

Современное состояние прецизионной кварцевой стабилизации частоты применительно к задачам частотно-временного обеспечения

д.т.н. Вороховский Я.Л., Никонов А.Г.,
Котюков А.В., к.ф.-м.н. Камочкин А.С.

АО «Морион», Санкт-Петербург,
пр. КИМа 13а



Основные характеристики

К основным характеристикам относятся:

- долговременная нестабильность частоты (ДНЧ);
- температурная нестабильность частоты (ТНЧ);
- кратковременная нестабильность частоты (КНЧ);
- относительная спектральная плотность мощности фазовых шумов (ФШ).

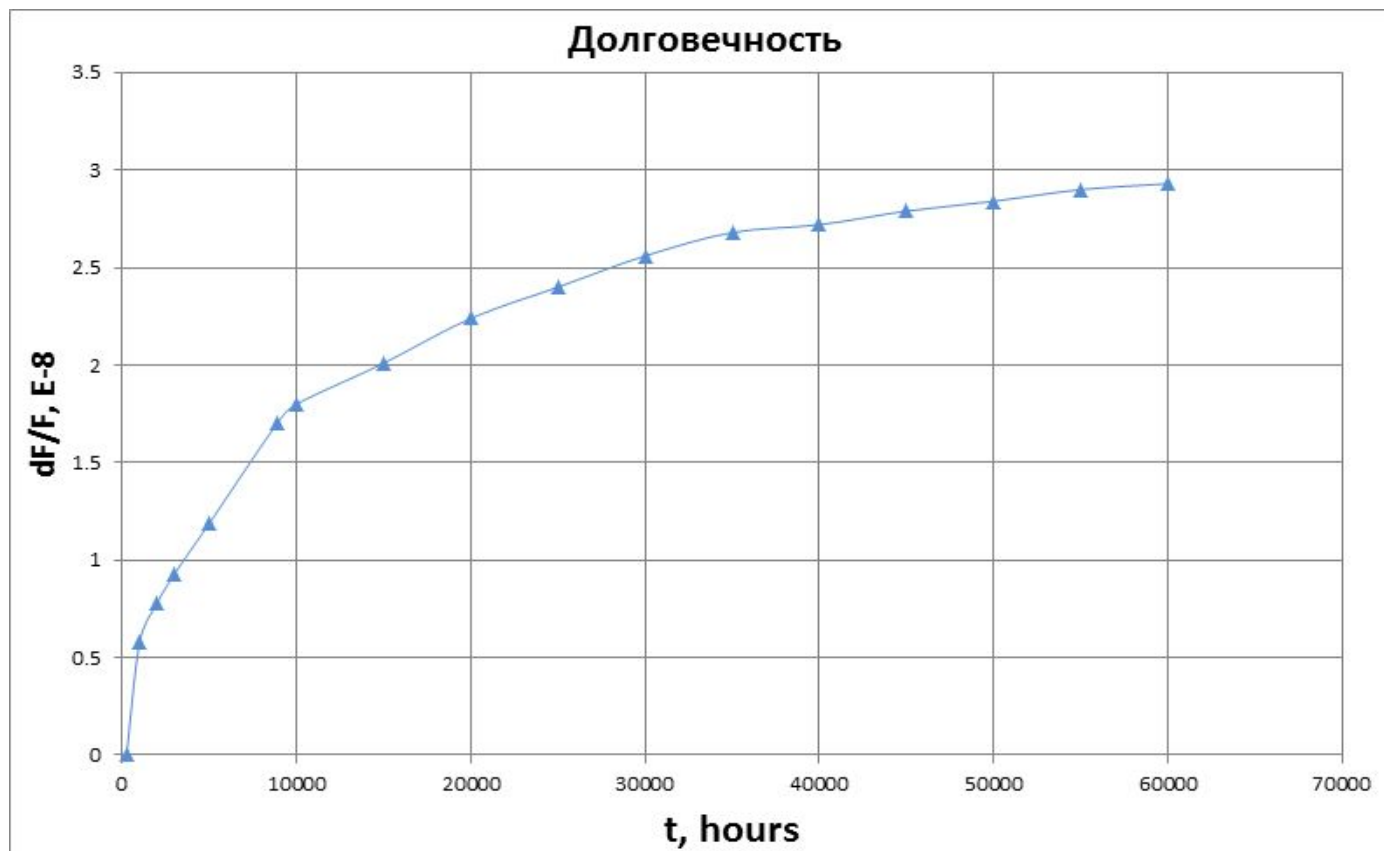


Долговременная нестабильность частоты

- Holdover mode 5G 1...1,5 мкс /24 ч;
- Требование к ДНЧ 5G 2...5e-11 /24 ч;
- Верхняя рабочая температура 85°C и 90°C.



