

Научно-практический семинар
**Единое точное время в пакетных сетях:
требования, задачи и их решения от АО “Время-Ч”**

Первичный эталонный источник VCH-1008C

Докладчик Андрей Юрьевич Соловьёв

Общая информация о приборе

❖ Первичный эталонный источник **VCH-1008C**

является аппаратурой синхронизации первого уровня иерархии и предназначен для формирования выходных сигналов синхронизации в виде синусоидального сигнала с частотой 5; 10 и 100 МГц амплитудой $(1,0 \pm 0,3)$ В на нагрузке 50 Ом, синхросигнала 2,048 МГц на нагрузке 75 Ом (соответствует МСЭ-Т G.703), а также синхросигнала частотой 1 Гц (1PPS).

В режиме хранения частоты (автономном режиме) соответствует МСЭ-Т **G.811** ($\delta f < 1 \cdot 10^{-11}$).

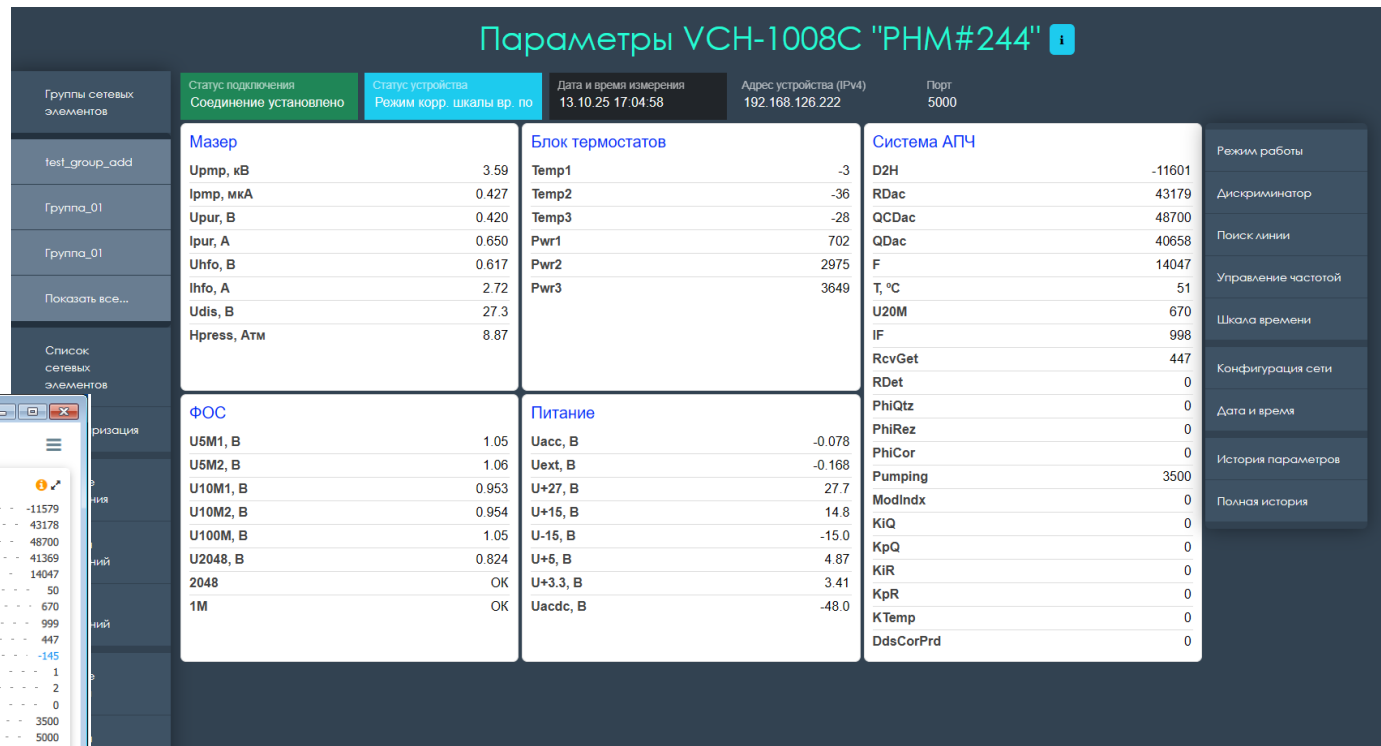
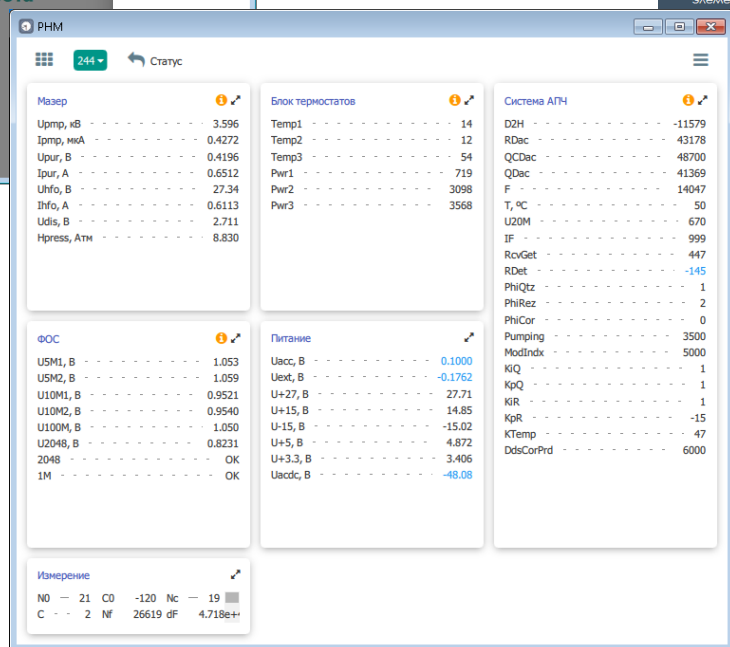
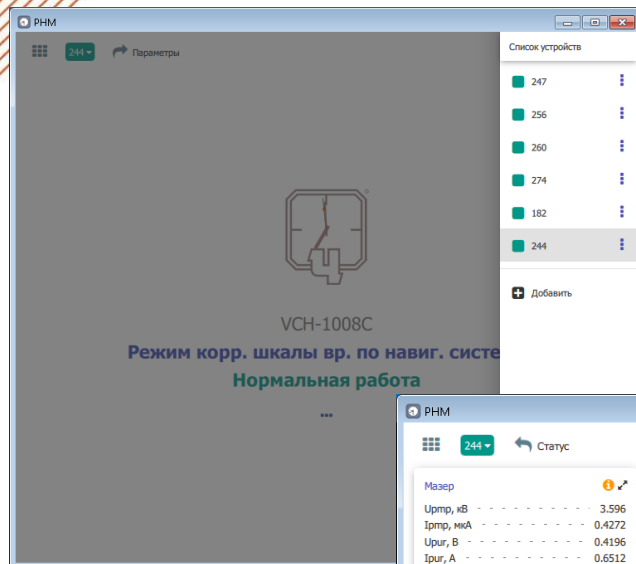
В режиме автоматической коррекции частоты по сигналам навигационных спутниковых систем соответствует уПЭИ по ГОСТ Р 71148-2023 или рекомендациям МСЭ-Т **G.811.1** раздел 6 ($\delta f < 1 \cdot 10^{-12}$).

