

Государственный комитет Российской Федерации по связи и информатизации

Утверждены приказом

Госкомсвязи России

от 17.12.97 №97

НОРМЫ
ПРИЁМОСДАТОЧНЫХ ИЗМЕРЕНИЙ ЭЛЕМЕНТАРНЫХ КАБЕЛЬНЫХ УЧАСТКОВ
МАГИСТРАЛЬНЫХ И ВНУТРИЗОНОВЫХ
ПОДЗЕМНЫХ ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКИХ
ЛИНИЙ ПЕРЕДАЧИ СЕТИ СВЯЗИ
ОБЩЕГО ПОЛЬЗОВАНИЯ

1997 г.



ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ПО СВЯЗИ И ИНФОРМАТИЗАЦИЯ

(Госкомсвязи России)

ПРИКАЗ

Об утверждении Норм приемно-сдаточных измерений элементарных кабельных участков магистральных и внутризоновых подземных волоконно-оптических линий передачи сети связи общего пользования *

В целях создания нормативно-технического документа, регламентирующего оптические и электрические параметры элементарных кабельных участков волоконно-оптических линий передачи.

ПРИКАЗЫВАЮ:

1. Утвердить и ввести в действие с 1 января 1998 года "Нормы приемно-сдаточных измерений элементарных кабельных участков магистральных и внутризоновых подземных волоконно-оптических линий передачи сети связи общего пользования" (далее Нормы). •

ОАО "Ростелеком" (Белов) (по согласованию) осуществить тиражирование Норм.

Руководителям организаций сообщить ОАО "Ростелеком" до 01.01.98 потребность в указанных Нормах, учитывая, что их можно будет приобрести на договорной основе в ОАО "Ростелеком" (контактный телефон 973-26-41).

4. Контроль за выполнением приказа возложить на УЭС (Рокотян).

Председатель Комитета



А.Е.Крупнов

Заворотнова 201 65 67

Нормы приёмо-сдаточных измерений элементарных кабельных участков магистральных и внутризоновых подземных волоконно-оптических линий передачи сети связи общего пользования

Предисловие

1. РАЗРАБОТАНЫ

Научно-техническим центром связи "ЦНИИС-РТК" тел.368-95-73,

факс 306-46-54

ВНЕСЕНЫ ОАО "Ростелеком"2.

ОТВЕТСТВЕННЫЕ ИСПОЛНИТЕЛИ: д.т.н. А.Ю.Цым

к.т.н. И.Д.Деарт Б.Л. Соловейчик к.т.н. А.С.Воронцов

НАУЧНОЕ РЕДАКТИРОВАНИЕ:

ОБЩЕЕ РЕДАКТИРОВАНИЕ

Настоящие Нормы не могут быть полностью или частично воспроизведены, тиражированы и распространены в качестве официального издания без разрешения ОАО "Ростелеком" или УЭС Госкомсвязи России

СОДЕРЖАНИЕ

1. Область применения	5
2. Определения и условные обозначения	5
3. Нормы на оптические параметры элементарных кабельных участков	7
4. Нормы на электрические параметры элементарных кабельных участков	9
5. Приёмо-сдаточные измерения элементарных кабельных участков.....	10
Приложение А. Длины элементарных кабельных участков	13
Приложение Б. Пример расчета номинальной, минимальной максимальной длины элементарного кабельного участка ВОСП.....	14

1. Область применения

Настоящие Нормы распространяются на элементарные кабельные участки (ЭКУ) волоконно-оптических систем передачи (ВОСП). Нормы обязательны к применению при проектировании, строительстве и приёмке в эксплуатацию магистральных и внутризоновых кабельных подземных волоконно-оптических линий передачи, входящих во Взаимоувязанную сеть связи Российской Федерации.

Нормы устанавливают требования к оптическим и электрическим параметрам ЭКУ, обеспечивающие качество передачи цифровых сигналов по ВОСП и защиту кабеля от внешних электромагнитных воздействий, а также необходимые объемы приемо-сдаточных измерений. Требования настоящих Норм не распространяются на волоконно-оптические линии передачи с оптическими кабелями, подвешенными на опоры высоковольтных воздушных линий электропередачи.

