



Н. Н. Леготин,
технический директор ООО "АЛТО", к.т.н.

Измерение фазовых блужданий (часть третья)

Передаточная характеристика управляемого генератора

В настоящее время практически нет тестового синхросигнала, выраженного в параметрах ДВИ, для проверки аппаратуры и однозначного определения ее работоспособности. Для МОВИ сигналы, конечно, существуют. Рассмотрим первоначально возможность проверки передаточной характеристики по ДВИ. В руководящих материалах различают входные синхросигналы по параметрам МОВИ и отдельно по ДВИ и соответствующие требования по выходному СС. Рекомендованная в стандарте ETS 300 462 процедура оп-

ределения входного СС по параметрам ДВИ следующая: на вход аппаратуры подается синхросигнал, модулированный с некоторой синусоидальной частотой и амплитудой, ДВИ у которой соответствует требуемой величине. Предварительно рассчитывается значение ДВИ для различных входных сигналов (2048 кГц или 2048 Кбит/с), которые модулированы по фазе с определенной частотой и подбираемой амплитудой. Данные расчетов параметров ДВИ, полученные таким способом, приведены в табл. 1. После подачи тестового СС, выраженного в параметрах ДВИ, на вход аппаратуры при определенной частоте выходной СС не должен превышать норму по ДВИ, указанную в табл. 1.

Таблица 1

Тип Аппаратуры/стандарт	Тестовый сигнал						Норма по ДВИ на выходе аппаратуры
	Частота, Гц	1	0,1	0,01	0,001	0,0001	
ВЗГ, МЗГ, G.812, ETS 300 462-4, 7	Амплитуда модуляции, нс	52	52	260	260	650	$0,1 < \tau \leq 13,1 = 3;$ $13,1 < \tau \leq 100 = 0,0176 \tau^2;$ $100 < \tau \leq 1000 = 176;$ $1000 < \tau \leq 10000 = 5,58 \tau^{0,5}$
	Уровень ДВИ, нс	33,75	33,74	168,45	168	179	
	Требуемый ДВИ, нс	34	34	170	170	180	
	Время измерения, с	2000	2000	2000	10000	20000	
	Частота, Гц	1	0,1	0,01	0,001		
ГСЭ, G.813, ETS 300 462-5	Амплитуда модуляции, нс	18,5	26	260	260		Изучается
	Уровень ДВИ, нс	12,03	16,85	168,45	168		
	Требуемый ДВИ, нс	12	17	170	170		
	Время измерения, с	2000	2000	2000	10000		
	Частота, Гц	1	0,1	0,01	0,001		

Передаточная характеристика управляемого генератора, встроенного в аппаратуру, определяет его свойства по передаче изменений фазы входного СС на выход аппаратуры. Вся аппаратура, включенная в ТСС, может рассматриваться как фильтр нижних частот для фазовых шумов. Для каждого типа аппаратуры установлены свои минимальные и максимальные полосы пропускания, величины которых представлены в табл. 2.

ние при этом - дождаться "установившегося режима" и иметь несколько периодов тестового сигнала. Для измерений при частоте модуляции 1·10⁻⁴ Гц допускается иметь один период частоты модуляции. При подсчете размаха выходного СС необходимо использовать только ближайшие максимумы СС, как это видно из рис. 2.

Далее на вход аппаратуры подаются СС в соответствии с табл. 3 и проводится аналогичный подсчет или,

Таблица 2

Аппаратура	Max полоса, Гц	Min полоса, Гц	Допустимое усиление в полосе пропускания, дБ	Приложение
ВЗГ	0,003	0,1	0,2 (2,3%)	В ETS 300 462-4 указано, что min полоса не установлена, однако в Рекомендации МСЭ-Т Q.551 дается 0,1 Гц
МЗГ	0,003	0,1	0,2 (2,3%)	ETS 300 462-7
ГСЭ	10	1	0,2 (2,3%)	ETS 300 462-5

В [3] рекомендовано на вход аппаратуры подавать СС, модулированный разными частотами в диапазоне от 1 до 1·10⁻⁴ Гц, с амплитудой 375 нс, там же в табл.б.3 даются предельные значения СС на выходе аппаратуры, выраженные в нс. Это правильно, так как не требуется никакого пересчета уровней в децибелах. На самом деле, гораздо проще совместить испытание на предельные блуждания фазы выходного синхросигнала и проверки передаточной характеристики. В этом случае на аппаратуру подаются не просто СС с уровнем 375 нс, а предельно возможные для каждого конкретного случая. Совмещение оправдано еще и с той точки зрения, что время, затрачиваемое на проведение измерений, достаточно велико и составляет 36 000 с, т.е. 10 ч, или целый рабочий день. Совмещение позволяет существенно сократить это время. В табл. 3 представлены такие рекомендованные данные.

Рассмотрим методику проверки передаточной характеристики при использовании параметров МОВИ на примере БСС. От прибора ИВО-1М на вход аппаратуры подадим СС (2048 Кбит/с), модулированный частотой 3·10⁻³ Гц с уровнем 375 нс (вариант проверки по [3], рис. 1). На характеристике ОВИ видно, что СС даже с такой низкочастотной модуляцией все равно имеет затухание. Определим затухание, которое создается фильтрующими свойствами аппаратуры. Размах СС на входе составляет 750 нс, на выходе для первого максимума - 527 нс, для остальных - 510 ± 5 нс. Затухание составит

$$a_{БСС} = 20 \lg [(510 \pm 5) / 750] = -3,34 \pm 0,09 \text{ дБ,}$$

что, как видно из табл. 3, существенно превышает даже требования ВЗГ. При подсчете фильтрующей способности аппаратуры необходимо использовать в вычислениях полный размах выходного СС, так как по форме он может быть не симметричен. Длительность измерений можно сокращать, единственное требова-

если уровни соответствуют предельным СС, сопоставляется полученный результат с требованиями табл. 3.

