

Определение метрологических характеристик анализатора систем передачи и кабелей связи AnCom A-7

Кураш О.А., магистрантка гр.967041

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь

Белошицкий А.П. – канд. техн. наук, доцент

Аннотация. В докладе рассмотрены результаты экспериментальных исследований метрологических характеристик анализатора систем передачи и кабелей связи AnCom A-7.

Ключевые слова. Анализатор, системы передачи, кабели связи, метрологические характеристики, методика поверки.

Введение

Анализаторы систем передачи и кабелей связи AnCom A-7 (далее - анализаторы) предназначены для формирования одночастотных, двухчастотных, многочастотных, псевдослучайных, шумовых измерительных сигналов и измерений в диапазоне частот от 0,04 до 4096 кГц следующих параметров и характеристик:

- частота и уровень сигнала селективно, широкополосно, взвешенно, включая психометрическое взвешивание, построение фазограмм и хронограмм уровня;
- затухание и защищенность сигнала от сопровождающих помех;
- паразитные составляющие и нелинейные искажения;
- анализ спектра и регистрация всплесков помех и перерывов;
- измерение частотных характеристик (ЧХ) затухания (АЧХ - рабочего, переходного, несогласованности, асимметрии, защищенности от помех), группового времени прохождения (ГВП), полного сопротивления (импеданса), включая модуль, фазу, активную и реактивную составляющие;
- сопротивление, емкость и тангенс угла диэлектрических потерь, индуктивность и добротность 2-полюсников;
- характеристики 4-полюсников и кабелей методом ХХ-КЗ;
- рефлектометрические измерения, включая измерение расстояния до места неоднородности и задержки распространения;
- измерение задержки между сигналами разной природы на входах.

Анализаторы состоят из генератора нормированных электрических испытательных воздействий измерительных сигналов и измерительного устройства. Внешний вид анализаторов представлен на рисунке 1.



Рисунок 1 - Анализаторы систем передачи и кабелей связи AnCom A-7

Функционирование анализаторов, а также обработка, накопление и представление результатов измерений обеспечивается встроенными вычислительными средствами и внешним универсальным персональным компьютером. Встроенный адаптер подключения позволяет реализовать различные схемы подключения анализатора к измеряемым объектам, выполняемые посредством симметричных трехполюсных розеток или коаксиальных разъемов, расположенных на панели подключения анализатора[1].

Для практического использования анализаторов, как и других средств измерений (далее - СИ) необходимо периодически проверять их метрологические характеристики (далее - МХ). Эти характеристики определяются при периодической поверке или калибровке СИ. Поверка (или

калибровка) проводятся с использованием специально разработанных методик. Для определения МХ анализатора была разработана методика поверки. Результаты экспериментального определения МХ анализатора, полученные при опробовании методики поверки приводятся ниже.

Экспериментальная часть

Поверка анализаторов производится в соответствии с следующим перечнем операций: внешний осмотр, проверка комплектности, маркировки и упаковки; опробование (контроль уровня собственных шумов генератора; измерение затухания и защищенности формируемого гармонического сигнала); определение погрешности установки и измерения частоты; определение погрешности установки и измерения уровня на частоте 100 кГц; определение погрешности измерения ЧХ асимметрии; определение погрешности измерения АЧХ и ГВП; определение погрешности измерения ЧХ импеданса.

Результаты измерений контроля уровня собственных шумов генератора на выходном коаксиальном разъеме и выходном симметричном разъеме представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Контроль уровня собственных шумов генератора

Максимальная частота установленного диапазона частот, кГц	Уровень собственного шума на выходном коаксиальном разъеме, дБм0	
	Требуемый уровень шума	Измерено при $R_{ген}=R_{изм}=75 \text{ Ом}$
256	<-87	-93,04
1024	<-82	-86,87
4096	<-76	-81,39
Максимальная частота установленного диапазона частот, кГц	Уровень собственного шума на выходном симметричном разъеме, дБм0	
	Требуемый уровень шума	Измерено при $R_{ген}=R_{изм}=150 \text{ Ом}$
4	<-94	-104,37
128	<-86	-91,43
4096	<-73	-77,15
-	Требуемый уровень шума	
		Измерено при $R_{ген}=R_{изм}=600 \text{ Ом}$
4	<-100	-110,54
128	<-85	-89,86
256	<-82	-86,79

Результаты измерений затухания и защищенности формируемого гармонического сигнала представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Измерение затухания и защищенности формируемого гармонического сигнала

