

ПРОДУКЦИЯ КОМПАНИИ SpectraTime: ВЫСОКОТОЧНЫЕ ОПОРНЫЕ ГЕНЕРАТОРЫ И ЭТАЛОНЫ ВРЕМЕНИ

В.Горбачев; В.Кувшинов; С.Хорев, к.т.н.

Компания SpectraTime (www.spectratime.com) была основана в 1995 году в Невшателе (Швейцария). Она входит в группу компаний Orolia (www.orolia.com/en), выпускающую оборудование для навигации, систем определения координат и устройств отсчета времени. Основная специализация компании SpectraTime – разработка, производство и продажа бюджетных высококачественных кварцевых, рубидиевых и молекулярных источников, эталонов времени для систем навигации GPS и/или других систем глобального позиционирования, систем тестирования временных интервалов. Области применения продукции SpectraTime весьма разнообразны: это системы связи, системы определения координат и позиционирования, оборонная и космическая промышленность, измерительные приборы. Компания – один из лидеров в области разработки и производства устройств задания, отсчета и синхронизации времени. Рассмотрим наиболее интересные устройства из различных продуктовых групп.

iSource+

iSource+ – товарная группа, в которую входят задающие генераторы, стабилизирующие или синхронизирующие элементы для термостатированных кварцевых генераторов (ОСХО), устройства синхронизации временных интервалов. В качестве активных элементов изделий используются либо рубидиевые элементы, либо пары водорода.

Недорогой рубидиевый генератор LCR-900 (Low Cost Rubidium) [1] (рис.1) является бюджетным аналогом высококачественных высокостабильных кварцевых генераторов, который может применяться и для дополнительной частотной стабилизации кварцевых генераторов. Прибор предназначен для поверхностного монтажа и полностью совместим с интерфейсом генераторов ОСХО. Рабочая частота 10 МГц; уход частоты не превышает $3 \cdot 10^{-10}$

в диапазоне рабочих температур от -5 до 60°C . Стабильность частоты не хуже $5 \cdot 10^{-11}$ в месяц и не выше $2 \cdot 10^{-9}$ в течение первого года эксплуатации. Фазовые шумы не превышают -70 дБн/Гц при



Рис.1. Недорогой рубидиевый генератор LCR-900



Рис.2. Рубидиевый стандарт частоты в низкопрофильном прочном корпусе LPFRS/AV1

отстройке на 1 Гц и -140 дБн/Гц при отстройке на 10 кГц. Возможна цифровая перестройка частоты в диапазоне $\pm 1,2 \cdot 10^{-7}$ с шагом $2 \cdot 10^{-9}$. Уровень первой гармоники не выше -25 дБ по отношению к несущей. Размеры устройства $74 \times 77 \times 40$ мм, рабочее напряжение 11,2–16 В.

Рубидиевый стандарт частоты в низкопрофильном прочном корпусе LPFRS/AV1 (Low Profile & Rugged Frequency Rubidium Standard) [2] (рис.2) может применяться в качестве задающего генератора в устройствах, требующих низкого уровня фазовых шумов и паразитных гармоник. Это специальная модификация для авионики, поэтому все устройства тестируются на устойчивость к внешним факторам, включая вибрацию, низкое давление, падения, магнитное поле и солнечную радиацию, согласно требованиям военных стандартов (в том числе американского стандарта MIL-STD-0810F). Прибор оснащен интерфейсом RS-232, совместимым со стандартом частоты FEI-5650 компании Frequency Electronics. Рабочая частота 10 МГц (опционально 20 и 5 МГц). Стабильность частоты не хуже $\pm 1 \cdot 10^{-10}$ в температурном диапазоне от -30 до 70°C (код E70) или в диапазоне от -30 до 60°C (код E). Фазовые шумы не превышают -70 дБн/Гц при отстройке на 1 Гц и -140 дБн/Гц при отстройке на 10 кГц. Доступна опция Q3, фазовые шумы которой не превышают -80 и -153 дБн/Гц при отстройке на 1 Гц и 10 кГц соответственно. Возможна цифровая перестройка частоты в диапазоне $\pm 1,2 \cdot 10^{-7}$ с шагом $2 \cdot 10^{-9}$ через высокочастотный выход или в диапазоне $2,5 \cdot 10^{-9}$ с шагом $1 \cdot 10^{-11}$ через порт RS-232. Уровень основной гармоники не выше -25 дБ, однако доступно исполнение с кодом X, у которого уровень первой гармоники не превышает -40 дБ на основной частоте. Размеры устройства $76 \times 77 \times 36,5$ мм. Рабочее напряжение 28 В (18–32 В), опционально 12 В (11,2–17 В).