Долговременная нестабильность частоты



Резонаторы

Высокие показатели по ДНЧ обеспечены за счет:

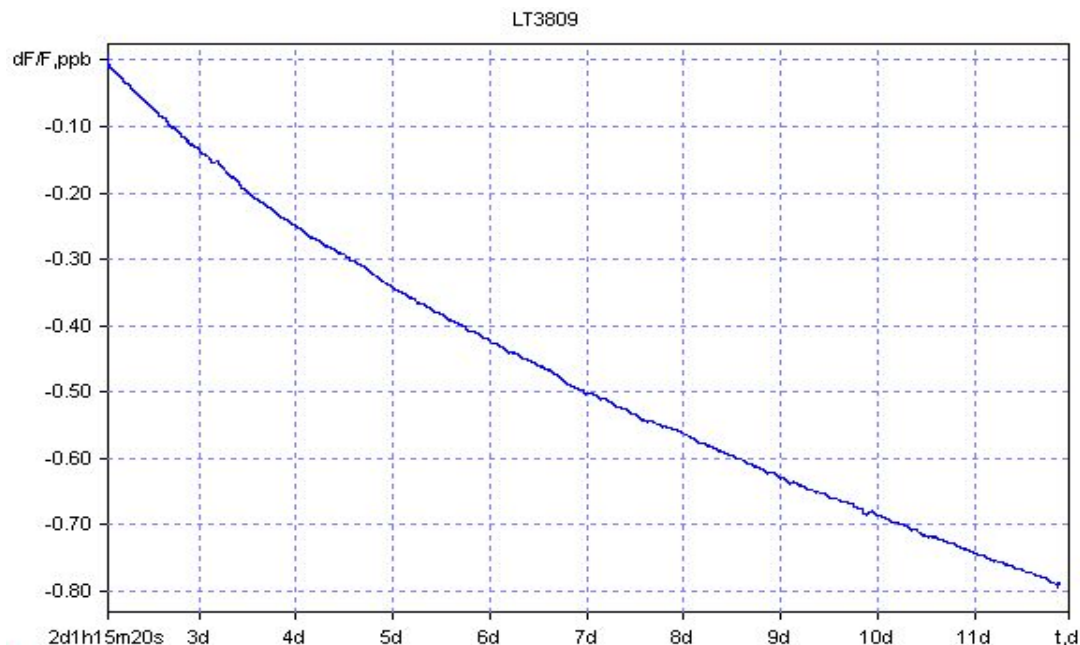
- производство в «чистых помещениях»;
- малое газовыделение материалов конструкции;
- вакуумный отжиг;
- герметизация в вакууме методом «холодной сварки»;
- интенсивное искусственное старение.



Долговременная нестабильность частоты

Требования к кварцевому генератору:

- отсутствие «скачков» частоты (их минимизация);
- прогнозируемость.



Оценка долговременной нестабильности частоты

Для создания надёжных многопозиционных измерительных систем требуется:

- минимизировать взаимные наводки трактов;
- стабилизация температуры в помещении;
- и ряд других мер.