Максимальная частота диапазона частот, кГц	Настройки генератора			Настройки измерителя		Измеряемые величины		
	Опорный уровень, дБм0	SIN-сигнал		Опорный уровень, дБм0	Максимальный измеряемый уровень, дБм	Параметр, дБ	Измеренно, дБ	Допускаемые значения, дБ
Уровень, дБм0		Частота, кГц	Затухание					
Rген=Rизм=600 Ом. Подключение: симметрично								
4	4	0	1,02	4	Макс. из трех возможных	Затухание	0,01	± 0,3
						Сигнал/шум	71,13	> 60
Rген=Rизм=150 Ом. Подключение: симметрично								
128	10	-50	10	10	Мин. из трех возможных	Затухание	50,11	50 ±1,5
512	10	-30	100	10	Макс. из трех возможных	Затухание	29,98	30±0,3
2048	0	0	100	0	Сред. из трех возможных	Затухание	0,08	± 0,3
						Сигнал/шум	63,51	> 60
Rген=Rизм=75 Ом. Подключение: коаксиально								
256	7	-50	100	7	Мин. из трех возможных	Затухание	50,18	50 ±1,5

1024	7	-40	100	7	Макс. из трех возможных	Затухание	40,02	40±0,6
4096	0	0	1000	0	Сред. из трех возможных	Затухание	0,05	± 0,3
						Сигнал/шум	59,07	> 56

Для определения погрешности установки и измерения частоты гармонического сигнала поверяемым анализатором, устанавливается уровень гармонического сигнала равный 6 дБм0. К коаксиальному выходу подключается согласованная нагрузка и частотомер. Результаты определения значений погрешности установки и измерения частоты гармонического сигнала представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Определение погрешности установки и измерения частоты гармонического сигнала

Частота гармонического сигнала, кГц			Погрешность, кГц		
Номинальная частота, формируемая анализатором, $F_{ген}$	Показания частотомера, $F_{чм}$	Показания анализатора, $F_{изм}$	При формировании частоты, $F_{ген} - F_{чм}$	При измерении частоты, $F_{изм} - F_{чм}$	Допускаемое значение
100,0	99,9999	100,000053	0,00010	0,000053	± 0,00105

Определение погрешностей установки и измерения уровня гармонического сигнала на частоте 100 кГц производится с применением вольтметра ВЗ-63. Результаты проверки представлены в таблице 4.

Таблица 4 – Определение погрешностей установки и измерения уровня на частоте 100 кГц

Максимальная частота установленного диапазона частот, кГц	Уровень, измеренный вольтметром, дБ	Уровень, измеренный вольтметром с учетом коррекции, дБм0, $R_{вм}$	Уровень, измеренный анализатором, дБм0, $R_{изм}$	Погрешность, дБ		
				При установке уровня, $R_{ген} - R_{вм}$	При измерении уровня, $R_{изм} - R_{вм}$	Допускаемые значения
Подключение: коаксиально. $R_{ген}=R_{изм}=75$ Ом. Коррекция: $R_{вм}[дБм0]=R_{вм}[дБ]-1,761$						
128	1,794	0,033	-0,053	-0,03	-0,09	± 0,2
256	1,804	0,043	-0,009	-0,04	-0,05	± 0,2
512	1,804	0,043	0,012	-0,04	-0,03	± 0,2
1024	1,804	0,020	0,007	-0,02	-0,01	± 0,2
2048	1,804	0,043	0,015	-0,04	-0,03	± 0,2
4096	1,807	0,046	0,019	-0,05	-0,03	± 0,2
Подключение: симметрично. $R_{ген}=R_{изм}=150$ Ом. Коррекция: $R_{вм}[дБм0]=R_{вм}[дБ]-4,771$						
128	4,736	-0,035	-0,067	0,04	-0,03	± 0,2
256	4,751	-0,020	-0,058	0,02	-0,04	± 0,2
512	4,751	-0,020	-0,056	0,02	-0,04	± 0,2
1024	4,758	-0,013	-0,043	0,01	-0,03	± 0,2
2048	4,763	-0,008	-0,039	0,01	-0,03	± 0,2
4096	4,760	-0,011	-0,035	0,01	-0,02	± 0,2

Определение погрешности измерения ЧХ затухания асимметрии производится при использовании резистивного делителя Д62/63.19 (62,00 Ом и 63,19 Ом), обеспечивающего воспроизведение затухания асимметрии равное 50,0 дБ и подключаемого к симметричному входу поверяемого анализатора [3]. Результаты проверки определения погрешности измерения частотной характеристики затухания асимметрии приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Определение погрешности измерения частотной характеристики затухания асимметрии

