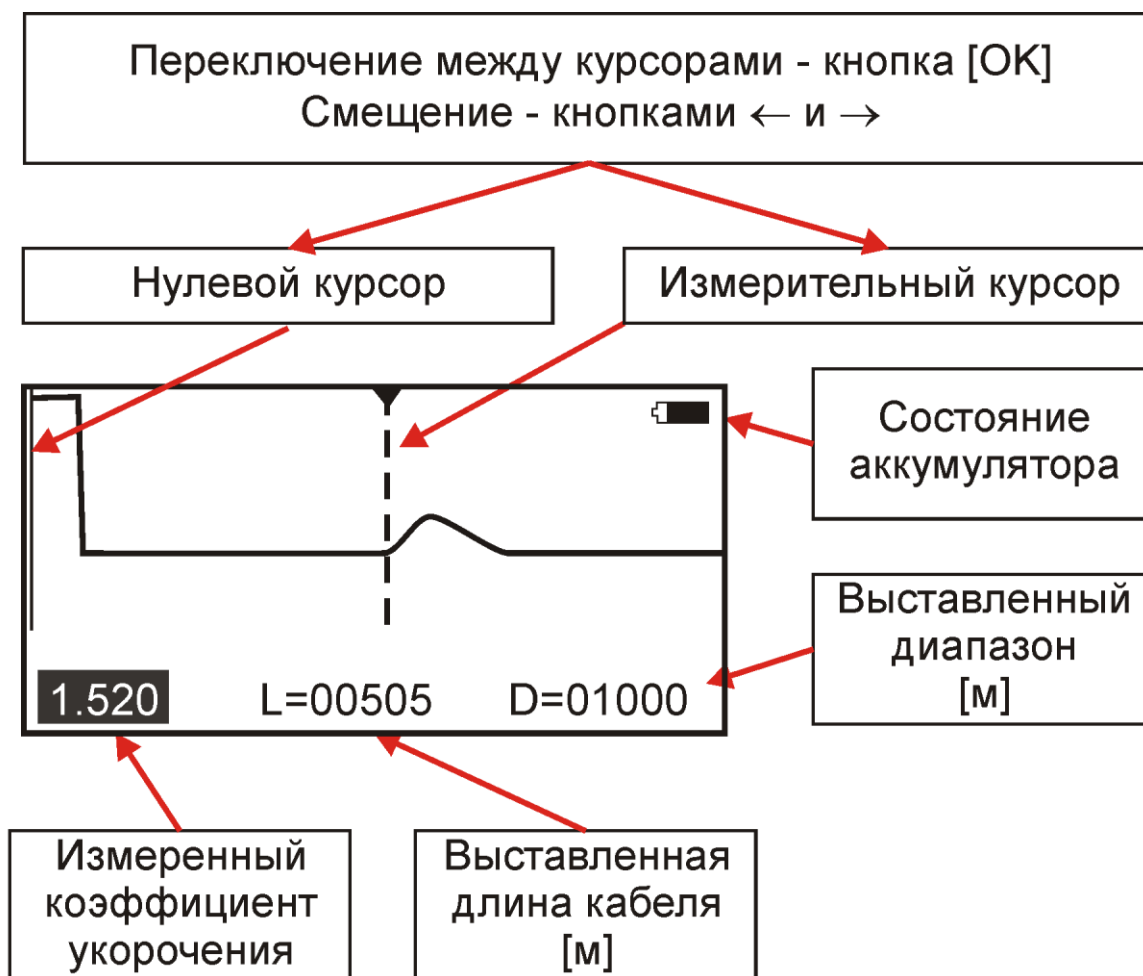
Язык	рус
Единица длины	м
Расчет по	R/км
Укорочение	← ку →
Связь с ПЭВМ	[OK]
Зав.номер:	1009

- Нажмите кнопку  для ввода длины кабеля:
- Введите известную длину кабеля

свобод. запись	067
Диапазон	1000
Импульс [нс]	200
Усиление [дБ]	0
Растяжка	1
Укорочение	1.500
_____ расчет КУ _____	
Длина (м)	505

- Вновь нажмите кнопку  для перехода в режим измерений

Измерительный экран для определения коэффициента укорочения кабеля выглядит так:



Перемещение курсора будет сопровождаться изменением значения КУ.

При измерении КУ необходимо

- нулевой курсор ставить в самое начало зондирующего импульса
- измерительный курсор ставить в самое начало отражения от конца кабеля.

Для лучшего позиционирования следует подобрать Импульс, Усиление и Растяжку в меню параметров.