Оценка долговременной неустойчивости частоты



Помещение и стойки контроля
ДНЧ



Morion, Inc.
Saint-Petersburg, Russia
www.morion.com.ru

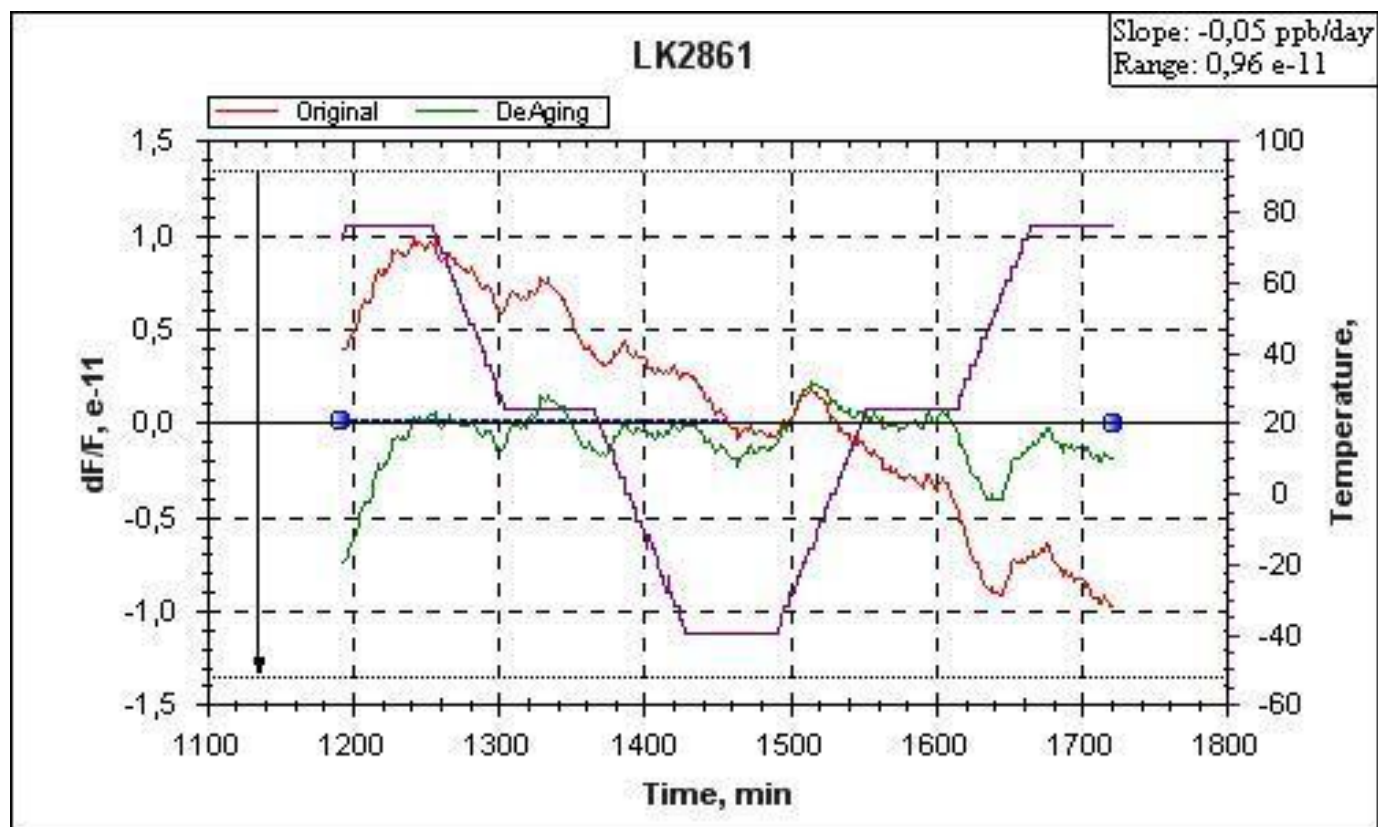
Температурная нестабильность частоты

- Резонатор уже почти не влияет.
- Влияние остальных элементов схемы.
- Тепловое моделирование.
- Конструктивная и схемотехническая оптимизация.



Температурная нестабильность частоты

Двойное термостатирование



- изменение частоты при изменении температуры внешней среды;
- изменение температуры внешней среды;
- изменение частоты за вычетом её временного дрейфа при изменении температуры внешней среды