Настоящие Нормы не распространяются на волоконно-оптические линии передачи, контракты на сооружение которых подписаны до введения в действие Норм.

Положения настоящих Норм могут использоваться при сертификации оптических кабелей (ОК), оборудования ВОСП и волоконно-оптических линий передачи в целом.

2. Определения и условные обозначения.

2.1. Окончание участка — граница, выбранная условно в качестве стыка оптического волокна с регенератором.

Элементарный кабельный участок (ЭКУ) — вся физическая среда передачи между соседними окончаниями участка.

Примечание — Здесь под физической средой передачи подразумевается совокупность оптического волокна линейного кабеля и его сростков в точках соединения строительных длин, станционных кабелей и их сростков с линейными оптическими волокнами, а также кроссовых оптических шнуров.

Точка S — линейная сторона оптического шнура ("pigtail") в точке окончания участка на передающем конце.

Точка R — линейная сторона оптического шнура ("pigtail") в точке окончания участка на приёмном конце.

Номинальная длина ЭКУ — такая протяженность ЭКУ, при которой заданная норма на

вероятность ошибки при передаче информационных цифровых сигналов выполняется для всех 100 % равновеликих ЭКУ, даже если

все их строительные длины имеют максимальный коэффициент затухания, а все сварные соединения оптических волокон' — 'максимально допустимые потери.

Минимальная длина ЭКУ — такая протяженность ЭКУ, при которой уровень оптического сигнала на приеме не превышает заданный для 50% равновеликих ЭКУ.

Максимальная длина ЭКУ — такая протяженность ЭКУ, при которой норма на вероятность ошибки при передаче информационных цифровых сигналов выполняется для 99,86% равновеликих ЭКУ.

2.2. Условные обозначения

ASR - затухание между точками S и R, дБ;

Аэза - эксплуатационный запас энергетического потенциала для аппаратуры, дБ;

Аэзк - эксплуатационный запас энергетического потенциала для

кабеля, дБ;

Ад - эксплуатационный запас энергетического потенциала на

дисперсию, дБ, учитываемый на регенерационных участках

предельной длины с оптическими усилителями;

Δī - динамический диапазон уровня приемного оптического сигнала, дБ;

Δđ - погрешность измерения затухания . оптического сигнала на

ЭКУ, дБ;

Арс - общие потери во всех разъемных соединителях на ЭКУ;

Анс макс - максимальное значение потерь неразъемного соединения, дБ;

Ā қс - среднее значение потерь неразъемного соединения, дБ;

d - диаметр токопроводящей жилы цепи ДП, мм;

L - длина ЭКУ, км;

Lном - номинальная длина ЭКУ, км;

L_{мин} - минимальная длина ЭКУ, км;

L_{макс} - максимальная длина ЭКУ, км;

l- средняя строительная длина ОК (среднее расстояние между муфтами), км;

W - энергетический потенциал ВОСП, дБ;

α - коэффициент затухания оптического волокна, дБ/км;

ā - ĩреднее значение коэффициента затухания оптического волокна, дБ/км;

α *Макс* - максимальное значение коэффициента затухания оптического волокна, заданное в технических условиях (спецификациях) на строительную длину кабеля, дБ/км;

λ - рабочая длина волны, мкм.

3. Нормы на оптические параметры элементарных кабельных участков

3.1. Нормы на оптические параметры заданы для законченных строительством ЭКУ со смонтированными муфтами и оконечными устройствами НРП (ОРП).

На ЭКУ нормируются: относительное значение оптических потерь — затухание, приведенное к длине 1 км, абсолютное значение оптических потерь — суммарное продольное затухание одинаково идентифицированных оптических волокон соединенных строительных длин и потерь на их срезках, а также распределение значений потерь в срезках.

