

# ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА ПО ПРИБОРАМ, ИСПОЛЬЗУЕМЫМ ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ КАБЕЛЬНЫХ ЛИНИЙ СВЯЗИ

Валова И.Н.

Учреждение образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники», г. Минск, Беларусь, [innik@bsuir.by](mailto:innik@bsuir.by)

Abstract. The article discusses the method of checking the meter parameters of cable lines the DELTA-PRO+. The article presents the metrological characteristics of the device being tested and the selected reference means of verification. Verification schemes and values of verifiable points, as well as methods for estimating measurement errors.

Подготовка к лабораторным работам осуществляется студентами самостоятельно (вне аудиторных занятий). В процессе такой подготовки студент должен усвоить теоретический материал, относящийся к данной лабораторной работе, изучить и ясно представить себе содержание и порядок выполнения лабораторной работы, знать принципы действия и правила работы с измерительными приборами, методы измерений, особенности конструкции лабораторной установки и правила техники безопасности, знать ответы на приведенные в методическом руководстве контрольные вопросы, а также выполнить необходимый по заданию объем предварительных расчетов, заготовить необходимые таблицы и рисунки.

Кабельные линии связи, которые еще недавно составляли основу телекоммуникационной сети нашей страны, и сейчас используется для предоставления простых, но востребованных услуг телефонии и передачи данных посредством организации прямых связей МЧС, МВД и других государственных организаций, а также для небольших частных компаний и фирм, не имеющих возможности проложить оптическую линию связи.

Для качественного обслуживания кабельных телекоммуникационных сетей необходимо правильно организовать их метрологическое обеспечение (МО).

Метрологическое обеспечение означает совокупность подходов к организации измерений, конкретных методик, обработки результатов, а также измерительных приборов необходимых для контроля за эффективной работой кабельных телекоммуникационных систем.

В свою очередь контроль метрологических характеристик (МХ), используемых измерительных приборов – одна из важнейших задач МО. Этот контроль осуществляется при проведении государственных испытаний, поверки, калибровки и метрологической экспертизы средств измерений с помощью специально разработанных и научно обоснованных методик.

В докладе рассматривается разработанная методика поверки (МП) рефлектометра, входящего в состав измерителя параметров кабельных линий ДЕЛЬТА-ПРО+. МП разработаны в соответствии с требованиями [1].

Импульсный рефлектометр измерителя ДЕЛЬТА-ПРО+ предназначен для определения расстояния до места изменения волнового сопротивления всех типов кабелей.

Принцип работы рефлектометра основан на известном физическом явлении отражения зондирующих импульсов от неоднородностей волнового сопротивления исследуемого кабеля.

С помощью рефлектометра можно измерить расстояние до места повреждения кабеля, определить характер повреждения, измерить расстояние между неоднородностями волнового сопротивления, определить длину кабеля и измерить коэффициент укорочения.

При поверке рефлектометра определяются его следующие основные МХ: погрешность частоты следования калибровочных меток, погрешность измерения расстояния рефлектометром, диапазон перекрываемого затухания.

Для определения вышеперечисленных МХ при поверке прибора были выбраны следующие эталонные средства поверки: частотомер ЧЗ-85, имеющий следующие метрологические характеристики: диапазон измерений:  $1 \cdot 10^{-2} - 2 \cdot 10^8$  Гц, погрешность измерения частоты менее  $\pm 0,05$  %; два резистора С2-29-0,25 сопротивлением 60 Ом, погрешность  $\pm 0,5$  %; ступенчатый аттенуатор API/Weinschel 115A-119A, имеющий пять стандартных диапазонов ослабления: 0-9 дБ, 0-69 дБ и 0-99 дБ с шагом 1 дБ, а также 0-60 дБ и 0-90 дБ с шагом 10 дБ.

Определение МХ прибора.

1. Определение погрешности частоты следования калибровочных меток.

Данную операцию поверки выполняют при включенном приложении «Рефлектометр» в режиме работы прибора «Калибровочные метки». В данном режиме рефлектометр вырабатывает калибровочные метки с частотой следования  $f_k = 1024$  кГц. Схема соединения приборов для данной операции поверки приведена на рисунке 1.

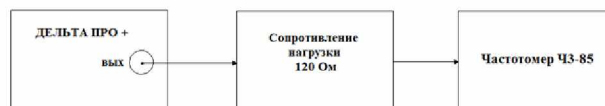


Рисунок 1 – Схема соединения приборов при определении частоты следования калибровочных меток

Сигнал с выхода прибора через нагрузочные сопротивления 120 Ом (два последовательно соединенных резистора с сопротивлением 60 Ом) подается на вход частотомера ЧЗ-85. С помощью частотомера измеряется частота следования калибровочных меток.

Погрешность следования калибровочных меток определяют по формуле (1):

$$\Delta f = f_{изм} - f_k, \text{ Гц}, \quad (1)$$

где  $\Delta f$  – абсолютная погрешность;  $f_{изм}$  – частота, измеренная частотомером;  $f_k$  – частота следования калибровочных меток.