Прибор оборудован системой самодиагностики и в случае неисправности сообщает оператору об отказе:

- на передней панели прибора загорается красный индикатор «отказ»;
- прибор автоматически сообщает системе управления о неисправности, формируя на выходном разъеме центрального процессора «Error» сигнал ошибки.



Мониторинг и управление

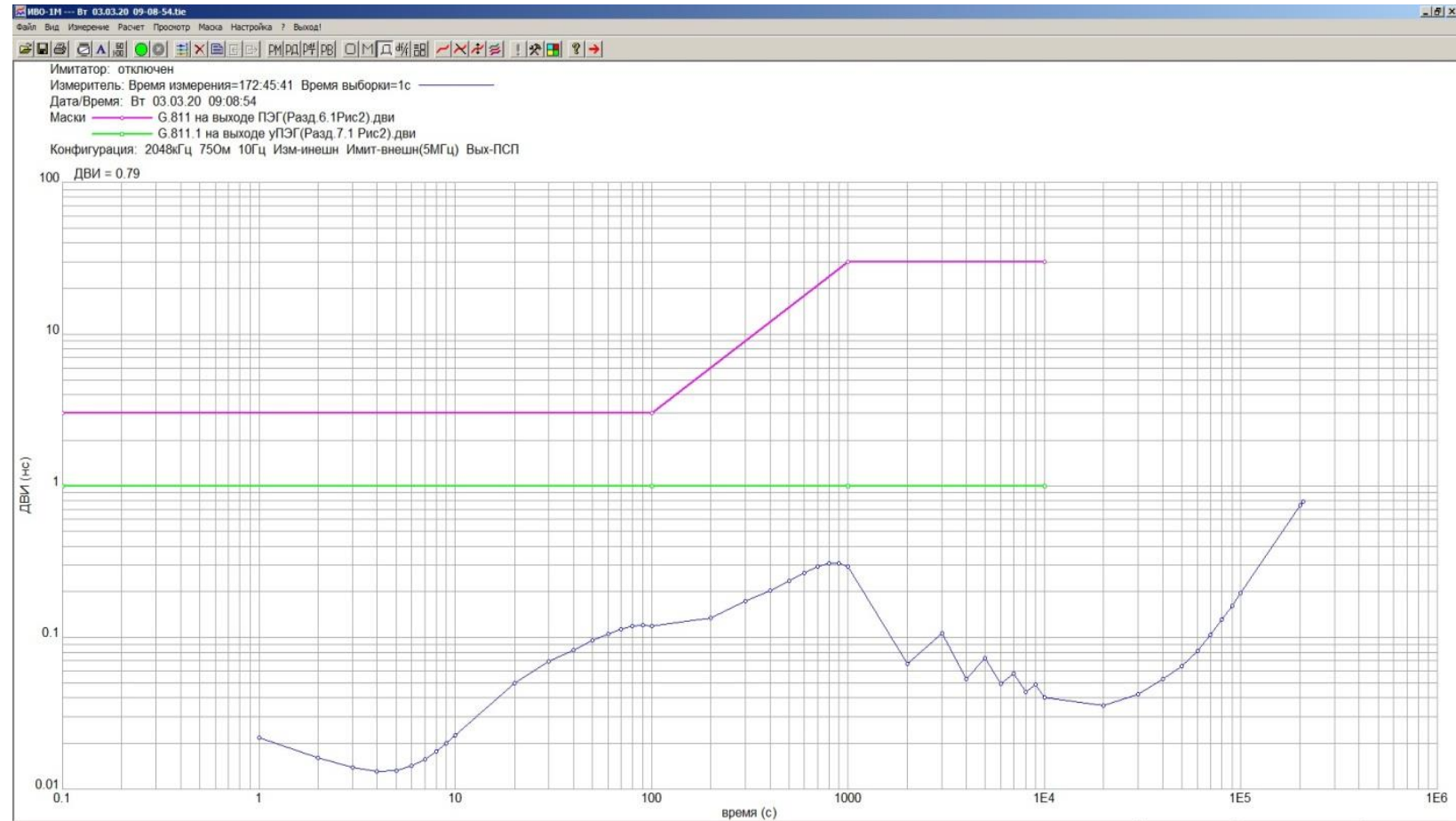


Окно системы управления VCH-902

