
ООО "Аналитик-ТС"

**Анализаторы систем передачи и
кабелей связи**

AnCom A-7

РУКОВОДСТВО ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ

4221-009-11438828-17РЭ-7-1

Измерение кабелей

Документ **A7_307_re7_106** (июнь 2017)

Содержание

1. Общие положения.....	3
2. Измерение кабелей.....	4
2.1 Емкость ГОСТ 27893-88, метод 3; сопротивление, индуктивность.....	5
2.2 Параметры искробезопасности. ГОСТ Р МЭК 60079-27-2012.....	7
2.3 Защитное действие металлических покровов. ГОСТ 27893-88, метод 8.....	9
2.4 Переходное затухание на ближнем конце. ГОСТ 27893-88, метод 5.....	13
2.5 Защищенность на дальнем конце. ГОСТ 27893-88, метод 5.....	15
2.5.1 Рабочее затухание пары.....	15
2.5.2 Запас защищенности от переходных помех на дальнем конце.....	16
2.6 Частотные характеристики кабеля. ГОСТ 27893-88, метод 6.....	17
2.6.1 Измерение в полосе до 1024 кГц.....	17
2.6.2 Измерение в полосе до 4096 кГц.....	20
2.7 2-проводный рефлектометр. Неоднородность кабеля.....	21
2.8 4-проводный рефлектометр. Длина кабеля.....	22
3. Литература.....	23

1. Общие положения

Технические характеристики анализаторов систем передачи и кабелей связи AnCom A-7 (далее – анализатор) приведены в 1-й части руководства по эксплуатации – РЭ-7-1, где определены эксплуатационные ограничения анализатора, обязательные к изучению перед выполнением измерений.

Возможности программного обеспечения (ПО) анализатора для персонального компьютера (ПК) описаны в РЭ-7-2.

РЭ-7-3 определяет порядок применения анализатора при контроле параметров оконечного оборудования xDSL.

РЭ-7-4 определяет возможности анализатора применительно к контролю кабельных линий связи при их использовании для создания цифровых абонентских линий (xDSL).

Настоящая часть – РЭ-7-7 - описывает возможности анализатора применительно к измерениям характеристик кабелей связи. Характеристики некоторых кабелей связи представлены в [1-4].

Измерение кабелей выполняется с использованием методов измерений 3, 5, 6 и 8 согласно ГОСТ 27893-88 [5], для чего в комплект поставки СПО анализатора включены соответствующие конфигурации - ...**A-7_307\Config\Кабели**.

При контроле кабелей могут быть применены нормы, представленные в таблице 7 ГОСТ Р 53538-2009 [6], и учтен материал рекомендации МСЭ-Т L.19 [7].

Шаблоны частотных характеристик (ЧХ) переходных влияний из [6] и [7] включены в комплект поставки СПО анализатора как маски - ...**A-7_307\Masks\Кабели**.

При выполнении измерений используются следующие режимы анализатора:

- **СуперСел** – определение электрической емкости, емкостной асимметрии, сопротивления, индуктивности, коэффициента затухания, коэффициента фазы и импеданса,
- **МЧС** (многочастотный) – определение частотных характеристик переходных влияний,
- **ПСС** (псевдослучайный) – при рефлектометрических измерениях.

При измерениях по **СуперСел** устанавливаются электрические режимы **ХХ** – холостого хода и **КЗ** – короткого замыкания. Режимы должны быть обеспечены:

- на окончании **соединительного кабеля**, подключенного к анализатору, при калибровке анализатора, выполняемой в целях компенсации собственной погрешности анализатора и влияния емкости (**ХХ**), сопротивления и индуктивности (**КЗ**) соединительного кабеля;
- на окончании **измеряемого кабеля** при измерении емкости, сопротивления, индуктивности, импеданса, коэффициентов затухания и фазы (**ХХ-КЗ**).

Материал настоящей части РЭ может быть использован при разработке измерительных операций, применяемых при контроле продукции на кабельных заводах

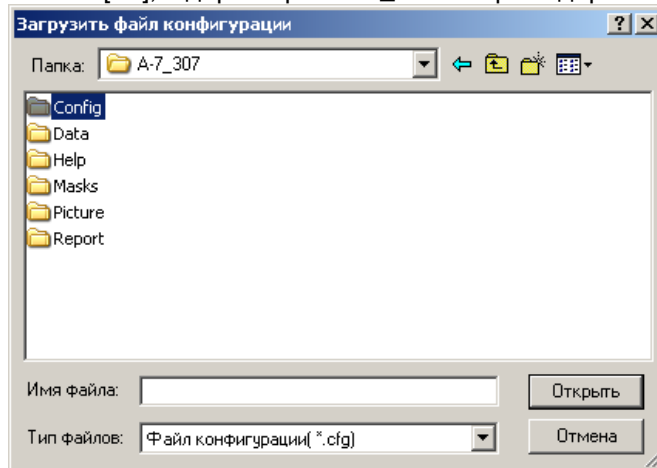
Характеристики некоторых кабелей представлены в справочниках и в РЭ-7-4

Описанные в настоящей части конфигурации размещены в директории **A-7_307\Config\Кабели**

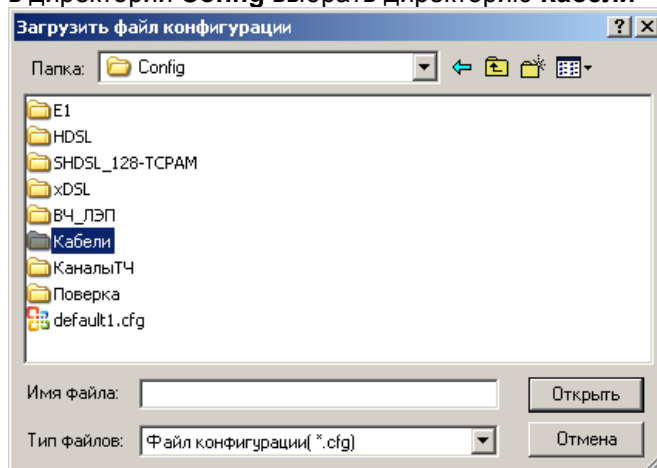
2. Измерение кабелей

Измерительные конфигурации представляют собой набор параметров настройки, загрузка которых обеспечивает выполнение конкретной измерительной процедуры, назначение которой определено названием файла конфигурации. Для выбора конфигурации следует:

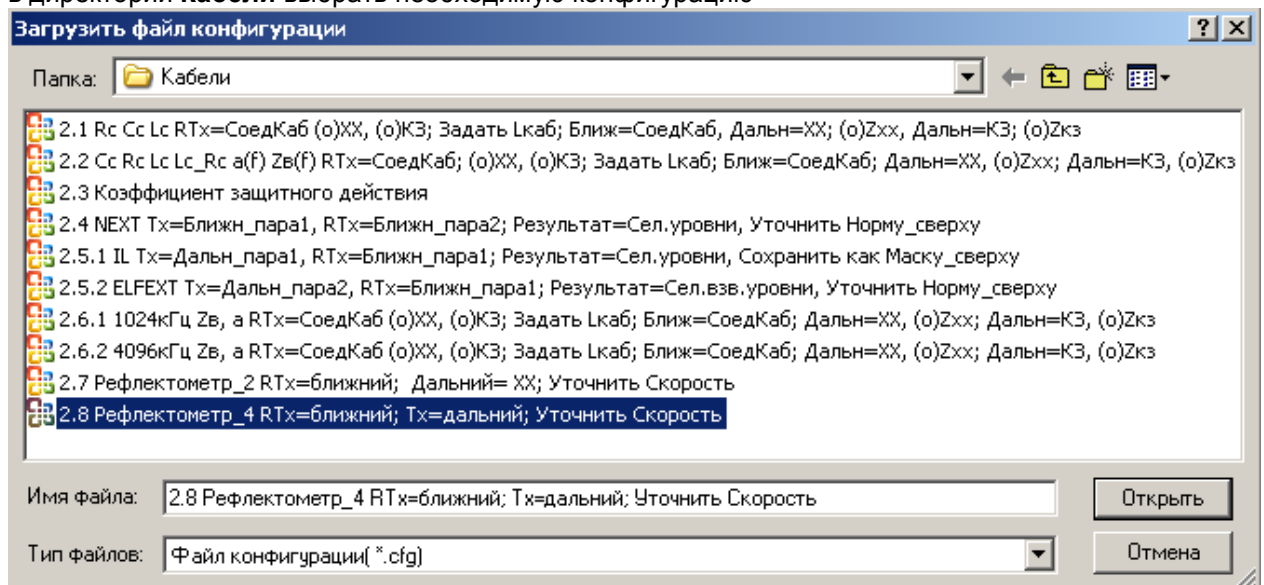
- нажать [F3]; в директории **A-7_307** выбрать директорию **Config**



- в директории **Config** выбрать директорию **Кабели**



- в директории **Кабели** выбрать необходимую конфигурацию



После загрузки выбранной конфигурации для получения результатов измерений следует выполнить описанные ниже применительно к каждой конфигурации действия.

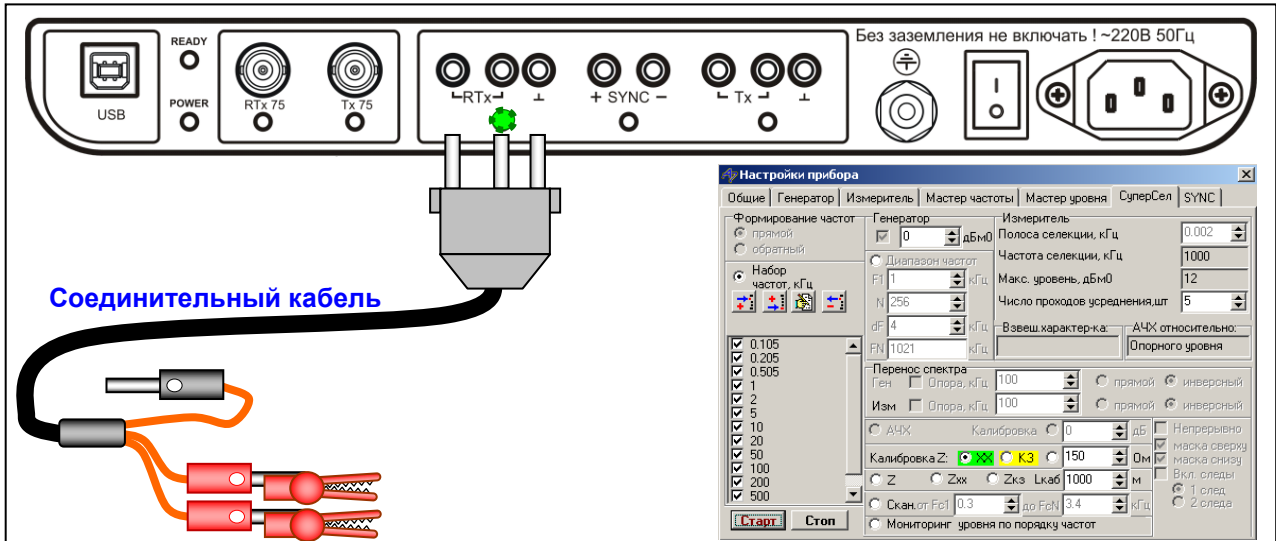
2.1 Емкость ГОСТ 27893-88, метод 3; сопротивление, индуктивность

Емкость, сопротивление и индуктивность кабеля определяются с применением конфигурации

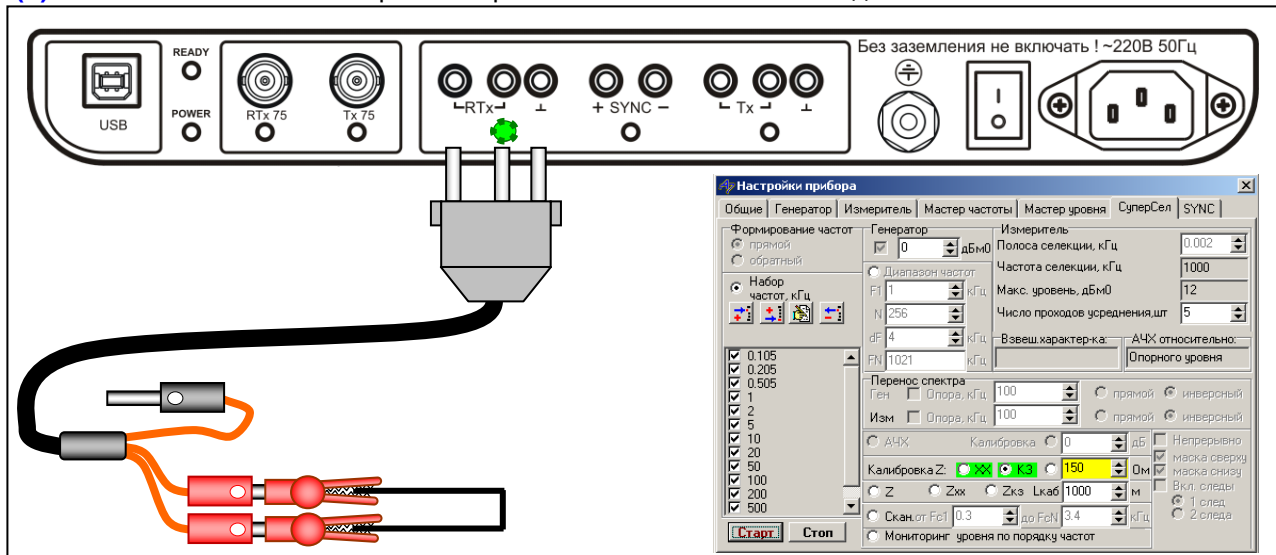
2.1 Сс Rc Lc RTx=СоедКаб (о)XX, (о)К3; Задать Lкаб; Ближ=СоедКаб, Дальн=XX; (о)Zxx, Дальн=K3; (о)Zкз.cfg

