



ВРЕМЯ-Ч[®]
РОССИЯ

Шестая Всероссийская конференция
«Фундаментальное и прикладное
координатно-временное и навигационное обеспечение»
(КВНО-2015)

**РАЗРАБОТКА НОВОГО АКТИВНОГО ВОДОРОДНОГО
СТАНДАРТА ЧАСТОТЫ И ВРЕМЕНИ
Ч1-1033**

В.Г. Воронцов, А.А. Беляев, Н.А. Демидов, А.В. Пастухов,
М.Л. Гладильщиков, В.А. Поляков

20-24 апреля 2015 г.
Санкт-Петербург



1. Разработан новый активный стандарт частоты и времени Ч1-1033 на замену существующему стандарту Ч1-1003М.
2. В результате разработки уменьшена нестабильность частоты водородного стандарта на интервалах времени усреднения 1000 с и более. Приведены графики измерений параметров нового стандарта при проведении испытаний с целью утверждения типа.
3. Основные технические характеристики нового стандарта Ч1-1033.



«Стандарт частоты и времени водородный Ч1-1033»

Запускается в производство на замену серийно
выпускаемого в настоящее время прибора

«Стандарт частоты и времени водородный Ч1-1003М»



«Стандарт частоты и времени водородный Ч1-1033»

Нестабильность частоты на интервале
времени усреднения **1 сутки**

5×10^{-16}

Запускается в производство на замену серийно
выпускаемого в настоящее время прибора

«Стандарт частоты и времени водородный Ч1-1003М»

