

Министерство образования Республики Беларусь
Учреждение образования
«Белорусский государственный университет
информатики и радиоэлектроники»

Кафедра систем телекоммуникаций

В. Н. Мищенко

ИЗМЕРЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ КАБЕЛЕЙ С ПОМОЩЬЮ ПРИБОРА ИРК-ПРО АЛЬФА

Лабораторный практикум
по дисциплинам «Направляющие системы телекоммуникаций»
и «Направляющие системы и пассивные компоненты»
для студентов специальностей
1-45 01 01 «Многоканальные системы телекоммуникаций»,
1-45 01 02 «Радиосвязь, радиовещание и телевидение»
всех форм обучения

Минск БГУИР 2009

УДК 621.315.2(076.5)
ББК 31.232.3я73
М71

Мищенко, В. Н.

М71 Измерение параметров электрических кабелей с помощью прибора ИРК-ПРО АЛЬФА : лаб. практикум по дисц. «Направляющие системы телекоммуникаций» и «Направляющие системы и пассивные компоненты» для студ. спец. 1-45 01 01 «Многоканальные системы телекоммуникаций», 1-45 01 02 «Радиосвязь, радиовещание и телевидение» всех форм обуч. / В. Н. Мищенко. – Минск : БГУИР, 2009. – 36 с. : ил.
ISBN 978-985-488-500-1

Практикум содержит две лабораторные работы, посвященные измерению параметров электрических кабелей с помощью прибора ИРК-ПРО АЛЬФА.

Даны справочная информация, указания по выполнению работы, приведены контрольные вопросы.

УДК 621.315.2(076.5)
ББК 31.232.3я73

ISBN 978-985-488-500-1

© Мищенко В. Н., 2009
© УО «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники», 2009

Содержание

1. Лабораторная работа №1	
ИЗМЕРЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ЛИНИЙ СВЯЗИ	
С ПОМОЩЬЮ ПРИБОРА ИРК-ПРО АЛЬФА	4
1.1. Конструкция и принцип работы прибора ИРК-ПРО АЛЬФА.....	4
1.1.1. Назначение и функциональные возможности	
прибора ИРК-ПРО АЛЬФА	4
1.1.2. Поиск дефекта изоляции кабеля	11
1.1.3. Работа со СПИСКОМ КАБЕЛЕЙ.....	13
1.2. Указания по выполнению лабораторной работы.....	17
1.2.1. Описание лабораторного макета	17
1.2.2. Порядок выполнения работы	18
1.3. Содержание отчета	23
1.4. Контрольные вопросы	23
2. Лабораторная работа №2	
ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАССТОЯНИЯ ДО МЕСТА ПОВРЕЖДЕНИЯ	
ЛИНИЙ СВЯЗИ С ПОМОЩЬЮ ПРИБОРА ИРК-ПРО АЛЬФА	24
2.1. Принцип работы прибора ИРК-ПРО АЛЬФА	
при рефлектографических измерениях.....	24
2.2. Включение и просмотр рефлектограмм	26
2.3. Указания по выполнению лабораторной работы	32
2.3.1. Описание лабораторного макета	32
2.3.2. Порядок выполнения работы.....	32
2.4. Содержание отчета	35
2.5. Контрольные вопросы	35

ИЗМЕРЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ЛИНИЙ СВЯЗИ С ПОМОЩЬЮ ПРИБОРА ИРК-ПРО АЛЬФА

Цель работы: изучить устройство и особенности функционирования прибора ИРК-ПРО АЛЬФА; получить навыки в измерении основных параметров цепей связи.

1.1. Конструкция и принцип работы прибора ИРК-ПРО АЛЬФА

1.1.1. Назначение и функциональные возможности прибора ИРК-ПРО АЛЬФА

Кабельный прибор ИРК-ПРО АЛЬФА предназначен для:

- определения расстояния до участка с пониженным сопротивлением изоляции кабеля;
- определения места обрыва или перепутывания жил кабеля;
- измерения сопротивления изоляции $R_{из}$, шлейфа $R_{шл}$, омической асимметрии R_A , электрической емкости C всех типов кабелей.

В приборе реализованы следующие функции и функциональные возможности: 1) определение основных параметров кабелей и расстояния до места повреждения при использовании мостового метода; 2) метод определения расстояния до места повреждения путем послылки зондирующих импульсов (работа в режиме рефлектометра); 3) контроль напряжения в линии (вольтметр); 4) вывод результатов в цифровом и графическом виде; 5) показ на карте кабеля мест неисправностей и муфт. Память характеристик составляет 50 рабочих кабелей, 35 000 пар плановых измерений.

Основные характеристики и параметры кабельного прибора ИРК-ПРО АЛЬФА приведены в табл. 1.1.

Условия эксплуатации прибора следующие: температура окружающей среды – от -20 до $+50$ °С; относительная влажность воздуха – до 90 % при 30 °С; атмосферное давление – от 86 до 106 кПа. Данный прибор сертифицирован и занесен в Государственный реестр под №17719-07 (Россия).

Выдан сертификат об утверждении типа средств измерений RU.C.34.001.A №27301 предприятию, которое занимается изготовлением этого прибора.

Таблица 1.1

Основные характеристики и параметры кабельного прибора ИРК-ПРО АЛЬФА

Основные характеристики	Параметры
Диапазон измерения сопротивления изоляции	1 кОм ... 50 000 МОм
Диапазон электрической емкости	0,1...2000 нФ
Диапазон измерения сопротивления шлейфа	0...10 кОм
Испытательное напряжение	180 В, 400 В
Диапазон сопротивлений $R_{п}$ в месте повреждения изоляции	0...20 МОм
Диапазон измерения напряжения	0...300 В
Максимальная погрешность определения расстояния до места повреждения изоляции (для сопротивлений $R_{п} = 0... 3$ МОм)	0,1 % + 1 м
Максимальная погрешность измерения сопротивления шлейфа $R_{шл}$ в диапазоне сопротивлений 0...3 кОм (3...10 кОм)	0,1 % + 0,1 Ом (0,1 кОм)
Максимальная погрешность измерения омической асимметрии R_{Δ}	0,1 % + 0,1 Ом
Максимальная погрешность измерения сопротивления изоляции $R_{из}$: в диапазоне 0...999 кОм в диапазоне 1...999 МОм в диапазоне 1000 ...4999 МОм в диапазоне 5 000...10 000 МОм в диапазоне > 10 000 МОм	2 % + 1 ед. 2 % + 1 ед. 5 % + 1 ед. 10 % + 1 ед. Не нормируется
Питание прибора	От встроенного аккумулятора 4 АА NMh
Потребляемая мощность	Не более 5 Вт
Габариты, см	130×170×85
Вес, кг	1,3

Панель разъемов прибора показана на рис. 1.1.



Рис. 1.1. Панель разъемов прибора ИРК-ПРО АЛЬФА

Назначение отдельных разъемов и кнопок прибора ИРК-ПРО АЛЬФА приведено в табл. 1.2.

Таблица 1.2

Назначение отдельных разъемов и кнопок кабельного прибора ИРК-ПРО АЛЬФА

Разъем (кнопка)	Назначение
12 В	Разъем для подключения внешнего питания прибора
ПИТАНИЕ	Кнопка включения (выключения) питания прибора
ИК-СВЯЗЬ	Окно для обеспечения инфракрасной связи с компьютером
А, В, С	Разъемы для подключения измерительных проводов ИРК-ПРО АЛЬФА
ВХОД	Вход рефлектометра в режиме работы с разделенными входом и выходом
ВХОД/ВЫХОД	Выход генератора зондирующего импульса и вход рефлектометра в режиме совмещенного входа и выхода
СОГЛАСОВАНИЕ	Потенциометр установки согласования

Управление прибором осуществляется посредством специальных сенсорных кнопок на переднем экране. Эти кнопки разделены на три группы (рис. 1.2).

Первую группу составляют сенсорные кнопки, включающие измерительные режимы. Эта группа кнопок находится под информационным экраном и на рис. 1.2 условно обведена эллипсом. Верхняя часть пиктограммы каждой кнопки относится к мостовому методу измерения, а нижняя часть пиктограммы кнопки – к управлению рефлектометром.

Вторую группу составляют сенсорные управляющие кнопки ▲, ▼, ◀, ▶ и кнопка ОК. На рис. 1.2 эта группа кнопок располагается справа от экрана. Управляющие кнопки позволяют перемещаться по экрану, а кнопка ОК запускает при нажатии на нее выбранный пункт измерений.

Третью группу составляют кнопки МЕНЮ 1, МЕНЮ 2 и ПОДСВЕТКА в правом нижнем углу панели (см. рис. 1.2). Кнопка МЕНЮ 1 включает управление параметрами измерительного экрана в каждом режиме, кнопка МЕНЮ 2 осуществляет допуск к спискам кабелей, плановым измерениям и связи с ПК. Вход в пункты МЕНЮ осуществляется кнопкой ОК, выход – кнопкой ◀. Кнопка ПОДСВЕТКА используется для работы в колодцах и темных помещениях. Включение подсветки сокращает время работы прибора без подзарядки или запасного комплекта аккумуляторов.

