



Сети синхронизации: год спустя

Безусловно, западный и украинский телекоммуникационные рынки разительно отличаются. У каждого из них — свои первостепенные задачи. Но чтобы быть во всеоружии, необходимо постоянно следить за изменениями, происходящими как на том, так и на другом рынке

Еще в древности было отмечено, что все течет и все постоянно меняется — как во времени, так и в пространстве. Сегодня западные операторы связи сокрушаются по поводу стагнации рынка, неоправданности параллельного строительства большого количества оптоволоконных сетей и инвестиций в лицензии 3G, в то время как украинские рапортуют о новых сотнях километров уложенного

оптоволоконна и демонстрируют завидную прибыльность. Примерно так же выглядит динамика дальнейшего развития сетей синхронизации: мы старательно пытаемся построить то, что у них давно построено, а они — переделить уже в основном сложившийся рынок. Как говорится, каждому свое, но в любом случае нужно быть в курсе событий на рынке и информацию своевременно обновлять.

В 2001—2002 годах в одном из украинских журналов автор рассматривал сравнительно новое для нашего рынка оборудование, специально предназначенное для строительства сетей синхронизации (СС) в сетях электросвязи, а также измерительную технику для измерения специфических параметров СС, характеризующих уровень вандера в сети. В настоящей статье предполагается обновить устаревшую часть информации и вкратце рассказать о новинках из области оборудования сетей синхронизации. Статья разделена на части в соответствии с типом оборудования: первичные источники синхронизации (Primary Reference Source, PRS), вторичные источники синхронизации (Synchronisation Supply Unit, SSU), измерительное оборудование.

Первичные источники синхронизации

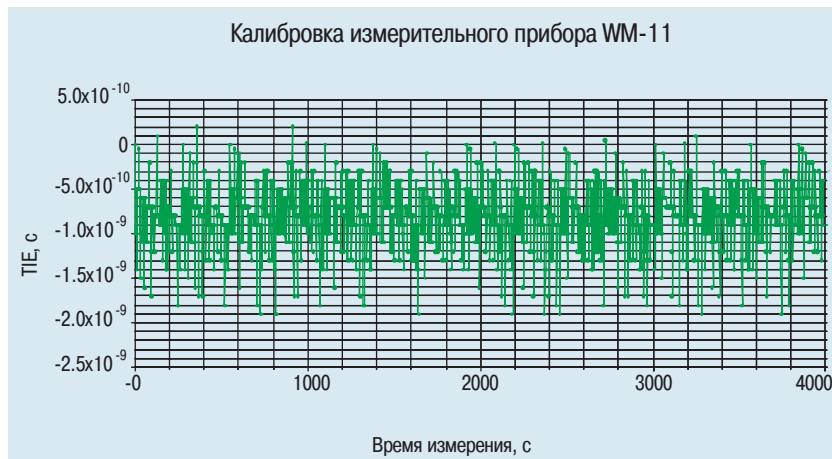
В одной из упомянутых статей автором были рассмотрены различные типы первичных источников синхронизации и приведена довольно полная таблица сравнительных характеристик этого оборудования.

По сравнению с прошлогодним состоянием на рынке автономных PRS произошли некоторые изменения. Прежде всего это касается цезиевых стандартов частоты. Крупный производитель цезиевых стандартов частоты, американская компания Datum, в конце 2002 года был куплен бывшим своим конкурентом, американской же компанией Symmetricom, ставшей теперь практически монопольным производителем цезиевых стандартов частоты для сферы электросвязи. В текущем году происходит пересмотр моделей, производимых PRS с целью сокращения дублирующих позиций. В частности, насколько известно автору, популярный во всем мире среди операторов связи цезиевый стандарт PRS-45, появившийся в 2002 году и в Украине (компания «Информационные системные технологии» поставила такое оборудования на первичную сеть ОАО «Укртелеком»), уже снят

с производства, а взамен будет предлагаться аналогичное оборудование Time Cesium, разработанное на базе той же цезиевой трубки и ранее конкурировавшее с PRS-45. Вряд ли дальнейшая монополизация этой части рынка пойдет на пользу нашему потребителю (к примеру, путь упомянутых PRS в Украину уже сегодня проложен через достаточно длинную цепочку поставщиков), но выбор не слишком велик: промышленный выпуск цезиевых трубок пока налажен лишь в США, а производитель цезиевых PRS для операторов связи теперь единственный в мире. Еще один производитель цезиевых трубок, компания Agilent, по-прежнему выпускает сравнительно дорогие и высококачественные модели цезиевых PRS, предназначенные в первую очередь для метрологии.

