

ПРЕЦИЗИОННЫЕ КВАРЦЕВЫЕ ГЕНЕРАТОРЫ ДЛЯ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОГО И НАВИГАЦИОННОГО ОБОРУДОВАНИЯ

ВОСЕМЬ БАЗОВЫХ МОДЕЛЕЙ

Я. Вороховский

Стабильность частоты и спектральные характеристики электрических колебаний определяют важнейшие параметры современной РЭА — точность действия, быстродействие и пропускную способность, помехоустойчивость и скрытность действия. Роль прецизионных кварцевых генераторов как источников колебаний опорных частот в обеспечении этих параметров трудно переоценить — это как сердце в организме человека.

Кварцевым генераторам часто предъявляется жесткая, противоречивая и потому трудно реализуемая совокупность требований: с одной стороны — высокая стабильность частоты, с другой — малые габариты, энергопотребление и время готовности. Им должны отвечать многие виды современной РЭА, в том числе в таких глобальных системах, как GPS/ГЛОНАСС, КОСПАС/SARSAT, GSM, CDMA и др.

Ниже представлены восемь базовых моделей прецизионных генераторов. Есть все основания считать, что они удовлетворяют требованиям современной РЭА всех классов. Модели с пятой по восьмую — принципиально новые (не модификации и/или улучшения прежних конструкций!), еще два года назад они вообще не существовали.

МОДЕЛЬ 1. Основной ее элемент — кварцевый резонатор с внутренним термостатированием, или резонатор-термостат (РТ). В качестве нагревателя и датчика температуры использованы терморезисторы с большим положительным ТКС (позисторы), смонтированные на металлическом основании кварцедержателя. Схемы терморегулятора и генератора существенно модернизированы. Основные преимущества данной модели: высокая стабильность частоты, низкий уровень фазовых шумов, малое энергопотребление в установившемся режиме, высокая надежность в жестких условиях эксплуатации.

Для генератора с РТ важна равномерность температурного поля в термостатированном узле кварцедержателя и самом пьезоэлементе. Общий вид конструкции показан на рис. 1.

Серийно поставляются генераторы с долговременной стабильностью до $\pm(3...5) \cdot 10^{-8}$ за 1-й год эксплуатации и до $\pm 2 \cdot 10^{-7}$ за 10 лет эксплуатации.

МОДЕЛЬ 2. Также содержит кварцевый резонатор с внутренним термостатированием (рис. 1), но с комбинированным нагревателем. Модель разработана специально для обеспечения предельно короткого времени установления частоты (времени готовности) при очень малом энергопотреблении, в том числе в момент включения. Конструкция и технология серьезно усовершенствованы, что сделало этот вид резонаторов с внутренним термостатированием «серийно-пригодным». Выпускаются две версии: с напряжениями питания 12 и 5 В. Версия 5 В радикально расширила возможности применения этой модели в наиболее современном оборудовании. Общая конструкция модели, за исключением самого РТ, подобна модели 1.

МОДЕЛЬ 3. Весьма малогабаритный термостатированный кварцевый генератор. Основной элемент — резонатор SC-среза в корпусе HC-43. Высокая стабильность частоты в сочетании с умеренным энергопотреблением достигнута в результате значительных усовершенствований конструкции.

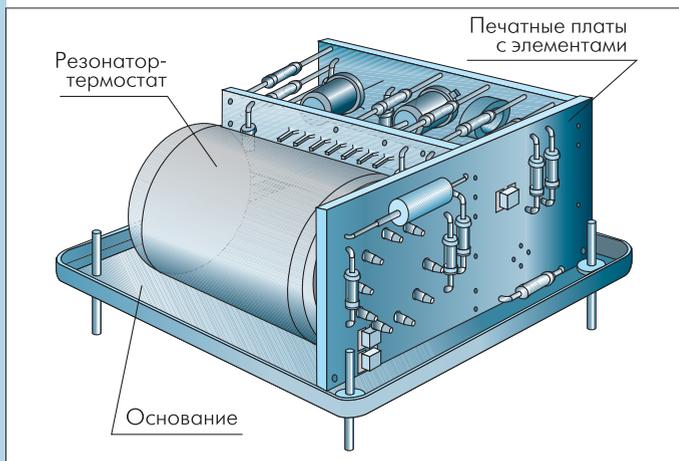


Рис. 1. Генератор моделей 1, 2 (ГК54, ГК75, ГК68, ГК80)