Скачки частоты во входном синхросигнале

Нормы на величину допустимых скачков во входном СС пока не установлены, но [3] требует фиксации этой величины. В [3] рекомендована методика



Разработка, производство и ремонт аппаратуры тактовой сетевой синхронизации. Аудит сетей ТСС.

ООО "АЛТО", Россия

тел./факс: (812) 327-11-48, (812) 333-03-89
E-mail: alto@home.ru; http://www/alto-spb.ru

Измеритель временных отклонений ИВО-1М

Прибор предназначен для измерения параметров нестабильности частот и дрейфа фазы тактовых сигналов в аппаратуре и системах тактовой сетевой синхронизации (ТСС) в цифровых сетях общего пользования в процессе эксплуатации.



Аппаратура разветвления сигналов синхронизации (АРСС)

АРСС представляет собой выделенное оборудование ТСС и предназначена для применения на узлах первичных сетей с целью обеспечения всего оборудования узла синхросигналами, поступающими по линиям связи от первичных эталонных генераторов (ПЭГ) или вторичных задающих генераторов (ВЗГ).



Устройство разветвления сигналов синхронизации (УРСС)

УРСС представляет собой оборудование ТСС, предназначенное для распределения сигналов синхронизации на необходимое количество выходов



в основном та же, что и для определения полосы захвата, но в обратном порядке и через синхронный режим. Отличие состоит в том, что аппаратуру первоначально вводят в синхронный режим, выдерживают в синхронном режиме некоторое время (порядка 1 ч) при номинальном значении частоты, а затем скачком изменяют относительное отклонение частоты подаваемого СС. Сначала дают (перезапуском имитатора прибора ИВО-1М) отклонение $+1 \cdot 10^{-8}$ отн. ед. и наблюдают, входит ли аппаратура в синхронизм? Если вошла (при измерениях ОВИ наблюдается параллельность входному СС), то вновь устанавливают синхронный режим при номинальном значении частоты входного

СС, а затем подают входной СС с относительным отклонением частоты $-1 \cdot 10^{-8}$ отн. ед. и вновь смотрят, входит ли аппаратура в синхронизм? Если вошла, то устанавливают синхронный режим при номинальном значении частоты входного СС, а затем меняют относительное отклонение частоты на большее ($\pm 1 \cdot 10^{-7}$ отн. ед.) и смотрят, входит ли аппаратура в синхронизм? Увеличение относительного отклонения частоты с переходом в режим синхронной работы при номинальном значении входного СС продолжают до тех пор, пока выходной СС становится несинхронным входному (нет параллельности входному СС). При отказе от приема входного синхросигнала фиксируют данное значение относительного отклонения частоты, и оно считается недопустимым скачком частоты во входном СС для исследуемой аппаратуры.

Непрерывность фазы в выходном СС при переключении на резервный сигнал синхронизации

Фазовая ошибка в выходном синхросигнале нормируется для случаев переключения активного входного СС на второй альтернативный. Как правило, переключение происходит сразу после обнаружения пропадания, но возможна и задержка из-за временной недоступности альтернативного СС. Например, это может происходить при получении альтернативного СС с направления, противоположного активному СС. Для разного вида оборудования нормирование фазовой ошибки происходит либо в параметрах ОВИ (ГСЭ, ВЗГ), либо в параметрах МОВИ. Рассмотрим нормирование фазовой ошибки при переключениях входных СС более подробно начиная с ГСЭ.

На рис. 3 показана маска максимально допустимого изменения фазы выходного СС, получаемого от ГСЭ, вызываемого переключением входных СС. На рис. 3, а показаны маски двух предельных фазовых скачков, которые могут возникнуть при переключении задающего генератора (ГСЭ) мультиплексора, а на рис. 3, б показано начало первого скачка в увеличенном масштабе (1 с). Первый скачок отражает первоначальную реакцию на пропадание активного входного СС и последующий переход в режим отложенных данных. Величина этого скачка (120 нс) может соответствовать относительному отклонению частоты не более $\pm 7,5 \cdot 10^{-6}$ отн. ед. при длительности самого процесса менее 16 мс (0,016 с). После длительности 16 мс изменение фазы ограничивается и должно быть ниже линии $\pm 5 \cdot 10^{-8}$ отн. ед.