Промышленное производство цезиевых трубок в Европе пока не налажено. Собственный цезиевый PRS, Epsilon Frequency Standard, разработан французской компанией Tekelec Systemes (входит в группу TEMEX), но он находится пока на стадии опытных образцов, да и не ориентирован в первую очередь на операторов связи. Другие же производители, собиравшие собственные цезиевые PRS на основе американских трубок (как, например, швейцарская компания Oscilloquartz), по понятным причинам решающего влияния на данный рынок не оказывают.

Однако есть и хорошие новости. Вдохновленный успешной эксплуатацией своих водородных стандартов на российской сети компании



«Транстелеком», российский производитель, компания «Время-Ч», вывел на рынок новую модель водородного стандарта частоты, или мазера, разработанную с учетом требований операторов связи — VCH-1006A. По сравнению с предыдущими моделями новый мазер имеет значительно улучшенные массогабаритные характеристики, более приспособлен для использования в сетях синхронизации (возможность питания от сети постоянного тока -48В, выходной сигнал 2,048 МГц и др.), в то же время обеспечивает сигнал с кратковременной стабильностью в 10–100 раз лучше, чем у цезиевых PRS. По опыту эксплуатации предыдущих моделей техническое обслуживание — замена картриджа с активным веществом — проводится раз в несколько лет, а стоимость такого обслуживания мазера по сравнению с заменой цезиевой трубки (стоимость последней составляет более 70 % стоимости цезиевого PRS). Таким образом, новый мазер, цена которого теперь

Уровень внутреннего фазового шума прибора, измеренного во временной области (параметр TIE) с интервалом выборки 1 секунда

сравнима с ценой цезиевого стандарта, вполне конкурентоспособен в качестве PRS и, думается, со временем будет применяться в украинских сетях электросвязи.

Недостатком мазера можно считать наличие долговременного (за период более года) ухода частоты по сравнению с эталоном, которым, как известно, по определению является цезиевый стандарт. Уход невелик, систематическое относительное изменение частоты составляет примерно 4×10^{-13} в год (таким образом, превышение предела долговременной стабильности Рекомендаций G.811 возможно один раз примерно в 20 лет), тем не менее он существует и должен учитываться в долговременной стратегии. Возможно, оптимальным решением в данном случае является совместная эксплуатация в сети синхронизации обоих типов стандартов, объединенных в групповой стандарт частоты. В этом случае кратковременная стабильность будет обеспечена характеристиками мазера, а долговременная — стабильностью цезиевого PRS. Создание групповых эталонов времени и частоты является достаточно типичным решением в метрологии, и этот опыт может быть распространен на сети синхронизации.

В таблице на с. 62 приводятся краткие сводные данные об основных моделях автономных PRS. Информация не претендует на полноту и приведена в иллюстративных целях.

Что же касается стандартов частоты на основе спутниковых радио-



Уровень внутреннего фазового шума прибора измерен с интервалом выборки 0,03 секунды

навигационных систем (СРНС), то они по-прежнему популярны в сетях синхронизации — прежде всего в силу своей доступности. На сегодняшний день круглосуточный прием радиосигнала практически на всей поверхности Земли обеспечивает только американская GPS Navstar (обычно именуемая просто GPS). Российская ГЛОНАСС имеет в активе только семь или восемь действующих спутников (сведения из альманаха GPSWorld за декабрь 2002 года), что не позволяет обес-

печить равномерное и непрерывное покрытие всей земной поверхности. Что же касается европейской системы Galileo, она пока существует только в проекте. Таким образом, пользователи GPS по-прежнему находятся в вынужденной зависимости от решений правительства США, что не может настраивать на благодушный лад, даже несмотря на реальную положительную практику постепенного снятия ограничений, налагавшихся первоначально на доступную обычным пользователям

точность получаемых данных. Этим объясняется тот факт, что в большинстве стран (и Украина — не исключение) наряду с использованием стандартов частоты на основе приемников GPS операторы связи национального масштаба стремятся строить сети синхронизации с использованием автономных стандартов.