Измеренное значение следует записать, как важную характеристику кабеля

СВЯЗЬ С КОМПЬЮТЕРОМ

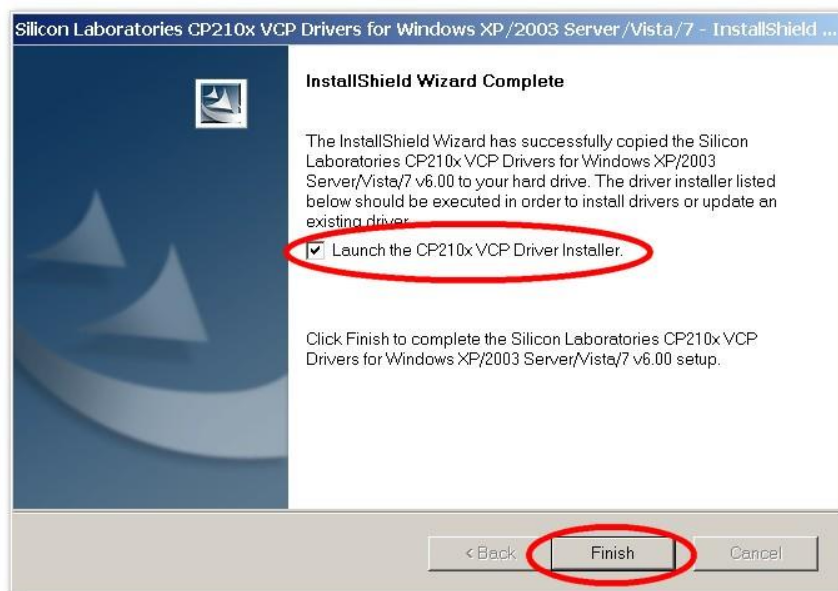
Прибор позволяет обмениваться информацией с компьютером по интерфейсу USB, используя конвертор CP210x (USB to UART Bridge). Для обеспечения связи с использованием USB, требуется установить драйвер, расположенный на компакт-диске.

Важное замечание:

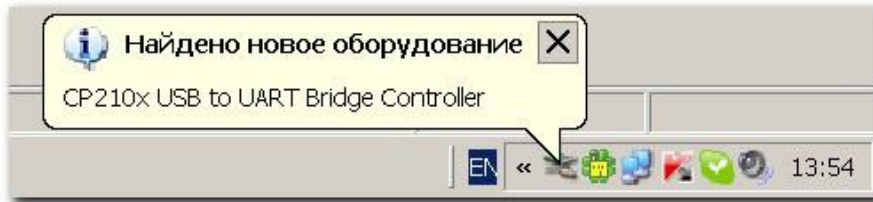
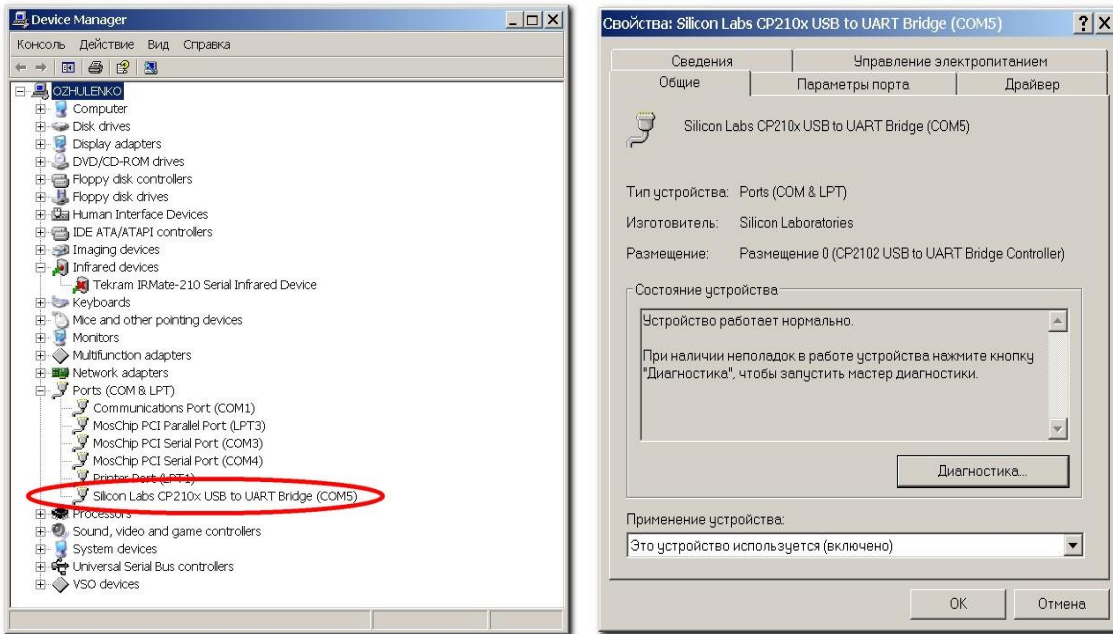
Драйвер следует установить **ПЕРЕД** первым подключением прибора к порту USB Вашего компьютера.

