

# 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.**

**К**варцевым 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.

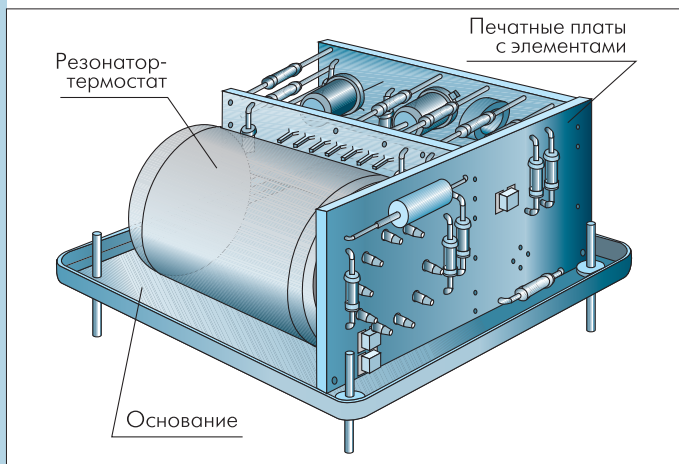


Рис. 1. Генератор моделей 1, 2 (ГК54, ГК75, ГК68, ГК80)

**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 см<sup>3</sup>. 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).

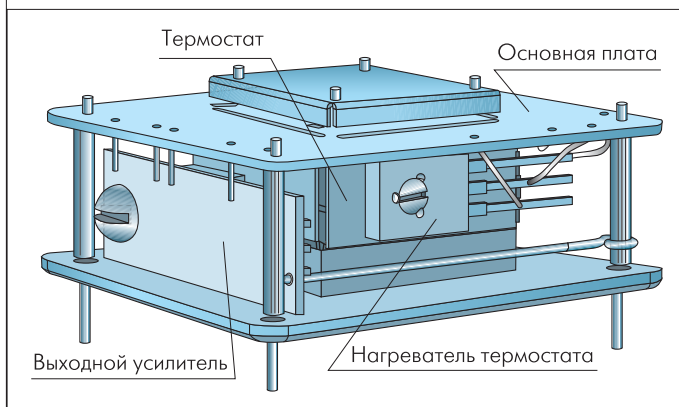
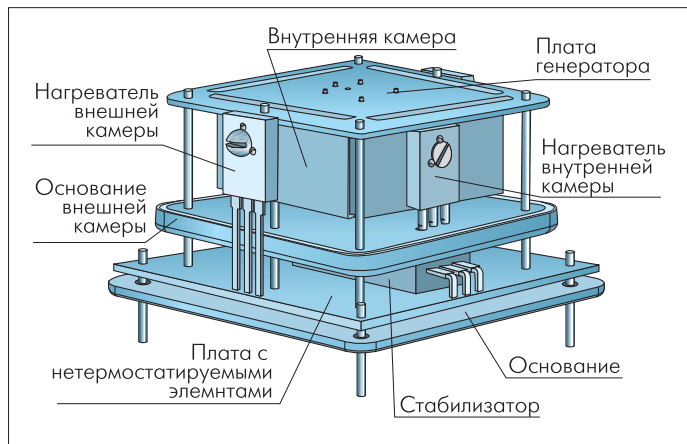


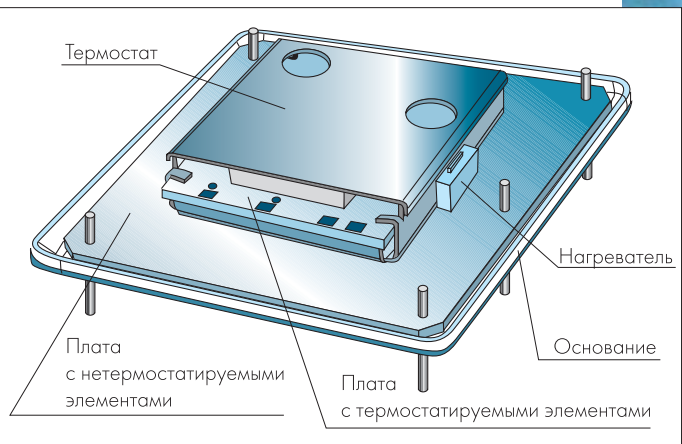
Рис. 2. Модель 4 (ГК62)



**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	$\pm 1,5 \cdot 10^{-8}$	$\pm 3 \cdot 10^{-8}$	$\pm 2 \cdot 10^{-8}$	$\pm 1 \cdot 10^{-9}$	$\pm 3 \cdot 10^{-8}$	$\pm 5 \cdot 10^{-7}$	$\pm 2 \cdot 10^{-10}$	$\pm 2 \cdot 10^{-9}$
-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, $\cdot 10^{-7}$	$\pm (3 \dots 5)$ / $\pm 2$	$\pm 10$ / $\pm 3$	$\pm (5 \dots 10)$ / $\pm 3$	$\pm (2 \dots 5)$ / $\pm 2$	$\pm (3 \dots 10)$ / $\pm 3$	$\pm 50$ / $\pm 20$	$\pm (0,5 \dots 2)$ / $\pm (0,3 \dots 1)$	$\pm (3 \dots 5)$ / $\pm 3$
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