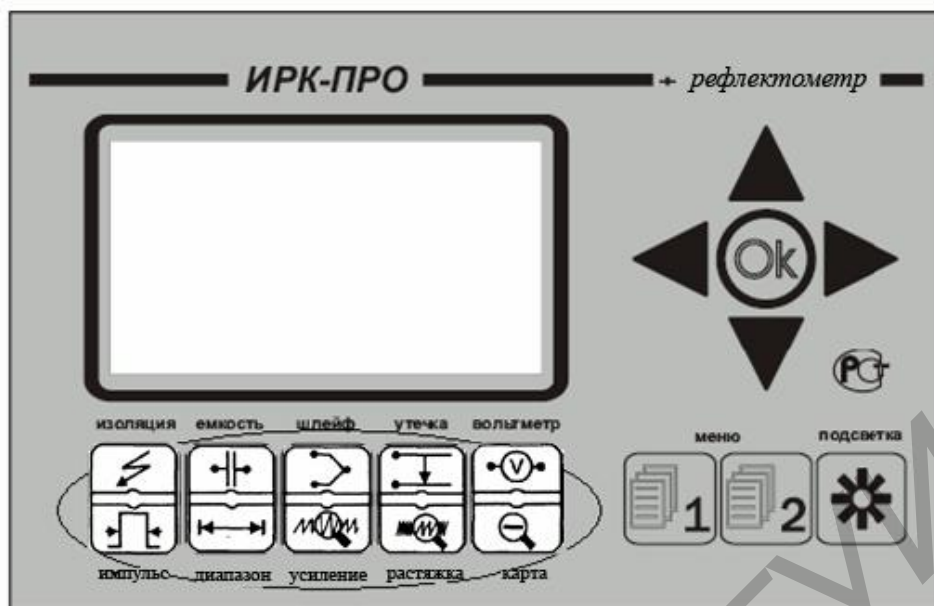


Рис. 1.2. Размещение сенсорных кнопок, включающих измерительные режимы прибора ИРК-ПРО АЛЬФА

Для включения прибора нажмите кнопку ПИТАНИЕ на панели разъемов и сразу после появления заставки – кнопку ОК. Такая последовательность действий защищает прибор от случайного включения при транспортировке. После кратковременного служебного сообщения о типе и серийном номере прибора появляется стандартный измерительный экран вольтметра. Выключение прибора осуществляется кнопкой ПИТАНИЕ.

Для зарядки аккумуляторов батарейный отсек рекомендуется вынимать из прибора и заряжать каждый аккумулятор во внешнем устройстве до включения зеленого сигнала. Это позволяет увеличить время работы прибора без подзарядки и срок службы аккумуляторов. Возможна зарядка аккумуляторов с помощью сетевого адаптера, который есть в комплекте прибора. Однако при этом питание подается на внутреннее зарядное устройство, поэтому элементы заряжаются последовательно, что ухудшает качество зарядки. Для полного заряда требуется не менее 12 часов.

Для контроля за напряжением источника питания включите прибор, нажмите кнопку ОК и после появления экрана вольтметра – кнопку МЕНЮ 1.

В нижней строке в МЕНЮ 1 любого режима находится информация о напряжении на источнике питания. Допустимые значения напряжения для аккумуляторной батареи от 6 до 4,2 В. Во время измерений прибор будет сигнализировать о разрядке аккумулятора, после чего автоматически выключится. Над информацией о напряжении аккумуляторов в МЕНЮ 1 сообщается, включен или выключен режим автоотключения – АВТООТКЛЮЧЕНИЕ ДА/НЕТ. Можно отменить и снова включить автоотключение нажатием кнопки ОК. Автоотключение срабатывает, если в течение десяти минут нет нажатия на любые кнопки.

Ресурс по питанию зависит от состояния элементов питания. Новые элементы емкостью 2,3 А·ч при полной зарядке рассчитаны на непрерывную работу прибора не менее четырех часов. Использование подсветки сокращает время работы аккумуляторов без подзарядки.

При выполнении мостовых измерений прибор может использоваться для измерения: 1) сопротивления изоляции; 2) электрической емкости и расстояния до места разбитости пар; 3) сопротивления шлейфа и омической асимметрии; 4) расстояния до повреждения изоляции; 5) расстояния до места обрыва кабеля; 6) длины кабеля; 7) напряжения на кабеле.

При включении прибор автоматически выбирает работу с ИРК-ПРО в режиме ВОЛЬТМЕТР. Для включения мостовых измерений следует войти в МЕНЮ 1, далее выбрать пункт ИРК-ПРО и нажать кнопку ОК. Состояние экрана прибора в режиме ВОЛЬТМЕТР после включения показано на рис. 1.3. На измерительный экран прибор выводит одновременно переменную и постоянную составляющие напряжения в выбранной коммутации.

Прибор проводит измерение электрических параметров кабеля в следующих измерительных режимах: ИЗОЛЯЦИЯ, ЕМКОСТЬ, ШЛЕЙФ, УТЕЧКА. Режим ВОЛЬТМЕТР служит для контроля напряжения в линии. Не подключая измерительные провода, можно включить по очереди измерительные режимы.

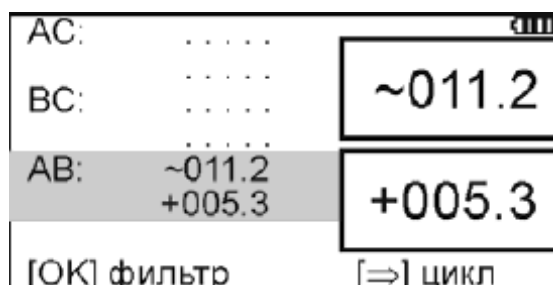


Рис. 1.3. Состояние измерительного экрана прибора ИРК-ПРО АЛЬФА в режиме ВОЛЬТМЕТР

Перечень всех измерительных режимов представлен в табл. 1.3.

В каждом режиме все измерения проводятся на измерительном экране, верхняя часть которого содержит графическую информацию: это или карта кабеля, или полоска-индикатор, как на измерительном экране в режиме ИЗОЛЯЦИЯ (рис. 1.4).

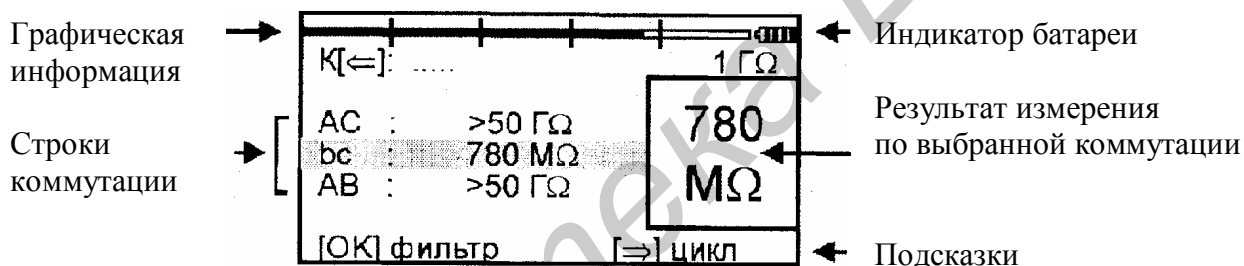



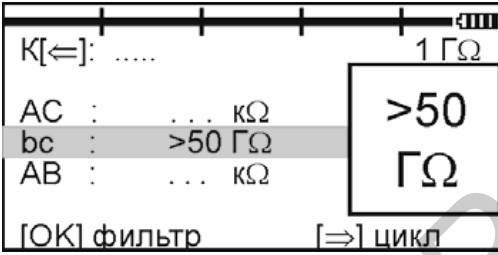

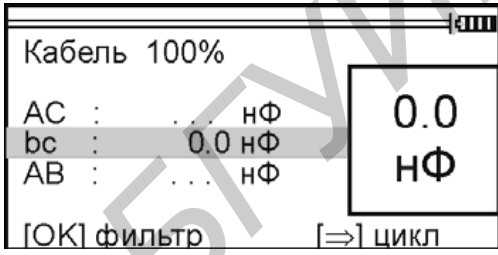

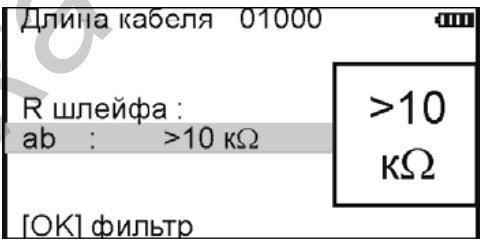

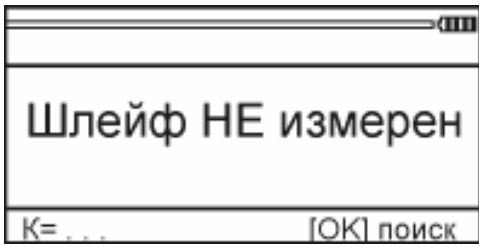

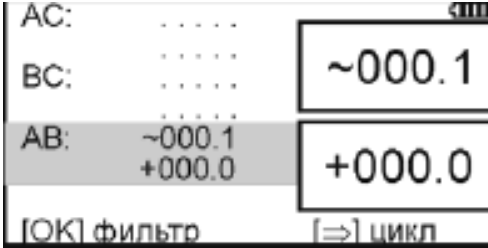
Рис. 1.4. Измерительный режим ИЗОЛЯЦИЯ прибора ИРК-ПРО АЛЬФА.

На экран (см. рис. 1.4) выведены три строки коммутации, которые показывают результат измерения между проводами AC, BC и AB. Кнопками ◀, ▶ производится выбор нужной коммутации.

В выбранной строке прибор непрерывно проводит измерения между обозначенными проводами и одновременно показывает их на большом окне в правой части экрана для удобства чтения.

Внизу экрана размещается строка подсказки (см. рис. 1.4): кнопка ОК запускает фильтр, в результате чего можно получить однозначный результат в условиях помех. После окончания работы фильтра результат будет зафиксирован в большом окне, а прибор продолжит текущие измерения в строке коммутации.