Максимальная частота установленного диапазона частот и параметры МЧС	Затухание асимметрии резистивного делителя, дБ	Максимальное по абсолютному значению отклонение частотной характеристики затухания асимметрии от заданной		
		Частота макс. отклонения затухания (по графику), кГц	Затухание асимметрии, дБ	
			Измеренное значение затухания асимметрии с максимальным отклонением	Допуск
128 кГц, $F_1=7,5$ кГц, $N=17$, $DF=7,5$ кГц	50	82,5	50,41710	50 ± 5

1024 кГц, F1=60 кГц, N=17, DF=60 кГц	50	420,0	50,31818	50 ± 5
4096 кГц, F1=240 кГц, N=17, DF=240 кГц	50	3840,0	48,71079	50 ± 5

Результаты определения погрешностей измерения поверяемым анализатором частотных характеристик (ЧХ) затухания (АЧХ) и относительного группового времени прохождения (ГВП) приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Определение погрешностей измерения частотных характеристик затухания и времени прохождения

Максимальная частота установленного диапазона частот и параметры МЧС	Проверяемый параметр	Максимальное по абсолютному значению отклонение частотной характеристики поверяемого параметра (затухания или времени прохождения) от заданной		
		Частота макс. отклонения (по графику), кГц	Значение поверяемого параметра	
			Измеренное значение с максимальным отклонением от заданного	Допускаемое значение
Подключение: коаксиально. Rген=Rизм=75 Ом				
128 кГц, F1=30 кГц, N=79, DF=1,25 кГц	АЧХ, дБ	33,75	0,25696	± 0,3
	ГВП, мкс	30,00	1,16878	± 10
1024 кГц, F1=30 кГц, N=100, DF=10 кГц	АЧХ, дБ	30,00	0,19142	± 0,3
	ГВП, мкс	30,00	0,88545	± 1,2
4096 кГц, F1=60 кГц, N=68, DF=60 кГц	АЧХ, дБ	4080,0	0,21583	± 0,3
	ГВП, мкс	30,00	0,16307	± 0,3
Подключение: симметрично. Rген=Rизм=150 Ом				
128 кГц, F1=0,625 кГц, N=204, DF=0,625 кГц	АЧХ, дБ	97,5000	0,13134	± 0,3
	ГВП, мкс	44,3750	0,57448	± 10
1024 кГц, F1=5 кГц, N=204, DF=5 кГц	АЧХ, дБ	675,00	0,05898	± 0,3
	ГВП, мкс	560,00	0,10171	± 1,2
4096 кГц, F1=20 кГц, N=204, DF=20 кГц	АЧХ, дБ	2200,00	0,07251	± 0,3
	ГВП, мкс	4020,00	0,04814	± 0,3

Погрешность измерения ЧХ импеданса приведены в таблице 7.

Таблица 7 – Определение погрешности измерения частотной характеристики импеданса

Максимальная частота установленного диапазона частот и параметры МЧС	Сопротивление генератора, Ом	Максимальное по абсолютному значению отклонение частотной характеристики импеданса от заданного образцового значения			
		Величина сопротивления нагрузочного резистора, Ом	Частота макс. отклонения импеданса (по графику), кГц	Затухание асимметрии, дБ	
				Измеренное значение импеданса с максимальным отклонением от заданного	Допускаемое значение
128 кГц, F1=7,5 кГц, N=17, DF=7,5 кГц	600	600	3,75	586,63	600 ± 18
1024 кГц, F1=60 кГц, N=17, DF=60 кГц	150	150	1560	146,69	150 ± 4,5
	135	150	1800	146,55	150 ± 4,5
	120	150	1560	146,60	150 ± 4,5
4096 кГц, F1=240 кГц, N=17, DF=240 кГц	100	150	3840	142,35	150 ± 9

Выводы

Приведенные выше результаты экспериментальных исследований МХ анализатора AnCom A-7 показывают, что прибор соответствует техническим характеристикам, заявленным производителем и может применяться для контроля параметров в сетях и системах инфокоммуникаций.

Список использованных источников:

1. Кабельный xDSL анализатор AnCom A-7 [Электронный ресурс]. URL: <http://www.analytic.ru/products/8/soft>
2. Хамадулин, Э. Ф. Методы и средства измерений в телекоммуникационных системах : учебное пособие для академического бакалавриата / Э. Ф. Хамадулин. — Москва : Издательство Юрайт, 2019. — 365 с.
3. AnCom A-7 руководство по эксплуатации [Электронный ресурс]. https://skomplekt.com/mag/1/files/A7_rukov_part1.pdf