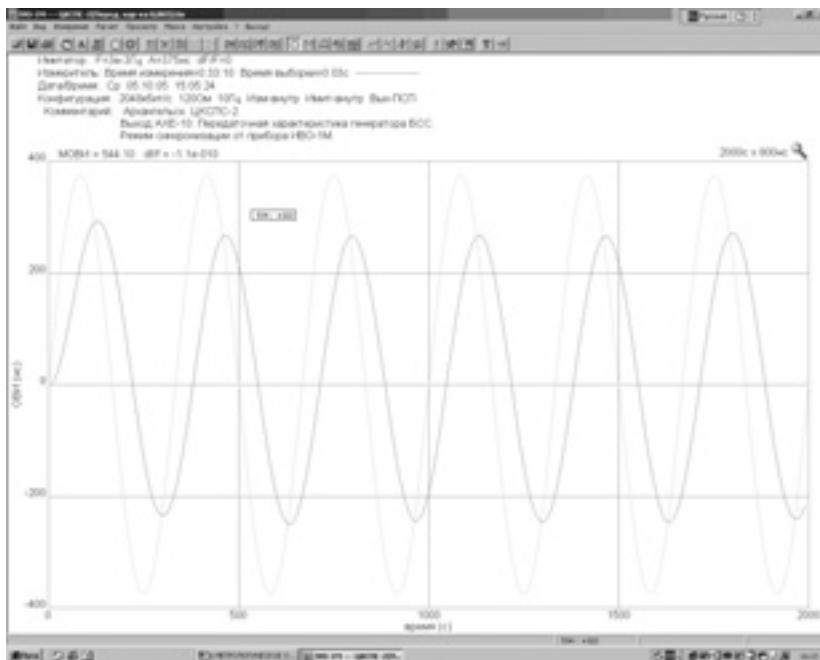


Рис. 1. Проверка передаточной характеристики БСС

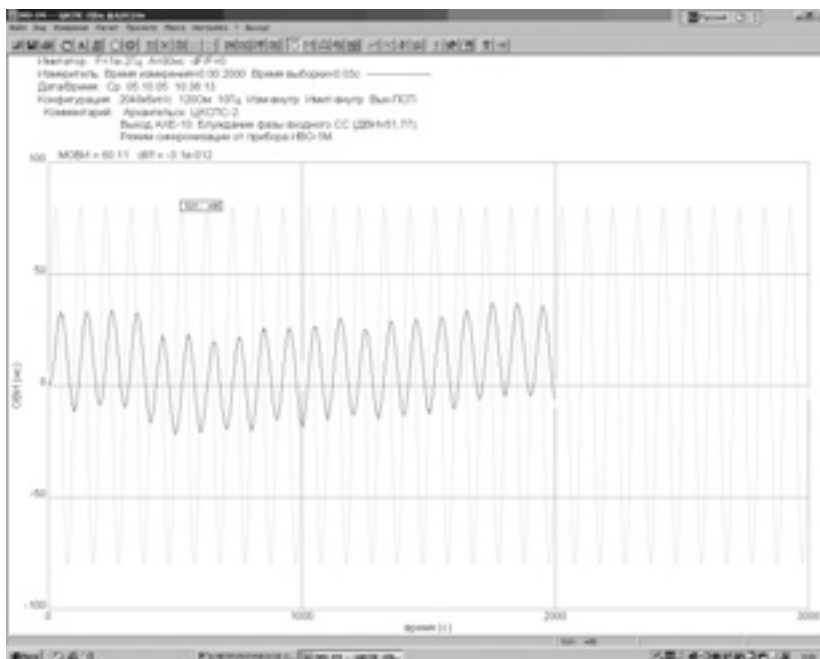


Рис. 2. Проверка передаточной характеристики БСС при частоте модуляции $1 \cdot 10^{-2}$ Гц

Время измерения, с		2000	2000	2000	10000	20000
Тип аппаратуры	Тестовый сигнал					
ВЗГ, G.812, ETS 300 462-4	Частота, Гц	1	0,2	0,01	0,003	0,0001
	Амплитуда модуляции, нс	375	1000	1000	2500	2500
	Амплитуда на выходе, нс	3	141	709	2560	2560
	Защищенность, дБ	-43	-17	-3	+0,2	+0,2
ГСЭ, ETS 300 462-5, G.813	Частота, Гц	1	0,1	0,01	0,001	0,0001
	Амплитуда модуляции, нс	125	200	1000	1000	2500
	Амплитуда на выходе, нс	88	205	1023	1023	2560
	Защищенность, дБ	-3	+0,2	+0,2	+0,2	+0,2
БСС, Р 45.08-2001, МЗГ, ETS 300 462-7	Частота, Гц	1	0,1	0,01	0,001	0,0001
	Амплитуда модуляции, нс	375	375	1000	1000	2500
	Амплитуда на выходе, нс	26,2	262,5	1023	1023	2560
	Защищенность, дБ	-23	-3	+0,2	+0,2	+0,2

Второй скачок, в пределах 15 с после вхождения в режим отложенных данных, может происходить за счет переключения на второй входной СС. Требования по изменению фазы у второго скачка аналогичны первому. После второго скачка ошибка должна оставаться постоянной и не превышать 1000 нс. Такое поведение ГСЭ нормировано только для случая, когда оба входных СС формируются от одного источника, например одного ПЭГ. Если СС поступают на входы от различных источников, то нормирование пока не установлено и подлежит дальнейшему изучению. Для ВЗГ максимально допустимое изменение фазы выходного СС, вызванное переключением эталонных СС, имеет тот же характер, что и для ГСЭ, но величина скачков не должна превышать 60 нс, и допустим тот же уход по частоте в момент скачка (длительность скачка не должна превышать 8 мс). В режиме удержания относительное отклонение частоты не должно превышать $\pm 5 \cdot 10^{-10}$ отн. ед. И, наконец, после появления второго скачка, ошибка должна оставаться постоянной и проходить ниже линии 240 нс. Если исходить из последней величины, то можно установить время, в течение которого должен произойти второй скачок при минимально допустимом отклонении частоты. Это должно быть не позже 240 с. Так как измерения проводятся на характеристиках ОВИ, то скачок может быть как в положительную, так и в отрицательную область ОВИ.

Методика проведения измерений следующая. На вход аппаратуры от прибора подаются два синхросигнала с разных выходов. Например, 2048 кГц и 2048 Кбит/с. Выход аппаратуры подается на вход прибора, на котором устанавливается время выборки минимальное