Измерительные режимы прибора ИРК-ПРО АЛЬФА

Измерительные режимы	Кнопка	Экран
ИЗОЛЯЦИЯ		
ЕМКОСТЬ		
ШЛЕЙФ		
УТЕЧКА		
ВОЛЬТМЕТР		

Параметры измерительного цикла задаются в МЕНЮ 1 каждого режима. Экран МЕНЮ 1 разделен на три области, у каждой из которых свое назначение (рис. 1.5).

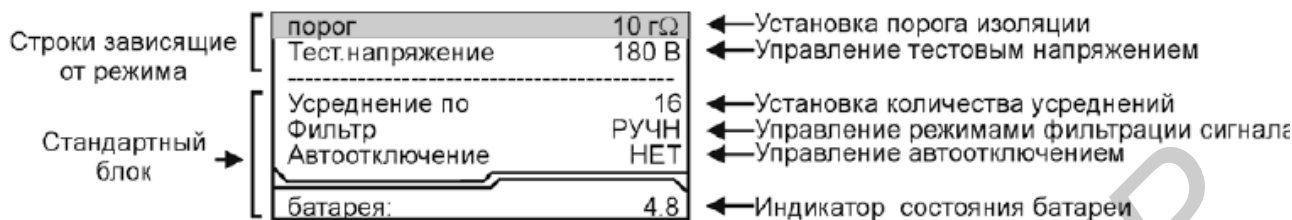


Рис. 1.5. Изображение экрана в режим МЕНЮ 1

Кнопка ► запускает измерительный цикл, чтобы провести измерения по всем коммутациям: прибор измерит фильтром по очереди все коммутации и вернется в исходную строку. В соседних строках будет показан зафиксированный результат, а в исходной строке зафиксированный результат будет показан в большом окне. В исходной строке прибор продолжит непрерывно выводить текущие измерения.

Переход между пунктами МЕНЮ 1 осуществляется кнопками ▲, ▼. После изменение заданного параметра следует нажать кнопку ОК.

Стандартный блок (общий для любого режима) показывает автоотключение и параметры фильтра:

- количество усреднений (время работы бегущей строки фильтра);
- режимы работы фильтра: РУЧНОЙ – фильтр в измерительном экране включается кнопкой ОК; АВТО – фильтр, который постоянно работает и перемещает значение или цикл. После установки параметров можно выйти из МЕНЮ 1 и возвратиться в измерительный экран, нажав кнопку ◀.

1.1.2. Поиск дефекта изоляции кабеля

Принцип определения повреждений изоляции кабеля поясняет схема, показанная на рис. 1.6.

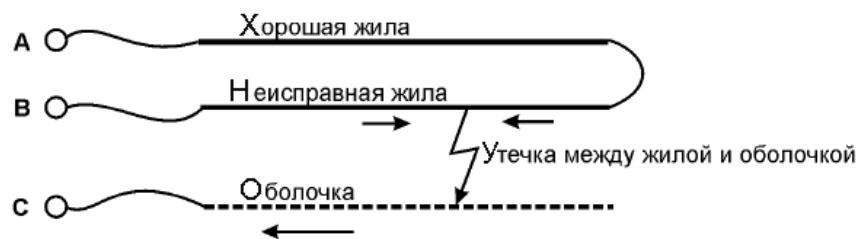


Рис. 1.6. Схема определения повреждения изоляции кабеля

Измерительный провод с разъема В подключают к неисправной жиле кабеля, провод А – к исправной жиле, провод С – к оболочке кабеля. Жила с плохой изоляцией соединяется на дальнем конце кабеля с исправной жилой. На шлейф АВ прибор подает испытательное напряжение относительно оболочки кабеля. Через жилу В на оболочку через сопротивление дефектного участка протекает постоянный ток. При этом между разъемами А и В устанавливается разность потенциалов, которая зависит от расстояния до повреждения и сопротивления дефекта. Прибор производит прецизионное измерение разности потенциалов и тока утечки, фильтрацию и усреднение данных для устранения влияния помех и рассчитывает расстояние от места подключения прибора до повреждения.

Прибор позволяет с высокой точностью определять расстояние до места повреждения изоляции с переходным сопротивлением дефекта от 0 до 20 МОм.

При определении места повреждения изоляции прибор сначала измеряет шлейф. Тем самым он «запоминает» длину кабеля L в омах. Измерительная схема ИРК-ПРО измеряет расстояние до повреждения X в омах. Далее прибор делит расстояние до повреждения X на длину кабеля L . Тем самым прибор определяет относительное расстояние до повреждения в тысячных долях длины. Это очень точное измерение, допускается ошибка не более 0,001. Результат выводится на экран, если не введена длина кабеля. Этот режим вывода называется КАБЕЛЬ 100 %, а расстояние до повреждения показано на экране с точностью до десятых долей процента от длины кабеля.

Чтобы получить расстояние в метрах, прибору нужно относительное расстояние в процентах умножить на введенную длину кабеля. На этом этапе могут

возникнуть ошибки. Для их уменьшения лучше проводить измерения с того конца кабеля, к которому ближе дефект, чтобы минимизировать ошибку из-за неточного указания длины.

Ошибка вычисления может возникнуть в случае, когда рассчитывается длина кабеля по измеренному шлейфу, если указана марка кабеля и температура почвы (пункт меню МАРКА КАБЕЛЯ). Используемые справочные значения удельного сопротивления жилы кабеля могут отличаться от реальных в границах технологии изготовления кабеля. Разрешенный допуск может достигать 10 %, а значит, и ошибка расчетов может достигать соответствующих значений. Кроме того, может возникнуть дополнительная ошибка в определении температуры почвы, так как температура почвы изменяется вдоль кабеля. Следует помнить, что, когда использована функция расчета длины по марке кабеля и температуре, заведомо получается приблизительный результат. Точный результат может быть получен, если введена точная длина кабеля.

Если повреждены все жилы кабеля, то на обратной жиле тоже будет повреждение. Тогда это повреждение «наложится» на первое повреждение и даст смещение результата измерения в сторону подключения обратной жилы. В таком случае лучше всего использовать вспомогательный кабель. Допустимо закольцевать измерение через другие неповрежденные кабели – т. е. присоединить к неисправной жиле на дальнем конце две жилы из другого кабеля и вывести их на прибор (возможно, через другие соединения, если кабель идет не параллельно неисправному). Конечно, следует учитывать, что сложная пространственная конфигурация может привести к дополнительным помехам при измерении.

1.1.3. Работа со СПИСКОМ КАБЕЛЕЙ

Чтобы быстро и эффективно отыскать повреждение на кабеле, в памяти прибора хранятся сведения о рабочих кабелях измерителя. БАЗА ДАННЫХ ПРИБОРА хранит информацию о параметрах кабелей, с которыми проводилась работа, и включает в себя ведение СПИСКА КАБЕЛЕЙ, ввод и корректировку параметров кабелей.

Параметры кабелей, с которыми работа производится постоянно, заносятся в СПИСОК. Такой СПИСОК может быть создан вручную на приборе или на компьютере, а затем перенесен в прибор через ИК-связь.

В СПИСКЕ хранятся следующие параметры кабеля: имя, количество пар, тип, длина, удельная емкость и коэффициент укорочения каждого участка кабеля. Таким образом, в процессе работы можно пользоваться записями и редактировать их. Чтобы защитить БАЗУ ДАННЫХ от случайного вторжения, рекомендуется создавать ее на компьютере, а затем переносить в прибор.

Если отсутствуют предварительные данные о кабеле или не происходит обращение к ранее сделанным записям в базе данных прибора, тогда используется режим работы под названием КАБЕЛЬ 100 % (первый в СПИСКЕ). При включении прибор всегда сам выбирает КАБЕЛЬ 100 %, поэтому при желании можно не пользоваться другими режимами из СПИСКА КАБЕЛЕЙ.

Второй специальный режим в СПИСКЕ КАБЕЛЕЙ – это МАРКА КАБЕЛЯ. Можно выбрать марку кабеля и задать температуру грунта, чтобы прибор рассчитал длину кабеля по шлейфу и температуре или по удельной емкости (для обрыва).

При выборе кабеля из СПИСКА расстояние до места повреждения будет автоматически рассчитано по параметрам кабеля, хранящимся в памяти прибора. Если были записаны участки по числу муфт, то прибор покажет карту кабеля, где видно, какая муфта повреждена.

К прибору прилагается программа для создания БАЗЫ ДАННЫХ на компьютере и программа расчета точного расстояния. Программа расчета нужна, если кабель не занесен в таблицу типов (марок) кабелей (табл. 1.4), но требуется оперативно провести поиск дефекта. Можно работать с опцией КАБЕЛЬ 100 %, которая выбирается по умолчанию при включении прибора. Можно указать программе результат измерения, а она сделает точный расчет расстояния по указанным параметрам кабеля. Программа учитывает и разницу температур вдоль кабеля.