Нестабильность частоты на интервале
времени усреднения **1 сутки**

1×10^{-15}

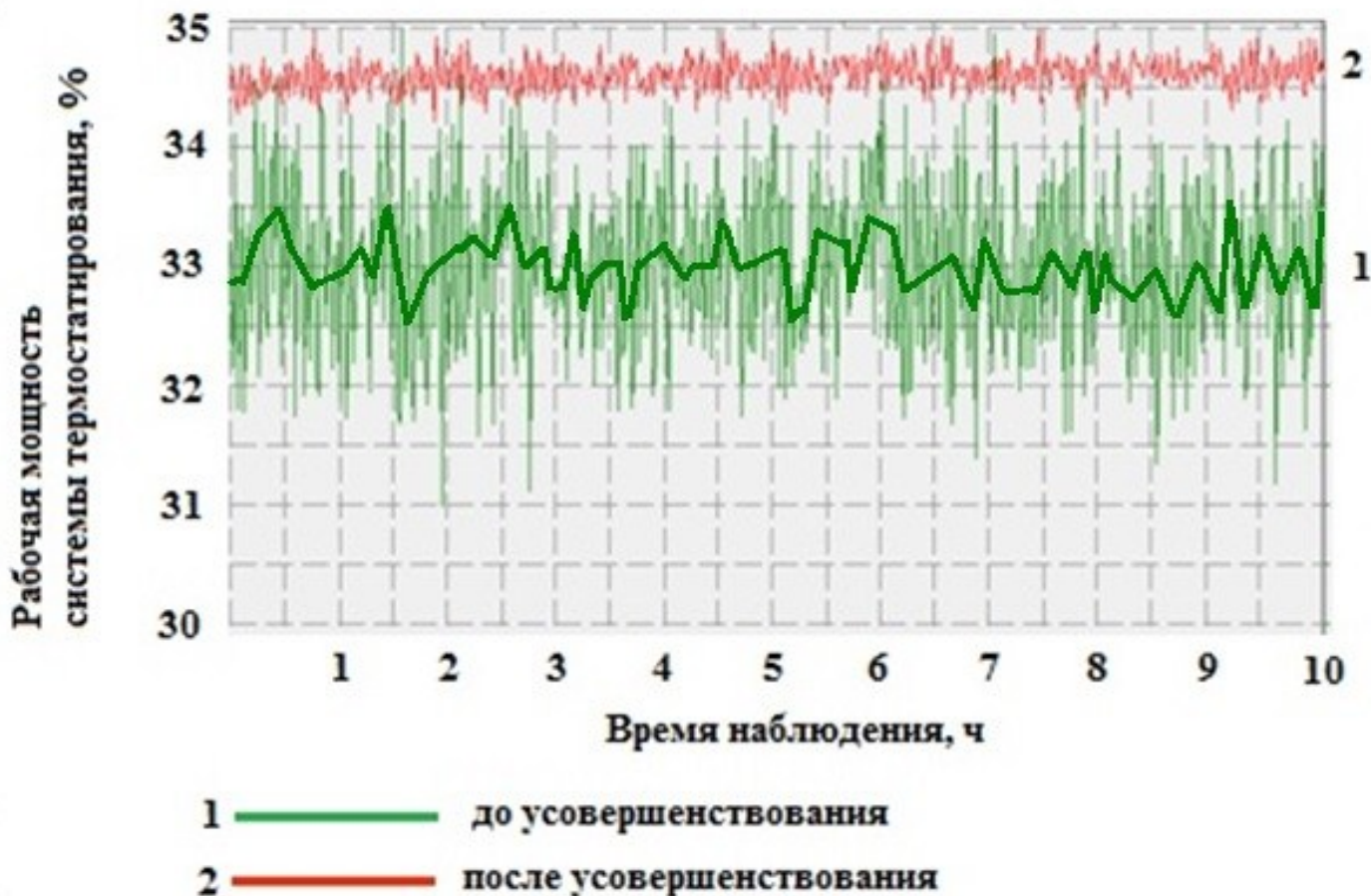


Разработана новая система термостатирования резонатора

- изменена конструкция термостатов водородного мазера;
- изменен принцип работы процессора, управляющего режимами работы нагревателей термостатов, внедрена система адаптивного управления термостатами резонатора;
- снижены шумы системы термостатирования.



Графики работы термостатов до и после внесения изменений





Достигнутые результаты

- уменьшение флуктуаций подаваемой на нагреватели мощности примерно в три раза;
- точность поддержания температуры резонатора
 $5 \times 10^{-6} \text{ }^{\circ}\text{C}$;
- температурный коэффициент частоты прибора
 $3 \div 5 \times 10^{-16} / ^{\circ}\text{C}$;
- замена ситаллового резонатора на титановый, повышение технологичности изготовления прибора и увеличение механической прочности водородного мазера.