3.2. Затухание ЭКУ, приведенное к длине 1 км, дБ/км, на рабочих длинах волн должно быть не более:

$$1,3 \text{ мкм: } \left[\sum_{i=1}^n \alpha_i l_i + 0,2m \right] / L,$$

$$1,55 \text{ мкм: } \left[\sum_{i=1}^n \alpha_i l_i + 0,1m \right] / L$$

где:

α_i - коэффициент затухания оптического волокна на i -ой

строительной длине, указанный в сертификате,

l_i - протяженность i - ой строительной длины,

n - количество строительных длин,

m - количество неразъёмных соединений (сварок) оптического волокна ЭКУ.

3.3. Затухание ЭКУ не должно быть более допустимого затухания, определяемого по формуле:

$$A = a_{\text{ср}} - a_{\text{эзк}} - A_{\text{д}} - \Delta a = W - A_{\text{рс}} - A_{\text{эз}} - (A_{\text{эзк}} + A_{\text{д}} + \Delta a)$$

Значения W , $A_{\text{рс}}$, $A_{\text{эз}}$, $A_{\text{д}}$ и $A_{\text{эзк}}$ берутся из технических условий (контрактных спецификаций) ВОСП. Значение a берется из технического описания применяемого измерительного прибора.

3.4. Затухание ЭКУ* совместно со стационарными кабелями ("patchcord") не должно быть более значения A , определяемого по формуле:

$$A = W - A_{\text{эз}} - A_{\text{эзк}} - A_{\text{д}} - a$$

Примечание. Требование п.3.4. проверяется после установки на линии аппаратуры системы передачи со своими "штатными" стационарными кабелями.

3.5. Распределение потерь в неразъёмных соединениях ЭКУ, определяемое для каждого оптического волокна по отдельности, должно соответствовать требованиям табл. 1.

Таблица 1

Длина волны X, мкм	Потери Анс, дБ, не более, в % -тах неразъёмных соединений	
	100	50
1,3	0,2	. 0,1
1,55	0,1*	0,05

Примечание. В исключительных случаях допускается максимальное значение потерь на стыке не более 0,15 дБ, если меньшее значение не достигнуто после 3-х повторений сварки. При этом в монтируемой муфте на кассете должен остаться запас оптического волокна из 3-х витков.

Значение потерь для каждого неразъёмного соединения определяется как среднее арифметическое результатов измерений оптическим рефлектометром с двух сторон ЭКУ.

4. Нормы на электрические параметры элементарных кабельных участков

4.1. Нормы при постоянном токе на электрические параметры жил дистанционного питания (ДП), при наличии их в оптическом кабеле, указаны в табл. 2.

Таблица 2

ПАРАМЕТР	Значение	Коэффициент пересчета к длине 1 км
1	2	3
1. Электрическое сопротивление изоляции жил цепей ДП, измеренное между каждой жилой и всеми остальными жилами и металлическими элементами конструкции кабеля, приведенное к длине 1 км, МОм/км, не менее	10000	L
2. Электрическое сопротивление шлейфа жил двухпроводной цепи ДП, приведенное к длине 1 км, Ом/км, не более	$45,5/d^2$	1/L
3. Асимметрия (разность) электрических сопротивлений жил цепи ДП, приведенная к длине 1 км, Ом, не более	$0,23/d^2$	1/VZ

4. Испытательное напряжение изоляции цепей ДП по схеме, при которой один полюс источника высокого напряжения подключен к жиле, а другой - ко всем остальным жилам и металлическим элементам конструкции кабеля, В, в течение 2 мин	5000	
5. Электрическое сопротивление наружного полиэтиленового шланга между металлической броней (или металлической оболочкой, или жилами ДП) и землей, МОм/км, не менее *	5	L

*Примечание, Если установленная норма (5 Мом.км) не выдерживается ч в результате проверки состояния кабеля прибором ИМПИ и устранения сосредоточенных повреждений довести сопротивление изоляции шлангового покрова до нормы не представляется возможным, то допускается приемка в эксплуатацию кабеля по фактически достигнутым величинам, но не менее 100 кОм*км.*

5. Приёмо-сдаточные измерения элементарных кабельных участков

5.1. Приёмо-сдаточные измерения оптических (п.3.2.... п.3.5.) и электрических (п.4.1. табл.2.) параметров производятся в полном объёме на всех элементарных кабельных участках сооружаемой волоконно-оптической линии передачи.