Таблица типов (марок) кабелей

№	Марка кабеля	Полное название кабеля	Диаметр, мм	Емкость, пФ/км
1	ЗКП	ЗКП-1×4×1,2	1,2	36,9
2	КМ-4	КМ-4	0,9	38
3	КС 0.64	КСПЗП	0,64	35
4	КС 0.9	КСПЗП	0,9	35
5	КС 1.2	КСПЗП	1,2	43,5
6	МКПАБП	МКПАБП	1,05	23,5
7	МКС	МКС	1,2	24,5
8	ПР 0.9	ПРППМ	0,9	50
9	ПР 1.2	ПРППМ	1,2	56
10	ТГ 0.4	ТГ	0,4	50
11	ТГ 0.5	ТГ	0,5	50
12	ТЗ 0.9	ТЗ	0,9	31
13	ТЗ 1.2	ТЗ	1,2	35
14	ТП .32	ТПП	0,32	45
15	ТП 0.4	ТПП	0,4	45
16	ТП 0.5	ТПП	0,5	45
17	CRQKO	CRQKO	1,2	49,5

Список кабелей можно открыть, выбрав в МЕНЮ 2 пункт ВЫБОР КАБЕЛЯ. Свои списки можно создать на компьютере и затем перенести их в прибор. Чтобы записать или изменить параметры кабеля вручную, нужно выбрать пустую запись и нажать кнопку ОК. Прибор подтвердит выбор кабеля и вернется в МЕНЮ 2. Далее необходимо выбрать пункт ПАРАМЕТРЫ КАБЕЛЯ и нажать кнопку ОК. Прибор покажет пункты редактирования на информационном экране (рис. 1.7).

01 запись			← Имя кабеля
Пар		0100	← Число пар для плановых измерений
Участок 01 [=>]	из	05	← Номер участка кабеля
Тип		ЗКП] Параметры, вводимые для выбранного участка
Длина		01000	
Раб. емкость		038.3	
$R_{шл}$ (Ом/км)		xxx.xx	

Рис. 1.7. Информационная панель прибора для редактирования параметров кабеля

Ввод параметров кабеля для поиска неисправности начинается с третьей строки: <Участок 01 [=>] из 05>. Этот пункт показывает, с каким участком из общего количества участков кабеля производится работа. На рис. 1.7 выбран

первый участок, а всего участков пять. Листать участки можно кнопкой ► (подсказка у номера участка). По каждому участку ввод параметров осуществляется в строках 4, 5, 6.

Изменить количество участков можно в третьей строке информационного экрана. В пустой записи установлено пять участков. Если на кабеле меньшее количество участков, можно не изменять это число, а внести нужные параметры в те участки, что существуют.

П р и м е р: кабель без вставок. Можно не трогать количество участков и ничего не листать, а просто внести параметры кабеля сразу на страничке первого участка.

Ввод параметров производится нажатием кнопки ОК (параметры вводятся в соответствии с подсказками).

4-я строка (см. рис. 1.7): ввод типа (марки) кабеля на данном участке.

5-я строка: ввод длины участка.

6-я строка: ввод рабочей емкости кабеля на данном участке, если она отличается от справочной. Справочная емкость появляется вместе с вводом типа (марки) кабеля.

7-я строка: ввод погонного сопротивления шлейфа. Значок xxx.xx показывает, что значение погонного сопротивления соответствует выбранному типу кабеля. Если после ввода нужного значения $R_{шл}$, необходимо, не выключая прибор, вернуться к справочным значениям $R_{шл}$ из памяти прибора, тогда следует установить $R_{шл} = 000.00$. Прибор обратится к своей памяти, а на экране появятся крестики, как на рис. 1.7.

Для записи названия нового кабеля выберите первую строку в режиме ПАРАМЕТРЫ КАБЕЛЯ. Первоначально там стоит номер записи (например «01-я запись»). Нажмите ОК и войдите в редактор имени (рис. 1.8).

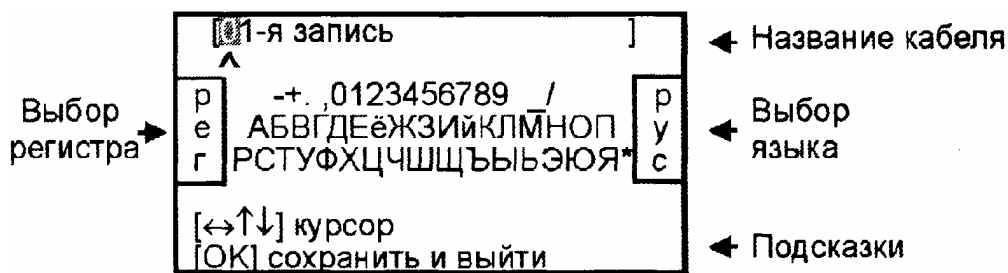


Рис. 1.8. Информационная панель редактора имени кабеля

Курсор выделяет ту букву или цифру, которую необходимо изменить. Подведя курсор к нужному значку (он выделяется черным квадратом), кнопкой ▼ перейдите в область выбора знаков. Навигационными кнопками можно выбрать любой значок, который тут же появится в имени кабеля. Фиксируется выбор кнопкой ОК.

Чтобы менять буквы на большие и малые (изменять регистр), нужно кнопкой ◀ перейти в поле РЕГ, размещенное в левом поле экрана, и следовать подсказке. Нажатием кнопки ОК осуществляется выбор. В поле РУС/ЛАТ кнопкой ОК можно изменить шрифт на латинский или русский.

1.2. Указания по выполнению лабораторной работы

1.2.1. Описание лабораторного макета

В состав лабораторного макета входят прибор ИРК-ПРО АЛЬФА и имитатор кабельных линий связи. Прибор ИРК-ПРО АЛЬФА посредством внешних проводников подключается к клеммам имитатора. Имитатор представляет собой две искусственные кабельные линии связи: линия 1 (Л1) и линия 2 (Л2), А – начало линий, Б – конец линий (рис. 1.9).

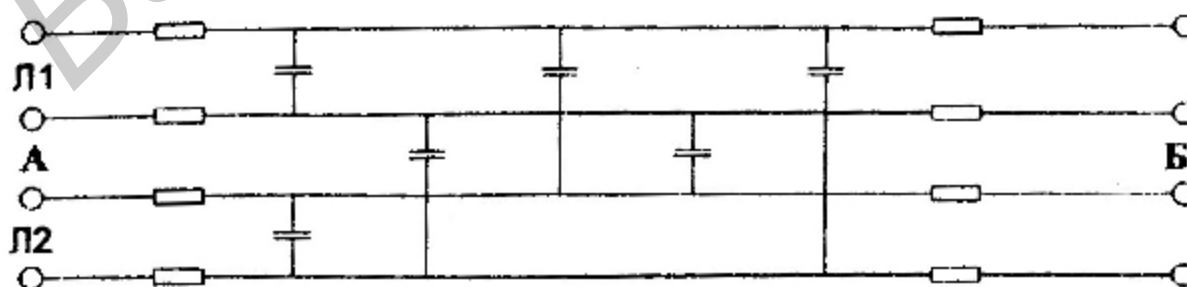


Рис. 1.9. Схема имитатора линий связи

В нижней части панели макета расположены дополнительные гнезда и, в частности, клемма ЗЕМЛЯ, необходимая для проведения ряда измерений.

1.2.2. Порядок выполнения работы

1. *Измерение сопротивления шлейфа.* Присоединить выход внешнего блока питания (адаптера) к разъему «+12 В», расположенному на верхней панели прибора ИРК-ПРО АЛЬФА. Подключить внешний блок питания к сети «220 В». Включить прибор ИРК-ПРО АЛЬФА, нажав кнопку ПИТАНИЕ и затем сенсорную кнопку ОК на передней панели прибора. Как уже отмечалось, при первом включении прибор автоматически переходит в режим ВОЛЬТМЕТР, что позволяет персоналу перед проведением измерений проверить, находится ли измеряемый кабель и отдельные его проводники под напряжением. Перейти в режим измерения шлейфа, нажав сенсорную кнопку «Шлейф» на передней панели.

Собрать схему выполнения измерений. Для этого соединить клеммы А и В прибора ИРК-ПРО АЛЬФА с двумя левыми клеммами имитатора линий связи (Л1). Две правые клеммы Л1 соединяются другим проводником между собой накоротко.

Собранная схема измерений может быть отражена принципиальной схемой, показанной на рис. 1.10, где через r_1 и r_2 обозначены сопротивления проводов. Элементы R_{61} , R_{62} , R_M , E (источник питания) и ИП (измерительный прибор) отражают особенность мостовой схемы измерений, когда по известным значениям элементов R_{61} , R_{62} , R_M можно найти сопротивление шлейфа по формуле Уинстона: $R_{шл} = (R_{61}/R_{62}) R_M$.

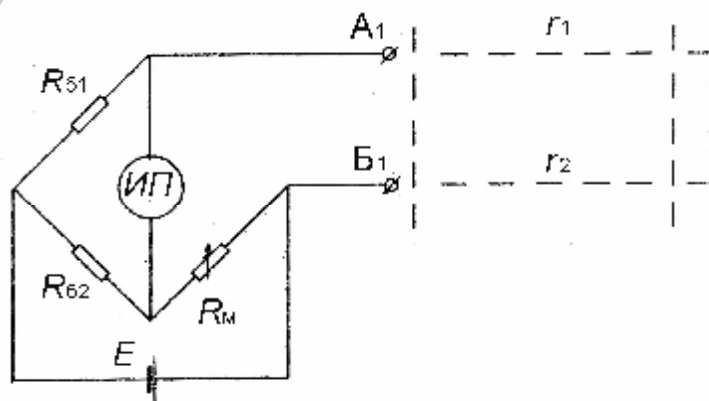


Рис. 1.10. Схема измерения сопротивления шлейфа

На измерительном экране прибор непрерывно измеряет сопротивление шлейфа между проводами А и В (рис. 1.11). Чтобы измерить шлейф с максимальной точностью, включите фильтр кнопкой ОК.

