

ПОДАВЛЕНИЕ ПОЛЕВЫХ СДВИГОВ В ИМПУЛЬСНЫХ КПН-ЧАСАХ ПРИ СТАБИЛИЗАЦИИ ЛОКАЛЬНОГО ОСЦИЛЛЯТОРА С ПОМОЩЬЮ КОМБИНИРОВАННОГО СИГНАЛА ОШИБКИ

✉И. В. Громов, П. С. Козьмина

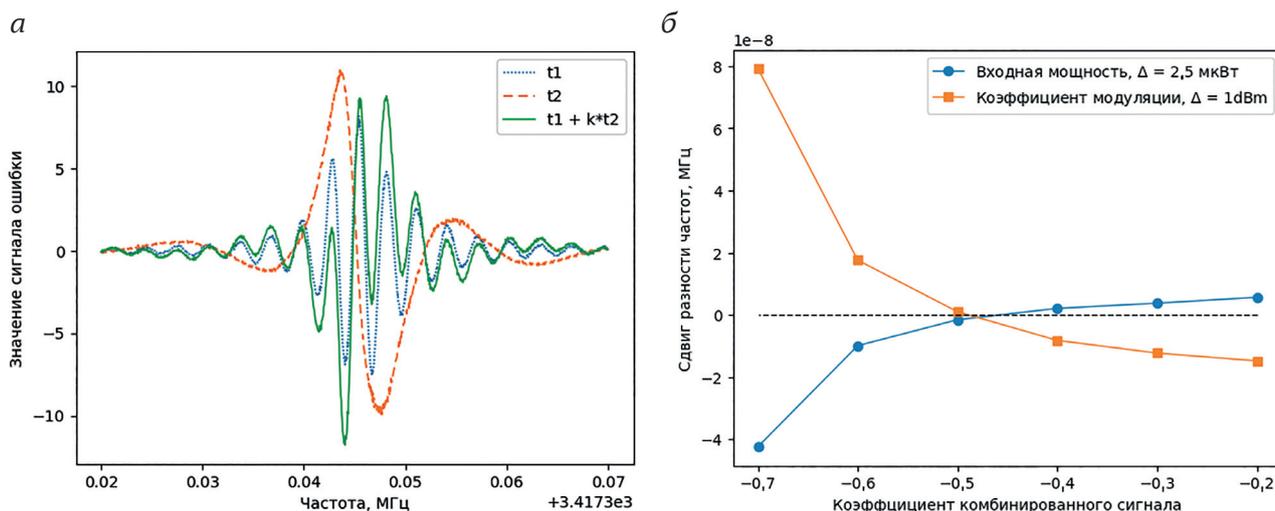
*Отдел лазерной физики и технологий Новосибирского
государственного университета, Новосибирск, Россия*

✉i.gromov@g.nsu.ru

Эффект когерентного пленения населенностей (КПН) в парах щелочных металлов в настоящее время активно используется в создании миниатюрных атомных стандартах частоты. Они находят свое применение в прикладной и фундаментальной физике, спутниковых навигационных системах, системах связи, метрологии, астрономии, астрофизике, и во многих других областях [1, 2]. Основной характеристикой таких устройств является долговременная стабильность, которая напрямую влияет на их предельную точность измерения. Поэтому одной из актуальных тем исследования в данной области является поиск и разработка методов, которые бы способствовали увеличению долговременной стабильности.

Спектроскопические измерения стабилизации частоты всегда сопровождаются флуктуациями частоты часового перехода из-за полевых сдвигов, вызванных динамическим эффектом Штарка. Эти полевые сдвиги зависят от интенсивности падающего излучения и является одним из ключевых факторов, ограничивающих метрологические характеристики (стабильность и точность) атомных часов. В свое время были предложены различные методы подавления полевого сдвига в КПН-часах на основе спектроскопии Рамзи или в режиме непрерывного опроса [3, 4].

Предложенный в настоящей работе метод подавления влияния полевых сдвигов заключается в формировании обратной связи локального осциллятора с сигналом ошибки, являющимся линейной комбинацией двух других, взятых с коэффициентом k (см. рисунок, а). В импуль-



Формирование комбинированного сигнала ошибки (а), значение величины полевого сдвига при различных коэффициентах комбинированного сигнала (б)

сном режиме величина полевого сдвига обратно пропорциональна продолжительности времени свободной эволюции t . Если сгенерировать 2 сигнала ошибки, имеющие разные времена свободной эволюции, и взять их линейную комбинацию с варьируемым коэффициентом, то при определённом значении этого коэффициента полевые сдвиги от разных будут компенсировать друг друга, независимо от величин этих сдвигов по отдельности (см. рисунок, б).

В данной работе приводятся результаты экспериментального исследования величины полевых сдвигов при разных значениях коэффициента комбинированного сигнала в случаях вариации интенсивности излучения и коэффициента модуляции. Продемонстрирована возможность полного подавления полевых сдвигов для обоих случаев и получено значение коэффициента комбинированного сигнала, при котором достигается данный эффект. Значение коэффициента в общем случае зависит от параметров импульсной последовательности. При значениях $t_1 = 200$ мкс и $t_2 = 600$ мкс оно составляет $-0,48$.

Литература

1. Maleki L., Prestage J. Applications of clocks and frequency standards: From the routine to tests of fundamental models // *Metrologia*. 2005. Vol. 42. P. S145.
2. Riehle F. *Frequency Standards: Basics and Applications*. Weinheim: Wiley-VCH, 2005.
3. Hafiz M. A., Coget G., Petersen M. et al. Symmetric autobalanced Ramsey interrogation for high-performance coherent population-trapping vapor-cell atomic clock // *Appl. Phys. Lett.* 2018. Vol. 112. P. 244102.
4. Basalaev M. Yu., Yudin V. I., Taichenachev A. V. et al. Dynamic Continuous-Wave Spectroscopy of Coherent Population Trapping at Phase-Jump Modulation // *Physical Review Applied*. 2020. Vol. 13. P. 034060.