Результат поверки считается удовлетворительным, если частота следования калибровочных меток находится в пределах  $1024 \pm 0,5$  кГц.

2. Определение погрешности измерения расстояния рефлектометром.

Операцию поверки выполняют при включенном приложении «Рефлектометр» в режиме работы прибора «Калибровочные метки».

Определение погрешности измерения расстояния проводится с помощью встроенного калибратора при установленных разрешениях: 2 м, 38 см. [2].

К выходу прибора необходимо подключить нагрузочное сопротивление 120 Ом (два последовательно соединенных резистора с сопротивлением 60 Ом). Диапазон расстояний в данном режиме по умолчанию равен 1 км.

Устанавливается коэффициент укорочения 1,50 и разрешение по оси X равное 2 м. Внутреннее схематехническое устройство прибора обеспечивает передачу калибровочных меток с выхода рефлектометра на его вход.

Данные метки являются эталонными расстояниями. Изображение калибровочных меток на экране прибора показано на рисунке 2.

Нулевой курсор устанавливается на пересечении центра фронта первой метки, измерительный курсор совмещается с центром спада первой метки, и снимаются показания расстояния между курсорами  $lu_{12}$ .

Затем измерительный курсор переводится на центр фронта второй метки, нулевой курсор переводится на пересечение центра фронта первой метки. Снимаются показания расстояния между курсорами  $lu_{13}$ .

Переводя измерительный курсор на центр спада второй метки, при установке нулевого курсора на пересечении центра фронта первой метки, измеряется расстояние  $lu_{14}$ .

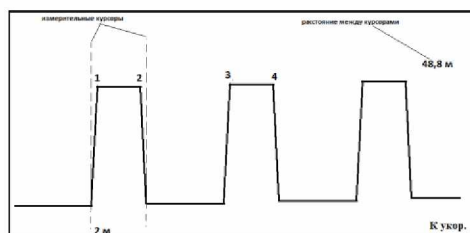


Рисунок 2 – Изображение на экране прибора калибровочных меток

Вычисляется разность между измеренными расстояниями и эталонными  $l_э$  расстояниями, указанными в таблице 1, по формулам 2, 3 и 4:

$$\Delta l_{12} = lu_{12} - l_{э12}; \quad (2)$$

$$\Delta l_{13} = lu_{13} - l_{э13}; \quad (3)$$

$$\Delta l_{14} = lu_{14} - l_{э14}. \quad (4)$$

Полученные результаты  $\Delta l$  не должны превышать пределы погрешности, указанные в таблице 1.

Таблица 1 – Пределы допускаемой погрешности измерения расстояния рефлектометром

| Метки  | 1-2,<br>( $lu_{12}$ ) | 1-3,<br>( $lu_{13}$ ) | 1-4,<br>( $lu_{14}$ ) |
|--|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| Эталонное расстояние ( $l_э$ ), м                | 48,8                  | 97,7                  | 146,5                 |
| Предел допускаемой погрешности ( $\Delta l$ ), м | $\pm 0,2$             | $\pm 0,2$             | $\pm 0,2$             |

Приведенные выше операции по определению  $\Delta l$ , необходимо повторить для разрешения равного 38 см.

Результаты поверки считаются удовлетворительными, если полученные значения абсолютной погрешности  $\Delta l$  для разрешения 38 см не превышают значений, указанных в таблице.

3. Проверка перекрываемого затухания.

Операцию поверки выполняют при включенном приложении «Рефлектометр», установив тип входа «Раздельный».

На первом этапе выход прибора соединяют с его входом, установив диапазон в 1 км и ширину импульса 4 мкс.

Подавая сигнал с выхода рефлектометра на его вход, необходимо убедиться в наличии импульса на экране прибора.

На втором этапе между входом и выходом измерителя ДЕЛЬТА-ПРО+ включают аттенуатор API/Weinschel 115A-119A, как показано на рисунке 3. На аттенуаторе устанавливают затухание равное 90 дБ.

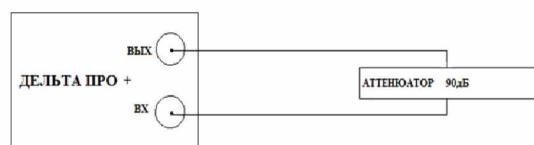


Рисунок 3 – Схема соединения приборов при проверке перекрываемого затухания

Результат поверки считается удовлетворительным, если при таком затухании на экране прибора можно наблюдать ослабленный зондирующий импульс.

Разработанная методика поверки прибора ДЕЛЬТА-ПРО+ позволяет контролировать соответствие прибора заявленным метрологическим характеристикам и своевременно выявить неисправность в работе прибора.

Выше изложенный материал успешно применяется при проведении лабораторных работ по изучению вопросов связанных с измерениями параметров кабельных линий связи.

### Литература

1. Постановление Госстандарта №40 от 21.04.2021г. «Об осуществлении метрологической оценки в виде работ по государственной поверке средств измерений».

2. Руководства по эксплуатации измерителя параметров кабельных линий ДЕЛЬТА-ПРО+.