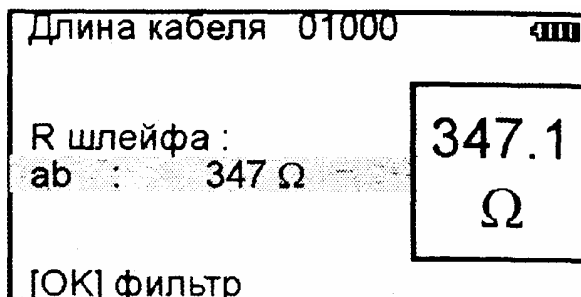


Рис. 1.11. Состояние экрана при измерении сопротивления шлейфа

Повторите измерения для Л2 имитатора. Занесите данные измерений в отчёт. Сделайте выводы.

2. *Измерение сопротивления асимметрии проводов.* Соедините клеммы А и В прибора ИРК-ПРО АЛЬФА с двумя левыми клеммами имитатора линий связи (Л1).

Две правые клеммы Л1 соединяются между собой накоротко и третьим проводником присоединяются к клемме С прибора (если С не подключен, будет сигнал $R_{УТ} > 20 \text{ МОм}$). Схема измерения сопротивления омической асимметрии проводов показана на рис. 1.12.

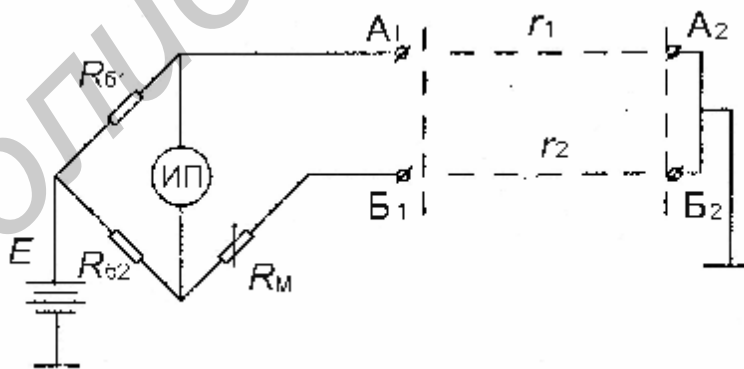


Рис. 1.12. Схема измерения сопротивления омической асимметрии проводов

Клемму С прибора присоедините к клемме ЗЕМЛЯ имитатора линий связи. В режиме ШЛЕЙФ включите фильтр, нажав кнопку ОК. После работы бегущей строки прибор покажет сопротивление шлейфа. Далее войдите в МЕНЮ 1 и вы-

берите пункт ОМИЧ. АСИММЕТРИЯ. Нажмите кнопку ОК. Зафиксируйте значение сопротивления ОМИЧ. АСИММЕТРИЯ на экране прибора.

Повторите измерения для линии Л2 имитатора. Занесите данные измерений в отчет. Сделайте выводы.

3. Измерение емкости проводников линии связи. Выбрать режим ЕМКОСТЬ путем нажатия соответствующей сенсорной кнопки на передней панели прибора (см. рис. 1.2). Информация над строками коммутации показывает расстояние до обрыва, пересчитанное по емкости. Прибор по умолчанию сам выберет КАБЕЛЬ 100% (неизвестный кабель) и не будет выводить на экран расстояние и карту кабеля.

Для проведения измерений соединить клеммы А и В прибора ИРК-ПРО АЛЬФА с двумя левыми клеммами имитатора линий связи Л1. Две правые клеммы Л1 на имитаторе должны быть свободными от присоединения внешних проводников. Клемму С прибора присоединить к клемме ЗЕМЛЯ имитатора линий связи. Состояние измерительного экрана при проведении этих измерений показано на рис. 1.13.

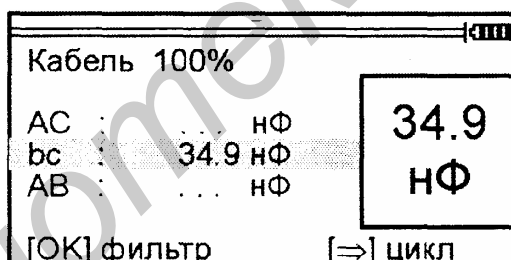


Рис. 1.13. Состояние экрана при измерении емкости проводников

Запишите три значения емкости для Л1. Повторите измерения для Л2 имитатора. Занесите данные измерений в отчет. Сделайте выводы.

4. Измерение изоляции проводников линии связи

Внимание! Во время проведения измерения сопротивления изоляции запрещается прикасаться руками к металлическим элементам измерительных проводов и имитатора линий связи, так как на них подается повышенное напряжение.

Схема проведения измерений остается такой же, как и схема проведения измерения емкости проводников (см. п. 3 данного подразд.). Перейти в режим измерения изоляции проводников, нажав сенсорную кнопку ИЗОЛЯЦИЯ на передней панели.

При первом включении прибора установите пониженное напряжение 180 В. При каждом последующем включении прибор будет устанавливать то напряжение, которое было установлено последним. Если раньше было установлено напряжение 400 В, прибор это запомнит. Для определения дефекта изоляции реального кабеля обычно требуется подавать напряжение не менее 400 В. Однако в лабораторных условиях при работе с имитаторами линий связи перед проведением измерений выберите и установите испытательное напряжение равное 180 В. Для этого войдите в МЕНЮ 1, выберите в пункте ТЕСТ. НАПРЯЖЕНИЕ – напряжение 180 В и нажмите кнопку ОК.

Состояние измерительного экрана при проведении этих измерений показано на рис. 1.14. Запишите три значения сопротивления изоляции Л1 между проводами AC, bc и AB. Повторите измерения для Л2 имитатора. Занесите данные измерений в отчет. Сделайте выводы.

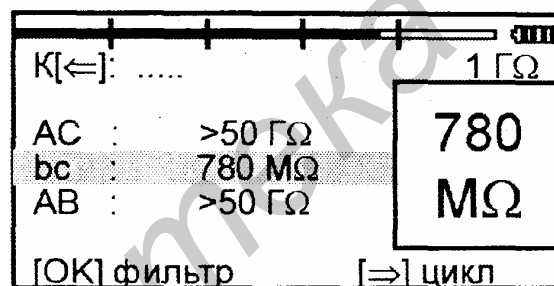


Рис. 1.14. Состояние экрана при проведении измерения сопротивления изоляции проводников

5. *Определение расстояния до места повреждения путем измерения сопротивления изоляции.* На первом этапе измерений производится поиск обратной жилы. В МЕНЮ 1 режима ИЗОЛЯЦИЯ устанавливают тестовое напряжение 180 В. Клемму С подключить к оболочке кабеля (в данном случае – клемма ЗЕМЛЯ макета имитатора линий связи). На холостом ходу проводом В ищут плохую жилу из четырех жил макета с пониженной изоляцией, контролируя сопротивление изоляции в строке bc. Затем проводом А выбирают хорошую жилу кабеля, контролируя сопротивление изоляции в строке AC. Соотношение их сопротивлений должно быть не меньше 400.

На втором этапе измерений следует включить режим ШЛЕЙФ, замкнув шлейф на дальнем конце между плохой и хорошей жилами. После выполнения соединения кнопкой ОК запустить измерение шлейфа фильтром. Вверху экрана прибор показывает длину кабеля. По умолчанию в приборе установлена длина кабеля 01000, т. е. 1000 м.

На третьем этапе измерений необходимо включить режим УТЕЧКА и запустить поиск неисправности кнопкой ОК. После завершения работы бегущей строки прибор покажет расстояние до места повреждения изоляции. В верхней части экрана на карте кабеля условно будет показано, на каком участке повреждение. Строкой ниже будет выведен результат измерения расстояния в процентах до места понижения сопротивления изоляции кабеля. Значок рядом с х (а или b) показывает, какая жила имеет повреждение. При этом обозначение жил – а или b задается обозначением той клеммы прибора А или В, к которой подключена данная жила. При проведении измерений на кабелях реальной протяженности возможно получения расстояния до места повреждения не в процентах, а в метрах. Однако для этого необходима работа с МЕНЮ 2 и установка известной длины кабеля в метрах.

Если в большом окне загорелась надпись $R_{ут} > 20 \text{ МОм}$, то прибор сообщает, что сопротивление повреждения больше того, при котором может быть надежно измерено расстояние или отсутствует контакт провода С с клеммой ЗЕМЛЯ макета. Тогда следует проверить подключение провода С к клемме ЗЕМЛЯ макета. Если был восстановлен контакт, прибор автоматически запустит измерение. При желании блокировку 20 МОм можно снять, перейдя в меню ИНФО измерительного экрана.

Запишите данные измерений имитатора линий связи. Занесите данные измерений в отчет. Сделайте выводы.

б. Определение расстояния до места повреждения путем измерения емкости проводников. Включите режим ЕМКОСТЬ и войдите в МЕНЮ 1. Выделите пункт ОБРЫВ: СРАВНЕНИЕ ВЫКЛ. Необходимо включить режим сравнения поврежденного проводника с хорошим проводником. Для этого кнопкой ► вы-

берите СРАВНЕНИЕ ЖИЛ. В этом режиме проводник сравнивается с проводником, а не пара с парой. Подключите поврежденный и хороший проводники к измерительным клеммам А и В. Клемму С подключите к клемме ЗЕМЛЯ макета. Выбрав режим СРАВНЕНИЕ ЖИЛ, нажмите ОК. Прибор включит измерительный экран и предложит выбрать хороший проводник из двух измеренных. Хороший проводник тот, у которого емкость больше. Кнопкой ▼ выделите строку с хорошим проводником и нажмите ОК. Прибор проведет измерение емкости проводника, которая принимается за эталонную, и сравнит с ней емкость оборванного проводника. Значение расстояния в метрах выводится в средней части экрана и дублируется справа на увеличенном экране.