Интерфейс
программы RNM

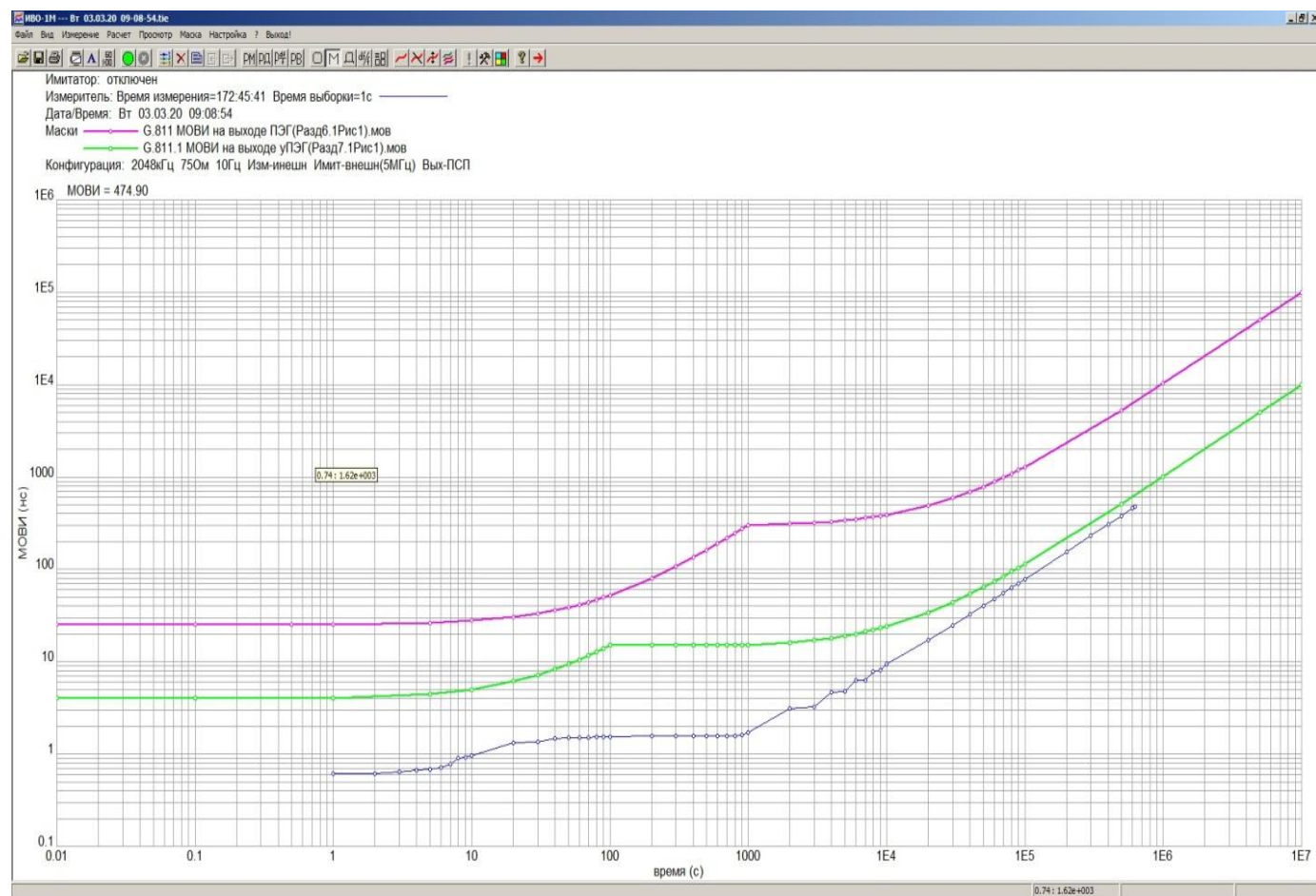
Характеристики прибора в режиме хранения частоты

ПЭИ VCH-1008C не только соответствует требованиям МСЭ-Т G.811, 811.1, но с многократным запасом перекрывает их в части джиттера и девиации временного интервала (ДВИ). ДВИ на интервалах времени измерения от 1 до 10000 сек. составляет от 10 до 300 пикосекунд, при требовании **G.811.1** 1 нс.