МОДЕЛЬ 4. Представляет собой принципиально новое решение ультрапрецизионного, сравнительно «маловысотного» кварцевого генератора на основе одноступенчатого термостата, в котором использован резонатор SC-среза в корпусе TO-8. Конструкция оптимизирована по тепловым потокам с применением температурной компенсации для достижения температурной стабильности частоты $\pm 3 \cdot 10^{-10}$ в кварцевом генераторе компактных размеров. Для окончательной настройки терморегулятора использованы термочувствительные колебания моды В. Модификация генератора с высотой корпуса 19 мм сделала эту модель еще более привлекательной. За последние два года благодаря усовершенствованиям конструкции температурная стабильность частоты улучшена вдвое. Общая конструкция модели показана на рис. 2.

МОДЕЛЬ 5. Очень перспективный прецизионный миниатюрный генератор, объемом лишь 8 см³. Благодаря высокой стабильности частоты ($\sim 10^{-8}$) и малым размерам он может применяться в самых различных областях.

МОДЕЛЬ 6. Высокочастотный прецизионный генератор с диапазоном частот от 50 до 112 МГц. Резонатор SC-среза в сочетании со специальными схемными решениями гарантирует «плато» фазовых шумов ниже -165 дБ/Гц. Это делает генератор идеальным для использования в различных типах синтезаторов частоты, включая синтезаторы с ФАПЧ, а также непосредственно в качестве управляемого напряжением термостатированного генератора (OVCXO — по принятой международной классификации).

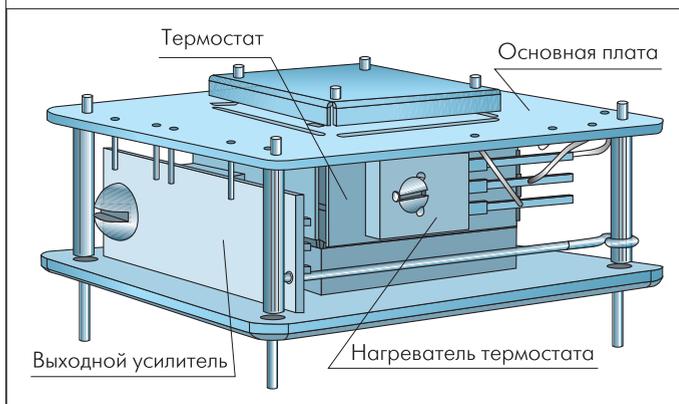


Рис. 2. Модель 4 (ГК62)

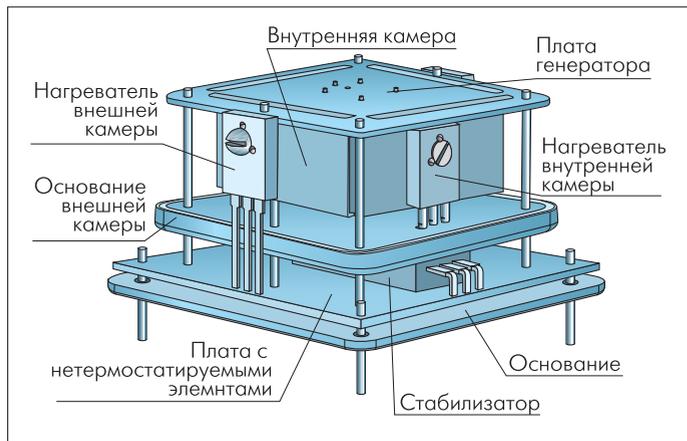


Рис.3. Модель 7 (ГК89)