Установка драйвера

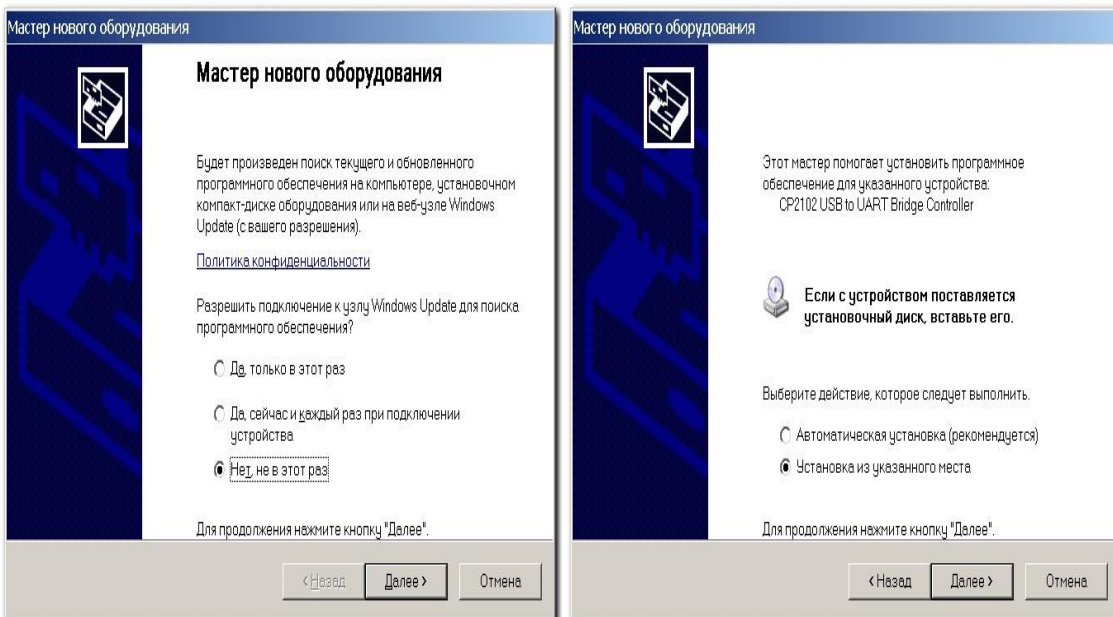
- Войдите в систему с правами администратора.
- Войдите в папку Drivers\USB_Driver_CP210x_Bridge\ на установочном компакт-диске.
- Запустите файл CP210x_VCP_Win_XP_S2K3_Vista_7.exe и следуйте экранным подсказкам мастера по установке.
- Первый этап установки – разархивирование пакета драйверов и запись их на жесткий диск Вашего компьютера. Установщик запишет пакет драйверов по адресу C:\SiLabs\MCU\CP210x\Windows_XP_S2K3_Vista_7\ и предложит начать второй этап – собственно установку



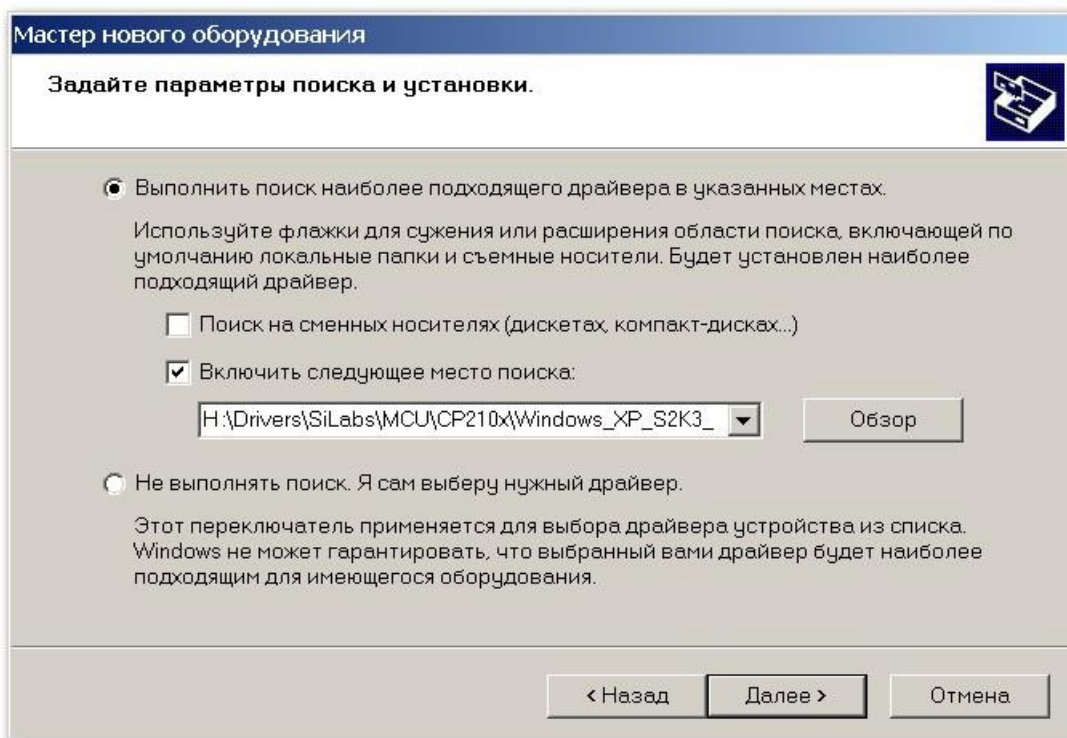
- В случае успешного завершения установки в «Диспетчере устройств», при подключении прибора, появится новый (виртуальный) COM-порт.