Результат измерений соответствует требованиям МСЭ-Т G.811.1

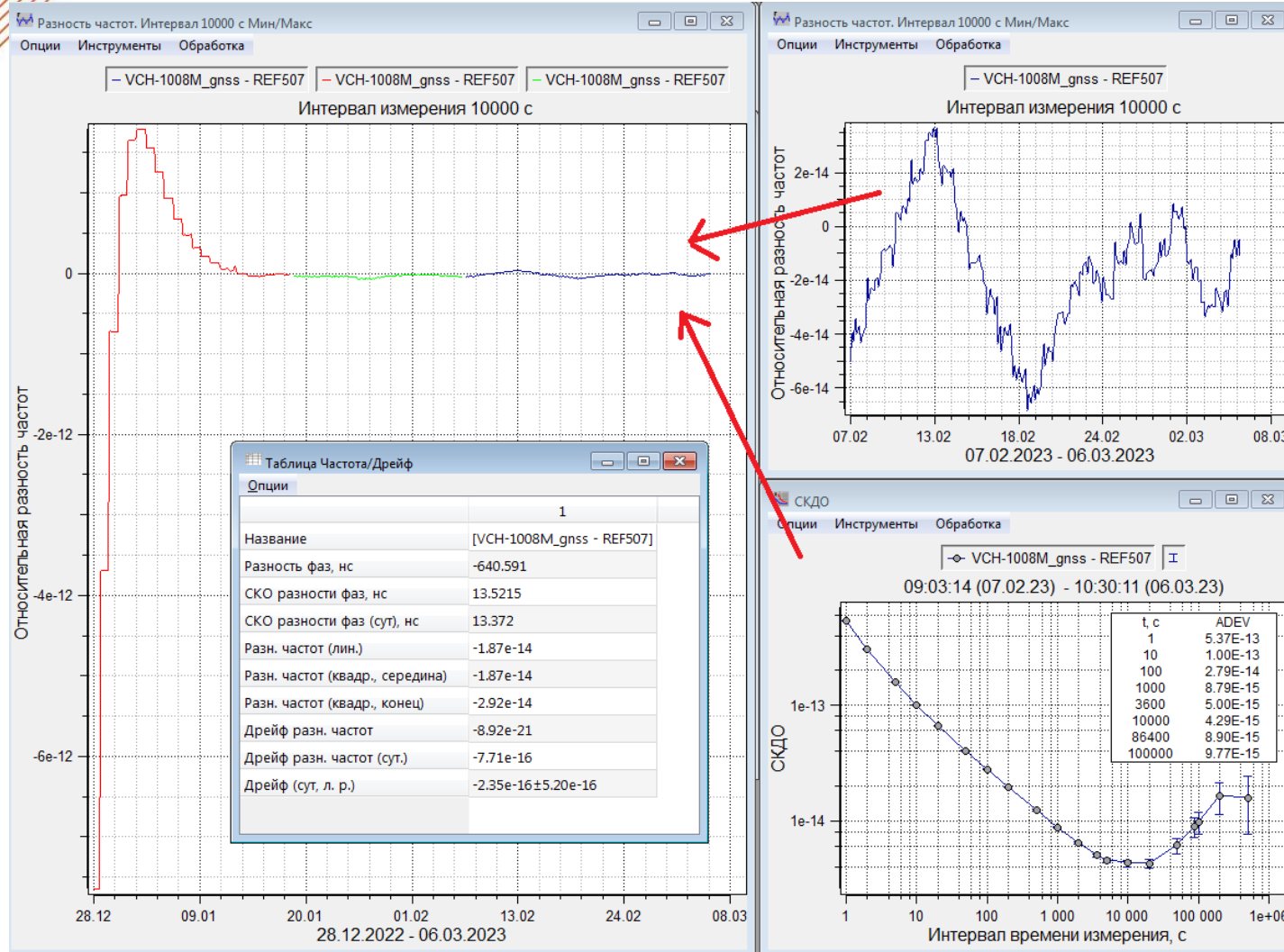
Характеристики прибора в режиме хранения частоты



Результат измерений соответствует требованиям МСЭ-Т G.811.1

Режим подстройки частоты

Водородным мазерам присущ дрейф частоты, обусловленный временным изменением свойств покрытия накопительной колбы. Величина дрейфа находится в диапазоне от $5 \cdot 10^{-16}$ до $2 \cdot 10^{-15}$ в сутки. Решение проблемы — периодическая подстройка частоты.