В случаях, когда ЭКУ состоит из двух или более участков, содержащих оконечные кабельные устройства, измерение относительного значения оптических потерь (п.3.2), проверка распределения значений потерь в сростках (п.3.5.) и измерение электрических параметров (п.4.1.) производятся отдельно для каждого участка.

5.2. Затухание ЭКУ (п.3.2., п.3.3.) и распределение потерь в неразъёмных соединениях ЭКУ (п.3.5.) измеряются оптическим рефлектометром по методике, изложенной в его инструкции по эксплуатации.

Оптический рефлектометр должен обладать техническими характеристиками не хуже приведенных в табл. 3.

Таблица 3

Характеристика	Значение
Рабочая длина волны, мкм	1,3; 1,55
Динамический диапазон измеряемых значений затухания при отношении сигнала к средне-квадратическому значению шума равном 1, дБ, при длине волны: 1300±20нм 1550±20нм	37 или $Asr + 2$ 35 или $Asr+2$
Измеряемая длина, км	150

Погрешность измерения затухания (относительная нелинейность вертикальной шкалы рефлектометра), не более, %	5
Диапазон изменения устанавливаемого значения показателя преломления	1,4000... 1,6000
Точность установки показателя преломления	0,0001
Погрешность по длине, на ЭКУ, %	0,01
Минимальная мертвая зона, м	40
Разрешающая способность по вертикали, дБ	0,001

Измерение ЭКУ рефлектометром производится с двух сторон. Результат измерения определяется по усредненной рефлектограмме.

5.3. Затухание ЭКУ совместно со стационарными кабелями (п.3.4) измеряется методом разности уровней с помощью источника оптической мощности и измерителя уровня оптической мощности по методике, изложенной в инструкции по эксплуатации последнего.

Измерительный комплект должен обладать техническими характеристиками не хуже приведенных в табл. 4.

Таблица 4

Характеристика	Значение
Рабочая длина волны, мкм	1,3; 1,55
Уровень оптической мощности, ДБм 0; + 10	
Стабильность выходного уровня во времени, дБм	±0,1
Диапазон измеряемых уровней, дБм	+ 10. ...-60
Погрешность измерения затухания, %	5
Разрешающая способность по уровню, дБм	0,01

5.4. Измерение электрических параметров ЭКУ (п.4.1.: п.1, п.2, п.3 и п.5 табл.2) производится переносным кабельным прибором по методикам, изложенным в инструкции по его эксплуатации.

Допустимые погрешности измерений и номинальные значения указаны в табл. 5.

Таблица 5

Наименование характеристики. Единицы измерения.	Номинальное значение	Погрешность измерения, %, не более
Электрическое сопротивление шлейфа жил цепи ДП, Ом	44,6 L/d ²	0,5
Омическая асимметрия жил, Ом	0,5√L/d ² -	0,5*
Электрическое сопротивление изоляции жил цепи ДП, ГОм	{10...20}/L	2,5**
Электрическое сопротивление изоляции наружного шланга, МОм	5/L	2,5**

Примечания: * Погрешность относится к половине сопротивления цепи.

** Погрешность относится к длине рабочей части шкалы.

Испытание электрической прочности изоляции (п.4.1.: п.4 табл.2) производится высоковольтным кабельным устройством {например, ВКУ-5, ТУ45.88 АХП 2.771.001) по методике, изложенной в инструкции по его эксплуатации.

Приложение А

Длины элементарных кабельных участков.

Для проектирования волоконно-оптических линий передачи задаются значения номинальной, минимальной и максимальной длины ЭКУ ВОСП.