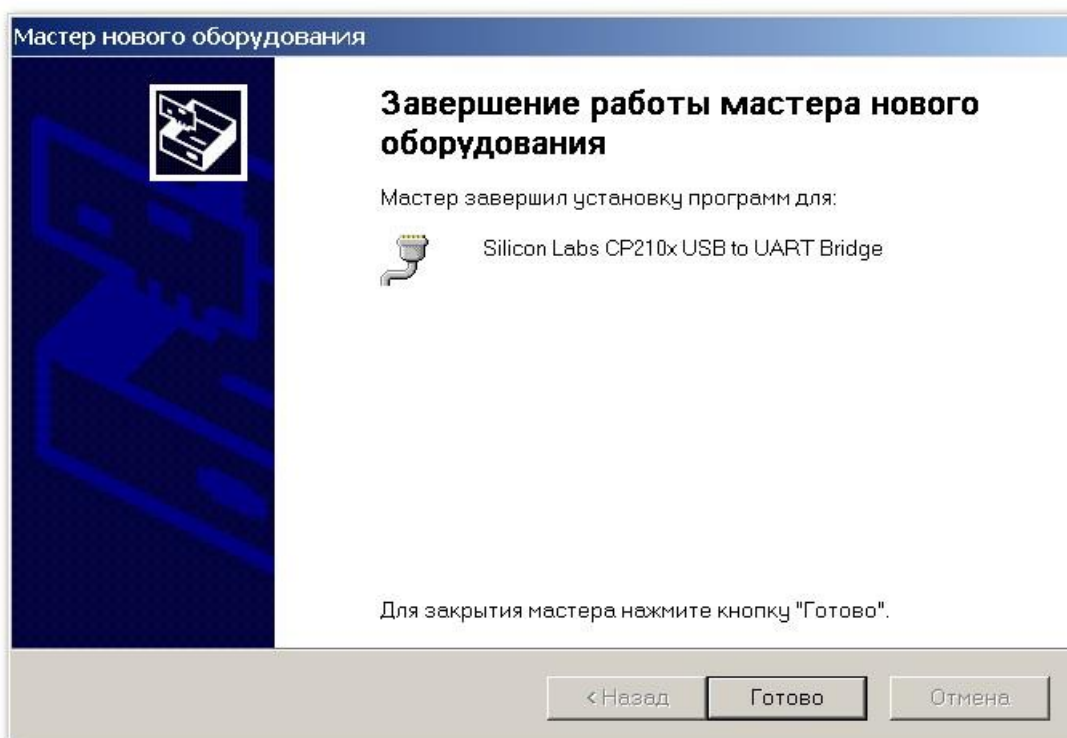
- Если по какой-либо причине установка драйвера завершилась неудачно, при подключении прибора Вы получите системное сообщение
- Мастер установки нового оборудования предложит Вам указать место, где можно обнаружить подходящий драйвер.