В названии конфигурации отражены следующие сведения и указания:

- 2.1 номер пункта в настоящем руководстве;
- Сс измеряется погонная емкость **Сс**;
- Rc измеряется погонное сопротивление **Rc**;
- Lc измеряется погонная индуктивность¹ **Lc**;
- RTx=СоедКаб подключить соединительный кабель к разъему RTx анализатора А-7;
- (о)XX откалибровать в режиме **XX** на окончании соединительного кабеля²



(о)К3 откалибровать в режиме **К3** на окончании соединительного кабеля³



Задать Lкаб задать физическую длину кабеля **Lкаб** -
Ближ=СоедКаб подключить ближний конец измеряемого кабеля к концу соединительного;

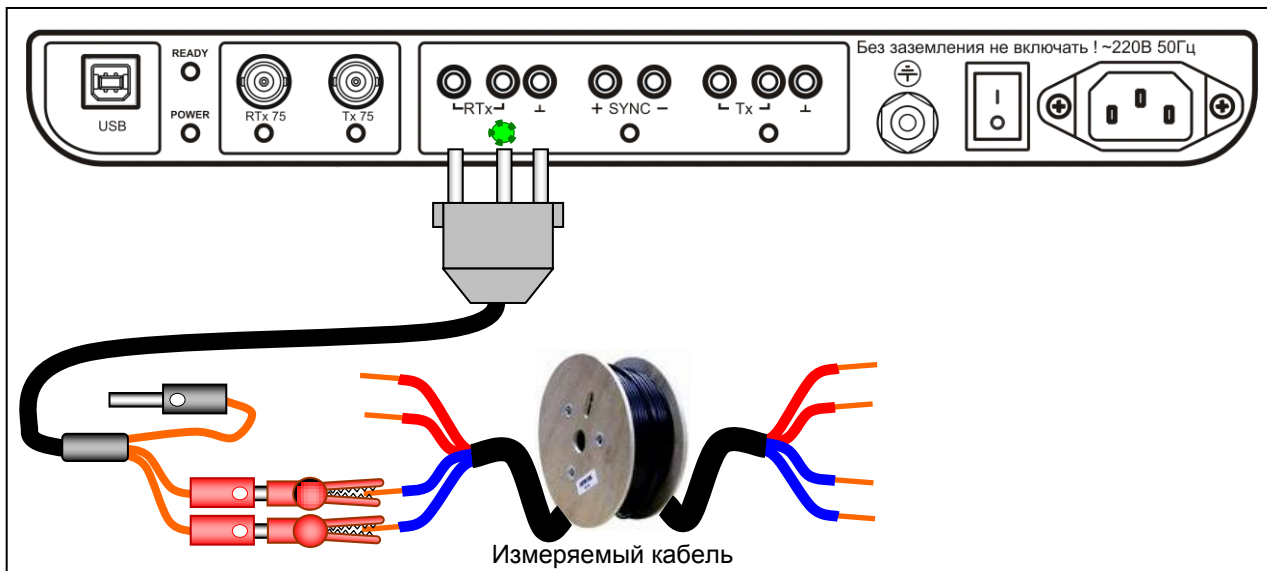
¹ При измерении погонных параметров используется метод, учитывающий волновую природу кабеля [15], проявляющуюся, в первую очередь, в том, что погонная индуктивность измеренная как рабочая индуктивность пары, отнесенная к его физической длине, уменьшается при увеличении длины образца. Измерения выполняются последовательно в режимах XX и K3 на дальнем конце кабеля.

² Будет учтена емкость соединительного кабеля.

³ Будут учтены индуктивность и сопротивление соединительного кабеля.

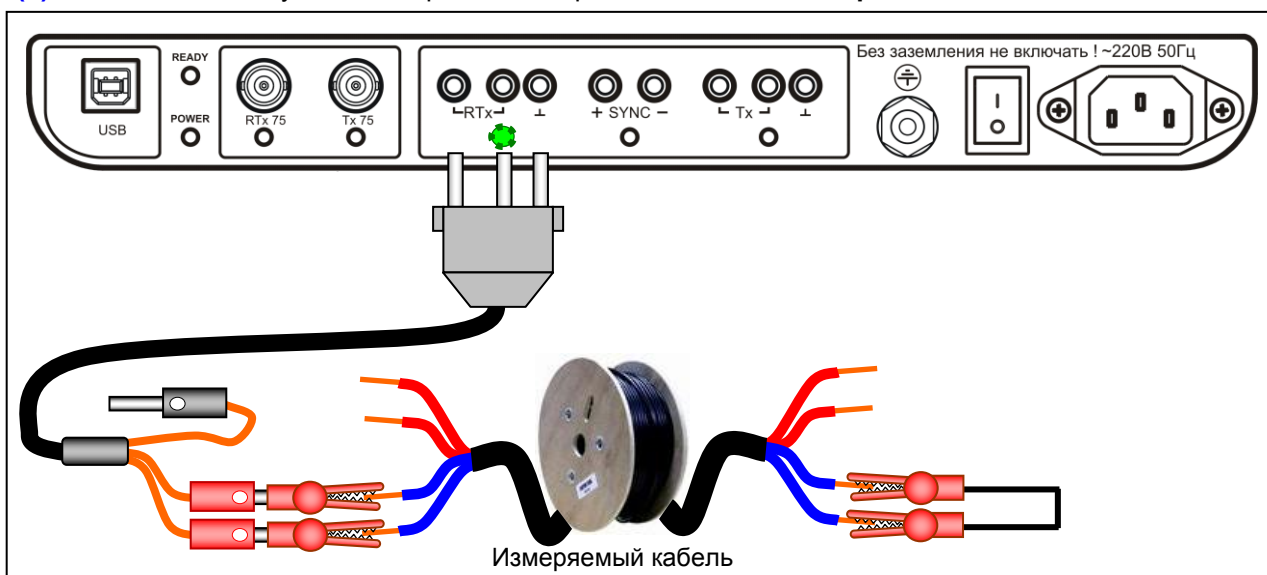
Дальн=XX
(o)Zxx

установить на дальнем конце измеряемого кабеля режим XX;
установить режим измерения Zxx, нажать **Старт**;

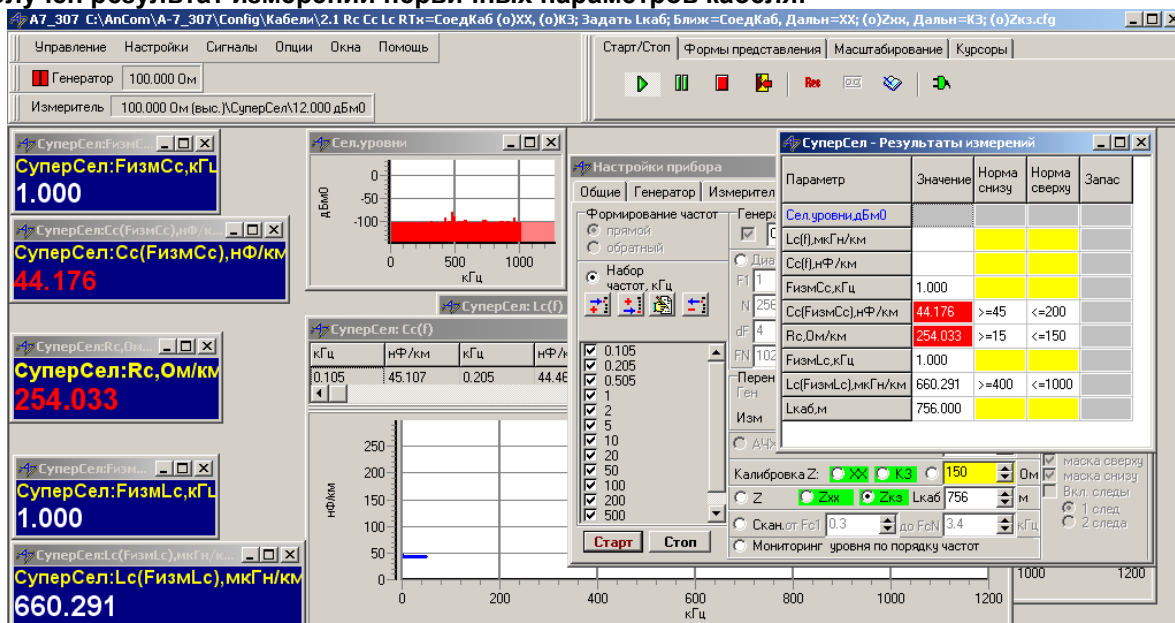


Дальн=K3
(o)Zk3

установить на дальнем конце измеряемого кабеля режим K3;
установить режим измерения Zk3, нажать **Старт**.



Получен результат измерений первичных параметров кабеля:



Вид ПО анализатора AnCom A-7/307 при измерении первичных параметров кабеля

2.2 Параметры искробезопасности. ГОСТ Р МЭК 60079-27-2012

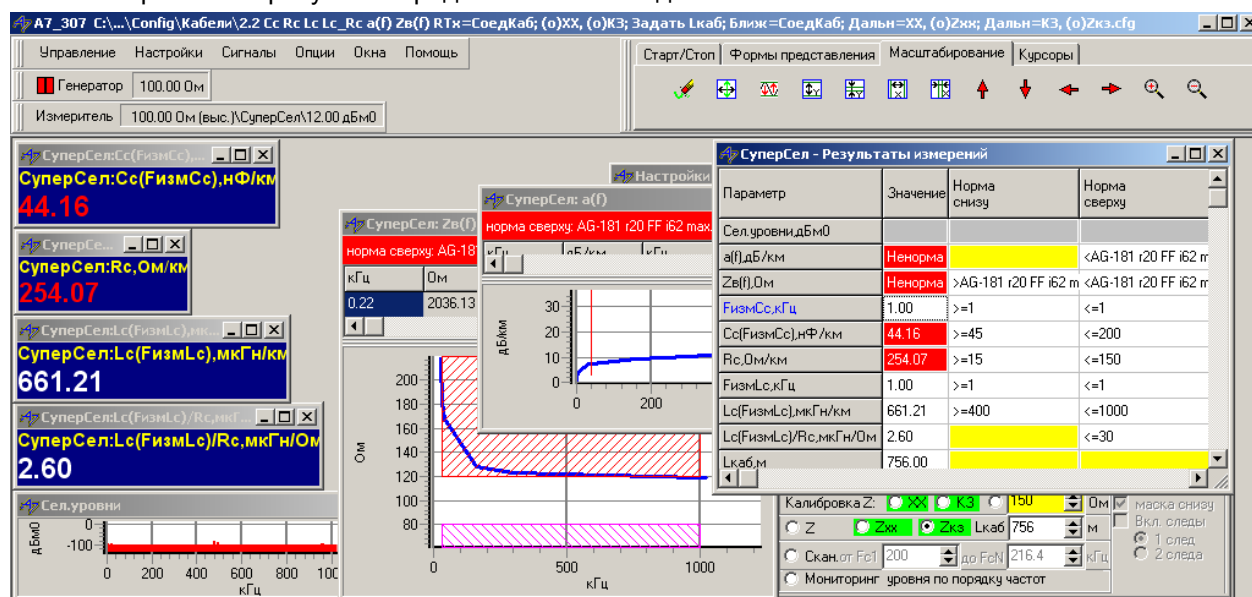
Рядом стандартов устанавливаются требования к измерению параметров искробезопасности, например т.н. монтажных кабелей. Анализ стандартов показывает, что такие кабели могут быть квалифицированы следующим образом:

Норма	Наименование параметров	Обозначение и диапазон допустимых значений	Требования к условиям измерений	
искро- безопас- ности - стандарты [8-9]	Погонная емкость	$Cc=45...200$ нФ/км	Длина образцов >10 м. Измерительная частота 1 кГц.	Стандарт [10]
	Погонное сопротивление шлейфа	$Rc=15...150$ Ом/км		
	Погонная индуктивность шлейфа	$Lc=400...1000$ мкГн/км		
	Соотношение индуктивности и сопротивления	$Lc/Rc < 30$ мкГн/Ом		
передачи - стандарты [11-13]	Коэффициент затухания	$a < 3$ дБ/км	39 кГц	
	Полное сопротивление (импеданс)	$Z=80...120$ Ом	31,25 кГц	

Измерение погонных параметров, а так же собственных импеданса и коэффициента затухания кабеля производится при исполнении конфигурации, в названии которой отражены следующие сведения и инструкции:

2.9	номер пункта в настоящем руководстве,
Cc	измерение погонной емкости,
Rc	измерение погонного сопротивления шлейфа,
Lc	измерение погонной индуктивности шлейфа,
Lc_Rc	измерение соотношения индуктивности и сопротивления,
$a(f)$	измерение коэффициента затухания,
$Zв(f)$	измерение импеданса,
$RTx=СоедКаб$	подключить к RTx соединительный кабель,
$(o)XX$	установить XX на конце соединительного кабеля, откалибровать в XX ,
$(o)K3$	установить $K3$ на конце соединительного кабеля, откалибровать в $K3$,
Задать $Lкаб$	задать длину измеряемого кабеля,
$Ближ=СоедКаб$	подключить ближний конец измеряемого к соединительному кабелю,
$Дальн=XX, (o)Zxx$	установить XX на дальнем конце, измерить в режиме XX ,
$Дальн=K3, (o)Zk3.cfg$	установить $K3$ на дальнем конце, измерить в режиме $K3$.