Номинальная длина ЭКУ должна определяться по формуле:

(1)

$$L_{\text{нн}} = \frac{W - A_{\text{эз}} - A_{\text{рс}} - A_{\text{д}} + A_{\text{нс макс}} - A_{\text{эзк}} - \Delta\alpha}{\alpha_{\text{макс}} + A_{\text{нс макс}} / l}$$

(1)

Минимальная длина ЭКУ должна определяться по формуле:

$$L_{\text{мм}} = \frac{W - \Delta A - A_{\text{рс}} + A_{\text{нн}}}{\alpha + A_{\text{нн}} / l} \quad (2)$$

Максимальная длина ЭКУ должна определяться по формуле:

$$L_{\text{макс}} = \frac{W - A_{\text{эз}} - A_{\text{рс}} - A_{\text{д}} - B\sqrt{L_{\text{нн}}} + A_{\text{нс}} - A_{\text{эзк}} - \Delta\alpha}{\alpha + (A_{\text{нс}} / l) + B\sqrt{L_{\text{нн}}}} \quad (3)$$

где:

$$B = \frac{3 \cdot 0,8}{2 \cdot \lambda' \cdot 4 \cdot \sqrt{12}} \sqrt{1 + 1/l}$$

l - средняя строительная длина. Значения B приведены в табл. А.1

Таблица А1

Строительная длина, l , км	В при X, мкм	
	1	1,3
1	0,17	0,085
2	0,15	0,075
3	0,14	0,070
4	0,135	0,067
5	0,13	0,066
6	0,13	0,065

На ЭКУ с длинами, определенными по формулам 1-3, вероятность ошибки будет не более значения, при котором определен энергетический потенциал ВОСП.

Приложение Б

Пример расчета номинальной, минимальной и максимальной длины элементарного кабельного участка ВОСП.

Б.1. Исходные данные

Исходные данные для расчета приведены в табл.Б.1

Таблица Б.1

Характеристика	Условные обозначения	Размерность	Значение
1	2	3	4
Тип кабеля	ОКЛ	—	—
Тип оптического волокна	G.652	—	—
Длина волны	λ	мкм	1,55
Энергетический потенциал	W	дБ	30
Эксплуатационный запас аппаратуры	$A_{эза}$	дБ	3
Потери в разъёмных соединителях	$A_{рс}$	дБ	2
Затухание между точками А и В	$A_{сг}$	дБ	25
Среднее расстояние между соединительными муфтами	l	км	2
Эксплуатационный запас кабеля	$A_{зк}$	дБ	3
Погрешность измерения затухания	$\Delta\delta$	дБ	3

Пределы регулировки АРУ (динамический диапазон фото детектора)	$\Delta\delta$	дБ	20
Максимальное значение потерь неразъёмного соединения	$A_{нс макс}$	дБ	0,1
Среднее значение неразъёмного соединения	$A_{нс}$	дБ	0,05
Максимальный коэффициент затухания ОВ	$\alpha_{макс}$	дБ/км	0,25
Среднее значение коэффициента затухания ОВ	α	дБ/км	0,19

Коэффициент разброса затухания и потерь	<i>B</i>	—	0,075
--	----------	---	-------

Б.2. Длины ЭКУ

Б.2.1. Номинальная длина ЭКУ

$$\frac{30 - 3 - 2 + 0.10 - 3 - 3}{0.25 + 0.1 / 2} = 19.10 / 0.30 = 63.7 \text{ км}$$

Лном=

Б.2.2. Минимальная длина ЭКУ:

$$\frac{30 - 3 - 2 - 0.075 \sqrt{63.7}}{0.19 + 0.05 / 2 + 0.075 \sqrt{63.7}} + \frac{0.05 - 3 - 3}{0.2244} = 18.45 / 0.2244 = 82.2 \text{ км}$$

Лмин =

$$\frac{30 - 20 - 2 + 0.5}{0.19 + 0.05 / 2} = 8.05 / 0.215 = 37.4 \text{ км}$$

Б.2.3. Максимальная длина ЭКУ

Лмакс=