

# Ультростабильные оптические стандарты частоты на холодных атомах с применением лазерных решеток

В. Д. Овсянников<sup>a</sup>, В. Г. Пальчиков<sup>b</sup>,

В. И. Юдин<sup>c</sup>, А. В. Тайченачев<sup>c</sup>

<sup>a</sup> Воронежский государственный университет, Воронеж, 394006, Россия

<sup>b</sup> Всероссийский научно-исследовательский институт физико-технических и радиотехнических измерений, Менделеево, Московская область, 141570, Россия

<sup>c</sup> Институт лазерной физики СО РАН, Новосибирск, 630090, Россия

Сверхузкая спектральная линия излучения, соответствующая сильно запрещённому переходу  $^1S_0 - ^3P_0$ , в чётных [1, 2] и нечётных [3] изотопах щёлочноземельных атомов, в настоящее время рассматривается в качестве наиболее перспективного “часового” перехода в современных оптических стандартах частоты.

В работе для данного перехода проведён систематический анализ различных источников неопределённостей воспроизведения единиц времени и частоты с применением оптических решёток в стандартах времени и частоты. Проведённый анализ доказал принципиальную возможность создания оптических стандартов частоты с относительной точностью воспроизведения единиц времени и частоты на уровне  $10^{-18}$  и выше, что сопоставимо по уровню точности с лучшими оптическими часами на ионах  $Al^+$  [4].

В первой части предложен оптический стандарт частоты на нейтральных атомах  $Hg$ , а также проведены оценки относительной неопределённости воспроизведения единиц времени и частоты методом оценки спектральных атомных характеристик высшего порядка (динамические поляризуемости и гиперполяризуемости, сечения и скорости двухфотонной ионизации, эффекты излучения чёрного тела и т.д.). С другой стороны, поскольку атом ртути имеет большой заряд ядра, этот атом в сочетании с оптическими стандартами на других атомах может рассматриваться как прецизионный тест для проверки фундаментальных физических теорий, например, для оценки вариации постоянной тонкой структуры во времени.

Во второй части работы проведена оценка влияния эффектов локализации атомов в режиме Лэмба-Дика на сдвиг частоты часового перехода при учёте магнитно-дипольных и квадрупольных членов разложения для оператора взаимодействия атома с внешним электромагнитным полем.

---

[1] M. Takamoto, F.-L. Hong, *et al.*, Nature **425** (2005) 321.

[2] H. Katori, M. Takamoto, *et al.*, Phys.Rev.Lett. **91** (2003) 173005.

[3] Z. B. Barber, C. W. Hoyt, *et al.*, Phys.Rev.Lett. **96** (2006) 083002.

[4] T. Rosenband, D. B. Hume, *et al.*, Science **319** (2008) 1808.