Последовательность действий при использовании конфигурации аналогична приведенной в п. 2.1. Оперативный результат представляется в виде:



Вид ПО анализатора AnCom A-7/307 при измерении параметров искробезопасности кабеля

Протокол измерений (формат HTML) имеет следующий вид:

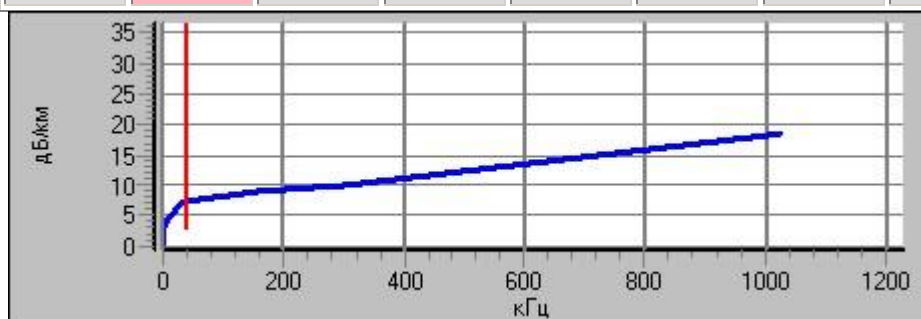
27.09.27 19:17:12 СуперСел/2_Г_И_симм/1024 кГц
Контроль параметров искробезопасности
Результаты:

Параметр	Значение	Норма снизу	Норма сверху
a(f),дБ/км	Ненорма		< AG-181 r20 FF i62 max.7ak
Zв(f),Ом	Ненорма	> AG-181 r20 FF i62 min.7zf	< AG-181 r20 FF i62 max.7zf
ФизмСс,кГц	1.00	>=1.00	<=1.00
Сс(ФизмСс),нФ/км	44.16	>=45.00	<=200.00
Rс,Ом/км	254.07	>=15.00	<=150.00
ФизмLс,кГц	1.00	>=1.00	<=1.00
Lс(ФизмLс),мкГн/км	661.21	>=400.00	<=1000.00
Lс/Rс(ФизмLс),мкГн/Ом	2.60		<=30.00
Lкаб,м	756.00		

СуперСел: a(f)

Маска сверху: AG-181 r20 FF i62 max.7ak

кГц	дБ/км	кГц	дБ/км	кГц	дБ/км	кГц	дБ/км	кГц	дБ/км
0.22	0.74	1.00	1.59	3.00	2.71	7.90	4.23	31.25	7.01
39.00	7.41	160.00	9.01	300.00	9.97	1000.00	18.09	1024.00	18.39

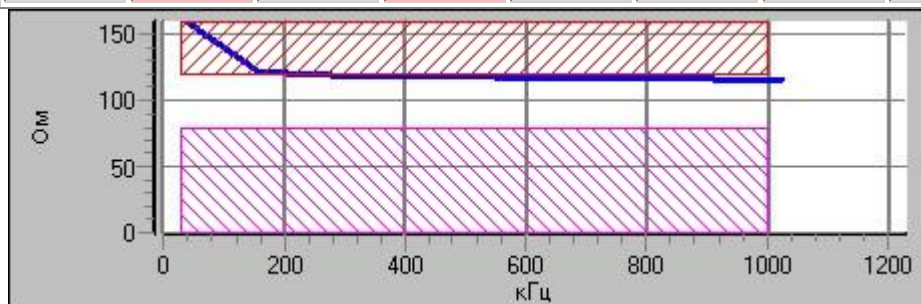


СуперСел: Zв(f)

Маска сверху: AG-181 r20 FF i62 max.7zf

Маска снизу: AG-181 r20 FF i62 min.7zf

кГц	Ом	кГц	Ом	кГц	Ом	кГц	Ом	кГц	Ом
0.22	1939.50	1.00	909.49	3.00	525.52	7.90	325.12	31.25	172.95
39.00	159.27	160.00	121.20	300.00	118.13	1000.00	115.27	1024.00	115.27



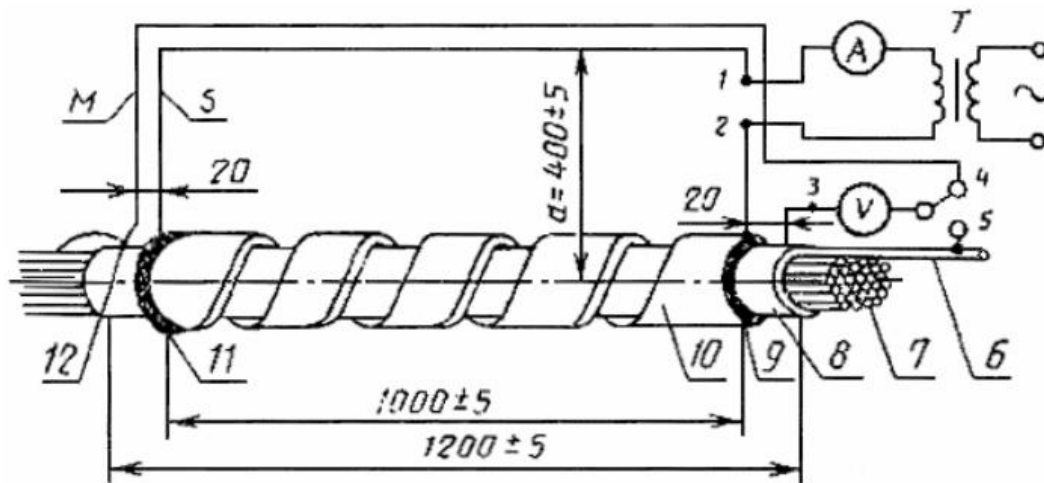
2.3 Защитное действие металлических покровов. ГОСТ 27893-88, метод 8

Стандарт ГОСТ 31943-2012 [14] в п. 4.1.2 среди прочих определяет требования к коэффициенту защитного действия металлических покровов. Причем:

- пп. 4.1.2.2 содержит требование к «идеальному коэффициенту защитного действия металлических покровов» - не более 0,800,
- пп. 4.1.2.3 отсылает к приложению Д, в котором устанавливается требование к «идеальному коэффициенту защитного действия металлопокровов» равному
 - 0,995 для небронированных и
 - 0,980 для бронированных кабелей.

Общими для пп. 4.1.2.2 и пп. 4.1.2.3 являются условия испытаний, заключающиеся в том, что к металлопокровам со стороны измерительной установки прилагается ЭДС на частоте 50 Гц с величиной 30...50 В/км.

Нормативные ссылки по п. 2 ГОСТ 31943-2012 содержат указание на ГОСТ 27893-88 [5], в котором определена схема измерительной установки.



1 и 2 - токовые зажимы; 3, 4 и 5 - потенциальные зажимы; 6 - любая измеряемая жила кабеля, 7 - остальные жилы кабеля, изолированные друг от друга и от кабельной оболочки; 8 - металлическая оболочка; 9 и 11 - кольцевые электроды; 10 - броня, S - токовый провод; M - измерительный провод, изолированный от токового провода S; 12 - точка соединения измеряемой жилы 6 с измерительным проводом M и оболочкой 8; a - аксиальное расстояние между продольной осью кабеля и токовым проводом S; T - регулируемый трансформатор для высоких токовых нагрузок

Измерение защитного действия металлических покровов по ГОСТ 27893-88

При включении в измерительную установку отрезка контролируемого кабеля длиной 1000 ± 5 мм величина ЭДС будет равна $(30...50 \text{ В/км}) \times (1 \text{ м}) = 30...50 \text{ мВ}$, что относительно величины 775 мВ составит **рекомендуемый диапазон напряжений** $20 \lg((30...50 \text{ мВ}) / (775 \text{ мВ})) = -28...-24 \text{ дБн}$.

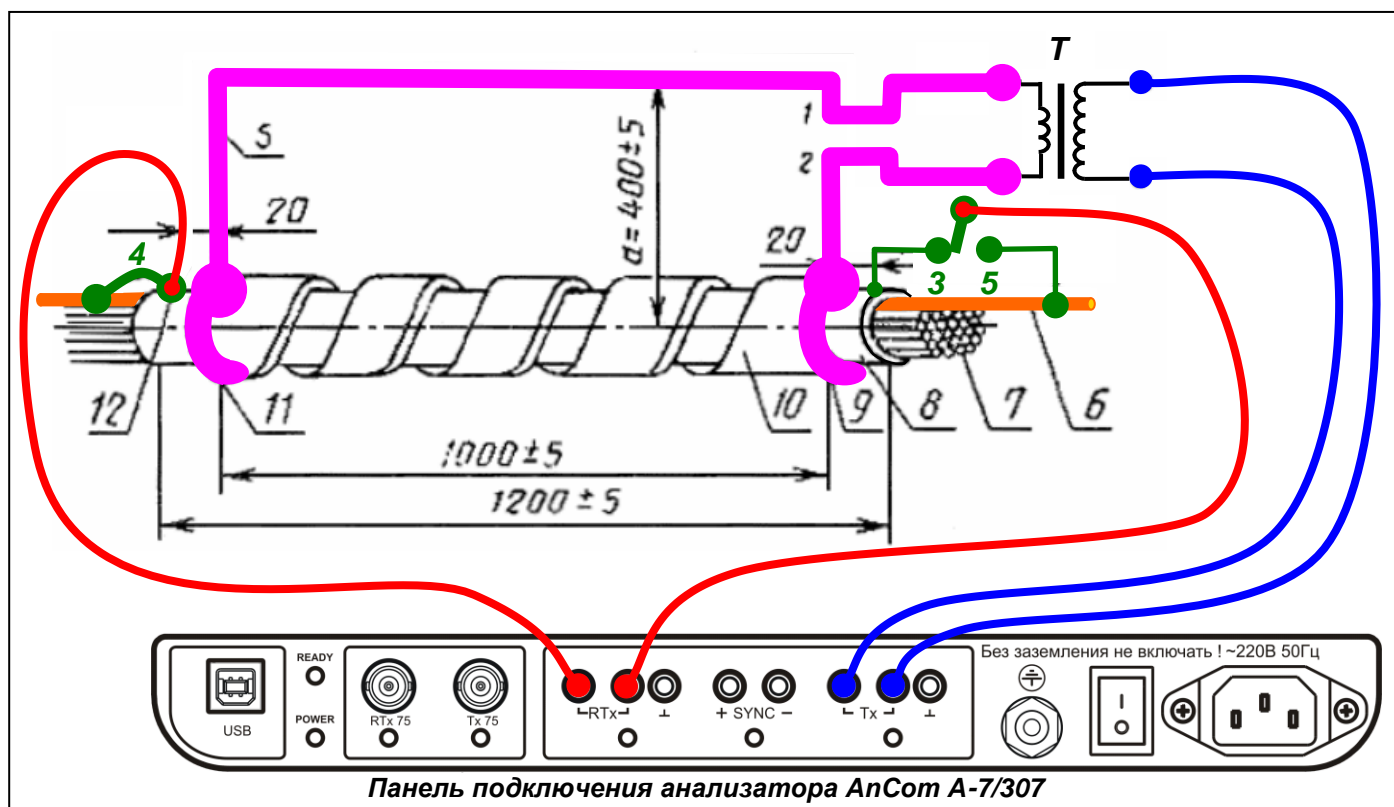
Величина погонного сопротивления защитных покровов составляет⁴ 0,010...0,100 Ом/м.

На рекомендованной в ГОСТ 27893-88 [5] схеме сигнал вводится из сети промышленного электроснабжения с применением трансформатора T. Использование такого сигнала из промсети вносит следующие ограничения:

- нет возможности контроля гармонических искажений, а ГОСТ 27893-88 в п. 8.3.1 регламентирует ограничение искажений – не более 10%;
- нет возможности коррекции частоты, а измерительная схема содержит одновитковый контур с площадью 0,4 кв.м, который может захватить сигнал помехи на частоте промсети 50 Гц, поэтому измерения целесообразно проводить на смещенной частоте 51...55 Гц с использованием селективного приемника, настроенного на ту же частоту.

⁴ Например, согласно п. 1.4.1 ТУ 16.К71-314-2003 норма сопротивления экрана составляет <67,5 Ом/км.

Использование в измерительной установке анализатора А-7/307 позволяет задавать любую частоту, однако нагрузочная характеристика генератора анализатора не позволяет подключать генератор непосредственно к низкоомной нагрузке, которой является защитный покров (экран) образца кабеля. Использование понижающего напряжения трансформатора *T* позволяет согласовать выходное сопротивление.



Измерение защитного действия металлических покрытий с использованием А-7/307

Токоведущие провода S от выхода трансформатора *T* к **контактным хомутам**, затягиваемым на металлическом покрове **выпрямленного образца кабеля**, должны быть выполнены медным проводом с сечением не менее 8 кв.мм и уложены по фиксированному кондуктору (лист фанеры с желобом для проводов) на расстоянии, указанном на схеме. **Токоведущие провода** должны быть подключены к **хомутам 9, 11** и выходной обмотке трансформатора *T* неразъемно.

В зависимости от характеристик используемого трансформатора T могут быть получены различные значения **уровня напряжения на хомутах**, подключенных к металлическому покрову образца кабеля с различным сопротивлением:

- если уровень напряжения превышает верхнюю границу **рекомендованного диапазона**, то уровень **генератора** следует **понизить**;
- если уровень напряжения при максимальном уровне генератора ниже нижней границы **рекомендованного диапазона**, то необходимо подобрать **трансформатор с большей номинальной мощностью**⁵.