- Укажите путь к драйверам на Вашем жестком диске (C:\SiLabs\MCU\CP210x\Windows_XP_S2K3_Vista_7) или к папке Drivers\SiLabs\MCU\CP210x\Windows_XP_S2K3_Vista_7\ на установочном компакт-диске (на картинке показан второй вариант)



- Дождитесь завершения процесса установки драйвер



Установка соединения

- Используя USB-кабель из комплектации прибора, подключите прибор к компьютеру.
- Система компьютера обнаружит устройство.
- Включите прибор и выберите в меню «Настройки» пункт «Связь с ПЭВМ».
- Нажав на кнопку [OK], переведите прибор в состояние ожидания управляющих посылок со стороны компьютера.
- На компьютере стартуйте программу «Cab_COM.exe» с нужными параметрами

Коммуникационная программа для связи прибора CABLEMETER и PC
Версия 1.1 (12.01.18)

Использование:

Cab_COM.exe COMx R[:x:x]:W[:x:x]

COMx	Номер виртуального COM-порта
R	Чтение ВСЕГО списка кабелей из прибора, начиная с первого
R[:num:count]	Чтение 'count' кабелей из прибора, начиная с 'num'
W	Запись ВСЕГО списка кабелей в прибор, начиная с первого
W[:num:count]	Запись 'count' кабелей в прибор, начиная с 'num'

Для режима 'R' прочитанный из прибора список кабелей будет сохранен в текущем каталоге в файл с именем 'From_Cablemeter.txt'

Для режима 'W' список кабелей для записи в прибор будет взят из текущего каталога из файла с именем 'To_Cablemeter.txt'

Для продолжения нажмите любую клавишу . . .

- Осуществите обмен между прибором и компьютером
- Завершите работу программы
- Отсоедините прибор



Результаты измерений во всех режимах, кроме «Микроомметр», сохраняются в записях, начиная с 1-й (899 записей).

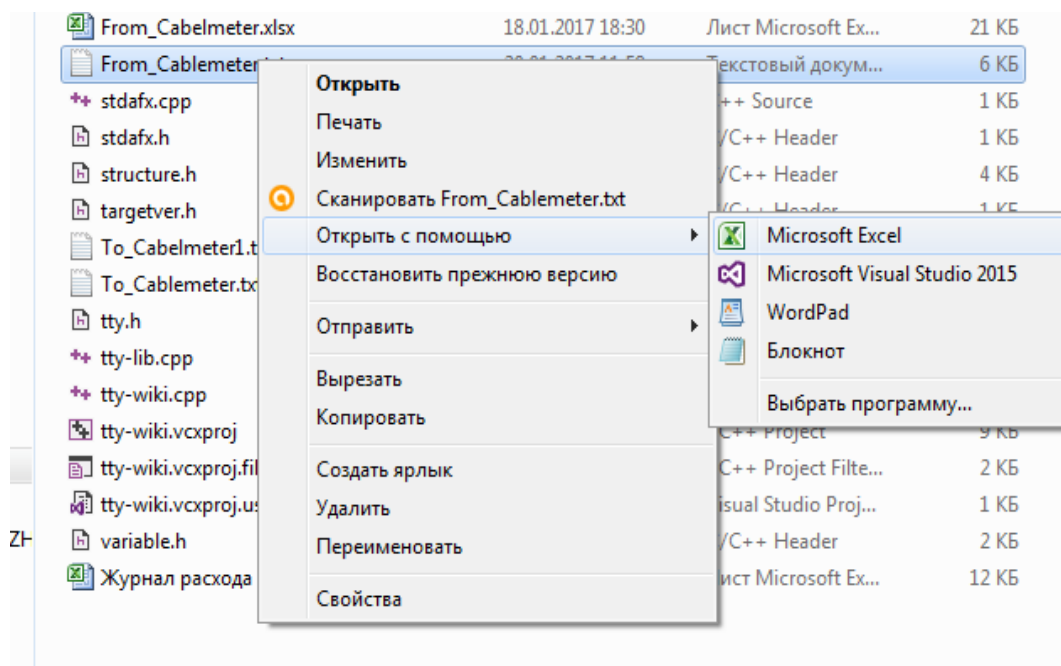
Результаты измерений в режиме «Микроомметр» сохраняются в записях, начиная с 900-й (100 записей).

Для записи списка кабелей в прибор следует создать его в MS Excel и «Сохранить как» «Текстовые файлы (с разделителем табуляции)»

Имя файла: To_Cabelmeter.txt

Тип файла: Текстовые файлы (с разделителями табуляции) (*.txt)

Для просмотра, полученного из прибора списка кабелей с результатами измерений, следует открыть его (текстовый файл) с помощью MS Excel.



Более подробное описание можно найти в документе «CABLEMETER – работа со списком кабелей».

ГАРАНТИЙНЫЕ ОБЯЗАТЕЛЬСТВА

Гарантийный срок эксплуатации прибора составляет 18 месяцев со дня ввода в эксплуатацию. Гарантийный срок хранения – 6 месяцев с момента изготовления. Гарантия на аккумулятор не распространяется. По всем вопросам гарантийного и послегарантийного обслуживания прибора следует обращаться по адресу:

170030 Тверь, ул. Королева 9а, ООО СВЯЗЬПРИБОР

тел./факс (4822) 42-54-91

www.svpribor.ru

Служба технической поддержки: support@svpribor.ru

При отправке в ремонт сопроводите, пожалуйста, прибор следующими сведениями:

1. Описание неисправности
2. Замечания или пожелания по работе прибора
3. Обратный адрес

СВИДЕТЕЛЬСТВО О ПРИЕМКЕ

Прибор CABLEMETER _____ заводской № _____

соответствует техническим условиям ТУ 4221-033-40720371-17 и признан годным к эксплуатации.