Пример подстройки выходной частоты прибора VCH-1008C

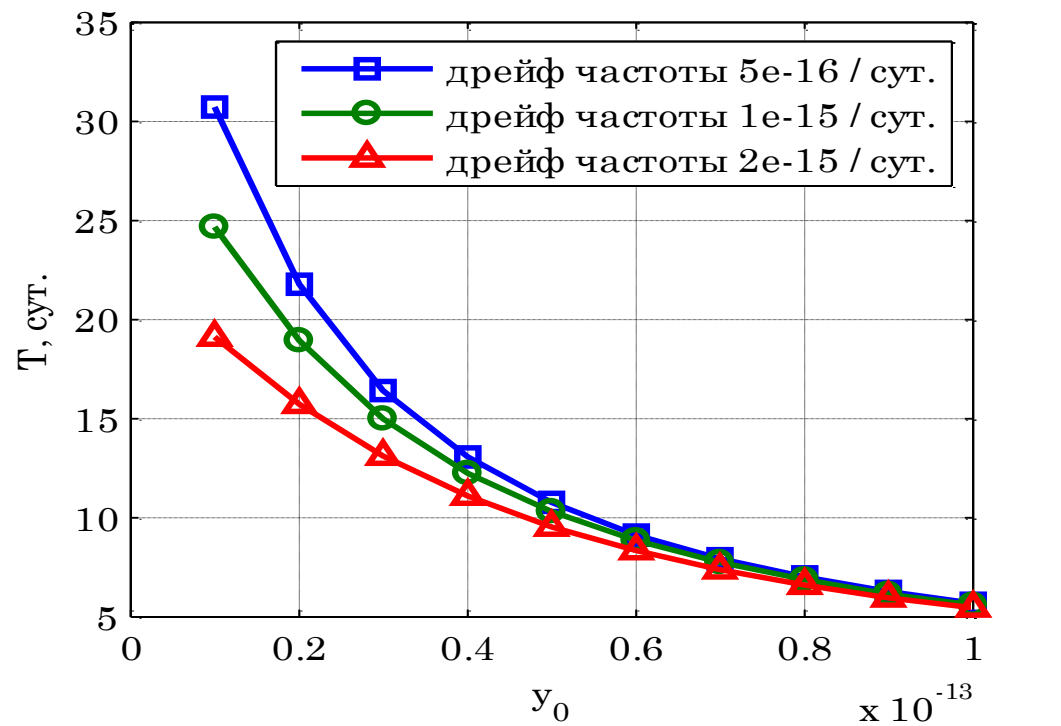
Хранение шкалы времени

Актуальная задача современности – удерживать (хранить) шкалу времени в течение интервалов недоступности ГНСС.

Уход шкалы времени за интервал времени t (в секундах) определяется формулой:

$$x(t) = x_0 + y_0 t + \frac{d \cdot t^2}{2} + \frac{t}{\sqrt{3}} \sigma_y(t),$$

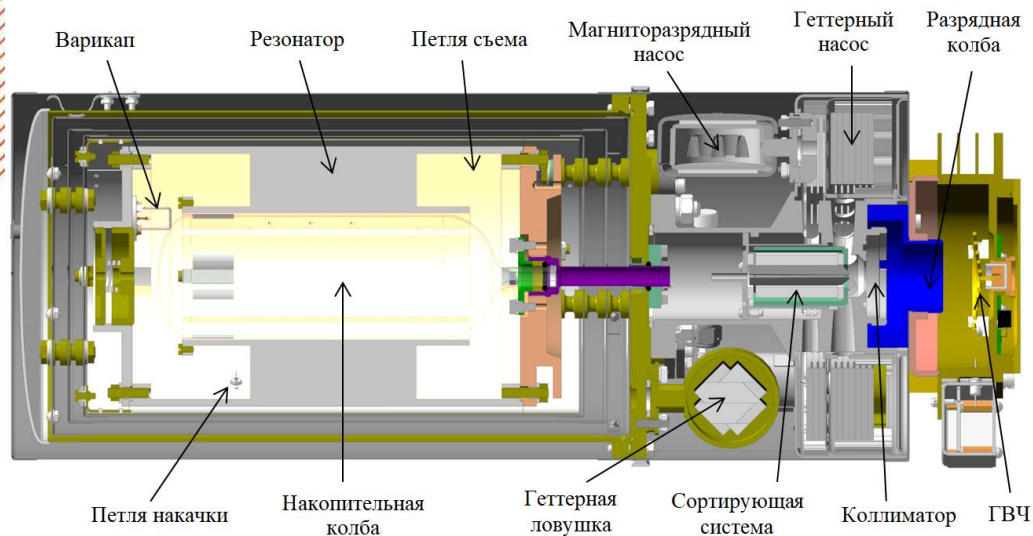
где x_0 – начальное отклонение шкалы времени от UTC, которое будем полагать равным 0,
 y_0 – начальное отклонение по частоте,
 d – дрейф частоты (за секунду),
 $\sigma_y(t)$ – СКДО (нестабильность) частоты на оцениваемом интервале,
 t – текущее время