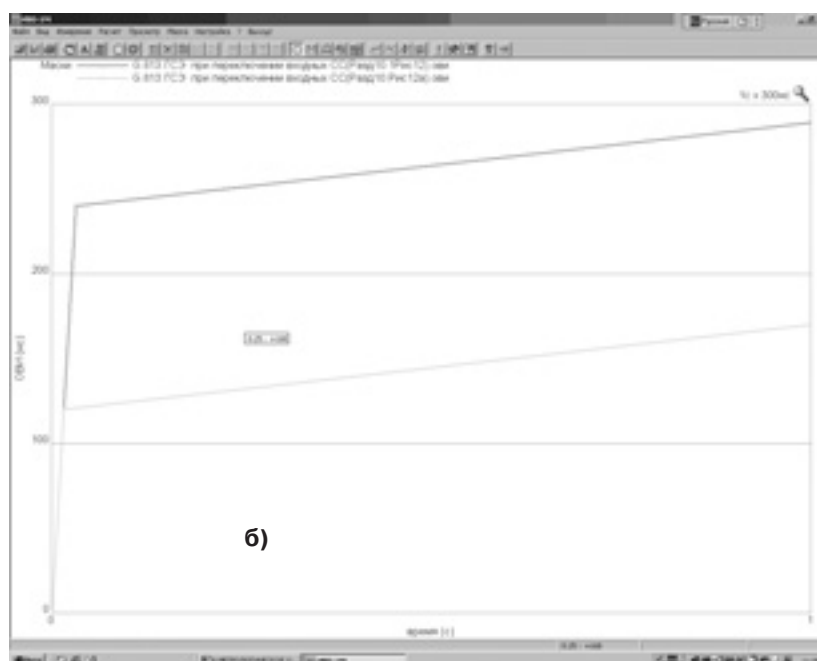
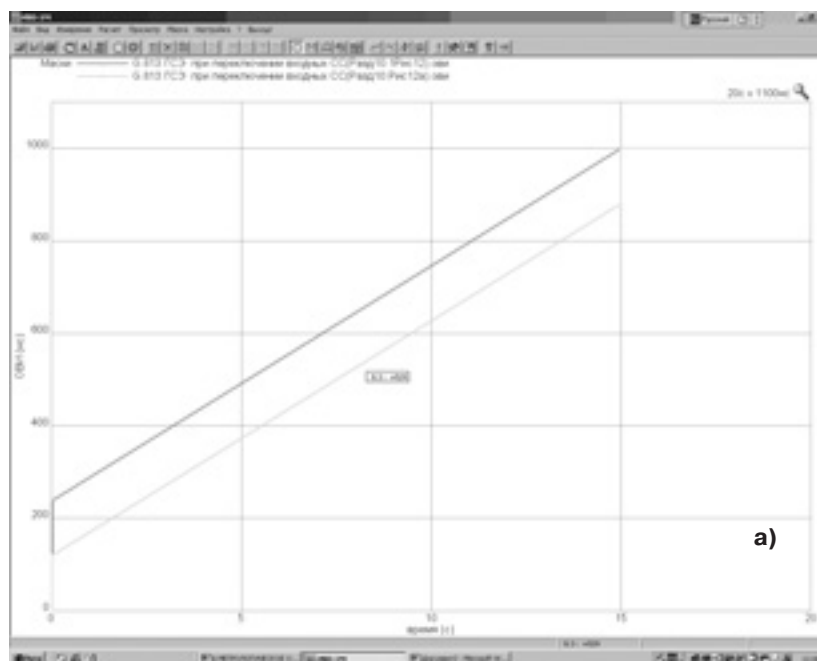


Рис. 3. Максимально допустимое изменение фазы выходного СС ГСЭ, вызываемого переключением входных СС

Таблица 4

Тип оборудования	Интервал наблюдения, с	МОВИ, нс	Входной СС	Документ
ВЗГ	$0,001 < \tau \leq 0,0033$	25	2048 кГц 2048 Кбит/с	G.812 для типа I
	$0,0033 < \tau \leq 0,016$	750 τ		
ВЗГ	$0,016 < \tau \leq 120$	120 + τ	STM-N	G.812 для типа I
	$120 < \tau \leq 1000$	240		
	$0,001 < \tau \leq 0,016$	750 τ		
ВЗГ	$0,016 < \tau \leq 120$	120 + τ	STM-N	G.812 для типа I
	$120 < \tau \leq 1000$	240		
	$0,001 < \tau \leq 0,016$	750 τ		
БСС	$0,016 < \tau \leq 240$	120 + 0,5 τ	2048 кГц 2048 Кбит/с	Р 45.08-2001
	$240 < \tau \leq 1000$	240		

Таблица 5

Тип оборудования	Интервал наблюдения, с	МОВИ, нс	Документ
ПЭГ	$0,005 < \tau \leq 1000$	61	ETS 300 462-6
ВЗГ	$\tau \leq 0,001$	60	ETS 300 462-4
	$0,001 < \tau \leq 4$	120	
	$4 < \tau$	240	
МЗГ, БСС-1, БСС-2	$0,016 < \tau \leq 240$	120 + τ	G.812 для типа I ETS 300 462-7 Р 45.08-2001
	$240 < \tau \leq 1000$	240	
БСС-5	$\tau \leq 0,001$	61	Р 45.08-2001
	$0,001 < \tau \leq 0,0164$	61000 τ	
	$0,0164 < \tau$	1000	
ГСЭ	$0,0005 < \tau \leq 0,016$	7,5 τ	ETS 300 462-5 G.813
	$0,016 < \tau \leq 2,4$	120	
	$2,4 < \tau \leq 24$	120 за любые 2,4 с внутри τ	
	$24 < \tau \leq 1000$	1000	

и не более 0,005 с, что определяется требованием определения длительности скачка. Аппаратура синхронизируется по одному из входных СС. На экране монитора прибора должна быть прямая линия измеренного ОВИ. После времени выдержки порядка 1 ч перезапускают измерения и после того, как оператор удостоверится в синхронном режиме работы аппаратуры, отключают активный СС. Проводят наблюдение об ав-

томатическом переключении. По этому вопросу см. [2]. Как пронормировать полученные результаты (сопоставить с маской) рассказано там же.

Однако нормирование характеристик оборудования при переключении входных СС, как уже отмечалось выше, может осуществляться и по параметрам МОВИ. В данном случае проводятся измерения по указанной методике и рассчитывается параметр МОВИ, который не должен превышать величин, указанных в табл. 4 для различных видов оборудования.

В некоторых случаях внутреннего автоматического тестирования оборудования или из-за других внутренних нарушений, включая повреждения основного генераторного оборудования, на выходных интерфейсах 2048 кГц или 2048 Кбит/с аппаратуры должна сохраняться непрерывность фазы в выходном СС. Допустимые изменения фазы выходных СС отражены в табл. 5.

Маски МОВИ, применяемые при переключениях эталонных СС на входе оборудования, приведены на рис. 4, а маски ОВИ на рис. 5.