Запишите данные измерений для линии имитатора линий связи. Занесите данные измерений в отчет. Сделайте выводы.

1.3. Содержание отчета

В отчете по работе необходимо:

1. Начертить принципиальные схемы, по которым производились измерения.
2. Представить результаты измерений.
3. Сделать выводы по результатам измерений.

1.4. Контрольные вопросы

1. Каковы назначение и функциональные возможности прибора ИРК-ПРО АЛЬФА?
2. Каковы конструкция и особенности управления прибором ИРК-ПРО АЛЬФА?
3. В чем заключается методика измерения сопротивления шлейфа с использованием мостовой схемы?
4. Поясните методику измерения сопротивления омической асимметрии проводов.
5. Как проводятся измерения емкости с использованием прибора ИРК-ПРО АЛЬФА?
6. В чем заключается методика измерения изоляции с использованием прибора ИРК-ПРО АЛЬФА?
7. Как определить расстояние до места повреждения путем измерения емкости проводников?

ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАССТОЯНИЯ ДО МЕСТА ПОВРЕЖДЕНИЯ ЛИНИЙ СВЯЗИ С ПОМОЩЬЮ ПРИБОРА ИРК-ПРО АЛЬФА

Цель работы: ознакомиться с устройством и особенностями работы прибора ИРК-ПРО АЛЬФА; получить навыки в измерении расстояния до места повреждения кабеля путем подачи короткого зондирующего импульса.

2.1. Принцип работы прибора ИРК-ПРО АЛЬФА при рефлектографических измерениях

Ознакомьтесь с устройством и принципом работы прибора ИРК-ПРО АЛЬФА (разд. 1.1 лабораторной работы №1).

Как отмечалось в лабораторной работе №1, прибор ИРК-ПРО АЛЬФА может работать как рефлектометр, что позволяет определить расстояния до места изменения волнового сопротивления всех типов кабелей. Прибор может использоваться для:

- измерения расстояния до места повреждения кабеля;
- определения характера повреждений;
- измерения расстояния между неоднородностями волнового сопротивления;
- определения длины кабеля;
- измерения коэффициента укорочения.

П р и н ц и п р а б о т ы прибора как рефлектометра основан на известном физическом явлении отражения зондирующего импульса напряжения от неоднородности волнового сопротивления исследуемого кабеля. При этом расстояние до дефекта может быть рассчитано по времени между моментом начала зондирующего импульса и моментом прихода отраженного при известной скорости распространения в линии. В рефлектометрии скорость распространения электромагнитной волны традиционно задается коэффициентом укорочения $KУ = c/u$,

c – скорость света в вакууме; u – скорость распространения электромагнитной волны в исследуемом кабеле. Для большинства марок кабелей коэффициент укорочения находится в пределах 1...3. Тип повреждения кабеля может быть определен по форме отраженного импульса. При этом на форму импульса дополнительное влияние оказывают такие параметры кабеля, как затухание и дисперсия. На достаточно длинных или значительно поврежденных кабелях отраженный сигнал может быть сильно ослаблен. В приборе предусмотрена возможность предварительного усиления отраженного сигнала (эха).

Прибор, подключенный к кабелю, также представляет собой неоднородность. Для устранения паразитного эхо-сигнала служит регулируемая нагрузка СОГЛАСОВАНИЕ. Вращая потенциометр СОГЛАСОВАНИЕ, можно добиться значительного ослабления повторных отражений. Необходимость согласования наиболее важна для коротких линий.

Прибор может работать в двух режимах: с объединенными и отдельными выводами для подачи зондирующего импульса и наблюдения отраженного сигнала. Наиболее часто используется режим с общим входом/выходом. По наблюдаемой рефлектограмме (рис. 2.1) возможна локализация большинства неоднородностей.

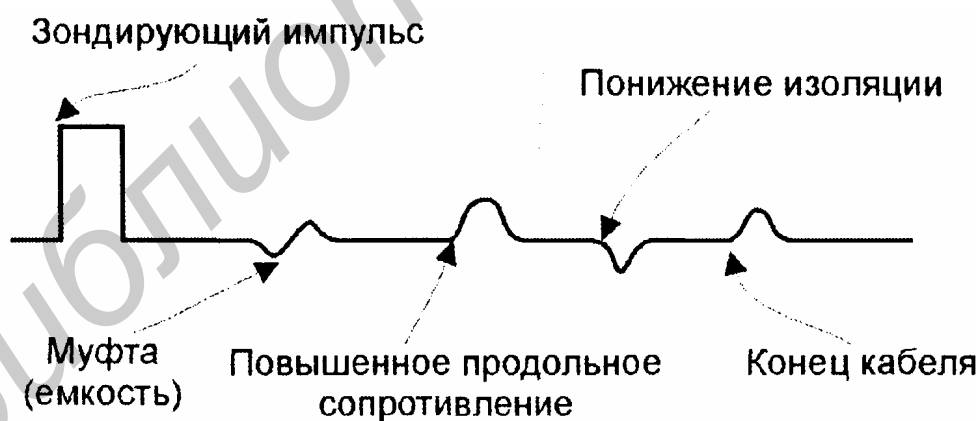


Рис. 2.1. Принцип измерения расстояния до места повреждения при использовании зондирующего импульса

Для достижения максимальной дальности определения расстояния до места повреждения следует подключать прибор к паре проводников. Канал «жила – экран» обладает большим коэффициентом затухания и уровнем шумов.

Любые неоднородности линии вызывают увеличение затухания и уменьшают предельное расстояние. На коротких расстояниях следует пользоваться короткими импульсами, на больших – более длинными. Прибор сам устанавливает оптимальную ширину импульса в зависимости от выбранного диапазона, однако при проведении измерений можно оперативно изменять этот параметр для получения более четкой картинки.

В режиме с отдельными входами зондирующий импульс передается в линию через разъем ВХОД/ВЫХОД. Отраженный сигнал поступает в прибор через другой разъем – ВХОД. В этом режиме возможна оценка переходного влияния линии, в которую заводится зондирующий импульс, на другую линию, где наблюдается наведенный сигнал. В этом режиме удобно искать места перепутывания жил кабеля (разбитость жил). Импульс распространяется по линии и доходит до места перепутывания жил, которое характеризуется резким увеличением электромагнитной связи между парами (рис. 2.2). В результате на измерительном экране рефлектометра наблюдается характерный сигнал.

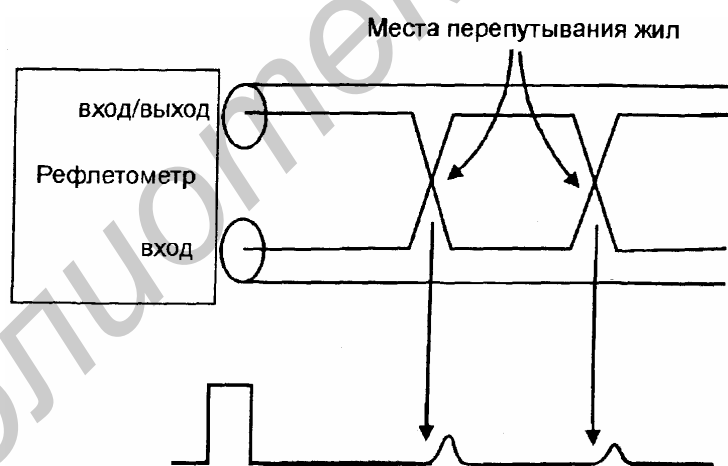


Рис. 2.2. Принцип измерения расстояния до места перепутывания жил

2.2. Включение и просмотр рефлектограмм

Рефлектометр включается следующим образом. Войдите в МЕНЮ 1 режима ВОЛЬТМЕТР, а далее в первом пункте меню выберите РЕФЛЕКТОМЕТР. Включение осуществляется нажатием сенсорной кнопки ОК. Появится стандартный измерительный экран рефлектометра (рис. 2.3).

Рефлектометр	Генератор на АВ	ВЫКЛ
Усреднение по	Фильтр	16
Автоотключение		РУЧН
		НЕТ
батарея:		4.8

Рис. 2.3. Вид измерительного экрана рефлектометра

Прибор будет настроен в соответствии с параметрами дежурного кабеля КОРОТКИЙ КАБЕЛЬ длиной 1 км. После этого можно подключить прибор к линии через разъем ВХОД/ВЫХОД.