Малозумящий задающий генератор LNMO (Low Noise Master Oscillator) [3] (рис.3) разработан с применением самых современных технологий, что



Рис.3. Малозумящий задающий генератор LNMO

обеспечило длительное время наработки на отказ, высокую надежность, ультранизкий уровень фазовых шумов. Все это позволяет использовать LNMO в космической индустрии; основные области применения – системы навигации, GPS-приемники, преобразователи частоты, ретрансляторы, автономные модули генераторов частот, синтезаторы частот, РЛС с синтезированной апертурой. Размеры устройства $50 \times 50 \times 30$ мм. Стандартная рабочая частота 10 МГц (опционально доступны частоты от 5 до 40 МГц). Долговременный уход частоты меньше $\pm 3 \cdot 10^{-8}$ за год, кратковременный уход частоты $\pm 1 \cdot 10^{-10}$ в день. Волновое сопротивление 50 Ом; уровень первой гармоники -40 дБ. Рабочее напряжение 12 В с выходом на рабочий режим за 20 мин или 15 В с выходом на рабочий режим за 10 мин.

iSync+

В эту товарную группу входят готовые сборки или устройства, применяемые в качестве задающих генераторов или синтезаторов частот в системах связи и навигации. В качестве генерирующих элементов используются кварцевые или рубидиевые источники либо молекулярные генераторы на основе паров водорода. Рассмотрим наиболее примечательные модели этой группы.



Рис.4. Синхронизирующий рубидиевый генератор SRO-5680

Синхронизированный рубидиевый генератор (Synchronized Rubidium Oscillator) **SRO-5680** [4] (рис.4) – это комбинация задающего генератора, синтезатора и умножителя частот. Устройство можно применять в качестве задающего и синхронизирующего узла в системах GPS и/или других системах глобального позиционирования, а также в оборудовании синхронизации систем передачи информационных потоков E1/T1. Корпус защищен от внешнего электромагнитного излучения, рубидиевый генератор помещен в термостатированную камеру, размеры устройства – 140×101×28,5 мм. Точность – 1 нс. Частота на ВЧ-выходе 10 МГц, уход частоты не превышает $\pm 5 \cdot 10^{-11}$ при температуре 20°C. Диапазон рабочих температур от -10 до 60°C. Фазовые шумы по ВЧ-выходу -75 дБн/Гц при частоте отстройки 1 Гц и -145 дБн/Гц при отстройке на 10 кГц. Рабочее напряжение 24 В. Генератор имеет встроенный интерфейс RS-232, совместимый со стандартом частоты FEI-5680.

Малозумящий рубидиевый тактовый генератор LNRClock-1500 (Low Noise Rubidium Clock) [5] (рис.5) представляет собой генераторную сборку на основе рубидиевого источника, в которую интегрирован приемник GPS и/или других глобальных систем спутниковой навигации (GNSS), таких как Galileo, ГЛОНАСС, IRNSS и BDS/COMPASS. Благодаря технологии SmartTiming+ прибор позволяет получить опорный импульс с разрешением 1 нс. Размеры

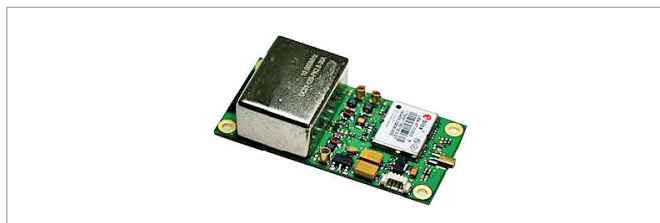


Рис.6. Кварцевый генераторный модуль и 50-канальный GPS/GNSS-приемник GXClock-500



Рис.5. Малозумящий рубидиевый тактовый генератор LNRClock-1500

устройства 128×95×28 мм. Уход частоты $\pm 1 \cdot 10^{-10}$ в рабочем диапазоне температур от -10 до 55°C. Существуют модификации с кодом E (диапазон температур от -32 до 60°C), E65 (от -32 до 65°C) и LP (0-55°C). Фазовые шумы: -95 и -150 дБн/Гц при отстройке на 1 Гц и 10 кГц соответственно. У модификаций LN фазовые шумы составляют -100 и -155 дБн/Гц, у модификации ULN -103 и -161 дБн/Гц при частотах отстройки 1 Гц и 10 кГц соответственно. Время выхода на рабочий режим – 12 мин. Возможна перестройка частоты в диапазоне $\pm 1,67 \cdot 10^{-8}$ с шагом $5,12 \cdot 10^{-13}$ при управлении через порт RS-232. Рабочее напряжение 24 В (20-32 В), опционально 12 В (11,2-16 В). Входной сигнал от антенны поступает через разъем SMA (1575,42 МГц для GPS).