Дата выпуска _____

Начальник ОТК _____ / _____

СВЕДЕНИЯ О ПЕРВИЧНОЙ КАЛИБРОВКЕ

прибора № _____

Выставленное значение	Данные	
	По ТУ	фактически

Модуль рефлектометра

	По ТУ	фактически
F	780,7÷781,7 кГц	
L2-L1	127,75÷128,25 м	
L3-L1	255,75÷256,25 м	
L4-L1	383,75÷384,25 м	

Калибровщик

Дата

СВЕДЕНИЯ О ПЕРВИЧНОЙ КАЛИБРОВКЕ

прибора № _____

Выставленное значение	Данные	
	По ТУ	фактически

Измерение сопротивления

0 Ом (замыкатель)		
0,001 Ом	0,000991÷0,001009	
100,00 Ом	99,89÷100,2	
1000,00 Ом	998,9÷1002	
1900,00 Ом	1897÷1903	

Калибровщик

Дата

УТВЕРЖДАЮ

Директор ООО «СВЯЗЬПРИБОР»



В.А. Скаковский

2017 г.

УТВЕРЖДАЮ

Директор Испытательного центра
сертификации и метрологии ФГУП ЦНИИС



С.М. Трухин

2017 г.

**ПРИБОРЫ КАБЕЛЬНЫЕ «CABLEMETER»,
модели CABLEMETER, CABLEMETER E**

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

МП 0876-0033-2017

Настоящая методика устанавливает методы и средства первичной и периодической поверки приборов кабельных CABLEMETER, модели CABLEMETER, CABLEMETER E (далее - приборов), выпускаемых ООО «СВЯЗЬПРИБОР», г. Тверь, по ТУ 4221-033-40720371-17, находящихся в эксплуатации, а также после хранения и ремонта.

Методика разработана в соответствии с рекомендацией РМГ 51-2002 ГСИ Документы на методики поверки средств измерений. Основные положения.

Поверку приборов кабельных осуществляют один раз в два года метрологические службы организаций, которые аккредитованы в системе Росаккредитации на данные виды работ.

Требования настоящей методики поверки обязательны для метрологических служб юридических лиц независимо от форм собственности.

1 Операции поверки

1.1 При проведении поверки должны быть выполнены следующие операции поверки, указанные в табл. 1.

Таблица 1

№ п/п	Наименование операции	Пункт методики	Проведение операции при		Примечание
			Первичной поверке	Периодической поверке	
1	Внешний осмотр и опробование	7.1, 7.2	Да	Да	Все модели
2	Определение абсолютной погрешности измерения сопротивления токопроводящей жилы	7.3	Да	Да	Все модели
3	Определение погрешности частоты следования калибровочных меток в режиме рефлектометра	7.4	Да	Да	Все модели
4	Определение погрешности измерения расстояния в режиме рефлектометра	7.5	Да	Да	Все модели

2 Средства поверки

2.1 Поверка приборов должна производиться с помощью основных и вспомогательных средств поверки, перечисленных в табл. 2.

Таблица 2

Номер пункта методики поверки	Наименование и тип средства поверки, метрологические характеристики
7.3	Магазин сопротивления P4831: 0,01 – 110 000 Ом, КТ 0,02
7.4	Частотомер электронно-счетный ЧЗ-63/1; 0,1 Гц - 1500 МГц, $\pm 5 \cdot 10^{-7} f \pm 1$ ед. счета, диапазон напряжений: (0,1 - 10) В; Резистор С2-29-0,25; 60 Ом, погрешность $\pm 0,5 \%$, 2 шт.

2.2 Допускается использовать другие средства поверки с аналогичными метрологическими характеристиками.

2.3 Средства поверки должны быть исправны, поверены и иметь свидетельства о поверке.

3 Требования к квалификации

3.1 К проведению поверки допускаются лица:

- прошедшие обучение на поверителей СИ радиотехнических и электрических величин и времени и частоты;
- изучившие эксплуатационную документацию поверяемого СИ;
- имеющие квалификационную группу по технике безопасности не ниже III.

4 Требования безопасности

4.1 При поверке должны выполняться меры безопасности, указанные в руководствах и инструкциях по эксплуатации поверяемого прибора и средств поверки. Следует убедиться, что все провода, щупы и зажимы находятся в рабочем состоянии, их изоляция не повреждена.