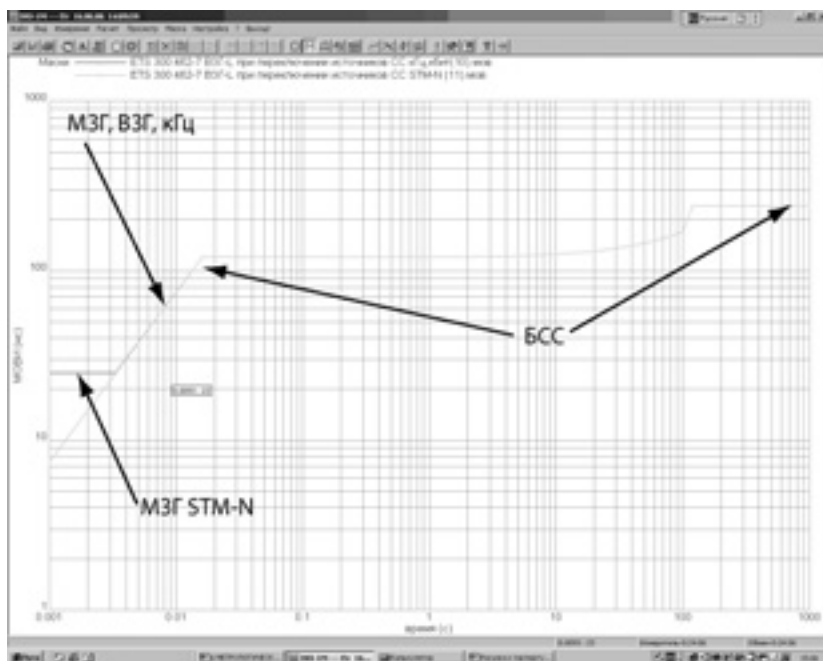


Рис. 4. Маски МОВИ, применяемые при переключениях эталонных СС на входе оборудования

Непрерывность фазы в выходном СС при переключении на резервный комплект управляемого генератора

В момент проведения измерений измерения ОВИ с выборкой не более 0,005 с для выходного СС аппаратуры с помощью системы управления принудительно производят переключение на резервный генератор. По результатам измерений (рис. 6, а) рассчитывают параметр МОВИ и накладывают маску при переключении внутренних генераторов (рис. 6, б) для соответствующего оборудования.

Дрейф фазы выходного сигнала в режиме захвата

Для проведения измерения дрейфа фазы выходного сигнала в режиме захвата лучше всего использовать схему измерения, в соответствии с которой с выхода прибора подается эталонный сигнал синхронизации в виде 2048 кГц или 2048 Кбит/с на вход синхронизации оборудования, а с выхода Т4 оборудования на измерительный вход прибора поступает частота 2048 кГц. При такой схеме измерения влияние собственной нестабильности генератора прибора исключается. От начала подачи синхросигнала на вход аппаратуры до входа ее в синхронизм проходит некоторое время. Для мультимплексора это несколько секунд или минут, а для цифровой коммутационной станции или ВЗГ время захвата может составлять и несколько часов. Процесс ввода в синхронизм предпочтительно оценивать по характеристике ОВИ. Как только она сделается горизонтальной (начиная с этого момента ОВИ становится относительно постоянной) - аппаратура вошла в синхронизм с поданным от прибора сигналом.

Для ВЗГ или коммутационной станции, оценивающей качество входного синхросигнала, время установления режима синхронизации может составлять до 8 часов. В любом случае - по характеристике ОВИ вход в синхронизм явно виден (рис. 7). Если аппаратура уже включена в работу сети, то схема измерения, описанная выше, не годится и необходимо использовать схему измерений, по которой от сети ТСС на аппаратуру подается реальный синхросигнал, и прибор измеряет сигнал, как и в первом случае, с выхода Т4. Так как аппаратура уже находится в синхронном режиме, то можно сразу приступить к измерениям. На

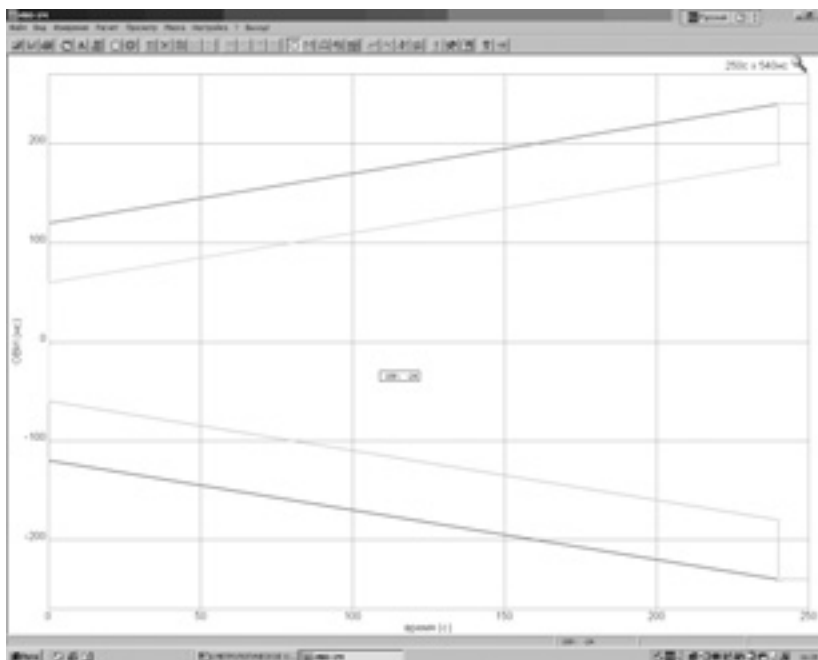
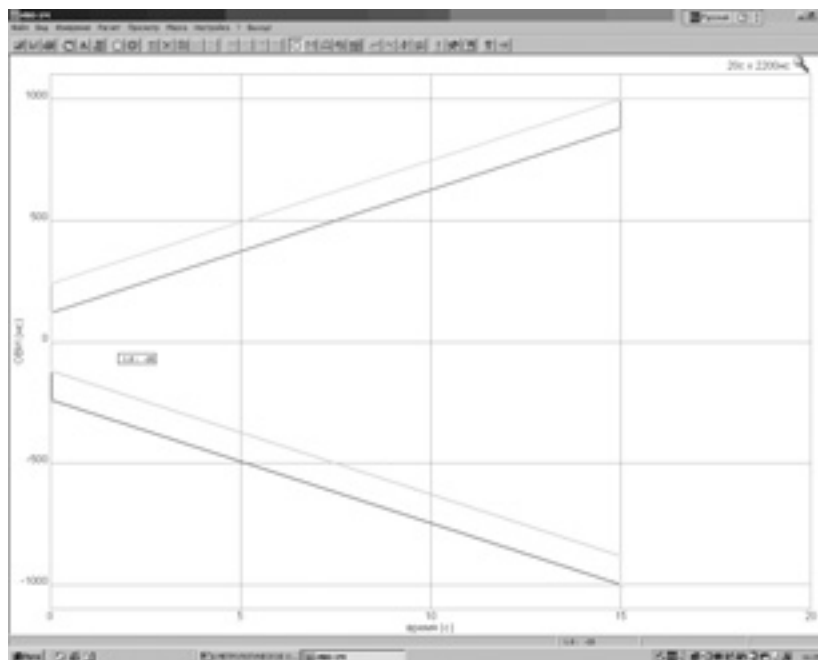