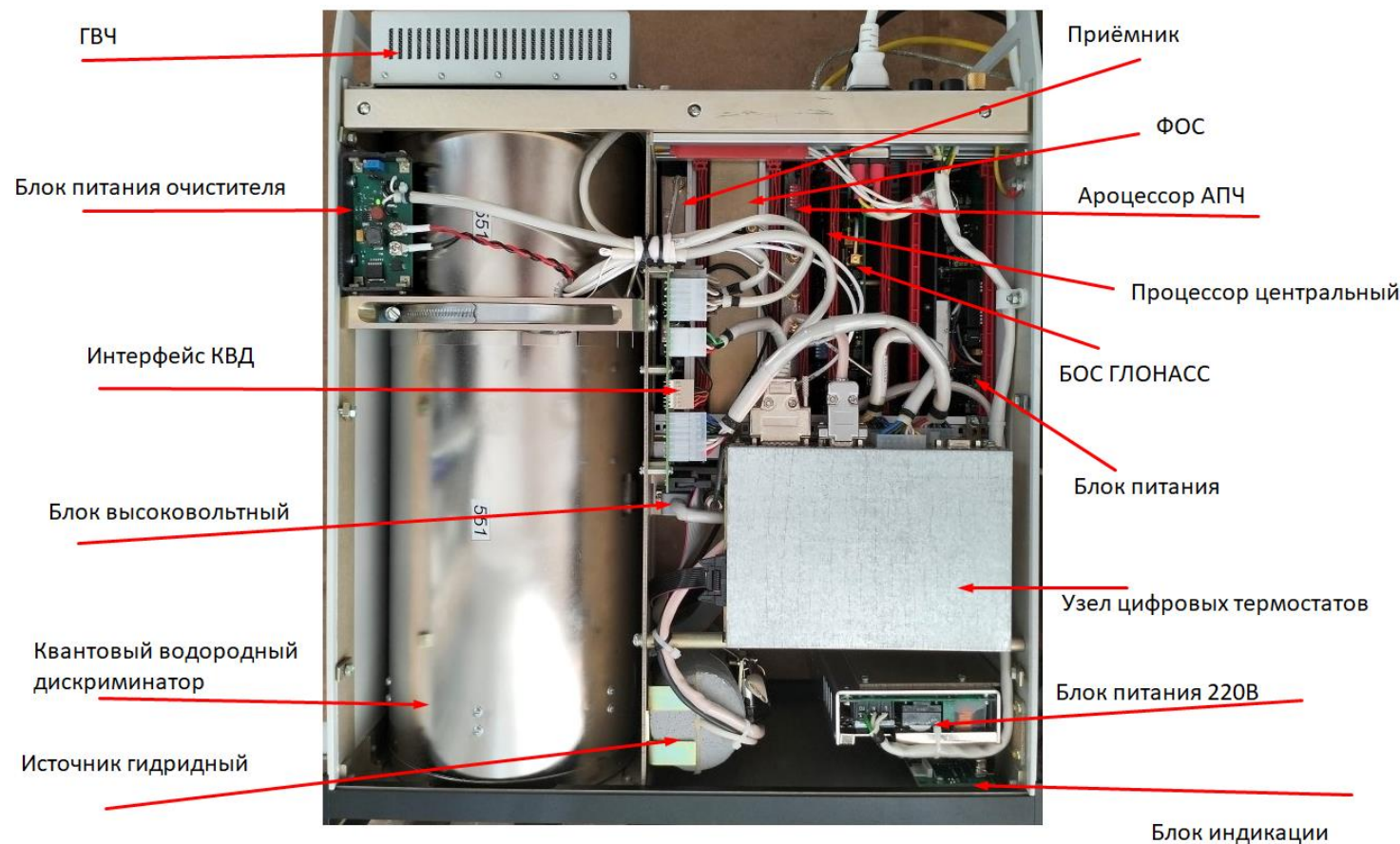
Время хранения шкалы для VCH-1008C в пределах 100 нс в зависимости от начальной ошибки установки и дрейфа частоты

Как видно из рисунка, при достаточно точной начальной установке частоты (доли 13-го знака!) большую роль начинает играть величина дрейфа частоты. При использовании ПЭИ VCH-1008C в комплексах точного времени их аппаратура и ПО должны оценивать дрейф частоты и компенсировать его!