4.2 Рабочее место должно иметь соответствующее освещение.

5 Условия поверки

5.1 При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающей среды $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$;
- относительная влажность воздуха $(65 \pm 15)\%$;
- атмосферное давление (100 ± 8) кПа;
- напряжение сети питания (220 ± 11) В;
- частота промышленной сети $(50 \pm 0,5)$ Гц.

6 Подготовка к поверке

6.1 Перед проведением поверки следует проверить наличие эксплуатационной документации и срок действия свидетельств о поверке на средства поверки.

6.2 Включают средства поверки и прогревают их в течение времени, указанного в инструкции по эксплуатации. Поверяемый прибор готовят к работе в соответствии с руководством по эксплуатации. Аккумуляторная батарея поверяемого прибора должна быть полностью заряжена.

7 Проведение поверки

7.1 Внешний осмотр

При внешнем осмотре должно быть установлено соответствие прибора следующим требованиям:

- комплектность должна соответствовать требованиям формуляра;
- все надписи на приборе должны быть четкими и ясными;
- прибор не должен иметь механических повреждений на корпусе и соединительных клеммах.

7.2 Опробование

Сначала выполняют подготовку прибора к работе в соответствии с руководством по эксплуатации. Проверяют возможность подключения к электросети,

включения прибора. Включают прибор нажатием клавиши включения/выключения питания. Необходимо убедиться в работе дисплея. Для этого включают прибор и, не подключая измерительных проводов, проверяют работоспособность прибора во всех режимах измерений. При этом на дисплей должна выводиться буквенно-цифровая информация в соответствии с инструкцией по эксплуатации.

Проверяют номер версии встроенного программного обеспечения (ПО), высвечиваемый на экране поверяемого прибора. Он должен быть не ниже 1.015 для обеих моделей прибора CABLEMETER.

Если опробование покажет правильное функционирование прибора, приступают к проверке.

7.3 Определение абсолютной погрешности измерения сопротивления токопроводящей жилы

Включают прибор в режим измерения DC. Параметры не имеют значения.

Используя замыкатель (медный пруток диаметром не менее 9 мм и длиной 50 мм), замыкают провода А и В. Расстояние между зажимами должно быть как можно меньше.

Ожидают не менее 3 мин для уравнивания температуры контактов для исключения влияния термо ЭДС. Измеряют значение нуля прибора.

Подключают измерительные провода А и В к магазину сопротивлений с диапазоном от 0 до 110 кОм с разрешающей способностью 0,001 Ом.

На магазине устанавливают следующие сопротивления: 0; 500; 1000; 1900 Ом.

После каждой установки следует запустить измерение сопротивления токопроводящей жилы кнопкой [ОК] и зафиксировать результат.

При измерениях следует учитывать смещение нуля магазина сопротивлений. Для этого необходимо вводить поправку на разницу в показаниях нуля прибора и нуля на магазине.

Количество измерений должно быть не менее трех для каждого значения, выставленного на магазине сопротивлений.

Абсолютную погрешность измерения Δ_1 определяют по формуле:

$$\Delta_1 = A_{\text{изм1}} - A_{01} ,$$

где $A_{\text{изм1}}$ - среднее значение из показаний прибора,

A_{01} - отсчет по магазину сопротивлений.

Прибор признают годным, если погрешность Δ_1 не превышает предельных значений, указанных в таблице 3.

Таблица 3 - Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения сопротивления токопроводящей жилы.

R, Ом	0	500	1000	1900
Δ_1 , Ом	$\pm 0,000006$	$\pm 0,6$	$\pm 2,0$	$\pm 2,9$

7.4 Определение погрешности частоты следования калибровочных меток в режиме рефлектометра

Включают режим «ИМПУЛЬСНЫЙ РЕФЛЕКТОМЕТР» с помощью кнопки «TDR».

С помощью кнопок навигации «**←**», «**→**», «**↑**» или «**↓**» необходимо выбрать в пункте ИМПУЛЬС режим **calibr** (КАЛИБРОВОЧНЫЕ МЕТКИ).

Измерение выполняют по схеме рис. 1.

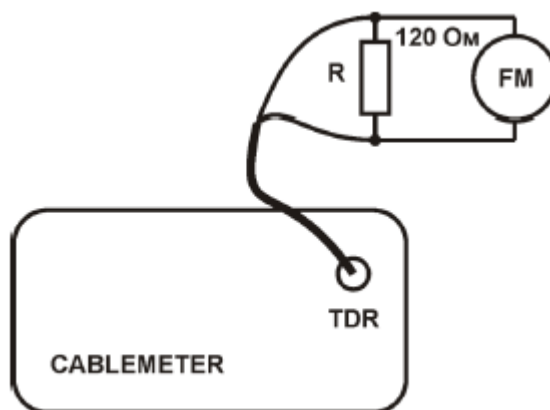


Рисунок 1 - Схема подключения при измерении частоты калибровочных меток.