Поскольку сегодня в мире существует более 300 производителей приемников GPS и стандартов частоты на их основе, автор не видит

Сравнительные характеристики автономных PRS

	5071A Opt	5071A	Time Cesium	Epsilon FS	VCH-1008
Производитель	Agilent (HP)	Agilent (HP)	Symmetricon	Tekelec Systemes	«Время Ч»
Страна	США	США	США	Франция	Россия
Точность (Accuracy)	$\pm 5 \times 10^{13}$	$\pm 1 \times 10^{12}$	$\pm 1 \times 10^{12}$	$\pm 1 \times 10^{12}$	$\pm 5 \times 10^{13}$
Подстройка частоты (Settability)	6×10^{15}	6×10^{15}	—	$\pm 1 \times 10^{14}$	1×10^{14}
Кратковременная нестабильность					
0,001 с	$1,2 \times 10^{11}$	$1,2 \times 10^{11}$	—	8×10^{10}	—
1 с	5×10^{12}	$1,2 \times 10^{11}$	3×10^{11}	5×10^{12}	7×10^{13}
10 с	$3,5 \times 10^{12}$	$8,5 \times 10^{12}$	$1,3 \times 10^{11}$	—	2×10^{13}
100 с	$8,5 \times 10^{13}$	$2,7 \times 10^{12}$	3×10^{12}	—	7×10^{14}
1000 с	$2,7 \times 10^{13}$	$8,5 \times 10^{13}$	$9,5 \times 10^{13}$	2×10^{13}	—
3600 с	—	—	—	—	2×10^{14}
10 000 с	$8,5 \times 10^{14}$	$2,7 \times 10^{13}$	3×10^{13}	—	—
86 400 с (1 сутки)	—	—	—	—	5×10^{15}
100 000 с	$2,7 \times 10^{14}$	$8,5 \times 10^{14}$	н. д.	2×10^{14}	—
Стабильность (0—50 °С), менее	$\pm 8 \times 10^{14}$	$\pm 1 \times 10^{13}$	$\pm 3 \times 10^{12}$	н. д.	$\pm 1,3 \times 10^{13}$
Фазовый шум, dBc/Hz, при df:					
0,1 Гц	—	—	—	70	—
1 Гц	100	85	106	100	—
10 Гц	130	125	135	—	130
100 Гц	135	135	145	140	140
1000 Гц	140	140	155	150	150
1 000 000 Гц	145	145	160	150	—
Выходной сигнал:					
2 МГц	да (опц.)	да (опц.)	да	да	да
5 МГц синус. (уровень, В)	да	да	нет	да	да
8 нГц	н. д.	н. д.	нет	нет	н. д.
10 МГц, синус. (уровень, В)	да	да	да	да (1В)	да
«секунда» (1 pps)	да	да	нет	да	да
100 МГц	нет	нет	нет	нет	да
Конструктив					
Питание от сети 220 В	да	да	нет	да	да
Питание от постоянного тока, В	да (опц.)	да (опц.)	48	24	48
Внутренняя батарея	нет (при 48)	нет (при 48)	нет	да	да
Масса, кг	30	30	17	30	30
Управление.					
Интерфейс RS-232	да	да	да	да	да
Условия эксплуатации					
Рабочая температура, °С	0—55	0—55	0—50	0—50	5—40
Гарантия на прибор, лет	2	2	2	н. д.	3

Источник: «Информационные системные технологии»

возможности в настоящем материале подробно остановиться на описании приемников GPS, их разновидностей, особенностей и стандартов частоты на их основе, планируя сделать это в отдельной статье.

Выделенное оборудование синхронизации

Как ни странно, оборудование SSU (Synchronisation Supply Unit — в вольном переводе «вторичный источник синхронизации» или «выделенное оборудование синхронизации») менее всего оказалось подвержено изменениям за истекший период, возможно по причине своего бурного развития в предыдущие годы. Все упоминавшиеся в предыдущем обзоре производители (за исключением все той же бывшей Datum, чьи SSU-2000 теперь выпускаются под маркой Symmetricom) продолжают выпускать те же либо немного модернизированные модели оборудования SSU. Новостью для нашего рынка является получение оборудованием Epsilon SSU (производство Tekelec Systemes, Франция) сертификата соответствия УкрСЕПРО (№. UA1.065.52349-03). Может представлять также определенный интерес завершение процесса сертификации оборудования US4G (производство Gillam FEi, Бельгия) в России. Разумеется, разработка новых моделей SSU продолжается и анонсируется, но говорить о таких моделях до выхода оборудования на соответствующие рынки и получения более полной информации пока, на наш взгляд, нецелесообразно.