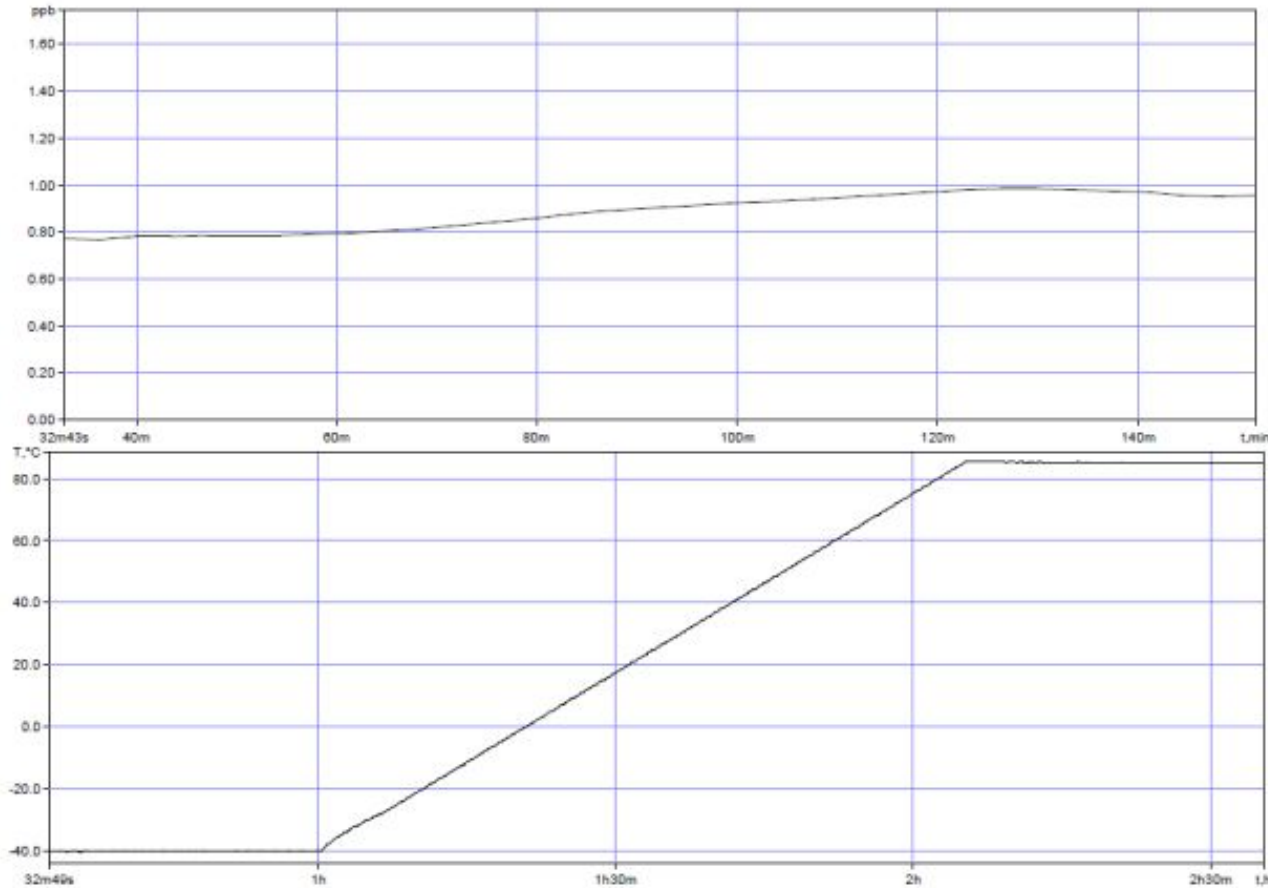
Morion, Inc.

Saint-Petersburg, Russia

www.morion.com.ru

Температурная нестабильность частоты

Одинарное термостатирование



Сравнительные характеристики генераторов нового и прежнего поколений

Параметр	ГК180 ДТСКГ (прежнее поколение)	ГК360 ДТСКГ (новое поколение)	ГК200 ТСКГ (новое поколение)
Размеры, мм	51*51*19	51*51*19	51*51* 12.7
Объём, см ³	49.5	49.5	33
Вес, г	80	80	60
Потребляемая мощность при -20°C, Вт	9	9	5.5
Напряжение питания В	12	12 или 5	12 или 5
ТНЧ -20...+70 °С, ±10 ⁻⁹	±0.1...0.4	±0.01...0.03	±0.1...0.3
ТНЧ -40...+85 °С, ±10 ⁻⁹	-	-	±0.2...0.5
Нестабильность частоты от изменения напряжения питания ±5%, 10 ⁻¹⁰	<1.5	<0.1	<2



Morion, Inc.

