

Поступило в Редакцию 22 ноября 1976 г.

УДК 539.184.01

## К ВОПРОСУ О ТОЧНОСТИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПЕРИОДОВ ИНТЕРФЕРЕНЦИОННЫХ БИЕНИЙ НЕВЫРОЖДЕННЫХ СОСТОЯНИЙ

С. А. Багаев, В. Б. Смирнов и И. Н. Ештушенко

В работе [1] была рассмотрена возможность получения некоторых атомных характеристик при исследовании интерференционных биений методом многоканального временного анализа. Точность их определения существенно связана с нахождением периода этих биений.

Сигнал интерференционных биений имеет вид [1]

$$N(t) = e^{-t/\tau} \left[ A + B \cos \left( 2\pi \frac{t}{T} + \varphi_0 \right) \right], \quad (1)$$

где  $\tau$  — время жизни исследуемого уровня,  $T$  — период интерференционных биений в магнитном поле.

Коэффициенты  $A$  и  $B$  и начальная фаза  $\varphi_0$  определяются условиями приготовления ансамбля интерферирующих атомов и наблюдения интерференции невырожденных

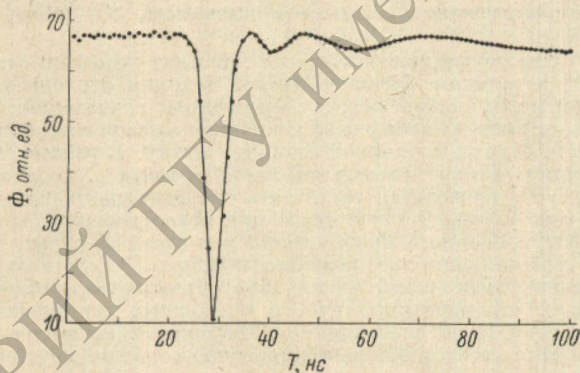


Рис. 1. Зависимость суммы остаточных квадратов от периода биений для сигнала биений на линии  $\lambda = 492.2$  нм HeI.

состояний. Умножая выражение (1) на экспоненту с положительным показателем степени, выделяем синусоиду биений и из нее находим период биений

$$y(t) = C + D \cos \left( 2\pi \frac{t}{T} + \varphi_0 \right). \quad (2)$$

Таким образом, задача оказывается существенно нелинейной по параметру  $T$ . Расчеты производились на ЭВМ методом наименьших квадратов (МНК) с использованием линейной модели

$$y(t) = \theta_0 f_0(t) + \theta_1 f_1(t) + \theta_2 f_2(t), \quad (3)$$

где  $f_0$ ,  $f_1$  и  $f_2$  выбирались соответственно  $1/2$ ,  $\sin \frac{2\pi}{T} t$  и  $\cos \frac{2\pi}{T} t$ . Задача решалась

не обычными градиентными методами поиска экстремума, а путем сканирования в широких пределах значения  $T$ . Для каждого значения вычислялась сумма остаточных квадратов  $\Phi(T)$ . Здесь возможно провести параллель с возбуждением резонансного контура заданной частотой колебаний. По аналогии с эффектом резонанса можно ожидать, что кривая зависимости суммы остаточных квадратов  $\Phi(T)$  будет иметь узкий и глубокий провал (абсолютный минимум), а также большое число относительных минимумов. Следовательно, если решать задачу градиентными методами, приводящими лишь к бли-

жайшему экстремуму, большое значение приобретает вопрос о правильном выборе первоначального приближения (см. далее).

В данной работе вычислялся период интерференционных биений, наблюдавшихся на уровнях 4, 5 и 6  $1D_2$  HeI [1]. На рис. 1 представлена типичная зависимость  $\Phi(T)$  при  $H=11.4$  Э для биений на уровне  $4^1D_2$  ( $\lambda=492.2$  нм,  $p_{He}=10$  мтор). Наблюдается узкий абсолютный минимум при периоде биений  $T=29.15$  нс и большое количество локальных минимумов. Из кривой видно, что при решении данной задачи градиентными методами начальное приближение  $T_0$  должно быть «угадано» с точностью не хуже 20%. Систематический анализ всех полученных кривых (более 40) показал, что уже в рамках принятой модели (3) по однократному измерению достигается точность в определении периода  $0.05\div 0.1\%$ .

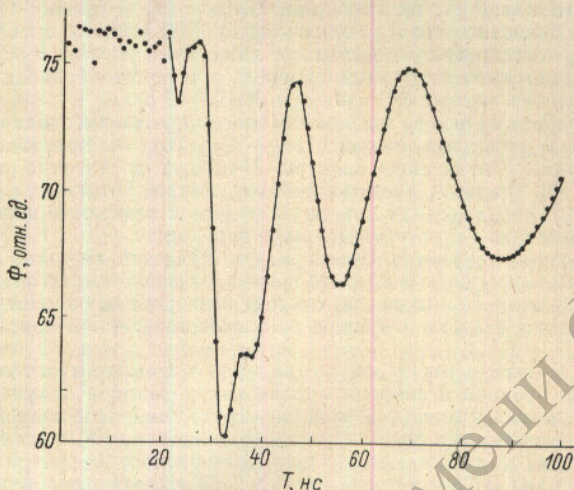


Рис. 2. Зависимость суммы остаточных квадратов от периода биений для сигнала биений на линии  $\lambda=414.3$  нм HeI.

В работе [1] мы предложили калибровать магнитное поле внутри электронной трубки, исходя из известного значения  $g$ -фактора для уровней  $n^1D_2$  гелия. В связи с этим при поддержании поля  $H$  не хуже  $\sim 10^{-5}$  точность определения периода оказывается решающей для вычисления неизвестных  $g$ -факторов. Отметим следующие пути дальнейшего повышения точности их определения:

- 1) учет возможной в конкретных случаях немонотонности распада;
- 2) учет деполаризующих столкновений;
- 3) учет дополнительных периодов биений, связанных с переносом биений с других уровней.

Так, на рис. 2 представлена зависимость суммы остаточных квадратов  $\Phi(T)$  для биений на уровне  $6^1D_2$  (переход  $\lambda=414.3$  нм,  $p_{He}=30$  мтор). Видно, что зависимость носит более сложный характер. На кривой дополнительно присутствуют ярко выраженные относительные минимумы. Периоды, связанные с ними, также зависят от величины магнитного поля, однако дают значения  $g$ -фактора, не равные единице.

#### Литература

- [1] С. А. Багаев, В. Б. Смирнов, М. П. Чайка. Опт. и спектр., 41, 166, 1976.

Поступило в Редакцию 1 декабря 1976 г.