Необходимо отметить, что в данный обзор, так же как и в предыдущий, не включалось оборудование из разряда офисных источников синхронизации, которые скорее можно отнести к классу PRS с приемниками GPS. Они могут иметь высокую стабильность, но не удовлетворяют в полном объеме требованиям Рекомендаций ITU-T G.812 (в части резервирования и др.) и не рассматриваются автором как выделенное оборудование синхронизации.

Измерительное оборудование

Сразу оговоримся: диапазон используемой «измерилочки» на сетях электросвязи достаточно широк, но в рамках данной статьи нас

Собственный фазовый шум измерительных приборов

Тип исследуемого прибора	ИПС-2002	ИВО-1М	WM-11
Размах собственного шума, нс	0,155	1,3	2,1

Источник: «Информационные системные технологии»

интересует оборудование, во-первых, измеряющее вандер, а во-вторых, не универсальное, а специально (или в первую очередь) предназначенное для этих целей. С точки зрения автора, такое оборудование экономически более эффективно и обеспечивает более высокую точность измерений, а поэтому может рассматриваться как профессиональное. Кроме того, в данной статье автор исходит из предположения, что влияние уровня вандера на качество услуг в сетях электросвязи и необходимость регулярного его метрологического контроля является уже очевидным фактом для специалистов и не нуждается более в доказательствах.

Как правило, такое современное оборудование относится к классу измерительного оборудования, производящего измерения фазовых флуктуаций сигнала во временной области, и выполнено либо на базе счетчиков времени, либо на базе фазовых компараторов.

Нельзя сказать, что в Украине слишком много измерительного оборудования, удовлетворяющего данным условиям, тем не менее в эксплуатации уже находятся модели большинства европейских производителей. Так, измеритель OSA-5565 имеется на вооружении в ЗАО «Утел», измеритель PJS-2000 — в ОАО «Укртелеком» и ЗАО «Киевстар GSM», российский измеритель ИВО-1М недавно приобретен УНИИС. Кроме того, компания «Информаци-

онные системные технологии», поставившая оборудование PJS-2000 на украинский рынок, также располагает образцом данного прибора, а кроме того, недавно приобрела для собственной измерительной лаборатории и поставляет на рынок новое оборудование данного класса — шведский вандерметр (оригинальное название — wandermeter) WM-11. В настоящее время оборудование PJS-2000 более не производится по объективным причинам (банкротство его производителя, итальянской компании PLLB Elettronica, еще одной жертвы бурного для западного телекоммуникационного рынка 2002 года). Эстафету производства PJS-2000 подхватили по крайней мере две компании: Gillam FEi (Бельгия), разработчик наиболее важных составных частей прибора — фазового компаратора и программного обеспечения SQM, собирается на их ос-

ВАКАНСИИ

Издатель журнала, который вы держите в руках, — лидер на рынке профессиональной периодики.



В настоящий момент Издательский дом «СофтПресс» готовит к запуску ряд новых проектов в сфере высоких технологий и бизнеса.

Для работы в новых изданиях мы приглашаем к сотрудничеству инициативных, творческих людей, способных к обучению и ищущих работу по специальностям:

журналист
корреспондент
редактор

Требования: высшее техническое образование, знания в области ИТ, опыт в написании собственных статей, знание английского языка.

Свои резюме, предложения, опубликованные и неопубликованные статьи вы можете присылать по адресу:
job@softpress.kiev.ua

Также на рассмотрение принимаются авторские статьи на гонорарной основе.



Открыты вакансии в отделах маркетинга и рекламы!

Требования: высшее образование и опыт работы
Адрес для отправки резюме: admin@softpress.kiev.ua

нове выпускать собственную модель прибора (название пока неизвестно, возможно, оно будет созвучно названию ПО), и украинская компания «Информационные системные технологии», которая на базе тех же составных частей, поставляемых по договоренности с Gillam FEi, собирает собственную версию такого же прибора под названием ИПС-2002 (пока на базе подходящей компактной итальянской платформы, но собственная платформа и некоторые дополнительные узлы также разработаны и проходят испытания и доводку). Поскольку метрологические характеристики как бывшего PJS-

кий характер. Точность измерений вандера существенно зависит как от конструкции измерительного прибора, так и от ряда других факторов, чему автор предполагает посвятить отдельную статью, опираясь на результаты почти двухлетних измерений на различных сетях связи (в последнее время — с применением двух различных приборов). Подробное описание того же WM-11 и сравнение упомянутых средств измерительной техники также требуют написания отдельной статьи и серьезной предварительной экспериментальной проработки. Для иллюстрации же