МОДЕЛЬ 7. Это – первый ультрастабильный генератор с двойным термостатированием, разработанный ОАО “Морион”. Обеспечивает температурную и суточную стабильность частоты $\pm 1 \cdot 10^{-10}$ и даже $\pm 5 \cdot 10^{-11}$ при отличной долговременной стабильности $\pm (0,5 \dots 1 \dots 2) \cdot 10^{-8}$ /год. Общая конструкция показана на рис.3. Отметим, что хранение времени и синхронизация во многих видах современной крупносерийной аппаратуры как правило требуют стабильности $\sim 10^{-10}$, что еще несколько лет назад казалось невероятным. Примером являются станции стандарта CDMA.

МОДЕЛЬ 8. Этот генератор – воплощение опыта, накопленного ОАО “Морион” в области прецизионных термостатированных генераторов. Выполненный в очень компактном корпусе – высотой всего 0,5 дюйма, обеспечивает стабильность частоты $\sim 10^{-9}$, что делает его незаменимым в оборудовании с жесткими ограничениями компонентов по высоте. Общая конструкция показана на рис.4. Несмотря на малые размеры, генератор обеспечивает очень хорошую температурную стабильность частоты – в пределах $\pm 1 \cdot 10^{-9}$ – в сочетании с малым старением: $\pm (3 \dots 5) \cdot 10^{-10}$ /сутки и $\pm (3 \dots 5) \cdot 10^{-8}$ /год. Отметим, что для такого уровня стабильности представленный генератор – один из наиболее миниатюрных (“маловысотных”) мире.

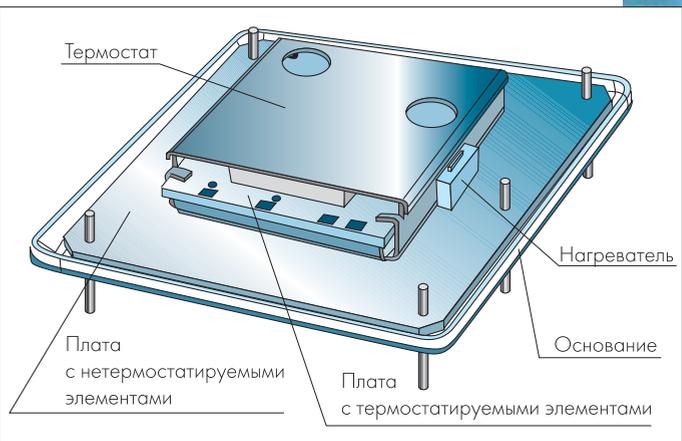


Рис.4. Модель 8 (ГК90)

Рассмотренные модели генераторов широко применяются в самом различном телекоммуникационном и навигационном оборудовании.

Примеры использования:

- хранение времени, синхронизация и навигационное оборудование, работающее с GPS/GLONASS (модели 1, 2, 4, 7, 8); базовые станции сотовой связи стандартов GSM и GSM-1800 (модель 3 с частотами 13 и 26 МГц);
- базовые станции стандарта CDMA (модели 4, 7);
- аппаратура мобильной и переносной связи (модели 1, 2, 3, 5);
- земные станции спутниковой радиосвязи VSAT- технологии (модели 1, 6);
- телефонные станции и другое оборудование для дальней связи (модели 1, 4, 7, 8).