Устройство GXClock-500 [6] представляет собой сборку, в которую входят кварцевый генераторный модуль и 50-канальный приемник GPS/GNSS (рис.6). Применение технологии SmartTiming+ позволяет получить опорный импульс с разрешением 1 нс. Входной сигнал (1575,42 МГц для GPS) с антенны поступает через разъем MMCX. Для настройки и управления служит интерфейс RS-232, совместимый с сообщениями в формате NMEA 0183. Размеры устройства 76×20×38 мм. Уход частоты из-за старения после трех месяцев пребывания в ждущем режиме не превышает $\pm 3 \cdot 10^{-10}$ в день. Фазовые шумы: -95 и -150 дБн/Гц при отстройке на 1 Гц и 10 кГц соответственно. Выход на рабочий режим – менее 7 мин. Стабильность частоты не хуже 10^{-7} ; точность отсчета частоты при захвате GPS-сигнала – $3 \cdot 10^{-12}$. Рабочее напряжение 12 В (11,2-16 В).

iReference+ и iTest+

В эти семейства входят измерительные приборы и источники опорных и измерительных сигналов, предназначенные для разработки и отладки отдельных модулей. Группы iReference+ и iTest+ во многом схожи, но iTest+ предназначена в первую очередь

для точных лабораторных измерений. Рассмотрим два наиболее интересных устройства.

Генератор сигналов GPSReference-2000 [7] (рис.7) позволяет формировать сигналы, в том числе GPS, для тонкой настройки и регулировки устройств связи и навигации. Он включает GPS-приемник и рубидиевый стандарт частоты SRO-100. Предусмотрена автокалибровка прибора и автоподстройка времени. Устройство изготовлено с применением технологии SmartTiming+, обеспечивающей разрешение по времени 1 нс. Генератор выполнен в корпусе высотой 1U, что позволяет легко устанавливать его в стандартные телекоммуникационные стойки. Для ВЧ-сигналов предназначены разъемы BNC (четыре входных и четыре выходных), антенна подключается к разъему SMA на задней панели. Управление производится через стандартный интерфейс RS-232. Программное обеспечение совместимо с Windows 98 и Windows XP. Габариты устройства – 445×300×44 мм (для шасси 1U), масса – 2,2 кг. Напряжение питания 85–264 В при 47–63 Гц. Доступны модификации (опции) с другими функциональными и конструктивными характеристиками.

Устройство PicoTime-1U [10] (рис.8) совмещает в себе функции генератора опорных сигналов и анализатора частот. Оно предназначено для точного сравнения фаз и частот сигналов и позволяет проводить точную юстировку кварцевых, рубидиевых, цезиевых источников, измерение кратковременной стабильности частоты сигналов и девиации Аллана. Принцип работы основан на измерении времени задержки между опорным (10 МГц) и входным сигналами (от 1 до 30 МГц). Для прямого измерения частоты использована гетеродинная схема с двумя преобразованиями, в качестве гетеродинов применены два устройства прямого цифрового синтеза. Управление производится через стандартный COM-порт. Программное обеспечение совместимо с Windows XP и Windows 7. Габариты устройства – 445×300×44 мм (шасси 1U), масса – 3,5 кг. Напряжение питания 85–264 В (47–63 Гц).



Рис.7. Основной опорный источник тактовых сигналов GPSReference-2000



Рис.8. Анализатор PicoTime-1U

Кратко рассмотрев продукцию компании SpectraTime, отметим, что она может с успехом применяться в отечественных системах связи (особенно в схемах тактирования синхронной цифровой иерархии SDH), устройствах высокоточного определения координат и позиционирования (включая ГЛОНАСС), приборах для оборонной и космической промышленности. И во многих других приложениях.

ЛИТЕРАТУРА

1. iSource+ Ultra LCR-900 Spec. – Spectratime, 13 March, 2008, www.spectratime.com.
2. iSource+ Low Cost LPPRS/AV1 Spec. – Spectratime, Revised 15 December, 2011.
3. iSource+ Space- LNMO Short Spec. – Spectratime, 05 November, 2013.
4. iSync+ Smart SRO-5680 Spec. – Spectratime, September 2013.
5. iSync+ Smart LNRClk-1500 Spec. – Spectratime, 31 January, 2014.
6. iSync+ Smart GXClk-500 Short Spec. – Spectratime, 31 January, 2014.
7. iReference+ Smart GPSReference-2000 Short Spec. – Spectratime, 31 January, 2014.
8. iTest+ PicoTime-1U Spec. – Spectratime, 23 December, 2013.