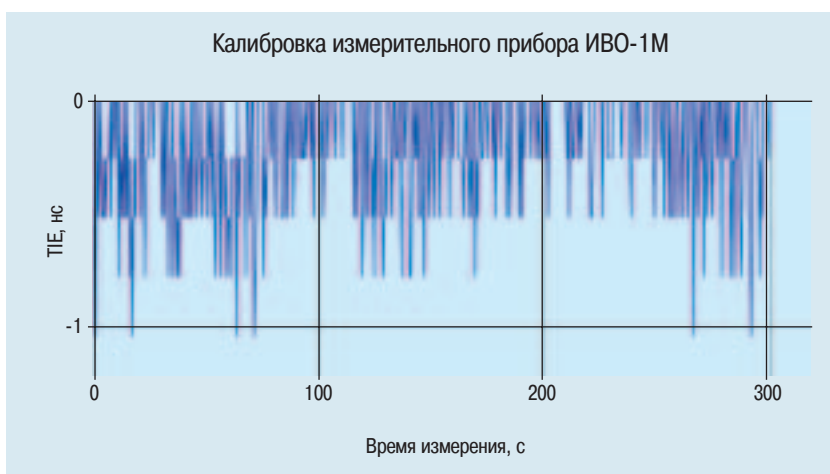
ведены сводные данные по результатам измерений в виде максимального размаха собственного фазового шума за период, соответствующий приблизительно одинаковому количеству отсчетов измерений.

В заключение хочется упомянуть еще об одной новинке из области средств измерения нестабильности фазы, представляющей интерес в первую очередь для предприятий, которые самостоятельно разрабатывают, производят либо аттестуют оборудование с соответствующими требованиями (например, генераторное оборудование SSU либо измерительные средства, аналогичные ранее рассмотренным). Измерительный комплекс PicoTime, выводимый на рынок французской компанией Tekelec Systemes, имеет следующие основные характеристики:

- ✓ плавно перестраиваемый диапазон измеряемого сигнала от 1 до 30 МГц;
- ✓ диапазон интервалов выборки — от 1 до 300 с;
- ✓ двойное преобразование частоты измеряемого сигнала;
- ✓ разрешающая способность 2 пс (с фильтром полосой 1 Гц).
- ✓ возможность работы с внешними прецизионным частотомером (вместо встроенного) и генератором опорного сигнала.

К сожалению, автор пока не имеет практического опыта работы с указанным измерительным комплексом, однако заявленные в спецификации параметры впечатляют, да и описанная функциональная схема прибора способна, по данным технической литературы, за счет применяющегося двойного преобразования частоты обеспечить весьма высокую разрешающую способность фазовых измерений. Автор надеется, что в скором времени получит возможность испытать указанное оборудование в измерительной лаборатории компании «Информационные системные технологии» и поделиться результатами с заинтересованным читателем. ●

Игорь Шкляревский,
генеральный директор компании
«Информационные системные
технологии»,
ish@ist.net.ua



Уровень внутреннего фазового шума прибора измерен с интервалом выборки 0,03 секунды

2000, так и его преемников идентичны, далее будем вместо них упоминать только прибор ИПС-2002.

Измерение стандартизованных в Рекомендации ITU-T G.810 характеристик вандера — параметра TIE (Time Interval Error — ошибка (погрешность) временного интервала), а также вычисляемых из последнего параметров MTIE (Maximum TIE — максимальная ошибка (погрешность) временного интервала), TDEV (Time Deviation — девиация временного интервала), ADEV (Allan Deviation — стандартное отклонение Аллана) и некоторых других имеет свою специфику, главным образом благодаря сложной структуре реального измеряемого сигнала, включающего как детерминированные, так и случайные (шумовые) флуктуации частоты и фазы. Большинство параметров вандера также носят статистичес-

возможностей различных приборов в настоящей статье приводятся имеющиеся у автора результаты калибровочных измерений.

Важнейшей характеристикой прибора для измерения фазовых характеристик является уровень собственного, или фонового, фазового шума, определяющий чувствительность прибора, которая вносит весомый вклад в погрешность результатов измерений. Понятно, что чем меньше собственный шум, тем точнее измерение. Для устройств рассматриваемого класса хороший способ определения уровня собственного шума — калибровочные измерения, при которых на опорный и измерительный входы прибора подается один и тот же, достаточно стабильный сигнал (обычно от встроенного рубидиевого генератора).

На рисунках на с. 61 и 64 представлены результаты калибровочных измерений, которые были в распоряжении автора, для трех типов упомянутых измерительных приборов. В таблице на с. 63 при-