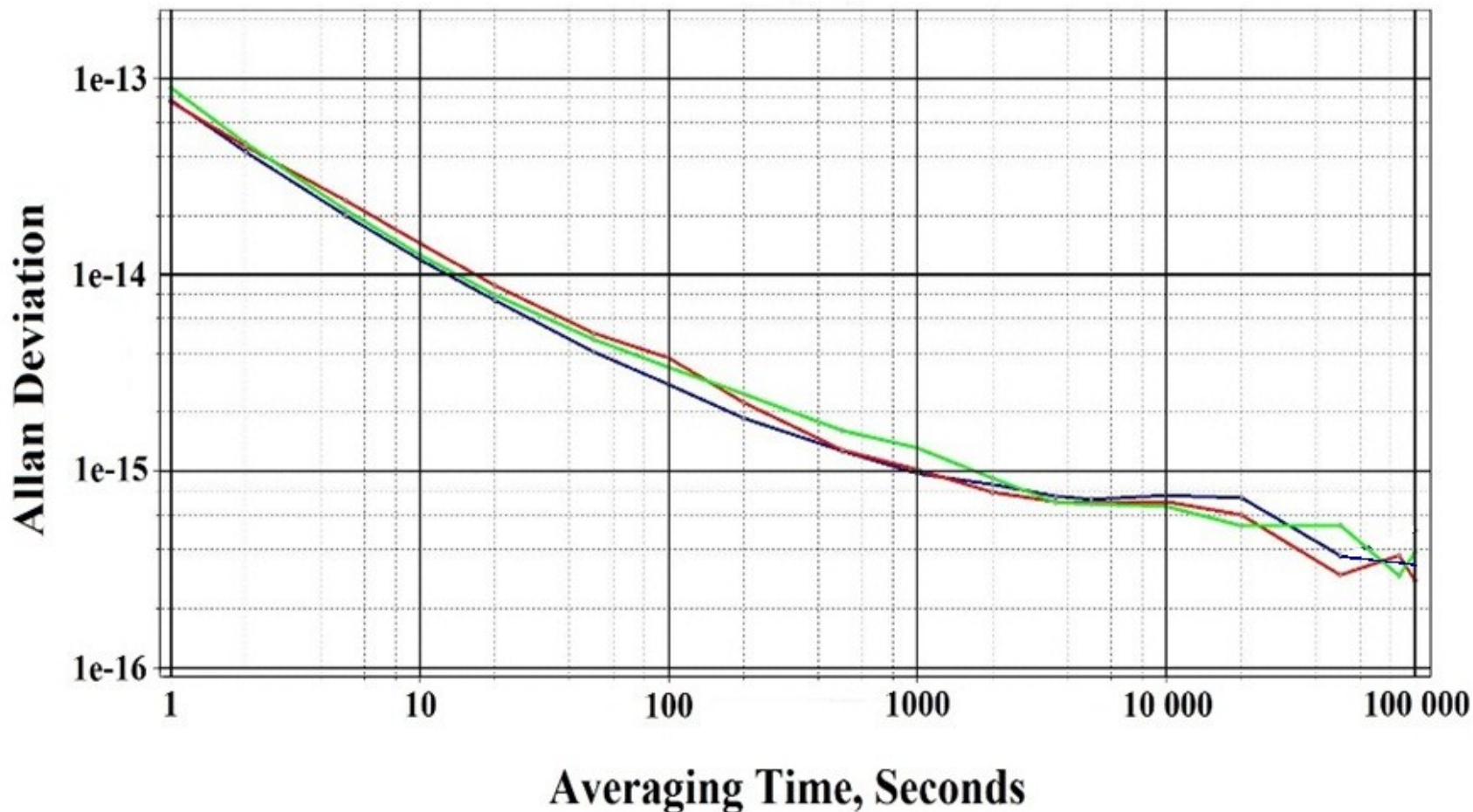


Испытания по определению температурного коэффициента частоты прибора





Испытания по определению нестабильности частоты прибора





Значения нестабильности частоты стандарта
Ч1-1033 на интервалах времени усреднения

1с	8.5×10^{-14}
-----------	---

10с	1.5×10^{-14}
------------	---

100с	$< 4.0 \times 10^{-15}$
-------------	--

1000с	1.2×10^{-15}
--------------	---

1ч	7.0×10^{-16}
-----------	---

1 сут	$< 4.0 \times 10^{-16}$
--------------	--



Внешний вид стандарта Ч1-1033



Габаритные размеры прибора:

Ш×Г×В, мм

550×550×1010

Масса 100кг

Р_{макс.}=150 В А

Все органы подключения
выведены на переднюю панель
для удобства обслуживания
при работе в
термостатированной камере



Внешний вид термостатированной камеры



Тип камеры

PGC #7304-5167A

Изготовитель

**Parameter Generation and
Control, Inc., США**

Габаритные размеры камеры:

Ш×Г×В, мм

Наружные 1030×1080×2100

Внутренние 850×770×1460

Р_{макс.}=2,5 кВт

Масса 180 кг

**Точность поддержания
температуры 0,1°C**



Основные технические характеристики

Выходные синусоидальные сигналы

Частота	среднеквадратическое значение напряжения	
5МГц, 10МГц, 100МГц	1В на нагрузке 50Ом	по два выхода

Выходные импульсные сигналы времени

Период следования

1с	полярность импульса положительная, амплитуда >2,5 на нагрузке 50 Ом; длительность импульса 10÷20 мкс; длительность фронта <3нс. погрешность синхронизации по внешнему сигналу не более ±25 нс	два выхода
-----------	---	------------

Относительная погрешность	при выпуске	$\pm 2,0 \cdot 10^{-13}$
по частоте, не более	на межповерочном интервале 2 года	$\pm 1,0 \cdot 10^{-12}$

Коррекция частоты	Диапазон перестройки	$1,0 \cdot 10^{-10}$
выходного сигнала	Разрешающая способность	$1,0 \cdot 10^{-16}$
(относительное изменение)	корректора частоты	

Дополнительное	При изменении температуры	$\pm 1,0 \cdot 10^{-15}$
относительное изменение	окружающей среды (ТКЧ)	
частоты, не более	При изменении внешнего	$\pm 1,0 \cdot 10^{-14}$ /Эрстед
	магнитного поля	



Основные технические характеристики

**Нестабильность частоты
выходного сигнала
(СКДО), не более**

**Интервал
времени
усреднения**

1с	$1,5 \cdot 10^{-13}$
10с	$2,5 \cdot 10^{-14}$
100с	$7,0 \cdot 10^{-15}$
1000с	$2,2 \cdot 10^{-15}$
1ч	$2,0 \cdot 10^{-15}$
1сутки	$5,0 \cdot 10^{-16}$

в эквивалентной полосе измерения компаратора 3Гц

при изменении температуры окружающей среды в пределах $\pm 0,1$ °С в рабочем диапазоне температур со скоростью не более 0,3 °С/час

за вычетом относительного среднего изменения частоты за сутки

**Относительное среднее
изменение частоты за
сутки, не более**

при выпуске

$\pm 1,0 \cdot 10^{-15}$

**Спектральная плотность
мощности фазовых шумов
в выходном сигнале 5 МГц,
не более**

При отстройке от несущей

1Гц	-118 дБ/Гц
10Гц	-130 дБ/Гц
100Гц	-140 дБ/Гц
1кГц	-155 дБ/Гц
10кГц	-155 дБ/Гц



1. Разработан новый активный стандарт частоты и времени Ч1-1033 на замену существующему стандарту Ч1-1003М.
2. Внедрена новая система термостатирования резонатора, обеспечивающая точность поддержания температуры резонатора на уровне $5 \times 10^{-6} \text{ }^{\circ}\text{C}$.
3. Типичная величина температурного коэффициента частоты стандарта составила $3 \div 5 \times 10^{-16} / ^{\circ}\text{C}$.
4. Достигнута нестабильность частоты стандарта (СКДО) на интервале времени усреднения 1 сутки менее 5×10^{-16} .