Уровень напряжения в зависимости от сопротивления металлического покрова образца кабеля и характеристик трансформатора

Уровни напряжения на хомутах при максимальном уровне генератора +25 дБн		$U_{34}, мВ$	$U_{34}, дБн$	$U_{34}, мВ$	$U_{34}, дБн$	$U_{34}, мВ$	$U_{34}, дБн$		
Сопротивление металлического покрова образца кабеля, Ом	0,001	0.3	-67	2	-52	6	-42		
	0,002	0.7	-61	4	-46	12	-36		
	0,003	1.1	-57	6	-42	20	-32		
	0,005	1.7	-53	10	-38	31	-28		
	0,007	2.5	-50	14	-35	44	-25		
	0,010	3.5	-47	19	-32	62	-22		
	0,020	7	-41	39	-26	123	-16		
	0,030	11	-37	62	-22	195	-12		
	0,050	17	-33	98	-18	309	-8		
	0,070	25	-30	138	-15	436	-5		
0,100	35	-27	195	-12	616	-2			
Трансформатор	ТП 112-7 Трансформатор; 7 Вт ; 230 В; 12 В; http://www.chipdip.ru/product/tp112-7/		$R_{\text{ВЫХ}} = 4.0 \text{ Ом}$	HAHN BV EI 543 1174 Трансформатор залитый; 22 ВА ; 230 ВАС; 15 В; http://www.tme.eu/ru/details/bvei5431174/transformatory-dlia-pechati/hahn/bv-ei-543-1174/		$R_{\text{ВЫХ}} = 1.4 \text{ Ом}$	TALEMA 58-0200-012-S Трансформатор тороидальный; 200 ВА ; 230 ВАС; 12 В; http://www.tme.eu/ru/details/58-0200-012-s/transformatory-toroidalnye/talema/		$R_{\text{ВЫХ}} \approx 0.1 \text{ Ом}$

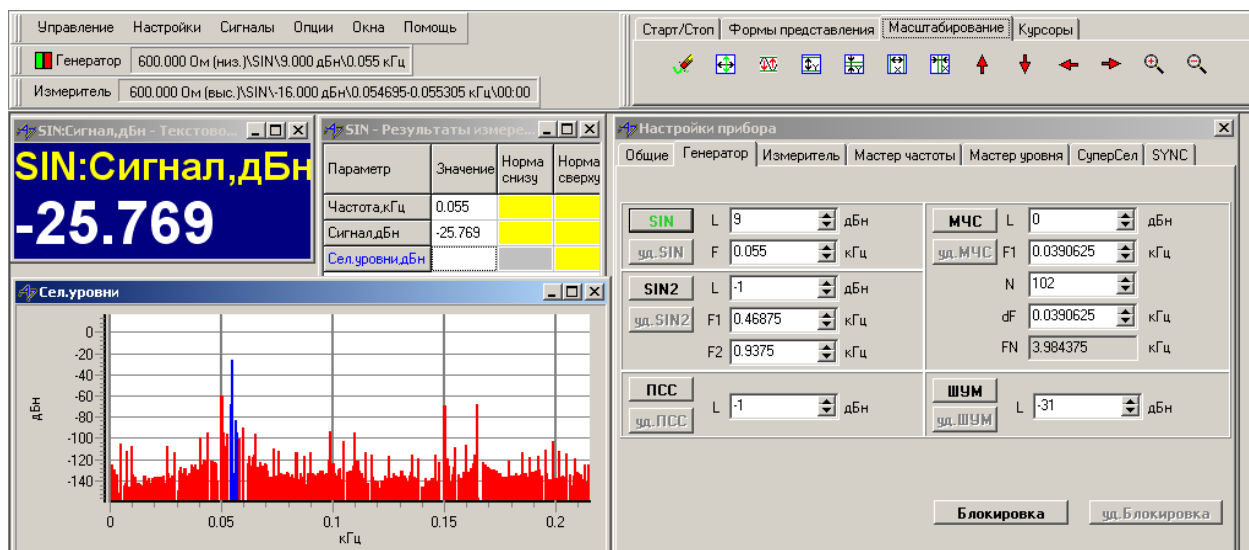
⁵ В схеме замещения выхода трансформатора выходное сопротивление уменьшается с ростом номинальной передаваемой мощности. Снижение выходного сопротивления источника позволяет сформировать на низкоомной нагрузке металлического покрова образца кабеля большее падение напряжения.

Необходимые настройки анализатора A-7/307 обеспечиваются загрузкой конфигурации

2.3 Коэффициент защитного действия:

- подключение = «4_Г_И_симм»;
- максимальная частота = «до 4 кГц»;
- панель «Общие»:
 - Единицы измерений = «дБн»,
 - Генератор импеданс = низкоомно,
 - Измеритель импеданс = высокоомно,
 - Макс. уровень = 4 дБн,
 - Прецизионный анализ = 0.00061 кГц;
- панель «Генератор»: Уровень = **25** дБн⁶, Частота = **0.055** кГц⁷;
- выход **Tx** анализатора подключить к трансформатору **T**,
- панель «Измеритель»:
 - Миним.уровень сигнала = -80 дБн,
 - Миним.защищенность сигнала = 0 дБ,
 - Интервал усреднения = 20 с,
 - Диапазон частот анализа: Полоса = 0.00061 кГц, Центр = **0.055** кГц;
- выдержать режим в течение не менее 10...20 минут,
- подключить **RTx** анализатора к клеммам **4-3** для определения уровня напряжения⁸ на металлических **покровах** кабеля $U_{H,B} = U_{43, дБн}$,
- подключить **RTx** к клеммам **4-5** для прямого определения разности⁹ напряжений на **покровах** и на **жиле** $(U_{H,B} - U_{A,B}), B = (U_{43} - U_{45}), B = U_{35}, B = 0,775 \times 10^{(U_{35, дБн})/20}$,
- вычислить **идеальный коэффициент защитного действия** (п.8.4.1 ГОСТ 27893-88 [5])

$$r = \frac{U_{A,B}}{U_{H,B}} = \frac{U_{H,B} - (U_{H,B} - U_{A,B})}{U_{H,B}} = 1 - \frac{(U_{43} - U_{45}), B}{U_{43, B}} = 1 - \frac{U_{35, B}}{U_{43, B}} = 1 - \frac{0,775 \times 10^{(U_{35, дБн})/20}}{0,775 \times 10^{(U_{43, дБн})/20}} = 1 - 10^{(U_{35, дБн} - U_{43, дБн})/20}$$



Вид ПО анализатора AnSot A-7/307 при измерении коэффициента защитного действия. Измерение на частоте 55 Гц, т.к. на частоте 50 Гц (см. спектр) присутствует помеха

⁶ Уровень выбирается в соответствии с сопротивлением металлического покрова образца: следует изменить уровень генератора так, чтобы величина уровня $U_{43, дБн}$ соответствовал бы диапазону **-28...-24** дБн.

⁷ Так как схема содержит контур с площадью 1,0x0,4=0,4 кв.м, то этот контур (особенно в заводских условиях) может способствовать наводке на измерительный вход напряжения промышленной сети с частотой 50 Гц, равной измерительной. Поэтому перед началом измерений следует убедиться в отсутствии наводки частоты от промышленной сети электроснабжения (генератор заблокирован) на клеммы 3-4 и 3-5. Если же сигнал наводки присутствует, то следует или переориентировать контур, или изменить частоты генератора и центральную измерителя, задав, например, **0.055** кГц.

⁸ Уровень напряжения определяется как значение параметра «Сигнал, дБн».

⁹ Рекомендуемый в ГОСТ 27893-88 способ измерения близких напряжений $U_{H,B}$ и $U_{A,B}$ чреват непредсказуемой методической погрешностью определения их соотношения.

2.4 Переходное затухание на ближнем конце. ГОСТ 27893-88, метод 5

Для измерения переходного затухания по методу 5 [ГОСТ 27893-88](#) [5] используется один анализатор и конфигурация, в названии которой отражены следующие сведения и указания:

2.4 NEXT

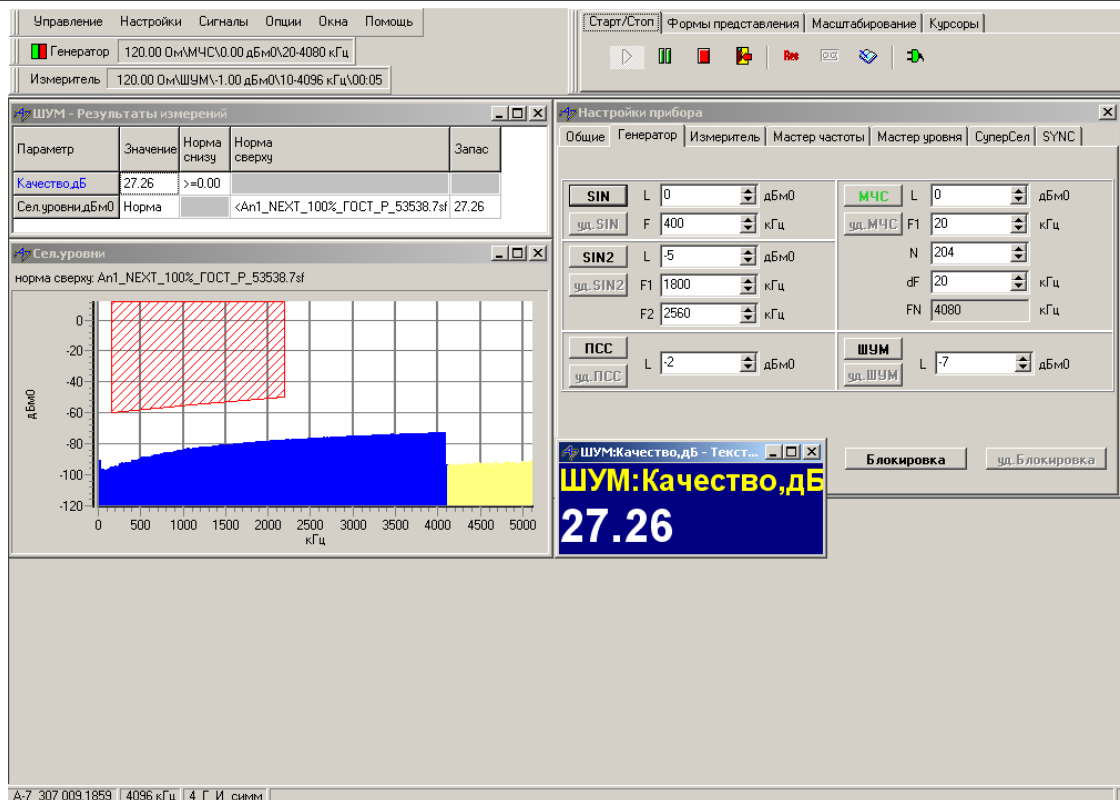
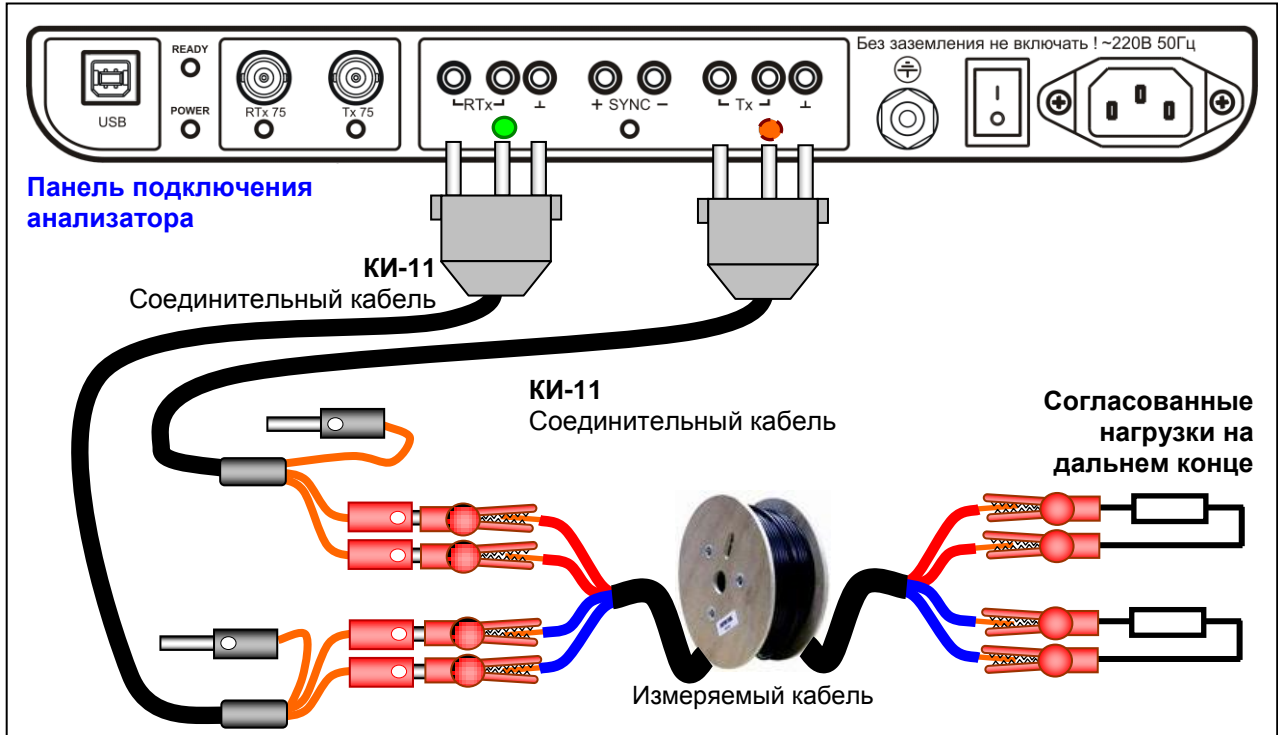
Tx=Ближн_пара1

RTx=Ближн_пара2

Результат=Сел.уровни

Уточнить Норму_сверху.cfg

измерение переходного затухания на ближнем конце (An1\NEXT¹⁰); к Tx анализатора на ближнем конце подключается 1-я пара; к RTx анализатора на ближнем конце подключается 2-я пара¹¹, результат представляет форма «Сел.уровни»¹², результат автоматически сопоставляется с нормой, уточняемой в форме настройки «Шум - настройка параметров».