Подают сигнал с соответствующих разъемов на вход частотомера (вход частотомера 1:10). Выход прибора нагружают 120 Ом. Проводят измерение частоты следования калибровочных меток с помощью частотомера путем считывания не менее 3 показаний.

Частота следования калибровочных меток должна составлять 781,250 кГц.

Абсолютную погрешность установки частоты Δ_2 определяют по формуле:

$$\Delta_2 = A_{\text{изм}2} - A_{02},$$

где $A_{\text{изм}2}$ - среднее значение из показаний частотомера, A_{02} - частота следования калибровочных меток.

Прибор признают годным, если абсолютная погрешность Δ_2 не превышает значения ± 1 кГц.

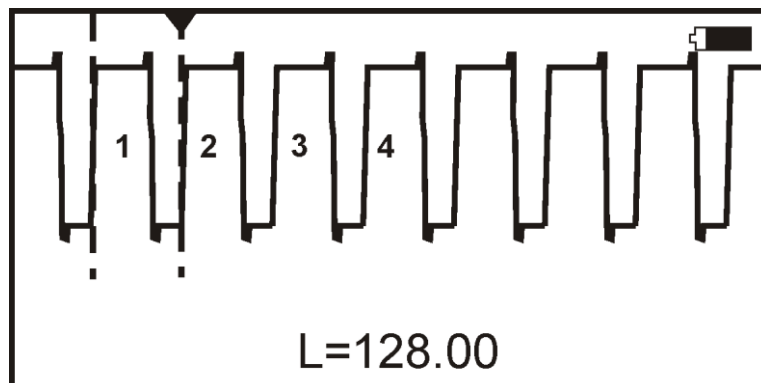
7.5 Определение погрешности измерения расстояния в режиме рефлектометра

Определение погрешности измерения расстояния проводится с помощью встроенного калибратора. Внутреннее схемотехническое построение прибора в этом режиме обеспечивает передачу калибровочных меток с выхода рефлектометра на его вход.

Включают режим «ИМПУЛЬСНЫЙ РЕФЛЕКТОМЕТР» с помощью кнопки «**TDR**».

С помощью кнопок навигации «**←**», «**→**», «**↑**» или «**↓**» необходимо выбрать в пункте ИМПУЛЬС режим **calibr** (КАЛИБРОВОЧНЫЕ МЕТКИ) и нажать кнопку «**TDR**».

На экране отобразятся калибровочные метки:



Эти метки отображаются на экране и являются эталонными расстояниями, приведенными в таблице 4.

Таблица 4

Метки	1-2	1-3	1-4
Эталонное расстояние, м	128,0	256,0	384,0
Пределы допускаемых значений погрешности, м	$\pm 0,25$	$\pm 0,25$	$\pm 0,25$

С помощью кнопок навигации « \blacktriangleup » и « \blacktriangledown » в меню настроек параметров рефлектометра выбирают пункт РАСТЯЖКА и далее в нем с помощью « \blacktriangleleft » и « \blacktriangleright » устанавливают значение растяжки «2».

Навигационными кнопками « \blacktriangleleft » и « \blacktriangleright » устанавливают нулевой курсор на начало (или любую характерную точку) фронта первой метки. Измерительный курсор совмещают с началом (или с такой же характерной точкой) фронта второй метки (переключение курсоров – кнопка «ОК»). Снимают показания расстояния между курсорами (графа 1-2 в таблице 4).

Устанавливают нулевой курсор на начало (или любую характерную точку) фронта первой метки. Измерительный курсор совмещают с началом (или с такой же характерной точкой) фронта третьей метки. Снимают показания расстояния между курсорами (графа 1-3 в таблице 4).

Устанавливают нулевой курсор на начало (или любую характерную точку) фронта первой метки. Измерительный курсор совмещают с началом (или с такой же характерной точкой) фронта четвертой метки. Снимают показания расстояния между курсорами (графа 1-4 в таблице 4).

Вычислите разность между эталонными (таблица 4) и измеренными расстояниями.

Полученные значения разности не должны превышать пределов допускаемых значений погрешностей, указанных в таблице 4.

Прибор признают годным, если полученные значения разности не превышают пределов допускаемых значений погрешностей, указанных в таблице 4.

8 Оформление результатов поверки

8.1 Результаты поверки оформляют путем записи в рабочем журнале и выдачи свидетельства установленной формы в случае соответствия поверяемых приборов требованиям, указанным в технической документации.

8.2 В случае отрицательных результатов поверки на прибор выдают извещение о непригодности с указанием причин бракования.