Рис. 5. Маски ОВИ, применяемые при переключениях эталонных СС на входе оборудования: сверху МЗГ, ВЗГ; внизу - ГСЭ

приборе устанавливается требуемое время измерения, выборка и входной интерфейс. По окончании измерения рассчитываются параметры МОВИ и ДВИ.

Данные расчетов сопоставляются с установленными для каждого вида оборудования нормами, как это показано в таблицах 6 и 7, причем длительность интервала требуемого времени наблюдения τ дается в секундах, значения МОВИ и ДВИ даются в наносекундах, а время измерения устанавливается в часах.

Таблица 6

Схема измерения по первому способу

Наименование	Время измерения, часы	Нормы		Документ
		МОВИ	ДВИ	
ВЗГ	4	$0,1 < \tau \leq 9 = 24$; $9 < \tau \leq 400 = 8 \tau^{0,5}$; $400 < \tau \leq 10000 = 160$	$0,1 < \tau \leq 25 = 3$; $25 < \tau \leq 100 = 0,12 \tau$; $100 < \tau \leq 1000 = 12$	G.812; ETS 300-462-4
МЗГ	4	$0,1 < \tau \leq 0,48 = 50 \tau$; $0,48 < \tau \leq 9 = 9$; $9 < \tau \leq 400 = 8 \tau^{0,5}$; $400 < \tau \leq 10000 = 160$	$0,1 < \tau \leq 25 = 3$; $25 < \tau \leq 100 = 0,12 \tau$; $100 < \tau \leq 1000 = 12$	ETS 300-462-7
БСС-1А, Б	4	$0,1 < \tau \leq 9 = 40$; $9 < \tau \leq 400 = 8 \tau^{0,5}$; $400 < \tau \leq 10000 = 160$; $\tau > 10000 = 320$	$0,1 < \tau \leq 25 = 3$; $25 < \tau \leq 100 = 0,12 \tau$; $100 < \tau \leq 1000 = 12$	P 45.08-2001
БСС-2А, Б	4	$0,1 < \tau \leq 9 = 40$; $9 < \tau \leq 400 = 8 \tau^{0,5}$; $400 < \tau \leq 10000 = 160$; $\tau > 10000 = 320$	$0,1 < \tau \leq 25 = 3$; $25 < \tau \leq 100 = 0,12 \tau$; $100 < \tau \leq 1000 = 12$	P 45.08-2001
БСС-5	4	$\tau > 100 = 1000$	Пока не определено	P 45.08-2001
ГСЭ	1	$0,1 < \tau \leq 1 = 40$; $1 < \tau \leq 100 = 40 \tau^{0,1}$; $100 < \tau \leq 1000 = 25,25 \tau^{0,2}$	$0,1 < \tau \leq 25 = 3,2$; $25 < \tau \leq 100 = 0,64 \tau^{0,5}$; $100 < \tau \leq 1000 = 6,4$	G.813; ETS 300-462-5

Долговременные фазовые изменения в выходном СС при использовании режима удержания (holdover)

Генераторное оборудование, участвующее в формировании и передаче сигналов ТСС, работает в нескольких основных режимах (mode):

- 1) свободных колебаний (free run);
- 2) ввода в синхронизм (fast, tracking search);
- 3) синхронном (locked);
- 4) удержания частоты (holdover).

В момент включения питания генератор находится в режиме свободных колебаний. После подачи на его

вход внешнего СС он переходит в режим ввода в синхронизм. Данный режим может быть совершенно разным для различных блоков синхронизации. У ГСЭ, как правило, входной СС не оценивается по параметрам синхронизации и ГСЭ сразу (за 1-2 с) входит в синхронизм. У БСС, ВЗГ и МЗГ может быть оценка входного СС по параметрам МОВИ и ДВИ. В зависимости от фильтрующих способностей оборудования время может быть весьма длительным. В режиме ввода в синхронизм для сокращения времени ввода обычно используют режим ускоренной подстройки частоты, но в наиболее простых образцах его может и не быть. После режима ввода в синхронизм аппарата переходит в синхронный режим, в течение которого