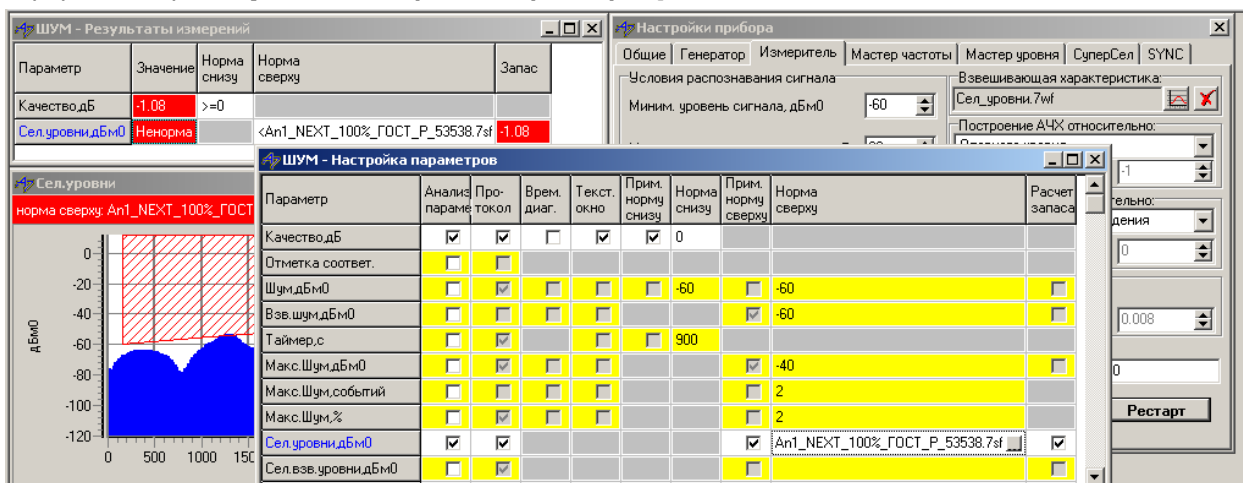
¹⁰ **NEXT** - Near End croSS Talking – переходный разговор на ближнем конце.

¹¹ На дальнем конце к парам следует подключить согласованную нагрузку.

¹² Запас соответствия норме представляет параметр «Качество, дБ».

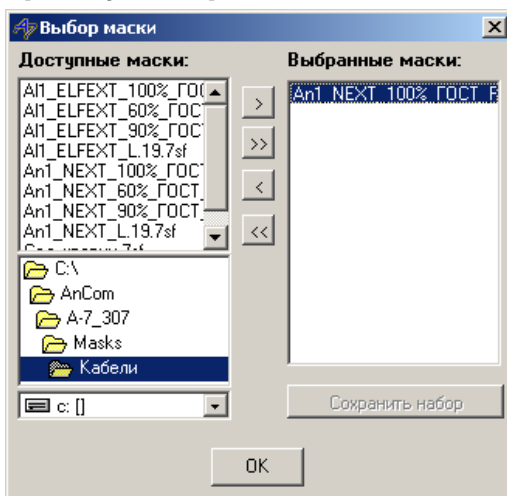
Для уточнения маски **Нормы сверху** необходимо:

- мышкой «ткнуть» в строку **Сел.уровни,дБм0** формы [ШУМ - Результаты измерений] - откроется форма настройки [ШУМ – Настройка параметров]



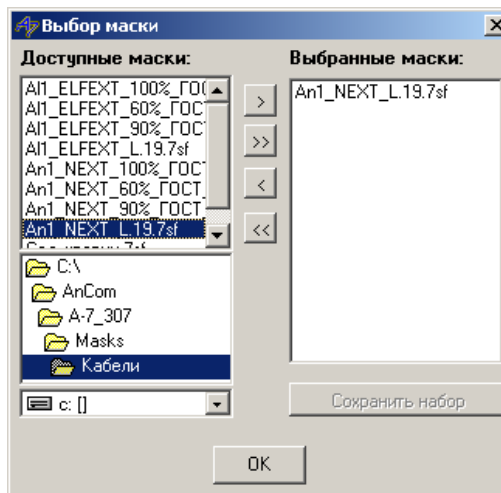
В форме [ШУМ - Настройка параметров]

- «ткнуть» мышкой в поле имени файла маски **Нормы сверху** - откроется форма [Выбор маски].

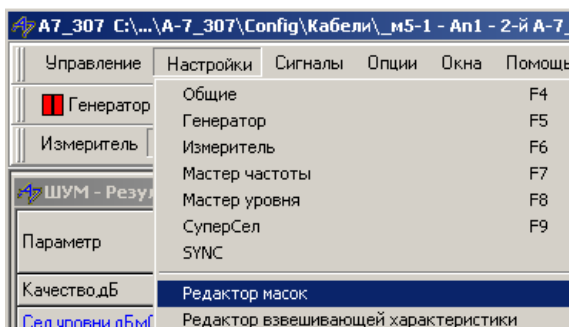


В форме [Выбор маски]

- кнопкой [**<**] удалить предыдущий файл из окна **Выбранные маски**,
- указать новый файл в списке **Доступные маски** и
- ввести выбранный файл кнопкой [**>**].

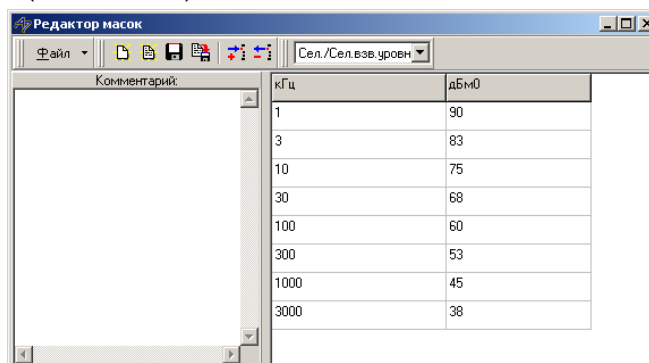


Для создания новой маски в меню **Настройки** выбирается **Редактор масок**



В [Редакторе масок] следует

- указать тип маски **Сел./Сел.взв.уровни**,
- ввести данные маски (обязательно),
- комментарий (при необходимости) и
- сохранить файл, дав ему содержательное имя (желательно)



2.5 Защищенность на дальнем конце. ГОСТ 27893-88, метод 5

Для измерения защищенности от переходных влияний на дальнем конце по методу 5 ГОСТ 27893-88 [5] используется один анализатор. Измерение выполняется в два шага.

2.5.1 Рабочее затухание пары

На шаге-1 измеряется рабочее затухание пары, для чего загружается конфигурация:

2.5.1 IL

Tx=Дальн_пара1

RTx=Ближн_пара1

Результат=Сел.уровни

Сохранить как Маску_сверху.cfg

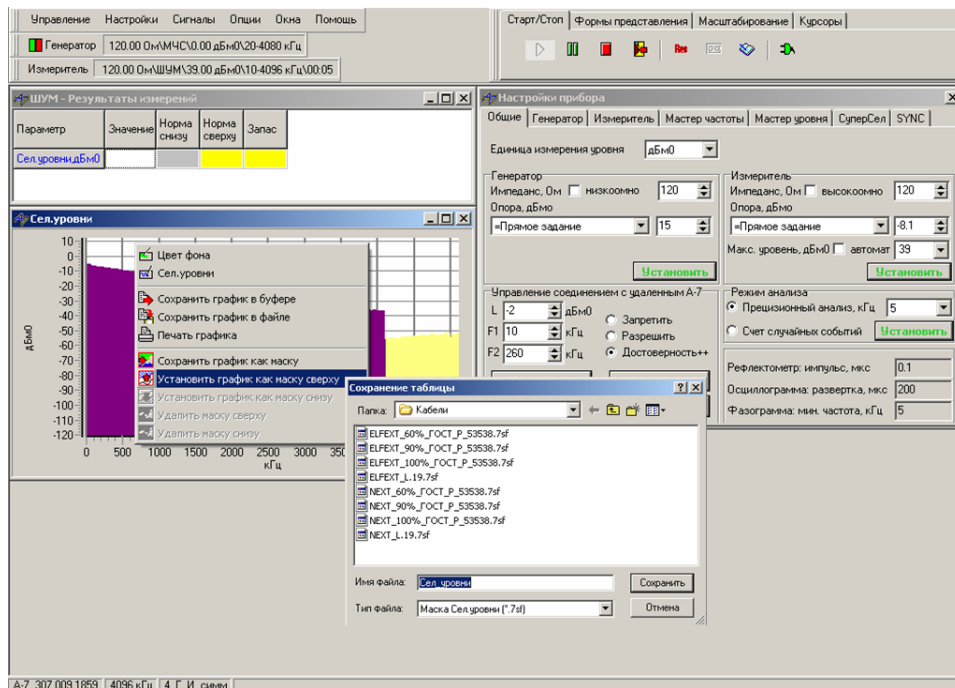
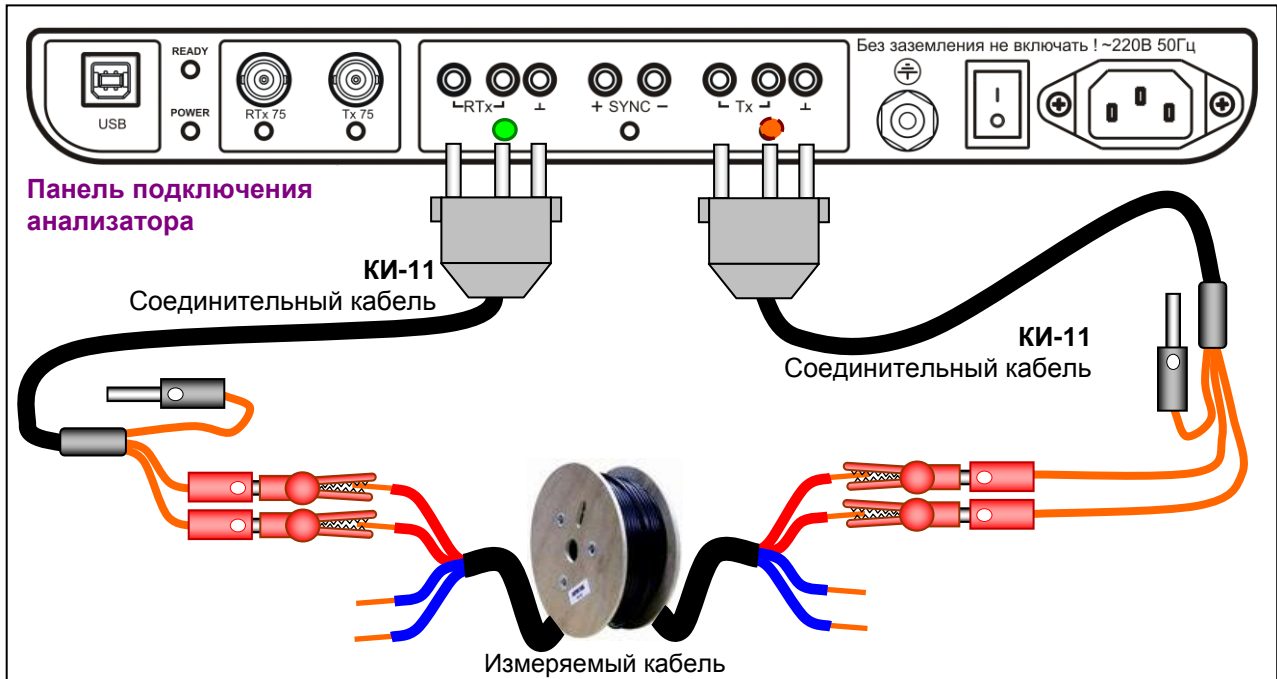
измерение рабочего затухания пары IL^{13} ,

к Tx анализатора на ближнем конце подключается 1-я пара,

к RTx анализатора на дальнем конце подключается 1-я пара,

результат представляет форма «Сел.уровни»,

следует «установить график как маску сверху»¹⁴.



¹³ Insertion Loss (внесенное затухание) - рабочее затухание.

¹⁴ Кликнуть мышкой по графику «Сел.уровни»; в появившемся меню выбрать «Установить график как маску сверху»; в окне «Сохранение таблицы» подтвердить нажатием кнопки «Сохранить» рекомендованное имя файла «Сел.уровни.7sf».