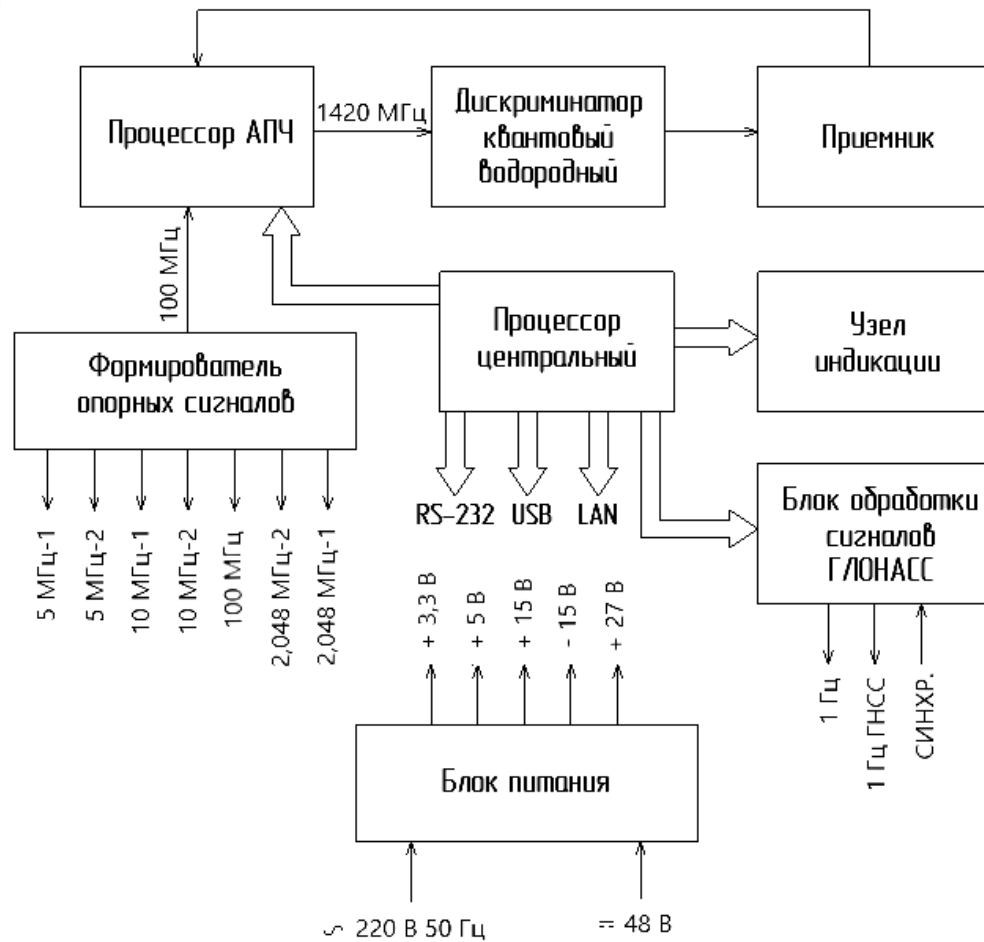
Конструкция прибора



Квантовый дискриминатор является главной частью прибора, определяющей номинал и стабильность выходной частоты. В его основе лежит резонатор, внутри которого помещена колба, в которую инжестируются возбуждённые атомы водорода.



Структурная схема электронной части прибора



Заключение

Первичный эталонный источник – водородный мазер пассивного типа удовлетворяет всем требованиям, предъявляемым международными рекомендациями и стандартами РФ к источникам синхронизации первого (высшего) уровня иерархии ТСС.

В режиме автоматической автоподстройки частоты соответствует требованиям, предъявляемым к т.н. Улучшенным ПЭИ (уПЭИ) по ГОСТ Р 71148-2023, и может применяться в качестве источника синхросигнала в улучшенных ПЭГ (уПЭГ – ePRC) и улучшенных первичных эталонных источниках времени и частоты – технических средствах ТСС, формирующих эталонные сигналы частоты (1 PPS/Гц и др.) и код времени с улучшенными характеристиками (стабильность/погрешность по частоте и фазе), применяемых для систем частотно-временного обеспечения сетей 5G.

Ту же роль прибор может исполнять в автономном режиме хранения частоты в комплексе с Устройством сетевой синхронизации УСС VCH-003 или Синхронизатором сетей связи VCH-505, работающими в режиме **комбайнера**.

Спасибо за внимание!