Saint-Petersburg, Russia

www.morion.com.ru

Фазовые шумы и кратковременная нестабильность частоты

Влияющие факторы:

- Резонатор
- Схемотехника

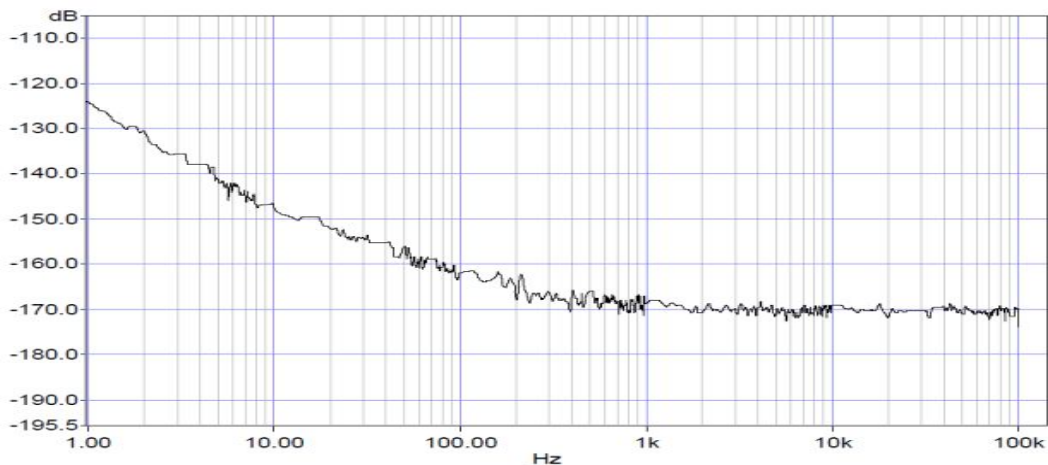
Полученный результат:

КНЧ до $2E-13/1c$ и ФШ до -120 дБн/Гц при отстройке 1 Гц для 10 МГц;

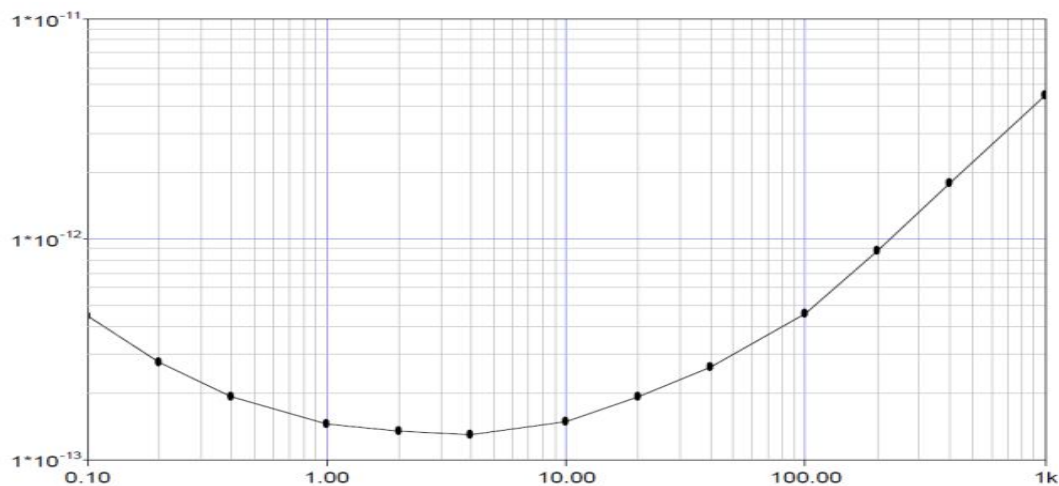
ФШ до -135 дБн/Гц при отстройке 100 Гц и -178 дБн/Гц при отстройке 100 кГц для 100 МГц.



Фазовые шумы и кратковременная нестабильность частоты



10 МГц



Фазовые шумы и кратковременная нестабильность частоты



100 МГц



Что дальше?!

Температурная нестабильность частоты $2...6E-11$

+

Фазовые шумы -120 дБн/Гц при отстройке 1 Гц

+

Кратковременная нестабильность частоты $2E-13$
за 1 и 10 с



Спасибо за внимание!



Morion, Inc.
Saint-Petersburg, Russia
www.morion.com.ru