2.5.2 Запас защищенности от переходных помех на дальнем конце

На шаге-2 измеряется защищенность на дальнем конце, для чего загружается конфигурация:

2.5.2 ELFEXT

Tx=Дальн_пара2

RTx=Ближн_пара1

Результат=Сел.взв.уровни

Уточнить Норму_сверху.cfg

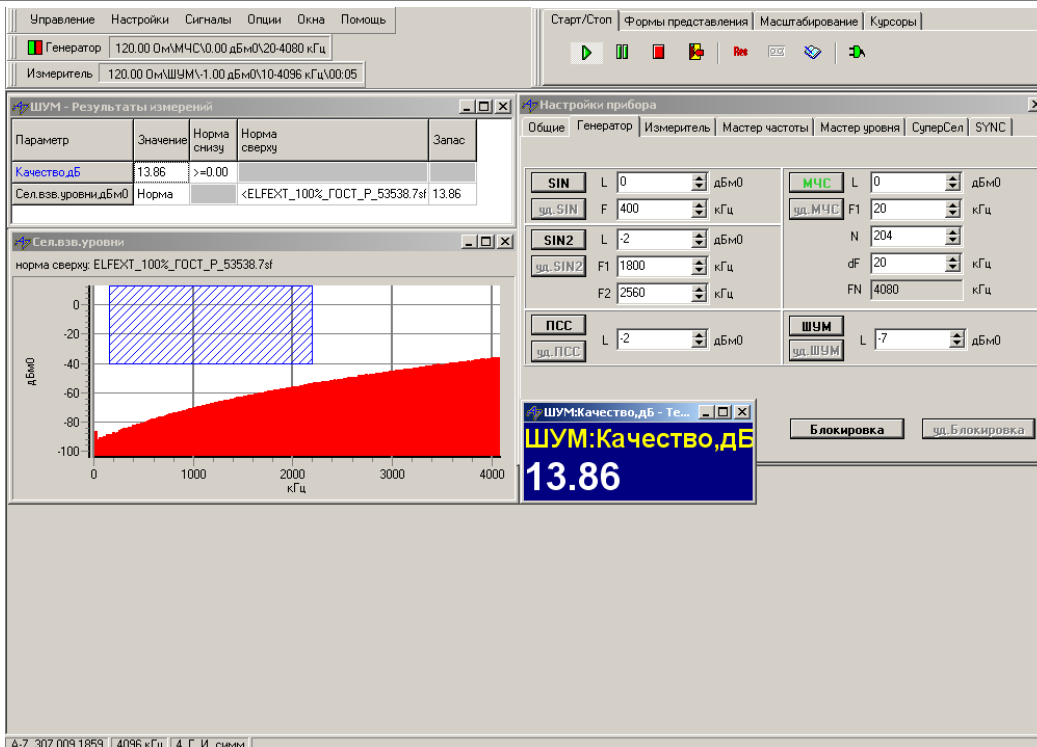
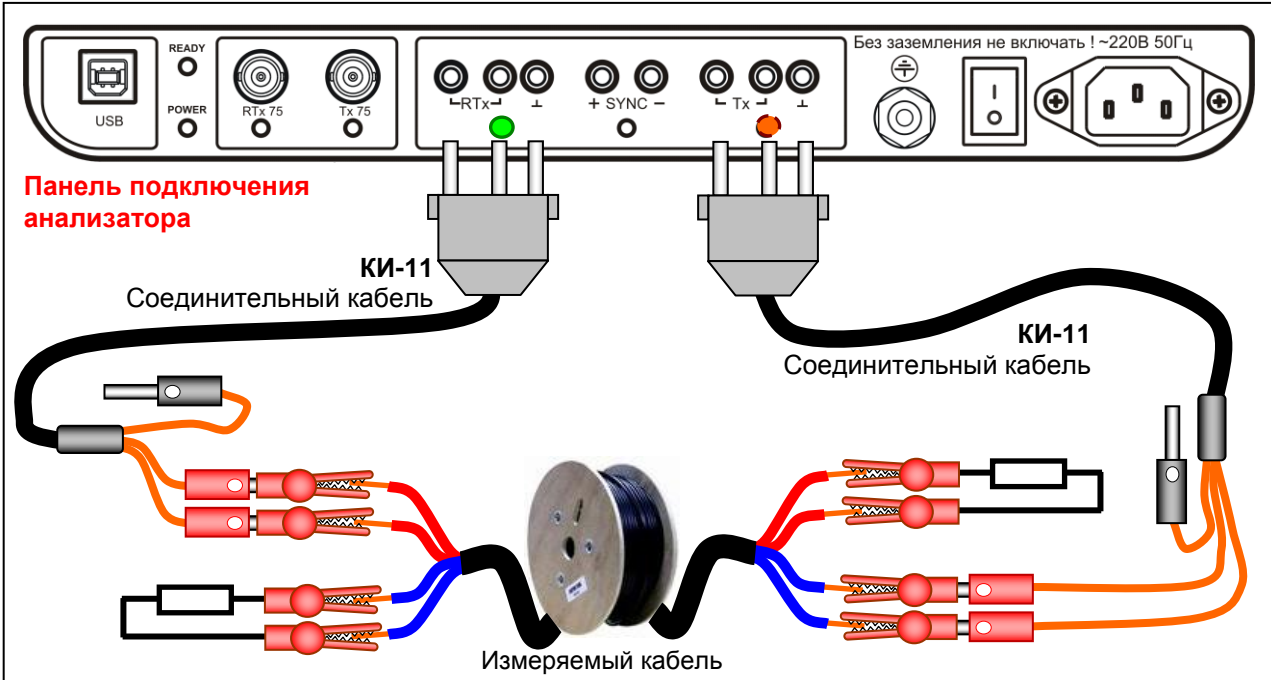
измерение защищенности **ELFEXT**¹⁵;

к Tx анализатора на ближнем конце подключается 2-я пара;

к RTx анализатора на дальнем конце подключается 1-я пара;

результат представляет форма «Сел.взв.уровни»¹⁶;

результат автоматически сопоставляется с нормой, уточняемой в форме «Шум - настройка параметров».



¹⁵ Equal Level of Far End croSS Talking – эквивалентный уровень переходного разговора на дальнем конце.

¹⁶ Взвешивание производится в соответствии с частотной характеристикой рабочего затухания IL, измеренной и сохраненной на шаге-1 и задействованной как взвешивающая характеристика на шаге-2.

Запас соответствия норме представляет параметр «Качество, дБ».

2.6 Частотные характеристики кабеля. ГОСТ 27893-88, метод 6

2.6.1 Измерение в полосе до 1024 кГц

Измерение частотных характеристик волнового сопротивления, коэффициента затухания и коэффициента фазы выполняется методом 6 (холостого хода и короткого замыкания – XX-K3) по ГОСТ 27893-88 [5] с применением конфигурации

2.6.1 1024кГц

Zв, а

RTx=СоедКаб

(о)XX

(о)K3

Задать Lкаб

Ближ=СоедКаб

Дальн=XX, (о)Zxx

Дальн=K3, (о)Zкз.cfg

номер пункта в настоящем руководстве, измерение до 1024 кГц

измерение собственных импеданса и коэффициента затухания кабеля,

подключить к RTx соединительный кабель,

выполнить калибровку при **XX** на окончании соединительного кабеля,

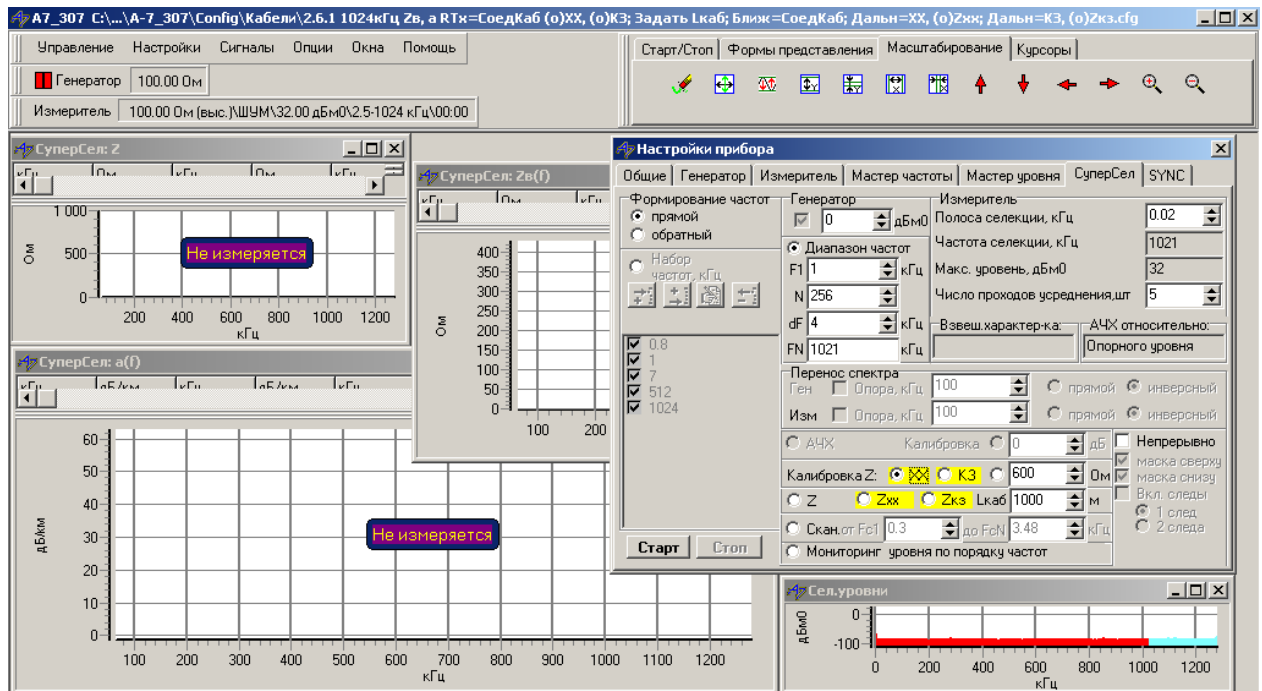
выполнить калибровку при **K3** на окончании соединительного кабеля,

задать известную длину измеряемого кабеля,

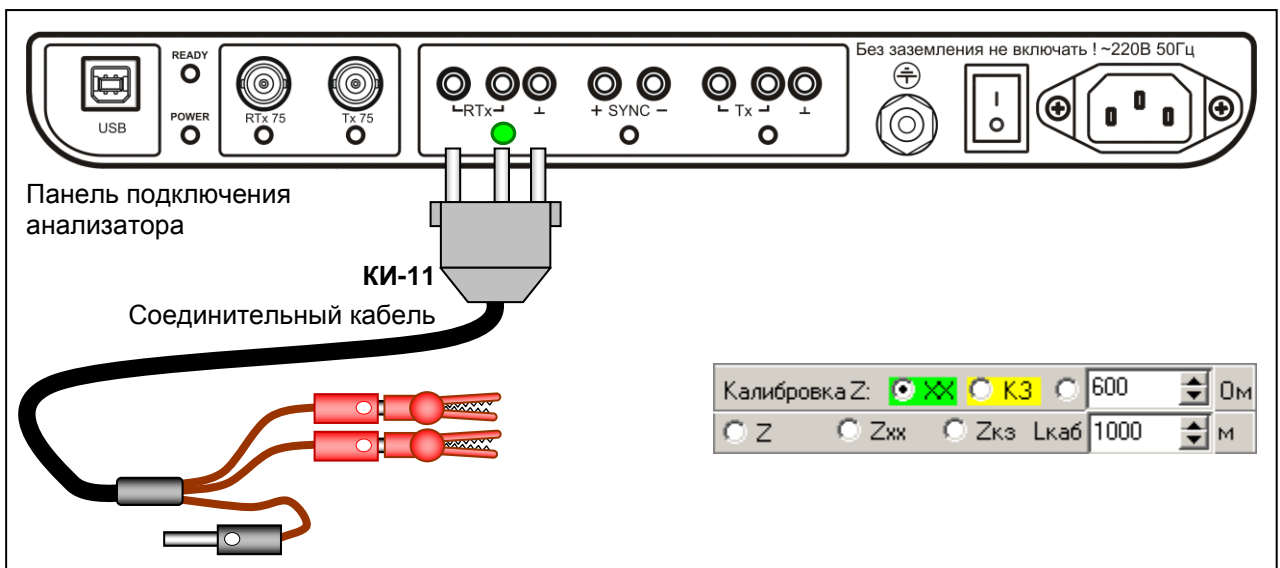
подключить ближний конец измеряемого кабеля к соединительному,

выполнить измерение при **XX** на окончании измеряемого кабеля,

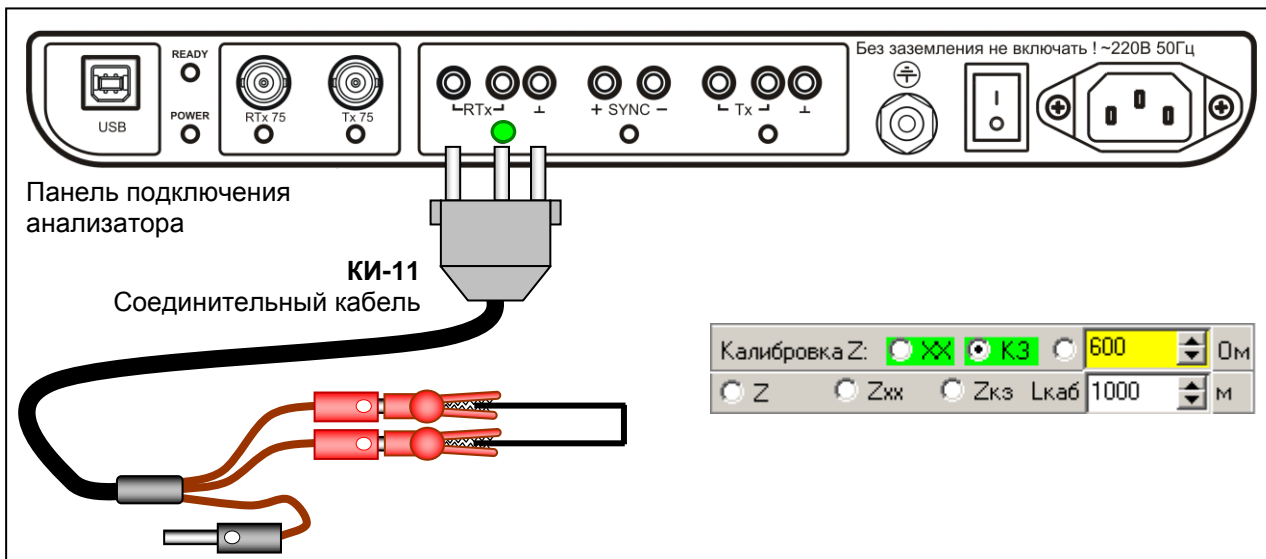
выполнить измерение при **K3** на окончании измеряемого кабеля.