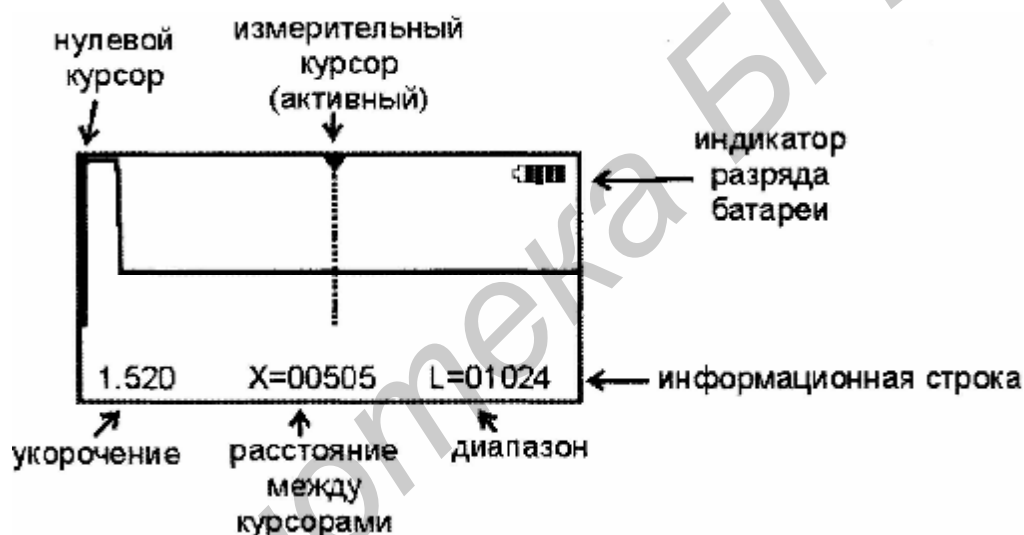
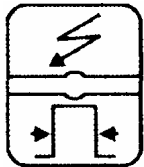
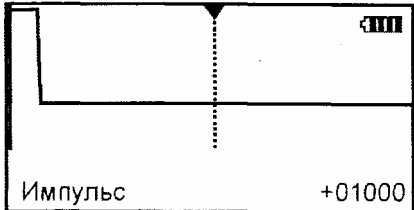
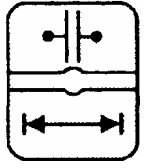
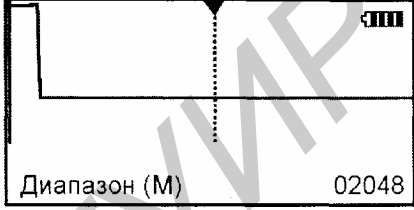
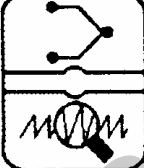
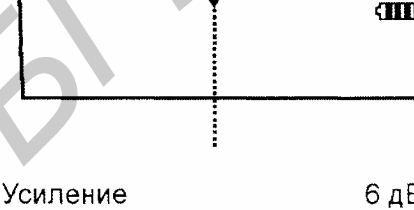

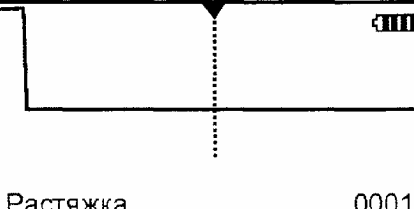
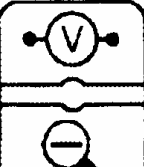


Рис. 2.4. Вид измерительного экрана рефлектометра с обозначением нулевого и измерительного курсоров

Управление прибором осуществляется следующим образом. Смещение активного курсора – кнопки ◀, ▶. Переключение активности между нулевым и измерительным курсорами – кнопка ОК. Вертикальное смещение рефлектограммы – кнопки ▲, ▼.

Оперативное управление параметрами просмотра рефлектограммы осуществляется кнопками управления, приведенными в табл. 2.1.

Назначение функциональных кнопок рефлектометра

Назначение кнопок	Кнопка	Экран
1. Импульс: изменение длины – кнопки ▲, ▼; выход из режима – ОК		
2. Диапазон: изменение – кнопки ▲, ▼; выход из режима – ОК		
3. Усиление: изменение – кнопки ▲, ▼; выход из режима – ОК		
4. Растяжка: изменение – кнопки ▲, ▼; выход из режима – ОК		
5. Карта: выход из режима – повторное нажатие кнопки		Включает/выключает растяжку

Рефлектограмму можно растянуть вокруг активного курсора, над которым стоит метка. Если метка стоит над нулевым курсором, нажмите ОК – метка встанет над измерительным курсором. Кнопками ◀или ▶ можно двигать курсор в нужную область. Подведя курсор к месту, которое необходимо растянуть, нажмите кнопку РАСТЯЖКА (рис. 2.5). Нажмите кнопку ▲, при этом растяжка будет увеличиваться в 2, 4, 8, 16, 32 раза, поэтому будет видна не вся рефлекто-

грамма, а ее увеличенная часть вокруг активного курсора. Выйти из режима изменения растяжки можно с помощью кнопки ОК.

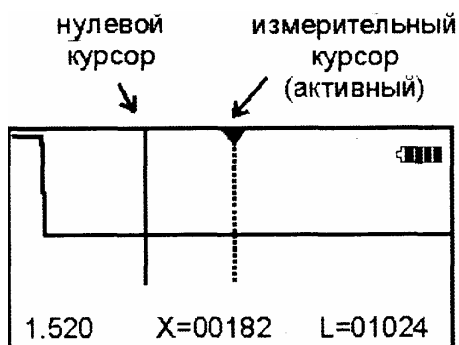


Рис. 2.5. Вид измерительного экрана рефлектометра при использовании кнопки РАСТЯЖКА

При нажатии кнопки КАРТА прибор выводит на карту кабель полностью. Повторное нажатие кнопки приведет к восстановлению установленной растяжки вокруг активного курсора. Можно просмотреть кабель целиком, а можно только область растяжки. В режиме КАРТА прибор выводит карту кабеля, и экран принимает вид, показанный на рис. 2.6.

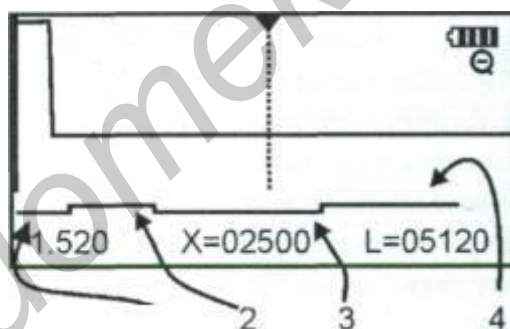


Рис. 2.6. Вид измерительного экрана рефлектометра при использовании кнопки КАРТА

Если кабель занесен в СПИСОК, то на карте под рефлектограммой будет размещаться справочная информация по расположению муфт вдоль кабеля. Если участки кабеля имеют различный коэффициент укорочения, то при перемещении измерительного курсора с участка на участок будет изменяться и значение КУ, выводимое на экран.

Нужный кабель можно выбрать из СПИСКА кабелей. Тогда при выборе кабеля все установки произведутся автоматически и прибор будет настроен на

заданный кабель. Если выбран кабель в СПИСКЕ в ИРК-ПРО и с этим кабелем измерения производятся впервые, тогда прибор установит КУ в соответствии с маркой кабеля. Это справочная величина и обычно средняя величина КУ для кабелей связи равна 1,5. Точное значение можно установить в параметрах кабеля.

Если не выбран тип кабеля и работа производится с дежурным кабелем КОРоткий Кабель, то необходимо установить коэффициент укорочения и длину кабеля. Установки осуществляются в МЕНЮ 2. Нажмите МЕНЮ 2 и кнопкой ▼ выберите пункт ПАРАМЕТРЫ КАБЕЛЯ (рис. 2.7). Выход осуществляется нажатием кнопки ОК.

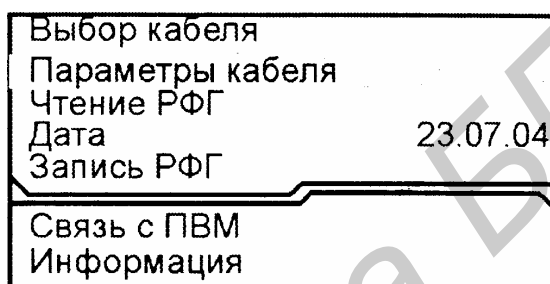


Рис. 2.7. Вид измерительного экрана рефлектометра при использовании пункта ПАРАМЕТРЫ КАБЕЛЯ

Если известна величина КУ, а точная длина неизвестна, можно ввести ориентировочную длину. По длине кабеля прибор выбирает диапазон просмотра, а расстояние рассчитывается по КУ.

Если коэффициент укорочения неизвестен, прибор сам установит его по марке кабеля (рис. 2.8). Для этого выберите нужную марку кабеля и нажмите кнопку ОК. Прибор может измерить коэффициент укорочения, если известна точная длина кабеля. Выход в измерительный экран осуществляется кнопкой ◀.

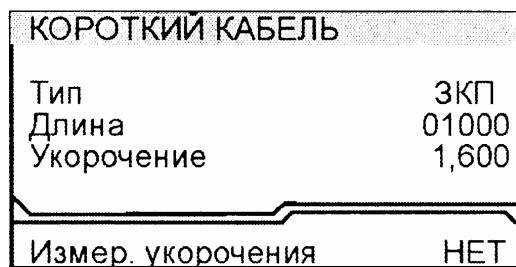


Рис. 2.8. Вид измерительного экрана рефлектометра при определении коэффициента укорочения по типу кабеля

Измерение расстояния проводится после введения значения КУ или выбора кабеля из СПИСКА.

Измерение расстояния всегда осуществляется между двумя курсорами. Для измерения расстояния от начала кабеля до неоднородности необходимо сделать активным нулевой курсор, т. е. над нулевым курсором должна стоять метка. Если метки нет, нажмите ОК – метка встанет над нулевым курсором. Кнопками ◀ или ▶ установите курсор на начало зондирующего импульса. Затем кнопкой ОК переключитесь на измерительный курсор и установите его на начало отраженного импульса. Курсоры следует устанавливать на начало импульса, а не на максимум (вершину) импульса (рис. 2.9). Для более точного позиционирования курсоров рекомендуется использовать растяжку импульса.