Я. Л. Вороховский – канд. техн. наук, генеральный директор
 ОАО “МОРИОН”, Санкт-Петербург, Россия
 Тел: (812) 350-7572, Факс (812) 350-7290
 E-mail: yakov@morion.com.ru

Характеристики базовых моделей прецизионных кварцевых генераторов

Параметры	Модель								
	1(ГК54,ГК75)	2(ГК68, ГК80)		3(ГК66)	4(ГК62)	5(ГК85)	6(ГК87)	7(ГК89)	8(ГК90)
Диапазон частот, МГц	4,4...20	9,5...10,5		10...40	5...16,384	10...26	50...112	4...10	10...16,384
Стандартные частоты, МГц	4,9152; 5,0; 6,4; 8,192; 9,8304; 10,0; 12,8; 16,384; 20,00	10,0		10,0; 13,0; 16,384; 26,0	5,0; 8,192; 10,0	10,0; 13,0; 16,384; 26,0	100; 112	4,096; 5,0; 8,192; 10,0	10,0; 13,0
Тип корпуса: дюймовый метрический, мм	2"×2"×1" / 51×41×25	– / 51×41×25		– / 36×27×16	– / 51×41×25(19)	1"×1"×0,5" / –	2"×2"×0,5" / –	2"×2"×1,5" / –	2"×2"×0,5" / –
Температурная нестабильность частоты в интервалах:									
-10...+60 °С	$\pm 5 \cdot 10^{-9}$	$\pm 1,5 \cdot 10^{-8}$		$\pm 5 \cdot 10^{-9}$	$\pm 3 \cdot 10^{-10}$	$\pm 1 \cdot 10^{-8}$	$\pm 1 \cdot 10^{-7}$	$\pm 1 \cdot 10^{-10} (\pm 5 \cdot 10^{-11})$	$\pm 1 \cdot 10^{-9}$
-20...+60 (+70) °С	$\pm 1 \cdot 10^{-8}$	$\pm 2,5 \cdot 10^{-8}$		$\pm 1 \cdot 10^{-8}$	$\pm 5 \cdot 10^{-10}$	$\pm 1,5 \cdot 10^{-8}$	$\pm 2 \cdot 10^{-7}$	$\pm 1,5 \cdot 10^{-10}$	$\pm 1,5 \cdot 10^{-9}$
-40...+70 °С	$\pm 1,5 \cdot 10^{-8}$	$\pm 3 \cdot 10^{-8}$		$\pm 2 \cdot 10^{-8}$	$\pm 1 \cdot 10^{-9}$	$\pm 3 \cdot 10^{-8}$	$\pm 5 \cdot 10^{-7}$	–	$\pm 2 \cdot 10^{-9}$
-60...+70 °С	$\pm 2,5 \cdot 10^{-8}$	$\pm 5 \cdot 10^{-8}$		–	–	–	–	–	–
Долговременная нестабильность частоты: за год, $\cdot 10^{-8}$ за 10 лет, $\cdot 10^{-7}$	$\pm (3 \dots 5)$ / ± 2	± 10 / ± 3		$\pm (5 \dots 10)$ / ± 3	$\pm (2 \dots 5)$ / ± 2	$\pm (3 \dots 10)$ / ± 3	± 50 / ± 20	$\pm (0,5 \dots 2)$ / $\pm (0,3 \dots 1)$	$\pm (3 \dots 5)$ / ± 3
Кратковременная нестабильность за 1 с (вариация Аллана)	$5 \cdot 10^{-12}$	$1 \cdot 10^{-11}$		$1 \cdot 10^{-11}$	$5 \cdot 10^{-12}$	$2 \cdot 10^{-11}$	–	$2 \cdot 10^{-12}$	$1 \cdot 10^{-11}$
Фазовый шум, дБ/Гц, при отстройке от несущей (типичное, для 10 МГц, кроме ГК87): 1 Гц 10000 Гц	-95 (10МГц); -105 (5МГц) / -160	-90 / -155		-90 / -145	-100 / -155	-85 / -150	-60 / -165	-100 / -155	-95 / -155
Напряжение питания, В	12	ГК68: 12 / ГК80: 5		12	12	5	12	12	12
Потребляемый ток:									
в установившемся режиме, мА	30	25 / 35		80	180	150	120	270	200
пиковый, при разогреве, мА	400	100 / 180		200	500	500	400	1200	500
Время установления частоты с точностью $\pm 1 \cdot 10^{-7}$, мин	5	0,5		3	3	2	10	15	5