

А.Н.Караулов (асп. каф. КЭ), Н.Н. Якобсон, к.ф.-м.н., ВНЦ "ГОИ им. Вавилова.

## О ШУМАХ СПИНОВОГО ГЕНЕРАТОРА

В работе была рассмотрена двухлучевая модель спинового генератора, работающего как Мх – магнитометр.

В лабораторной системе координат с осью **Z**, направленной вдоль постоянного магнитного поля, накачка (ориентация) осуществляется циркулярно-поляризованным светом  $k_p$ , направленным по полю. Второй циркулярно-поляризованный луч  $k_d$ , направленный по оси **X**, регистрирует поперечную намагниченность образца -  $m_x$ .

Сигнал движения поперечной намагниченности регистрируется фотоприемником и после широкополосного усиления подается в виде тока в катушку радиополя, ориентированную вдоль луча детектирующего света, и создает радиочастотное поле. При правильных фазовых соотношениях в такой схеме возникают стационарные движения - радиочастотный сигнал на частоте магнитного резонанса (движения когерентности), устанавливается новое стационарное значение продольной намагниченности. Двухлучевая схема является самой прозрачной моделью спинового генератора с оптической накачкой, хотя в целях простоты, в приложениях обычно используется однолучевая схема с ориентацией циркулярно-поляризованного луча света под углом к вектору магнитного поля. В конечном итоге и такая схема сводится к двухлучевой простым разложением полного векторного представления света на проекции по направлениям накачки и регистрации.

Уравнения движения такой замкнутой схемы спинового генератора удобно построить в лабораторной системе координат, пользуясь уравнениями движения для классических компонент момента.

В терминах уравнений движения полного магнитного момента в лабораторной системе координат:

$$\frac{dM}{dt} = \gamma \cdot [H \times M] - \Gamma \cdot M + \Gamma^0 \cdot M_z, \quad (1)$$

где  $\Gamma$  - полная скорость релаксации компонент  $M$ .  $\Gamma = \Gamma_0 + \Gamma_p$ ,  $\Gamma_0$  – скорость термической релаксации (темновая релаксация),  $\Gamma_p$  - скорости оптической накачки.

$H = H_0 \cdot \vec{e}_z + H_y \cdot \vec{e}_y + H_x \cdot \vec{e}_x$  - полное магнитное поле.  $H_0$  – постоянное поле направленное по оси **Z**.  $H_x$ ,  $H_y$  – переменное поле возбуждаемое выходным током широкополосного усилителя.

Отношение сигнал/шум на выходе усилителя в полной полосе для подобной модели получается в виде:

$$L = \frac{\alpha \cdot \sqrt{I_0}}{\sqrt{2 \cdot e \cdot \Delta}}.$$

Легко проверить что при  $I_0 = 10^{-6}$  и  $\Delta = 6 \cdot 10^6$  [1/с] величина  $S \sim 5-10$ . В то же время отношение сигнал/шум в единичной полосе достигает  $10^3$ , что позволяет измерять частоту (период) с разрешением  $10^{-3}$ .