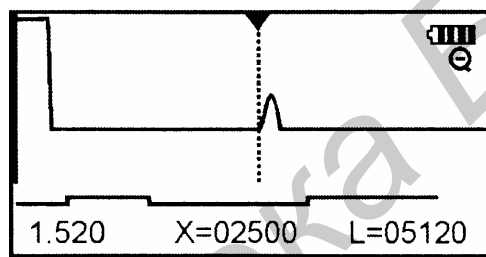


Рис. 2.9. Вид измерительного экрана рефлектометра при определении расстояния до места повреждения

Рефлектометр показывает под рефлектограммой карту кабеля. Если введено количество участков по числу муфт, тогда возможно увидеть муфты на карте кабеля. Если кабель однородный, то все участки должны иметь одинаковые коэффициенты укорочения.

Работа с участками кабеля дает ряд преимуществ:

- отображение положения муфт на карте кабеля;
- автоматический расчет расстояния с учетом различных коэффициентов укорочения у разных участков;
- возможность паспортизации кабельного хозяйства.

Если кабель уже есть в СПИСКЕ, то его надо выбрать из него. Выберите в МЕНЮ 2 пункт ВЫБОР КАБЕЛЯ. Если кабель не занесен в СПИСОК, то в пункте ВЫБОР КАБЕЛЯ следует выбрать пустую запись, например «2-я запись».

При работе в режиме объединенного входа и выхода выполняются следующие операции. Выбор режима осуществляется в МЕНЮ 1. В пункте ВХОДЫ кнопкой ОК выбирается пункт ОБЩИЙ. В этом случае зондирующий импульс передается в кабель через разъем ВХОД/ВЫХОД. С этого же разъема снимается отраженный сигнал.

2.3. Указания по выполнению лабораторной работы

2.3.1. Описание лабораторного макета

Лабораторный макет включает в себя импульсный измеритель неоднородностей линий ИРК-ПРО АЛЬФА и макет (имитатор) кабельных линий связи, в котором с помощью тумблеров можно вводить различные виды повреждений и неоднородностей. Линия нагружена на регулируемое сопротивление нагрузки. Прибор ИРК-ПРО АЛЬФА посредством внешних проводников подключается к клеммам имитатора, и затем производятся необходимые измерения.

2.3.2. Порядок выполнения работы

1. Подсоедините выход внешнего блока питания (адаптера) к разъему «+12 В», расположенному на верхней панели прибора ИРК-ПРО АЛЬФА. Подключите внешний блок питания к сети «220 В». Включите прибор ИРК-ПРО АЛЬФА, нажав кнопку ПИТАНИЕ и затем сенсорную кнопку ОК на передней панели прибора. При первом включении прибор автоматически переходит в режим ВОЛЬТМЕТРА, что позволяет персоналу перед проведением измерений проверить, находится ли измеряемый кабель и отдельные его проводники под напряжением.

2. Соберите схему выполнения измерений. Отключите на линии имитатора все искусственные повреждения и неоднородности, установив тумблеры В1 – В7 и переключатель П1 в положение «Выкл», а тумблер П2 – в положение $R_{н}$.

Войдите в МЕНЮ 1 в первый пункт – РЕФЛЕКТОМЕТР. Включение осуществляется нажатием ОК. Появится стандартный измерительный экран рефлектометра (см. рис. 2.4). Прибор будет настроен в соответствии с параметрами режи-

ма – КОРОТКИЙ КАБЕЛЬ длиной 1 км. Подключите клеммы Г1 и Г2 имитатора линий связи (станция А) к разъему ВХОД/ВЫХОД прибора. Вращением потенциометра R_n добейтесь максимально однородной, без всплесков кривой.

Произведите анализ полученной импульсной характеристики измеряемой линии на экране прибора. При необходимости более детального анализа полученной рефлектограммы или отдельных ее участков перейдите в режим РАСТЯЖКА путем нажатия соответствующей сенсорной кнопки на передней панели прибора. При переходе в режим РАСТЯЖКА на экране прибора (слева в нижней его части) появляется слово – Растяжка.

Рефлектограмму можно растянуть вокруг активного курсора, над которым стоит метка. Если метка стоит над нулевым курсором, нажмите ОК, – метка встанет над измерительным курсором. Кнопками ◀ или ▶ можно двигать курсор в нужную область. Подведя курсор к месту, которое необходимо растянуть, нажмите кнопку РАСТЯЖКА (см. рис. 2.5). Нажмите кнопку ▲ несколько раз, при этом изображение будет растягиваться соответственно в 2, 4, 8 и т. д. раза. Для того чтобы вернуться к предыдущему варианту изображения, необходимо в режиме РАСТЯЖКА нажать курсор ▼. Надо иметь в виду, что в результате манипуляций с этими кнопками может быть получена не вся рефлектограмма, а только ее увеличенная часть вокруг активного курсора. Можно вернуться обратно в режим КАРТА путем нажатия соответствующей сенсорной кнопки на передней панели прибора. Этим обеспечивается автоматический просмотр всего отрезка кабеля, однако надо иметь в виду, что при этом некоторые участки кабеля могут иметь недостаточно четкое изображение.

Зарисуйте полученные на экране импульсные характеристики исправной линии в режиме КАРТА и при необходимости в режиме РАЗВЕРТКА запишите числовые данные, расположенные в нижней части экрана. Эти характеристики будут являться опорными рефлектограммами для последующих измерений.

3. Измерения при наличии повреждений или неоднородностей в кабеле связи.

Тумблером В1 на панели имитатора линии связи введите в линию короткое замы-

кание. Отыщите всплеск на импульсной характеристике линии, соответствующий отражению от места повреждения, путем сравнения ее с ранее зарисованной характеристикой этой линии (рефлектограммой) при отсутствии повреждения. Всплеск импульсной характеристики, не соответствующий ни одной неоднородности на картограмме, будет сигналом, отраженным от места повреждения.

Для проверки выключите и снова включите короткое замыкание тумблером В1. По показанию измерительного экрана прибора произведите отсчет расстояния. Измерение расстояния всегда осуществляется между двумя курсорами. Для измерения расстояния от начала кабеля до неоднородности необходимо сделать активным нулевой курсор. Над нулевым курсором должна стоять метка. Если метки нет, нажмите ОК – метка встанет над нулевым курсором. Кнопками ◀ или ▶ установите курсор на начало зондирующего импульса. Затем кнопкой ОК переключитесь на измерительный курсор и установите его на начало отраженного импульса. Курсоры следует устанавливать на начало импульса, а не на максимум (вершину) импульса. Для более точного позиционирования курсоров рекомендуется пользоваться режимом РАСТЯЖКА. Зарисуйте импульсную характеристику поврежденной линии и зафиксируйте данные с измерительного экрана прибора.

Повторите предыдущие измерения для обрыва одной жилы, сопротивления утечки $R_{ут}$, увеличенного сопротивления ΔR (омической асимметрии цепи), вводя их в линию с помощью тумблеров В2, В3 и В4. При этом переменные резисторы $R_{ут}$ и ΔR должны быть установлены на минимум и максимум соответственно.

4. *Определение вида повреждений и расстояния до него.* Установить переключатель П1 на макете в положения 1 – 6. При этом на участке цепи создаются повреждения с неизвестным характером. Используя указания предыдущих пунктов, определите вид импульсной характеристики и расстояние до места повреждения. Импульсные характеристики зарисуйте.

5. *Измерение величины волнового сопротивления цепи.* Для этого поставьте тумблеры В1 – В7 и переключатель П1 в положение «Выкл». Изменяя величину сопротивления R_n , добейтесь минимального отражения зондирующего

импульса от конца линии. Величина переменного сопротивления R_n в этом случае будет соответствовать волновому сопротивлению цепи.

2.4. Содержание отчета

Отчет по лабораторной работе должен содержать:

1. Упрощенную функциональную схему импульсного прибора.
2. Вид измерительного экрана рефлектометра.
3. Результаты измерений и расчетов при исследовании различных неоднородностей.
4. Выводы по результатам измерений.

2.5. Контрольные вопросы

1. Как неоднородности влияют на качество связи?
2. На чем основан принцип импульсного метода измерения линий связи?
3. Чем определяется скорость распространения электромагнитной волны в кабеле?
4. Что такое коэффициент укорачивания волны?
5. Какие виды неоднородностей волнового сопротивления вы знаете и каковы причины их появления?
6. Как оценивается величина неоднородности в кабеле?
7. Как определяется характер неоднородности (повреждения) и расстояние до неё по импульсной характеристике цепи?

Учебное издание

Мищенко Валерий Николаевич

ИЗМЕРЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ КАБЕЛЕЙ С ПОМОЩЬЮ ПРИБОРА ИРК-ПРО АЛЬФА

Лабораторный практикум
по дисциплинам «Направляющие системы телекоммуникаций»
и «Направляющие системы и пассивные компоненты»
для студентов специальностей
1-45 01 01 «Многоканальные системы телекоммуникаций»,
1-45 01 02 «Радиосвязь, радиовещание и телевидение»
всех форм обучения

Редактор Л. А. Шичко
Корректор Е. Н. Батурчик
Компьютерная верстка Е. С. Чайковская

Подписано в печать 27.10.2009.	Формат 60x84 1/16.	Бумага офсетная.
Гарнитура «Таймс».	Печать ризографическая.	Усл. печ. л. 2,21.
Уч.-изд. л. 2,0.	Тираж 100 экз.	Заказ 223.

Издатель и полиграфическое исполнение: Учреждение образования
«Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники»
ЛИ №02330/0494371 от 16.03.2009. ЛП №02330/0494175 от 03.04.2009.
220013, Минск, П. Бровка, 6