

Утверждения по поводу величин, используемых при калибровке ведущего поля:

1. Ошибка $\sigma \left[\hat{\Omega}_y \right]$ оценки частоты прецессии спина в горизонтальной плоскости Ω_y примерно равна ошибке $\sigma \left[\hat{\Omega}_x \right]$ оценки частоты прецессии спина в вертикальной плоскости Ω_x :

$$\sigma \left[\hat{\Omega}_y \right] \approx \sigma \left[\hat{\Omega}_x \right].$$

Это обусловлено тем, что:

- данные, на основе которых вычисляются статистики $\hat{\Omega}_x$, $\hat{\Omega}_y$ обладают одинаковыми свойствами (количество точек, временная ширина сэмпла, та же временная структура систематических эффектов и т.д.);
 - используется одинаковый метод вычисления (т.е. в обоих случаях фитируем одной и той же моделью).
2. Величина ошибки $\sigma \left[\hat{\Omega}_x \right] \sim 10^{-5}$ rad/sec за один филл.
 3. Влияние ЭДМ можно заметить только на уровне ошибки $\sigma \left[\hat{\Omega}_x \right] \sim 10^{-7}$ rad/sec, для чего надо собирать статистику год.
 4. Смена полярности ведущего поля производится на основе статистики одного филла.

В связи с этим возникает вопрос: почему нельзя исключить частоту прецессии в горизонтальной плоскости из процедуры калибровки?

Вместо (1) подавления Ω_x , (2) отведения энергии пучка от резонанса, (3) изменения величины ведущего поля,¹ чтобы сохранить радиус орбиты, сразу восстанавливать величину перевёрнутого поля по условию

$$\hat{\Omega}_x^{CCW} = -\hat{\Omega}_x^{CW}.$$

У нас всё равно точность восстановления не превосходит своего частотного эквивалента 10^{-5} , т.е. статистическая ошибка многократно превосходит систематический сдвиг за счёт ЭДМ. Это значит мы не в состоянии систематически компенсировать ЭДМ-эффект при смене полярности (систематическая ошибка) в принципе. Переход к горизонтальной плоскости не добавляет нам точности, на сколько я могу судить, он просто смещает калибровочную величину с ненулевого значения на нулевое.

1 Рассмотрение через ожидание МДМ частоты

Если рассматривать подстройку магнитного поля с точки зрения МДМ прецессии, то совокупная частота Ω_{net} раскладывается на

$$\begin{aligned}\Omega_{net}^{CW} &= +\Omega_{MDM}^{CW} + \Omega_{EDM}^{CW}, \\ \Omega_{net}^{CCW} &= -\Omega_{MDM}^{CCW} + \Omega_{EDM}^{CCW}.\end{aligned}$$

Строго говоря, если значение магнитного поля $\langle B \rangle^{CW} \neq \langle B \rangle^{CCW}$, то $\Omega_{EDM}^{CW} \neq \Omega_{EDM}^{CCW}$, но пока пренебрежём этим, и будем считать $\Omega_{EDM}^{CW} = \Omega_{EDM}^{CCW} \equiv \Omega_{EDM} = E[\Omega_{EDM}]$.

Таким образом, если мы собираем статистику частоты МДМ прецессии в экспериментах,

$$\begin{aligned}\tilde{\Omega}_{MDM}^{CW} &= \Omega_{net}^{CW} - \Omega_{EDM} + \Delta\Omega, \\ -\tilde{\Omega}_{MDM}^{CCW} &= \Omega_{net}^{CCW} - \Omega_{EDM} + \Delta\Omega, \\ \Delta\Omega &\sim N(0, 10^{-5}),\end{aligned}$$

где $\Delta\Omega$ это точность, с которой мы можем выставить частоту в единичном эксперименте.

Тогда, если мы будем стремиться в каждом эксперименте просто приравнять ожидания $E[\Omega_{net}^{CW}] = -E[\Omega_{net}^{CCW}] = \Omega_0$, то ожидания

$$E[\tilde{\Omega}_{MDM}^{CW}] = \Omega_0 - \Omega_{EDM} \neq \Omega_0 + \Omega_{EDM} = E[\tilde{\Omega}_{MDM}^{CCW}],$$

то есть, в CW экспериментах модуль частоты МДМ прецессии будет отличаться от модуля МДМ частоты в CCW экспериментах на $2 \cdot \Omega_{EDM}$.

¹Что само по себе вводит большую ошибку, которая никак не калибруется

2 Рассмотрение через таргет-статистику $\hat{\Omega}_{EDM}$

$$2 \cdot \hat{\Omega}_{EDM} = \hat{\Omega}_{net}^{CW} + \hat{\Omega}_{net}^{CCW},$$

поэтому, если мы изначально в каждом эксперименте будем стремиться делать $\hat{\Omega}_{net}^{CW} = -\hat{\Omega}_{net}^{CCW}$, то $\hat{\Omega}_{EDM}$ будет тождественно равно 0, и теряется смысл эксперимента.