Калибровка в режиме XX на конце соединительного кабеля:

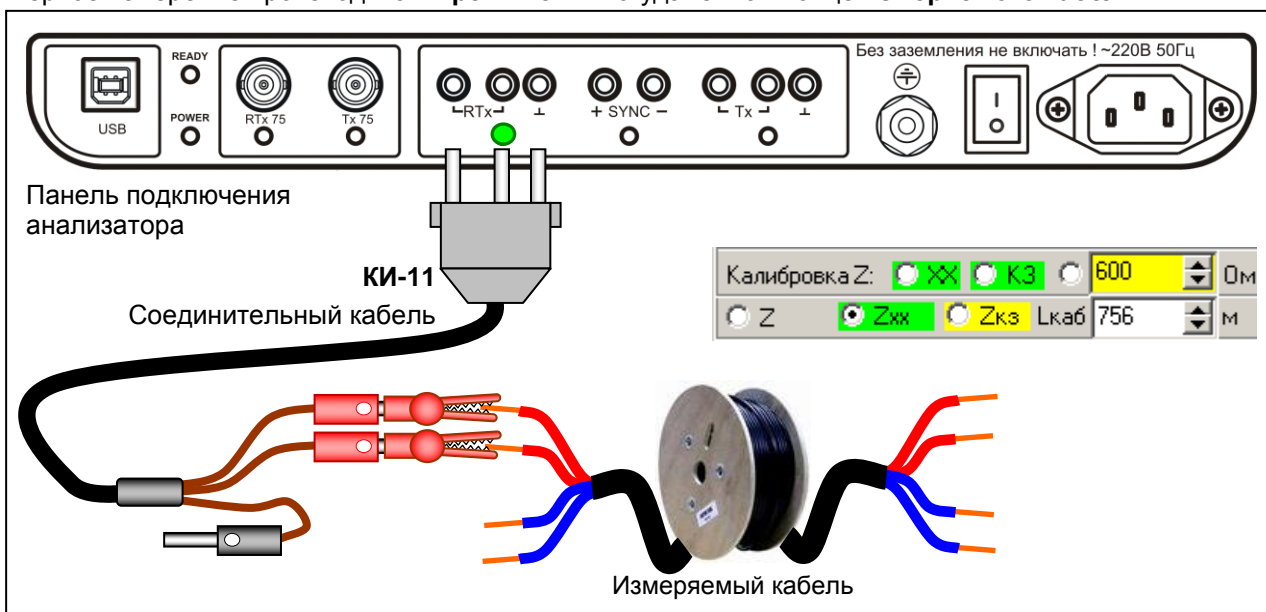


Калибровка в режиме КЗ на конце соединительного кабеля:

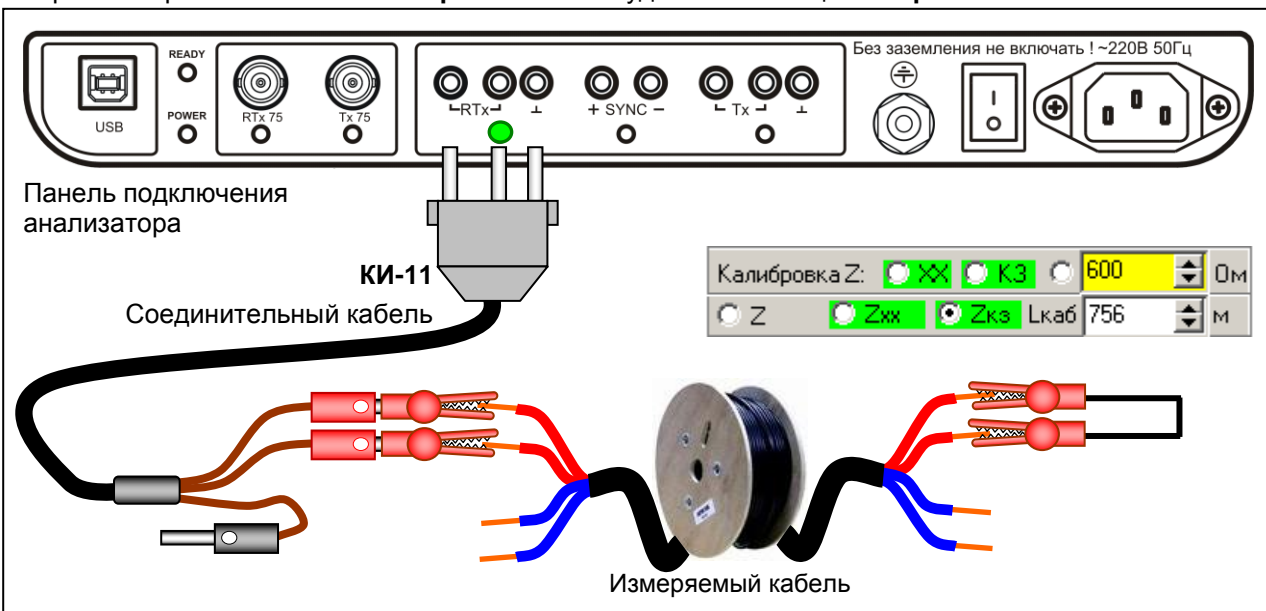


Измерение частотных характеристик методом ХХ-КЗ.

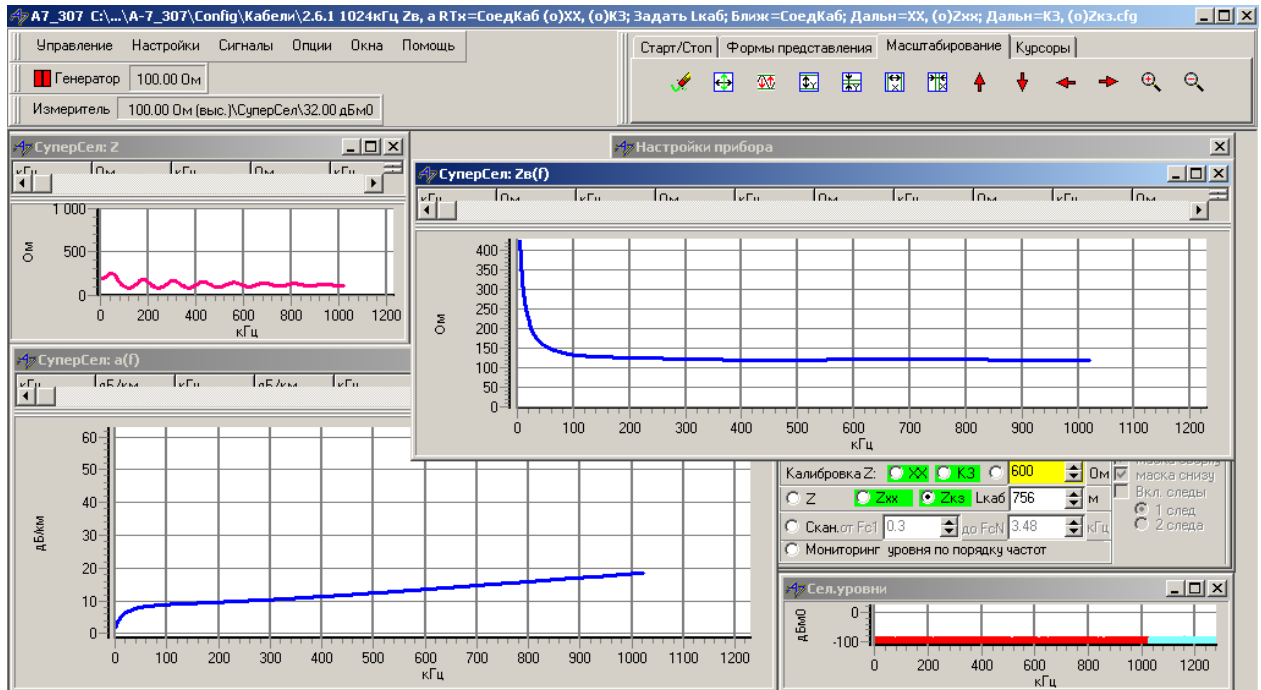
Первое измерение производится в режиме ХХ на удаленном конце измеряемого кабеля:



Второе измерение выполняется в режиме КЗ на удаленном конце измеряемого кабеля:



Результат измерений:



*Вид ПО анализатора AnCom A-7/307 при измерении вторичных параметров кабеля.
Полоса до 1024 кГц*

Измеренные частотные характеристики представлены в формах, каждая из которых может быть раскрыта на весь экран и просмотрена в табличном или графическом формате:

- **[СуперСел: $Z_b(f)$]** волновое сопротивление;
- **[СуперСел: $a(f)$]** коэффициент затухания;
- **[СуперСел: $b(f)$]** коэффициент фазы.

Параметры настройки **Диапазона частот** и заданные значения в **Наборе частот** могут быть скорректированы пользователем.

2.6.2 Измерение в полосе до 4096 кГц

Измерение частотных характеристик волнового сопротивления и коэффициента затухания в полосе до 4096 кГц выполняется аналогично описанному в п.2.6.1 посредством конфигурации

2.6.2 4096кГц

Zв, а

RTx=СоедКаб

(о)XX

(о)K3

Задать Lкаб

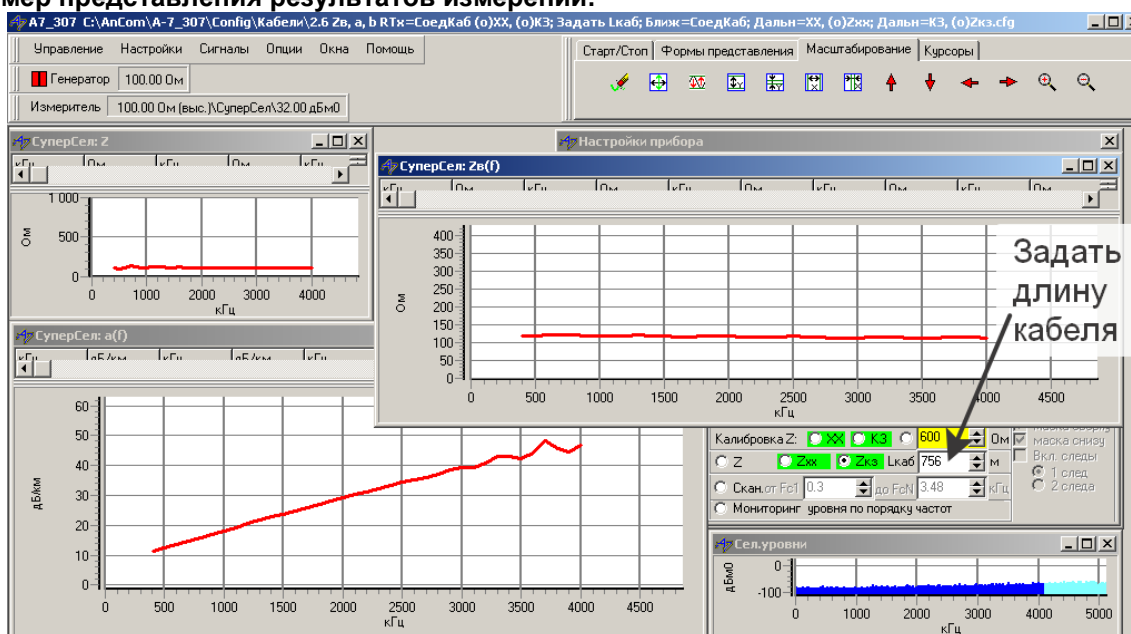
Ближ=СоедКаб

Дальн=XX, (о)Zxx

Дальн=K3, (о)Zкз.cfg

номер пункта в настоящем руководстве, измерение до 4096 кГц, измерение собственных импеданса и коэффициента затухания кабеля, подключить к RTx соединительный кабель, выполнить калибровку при **XX** на окончании соединительного кабеля, выполнить калибровку при **K3** на окончании соединительного кабеля, задать известную длину измеряемого кабеля, подключить ближний конец измеряемого кабеля к соединительному, выполнить измерение при **XX** на окончании измеряемого кабеля, выполнить измерение при **K3** на окончании измеряемого кабеля.