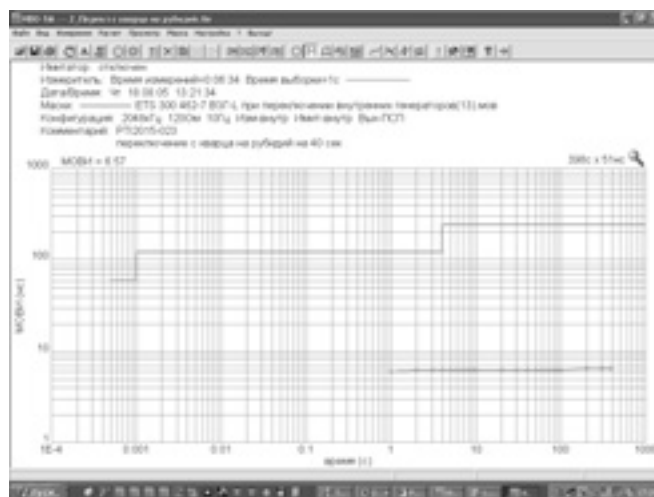
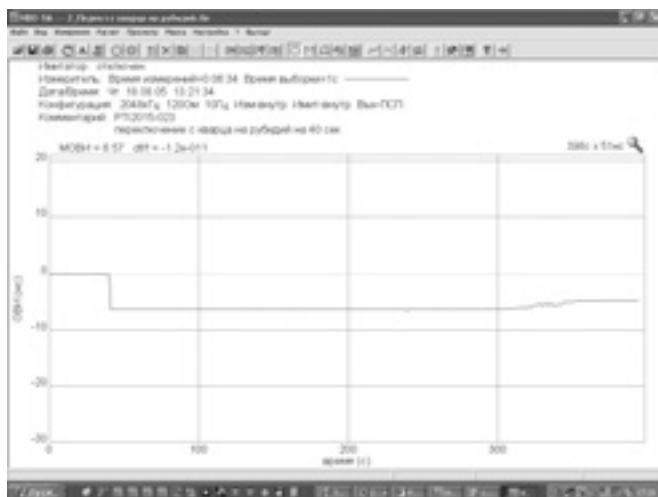


Рис. 6. Результаты измерений при переключениях внутренних генераторов ВЗГ

Схема измерения по второму способу

Наименование	Время измерения, часы	Нормы		Документ
		МОВИ	ДВИ	
ПЭГ	24–148	$0,1 < \tau \leq 1000 = 0,275 \tau + 25;$ $\tau > 1000 = 290 + 0,001 \tau$	$0,1 < \tau \leq 100 = 3;$ $100 < \tau \leq 1000 = 0,03 \tau;$ $100 < \tau \leq 10000 = 30$	G.811
ВЗГ, МЗГ, все БСС, ЦКС	4	$0,1 < \tau \leq 25 = 25;$ $25 < \tau \leq 200 = 10 \tau;$ $200 < \tau \leq 2000 = 2000;$ $\tau > 2000 = 433 \tau^{0,2} + 0,01 \tau$	$0,1 < \tau \leq 4,3 = 3;$ $4,3 < \tau \leq 100 = 0,7 \tau;$ $100 < \tau \leq 1000000 =$ $= 58 + 1,2 \tau^{0,5} + 0,0003 \tau$	G.823; ETS 300-462-3
ГСЭ	1	$0,1 < \tau \leq 25 = 250;$ $25 < \tau \leq 20 = 100 \tau;$ $20 < \tau \leq 2000 = 2000;$ $\tau > 2000 = 433 \tau^{0,2} + 0,01 \tau$	$0,1 < \tau \leq 17,14 = 12;$ $17,14 < \tau \leq 100 = 0,7 \tau;$ $100 < \tau \leq 1000000 =$ $= 58 + 1,2 \tau^{0,5} + 0,0003 \tau$	G.823; ETS 300-462-3

Таблица 8

Наименование и Стандарт	a_1 , нс/с	b , нс ²	c , нс/с	Запоминание частоты, отн. ед.	Старение, отн.ед./сутки
ВЗГ; БСС-1А, Б; ETS 300 462-4; Р45.08-001; G.812	0,5	$\pm 2,3 \cdot 10^{-6}$	60	$\pm 5 \cdot 10^{-10}$	$\pm 2 \cdot 10^{-10}$
МЗГ; БСС-2А, Б; ETS 300 462-7; Р 45.08-2001	1	$\pm 1,16 \cdot 10^{-5}$	60	$\pm 1 \cdot 10^{-9}$	$\pm 1 \cdot 10^{-9}$
БСС-5; Р 45.08-2001	0,5	$\pm 1,16 \cdot 10^{-5}$	1000	$\pm 5 \cdot 10^{-10}$	$\pm 1 \cdot 10^{-9}$
ГСЭ; G.813; ETS 300 462-4	0,5	$\pm 1,16 \cdot 10^{-4}$	120	$\pm 5 \cdot 10^{-8}$	$\pm 2 \cdot 10^{-8}$

го она обычно накапливает данные для подготовки режима удержания частоты. Время, необходимое аппаратуре для накопления данных для возможного перехода в режим удержания, различно для каждой аппаратуры. Для ГСЭ время обычно не превышает 30 мин. Для ВЗГ, МЗГ и БСС это время больше, и обычно находится в пределах от 1 часа до суток (для квалифицированной работы в режиме удержания аппаратура должна проработать в синхронном режиме до 60 суток). Если не выдерживать время до суток, то аппаратура, не имея полноценных накопленных данных, может в случае пропадания входного СС либо переходить в режим свободных колебаний, либо плохо удерживать частоту. В последнем случае различают два фактора: первый - за счет начального сдвига частоты, вызванного тем, что в момент пропадания входного СС имеется некоторый накопленный сдвиг выходного СС относительно входного, и второй, учитывающий дрейф частоты за счет старения и температуры. Обычно на вход аппаратуры приходит несколько (в некоторых ВЗГ разрешено до 9) входных СС. При пропадании всех входных СС фазовая ошибка (ΔT) на выходе оборудования относительно входа не должна превышать допустимого предела

$$\Delta T(\tau) = \{ (a_1 + a_2) \tau + 0,5b \tau^2 + c \},$$

где a_1 - представляет собой первоначальный сдвиг (отклонение) частоты;

a_2 - учитывает температурные изменения после вхождения задающего генератора в режим отложенных данных (режим удержания); если нет температурных изменений, то коэффициент a_2 не должен содержать фазовой ошибки;

b - определяется старением и дрейфом частоты из расчета на один день после нескольких дней постоянной работы. Он не предназначен для измерений в расчете на один день, так как температурное влияние является основным.

c - дополнительный фазовый сдвиг, который может возникнуть в момент перехода из режима синхронизма в режим отложенных данных

Во время всего режима отложенных данных, за исключением переходного режима, временной сдвиг частоты после τ секунд не должен превышать $(a_1 + a_2) \tau + 0,5b\tau$.