Пример представления результатов измерений:



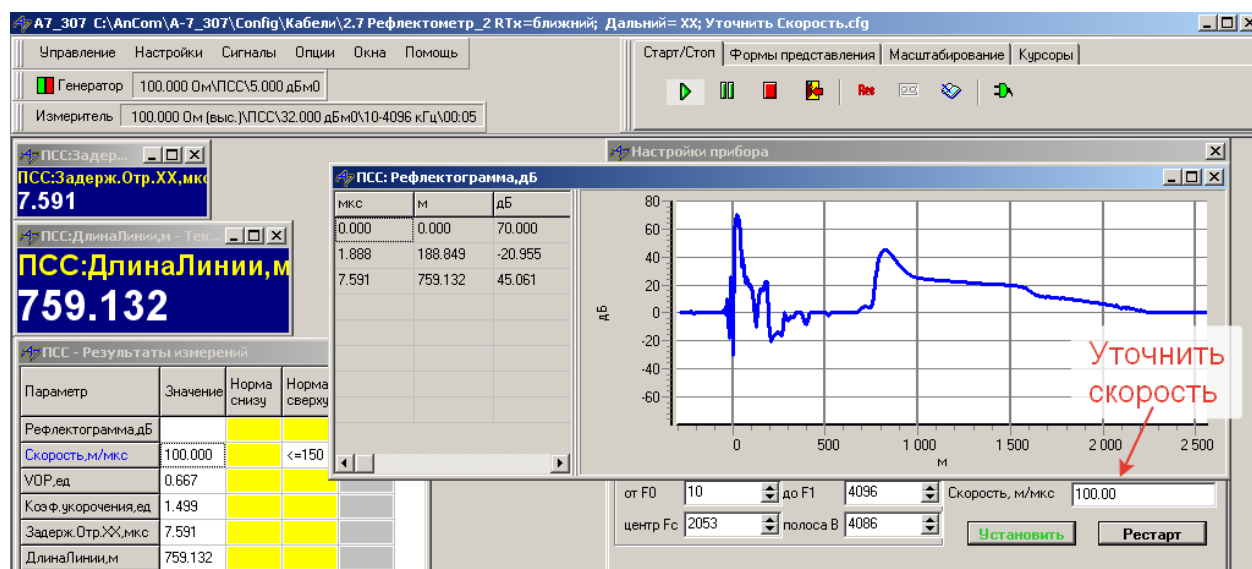
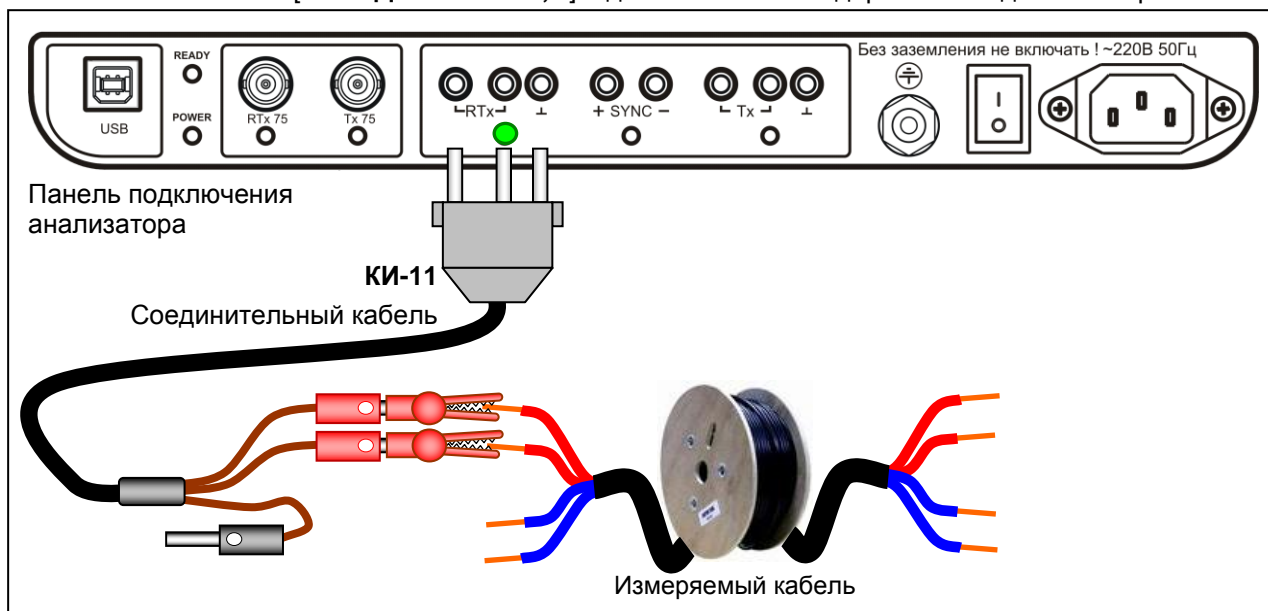
Вид ПО анализатора AnCom A-7/307 при измерении вторичных параметров кабеля. Полоса до 4096 кГц.

Неравномерность коэффициента затухания на частотах выше 3000 кГц вызвана ростом затухания кабеля выбранной длины на высоких частотах. Для получения корректных результатов следует ограничить длину образца кабеля

2.7 2-проводный рефлектометр. Неоднородность кабеля

Неоднородность и длину кабеля можно определить применением конфигурации **2.7 Рефлектометр_2 RTx=ближний; Дальний= XX; Уточнить Скорость.cfg**

В названии конфигурации отражены следующие сведения и указания:
2.7 номер пункта в настоящем руководстве;
Рефлектометр_2 режим измерений – 2-проводный рефлектометр;
RTx=ближний пара подключается к разъему RTx анализатора; сразу после загрузки конфигурации начинается измерение, при котором рефлектограмма строится для значения $\frac{1}{2}$ скорости распространения **Скорость, м/мкс=100**; результаты измерений представлены на формах **[ПСС: Рефлектограмма, дБ]** в логарифмическом масштабе по амплитуде, **[ПСС: Задерж.Отр. XX, мкс]** – время до дальнего конца и обратно и **[ПСС: ДлинаЛинии, м]** – длина линии по задержке¹⁷ и заданной скорости¹⁸.



Вид ПО анализатора AnCom A-7/307 при измерении кабеля 2-проводным рефлектометром. Задается $\frac{1}{2}$ скорости распространения электромагнитной волны в кабеле. Значение 100 м/мкс примерно соответствует половине скорости в кабелях с полиэтиленовой изоляцией жил

¹⁷ Длина соединительного кабеля не учитывается, т.е. его длину следует вычесть из результата.

¹⁸ Задаваемая величина скорости нуждается в уточнении. Так если физическая длина кабеля в точности известна, то следует задать такое значение скорости, чтобы измеренное значение **ДлинаЛинии, м** было бы равно этому известному значению. После такой калибровки могут быть измерены неизвестные длины образцов кабеля того же типа и при той же температуре.

2.8 4-проводный рефлектометр. Длина кабеля

Применение конфигурации

2.8 Рефлектометр_4 RTx=ближний; RTx=дальний; Уточнить Скорость.cfg

позволяет измерить длину кабеля при однократном прохождении сигнала.

В названии конфигурации отражены следующие сведения и указания:

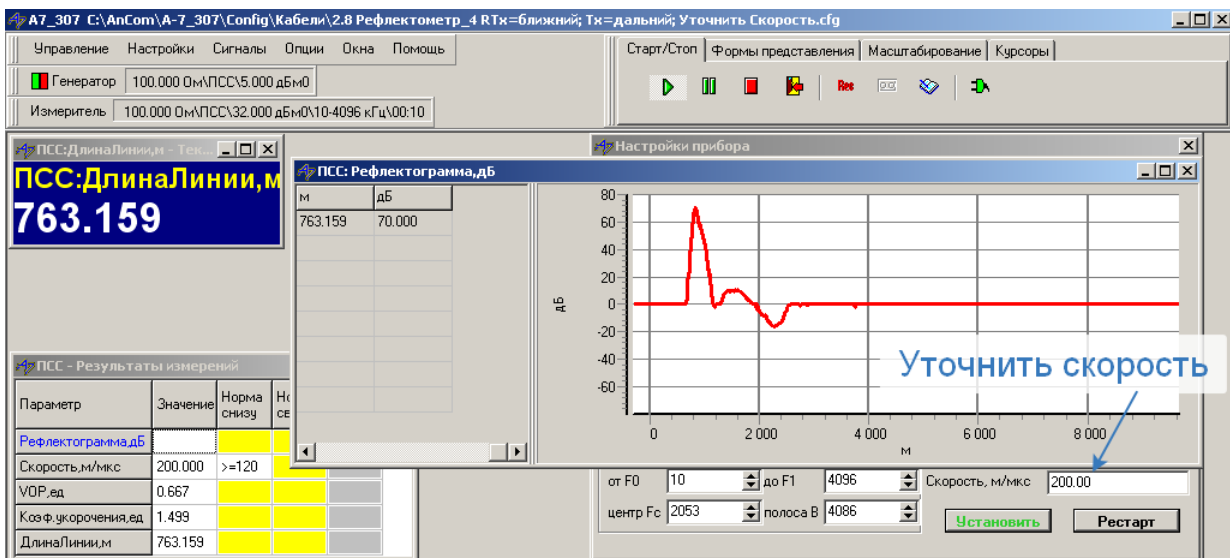
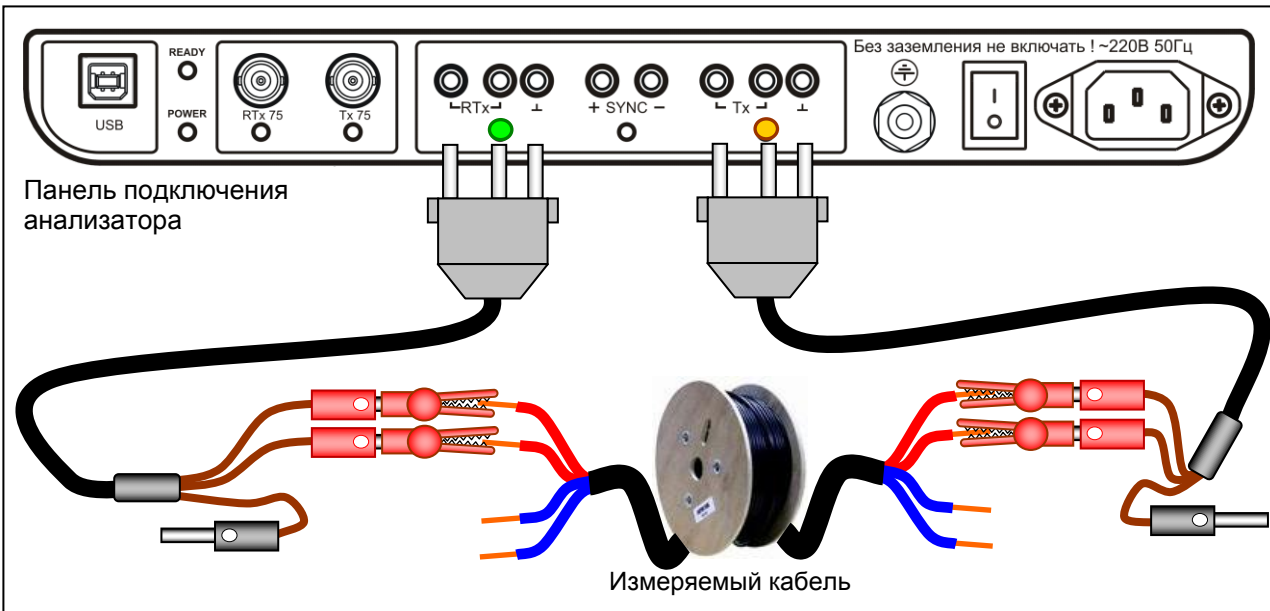
2.8

Рефлектометр_4
RTx=ближний

номер пункта в настоящем руководстве;
режим измерений – 4-проводный рефлектометр;
пара подключается к разъему RTx анализатора;
сразу после загрузки конфигурации начинается измерение, при котором рефлектограмма строится для значения скорости распространения **Скорость, м/мкс=200**;

Tx=дальний

для автоматического определения длины образца кабеля следует задать скорость распространения электромагнитной волны в кабеле;
результаты измерений представлены на формах [ПСС: Рефлектограмма, дБ] в логарифмическом масштабе по амплитуде и [ПСС: ДлинаЛинии, м] – длина линии по задержке и заданной скорости.



Вид ПО анализатора AnCom A-7/307 при измерении длины кабеля 4-проводным рефлектометром. Задается скорость распространения электромагнитной волны в кабеле

3. Литература

- [1] Брискер А.С. и др.
Городские телефонные кабели. Справочник. М.: Радио и связь, 1991
- [2] Парфенов Ю.А.
Кабели электросвязи. – М.: Эко-Трендз, 2003
- [3] Воронцов А.С. и др.
Коаксиальные и высокочастотные симметричные кабели связи.
Справочник. - М.: Радио и связь, 1994
- [4] Технологии широкополосного доступа xDSL.
Инженерно-технический справочник.
Под общей редакцией В.А. Балашова. - М.: Эко-Трендз, 2009
- [5] [ГОСТ 27893-88.](#)
Кабели связи. Методы испытаний
- [6] [ГОСТ Р 53538-2009.](#)
Многопарные кабели с медными жилами для цепей широкополосного доступа.
Общие технические требования
- [7] [МСЭ-T L.19.](#)
Multi-pair copper network cable supporting shared multiple services such as POTS, ISDN and xDSL. 05/2010.
Многопарные медные сетевые кабели, обеспечивающие одновременную работу нескольких служб таких как POTS, ISDN и xDSL
- [8] [ГОСТ Р МЭК 60079-27-2012.](#)
Взрывоопасные среды.
Часть 27. Концепция искробезопасной системы полевой шины (FISCO)
- [9] [ГОСТ IEC 60079-14-2011.](#)
Взрывоопасные среды.
Часть 14. Проектирование, выбор и монтаж электроустановок
- [10] [ГОСТ IEC 60079-14-2013](#)
Взрывоопасные среды.
Часть 14. Проектирование, выбор и монтаж электроустановок.
Приложение J. Определение параметров кабелей
- [11] AG-163 рев.2.0.
Foundation Fieldbus Application Guide 31,25 kbit/s Intrinsically safe Systems.
3.4. System Cables - FISCO
- [12] AG-181 рев.2.0.
Рекомендации по проектированию систем Foundation Fieldbus.
6.2. Проводка Foundation fieldbus
- [13] AG-181 рев.3.2.
Foundation Fieldbus System Engineering Guidelines.
6.7. Foundation Fieldbus Cables
- [14] [ГОСТ 31943-2012.](#)
Кабели телефонные с полиэтиленовой изоляцией в пластмассовой оболочке.
Технические условия
- [15] Измерение параметров кабелей для искробезопасной полевой шины (FISCO).
[Неразрушающий контроль кабелей произвольной длины.](#)
«Экспозиция Нефть Газ» N2, 2016 г. С. 57-62