Величины a , b , c и соответствующие им значения частоты в режиме запоминания и старения в сутки указаны в табл. 8.

Результаты допустимой фазовой ошибки в режиме удержания для разных видов оборудования, вычисленные по вышеприведенной формуле с учетом

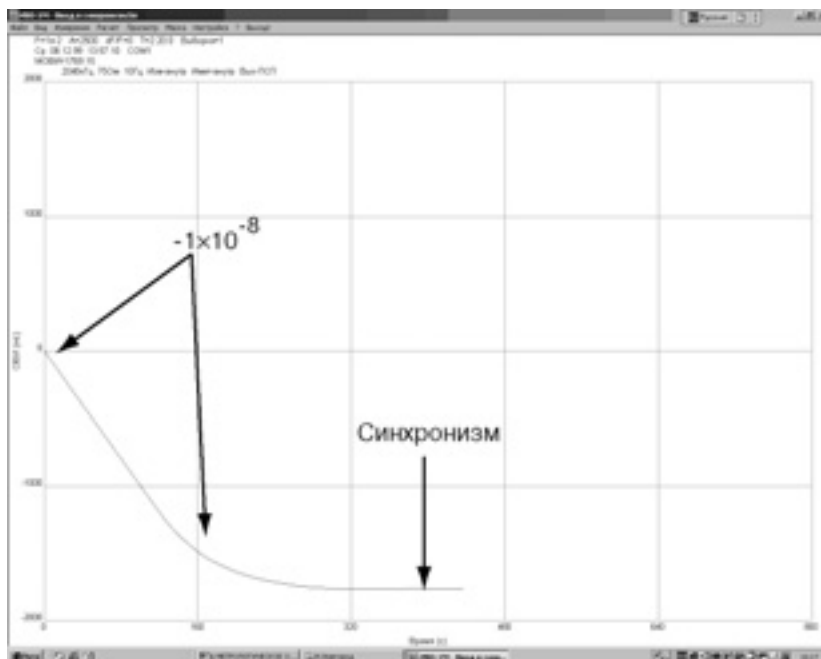


Рис. 7. Ввод аппаратуры в режим синхронной работы

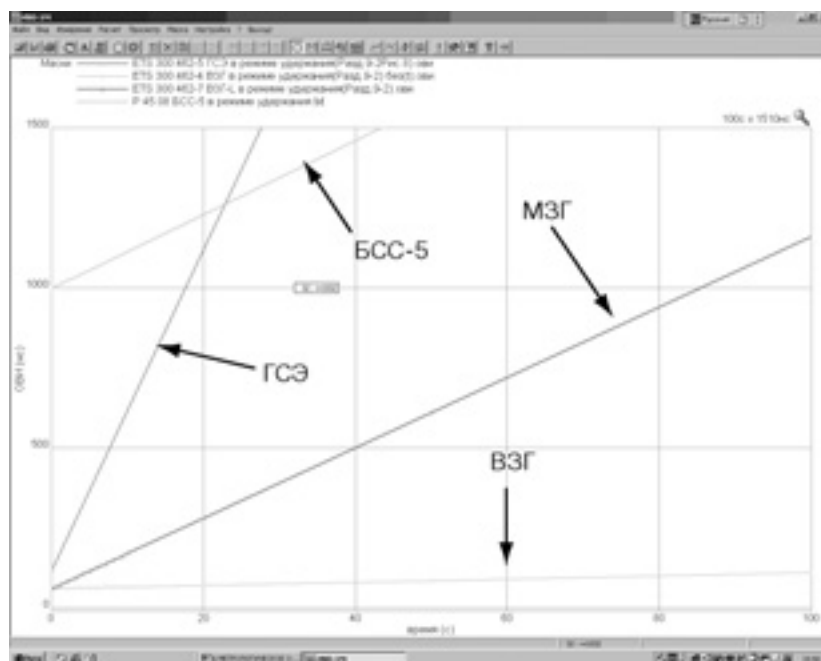


Рис. 8. Маски сигналов в режиме удержания

табл. 8, представлены на рис. 8. Учитывая, что измерение производится по характеристикам ОВИ, в измерительном приборе должны быть маски, как для положительной, так и для отрицательной составляющей допустимой фазовой ошибки в режиме удержания.

Методика проведения испытаний достаточно проста. Для любого оборудования, кроме ГСЭ, необходим предварительный суточный прогон при подаче на вход аппаратуры эталонного СС от прибора. Для ГСЭ - достаточно часового прогона. После прогона переходят непосредственно к измерениям. В конфигурации прибора устанавливается время

выборки 0,03 с, время измерения 24 ч. Запускается процесс измерения ОВИ. Через 1-2 минуты, после того как оператор убедится, что аппаратура работает нормально (находится в синхронизме с прибором), отключают подаваемый на аппаратуру СС. С этого момента аппаратура находится в режиме удержания. Считается, что аппаратура находится в этом режиме до тех пор, пока характеристика ОВИ не пересечет ограничительную маску допустимой фазовой ошибки.

После пересечения маски считается, что аппаратура перешла в режим свободных колебаний, и на нее уже не действуют накопленные ранее по входному СС данные. Если производится измерение режима удержания на действующей аппаратуре, включенной в тракт передачи, то первоначально производится измерение дрейфа фазы выходного сигнала, как указано в разделе "Дрейф фазы выходного сигнала в режиме захвата", а затем производится отключение всех входных СС, поступающих на аппаратуру. Отключение можно производить как чисто программными средствами аппаратуры, так и физическим отключением поступающих СС.

Литература

1. Леготин Н.Н. Измерение фазовых блужданий. / Техника Связи 2006 г. № 1.
2. Леготин Н.Н. Измерение фазовых блужданий. / Техника Связи 2006 г. № 2.
3. Р 45.08-2001 "Использование международных и междугородних коммутационных станций в системе ТСС ВСС России", Москва, Минсвязи России.

www.bonch.spb.ru

АЛЬМАНАХЪ



ВЫПУСКНИКИ

ЛЭИС-ГУТ