

Классификация явлений Будем структурировать анализ спиновой динамики на основании геометрии функций спин-тюна и оси стабильного спина от фазового пространства, рисунки 1 и 2.

Из этих рисунков можно наблюдать, что, во-первых, оба параметра являются фигурами вращения, образованными *параболой* (случай без секступолей), а во-вторых, фигура *наклонена* (это видно особенно отчётливо на рисунке 1b, где ещё видно параболу). Таким образом, мы видим присутствие двух независимых явлений. Первое мы всегда называли спиновой декогеренцией, а из-за второго происходит вариация спиновых параметров, вызванная бетатронным движением. Его назовём SMP-эффектом.

(Отметим, что он существует в том числе и в идеальной структуре, и для всех фазовых плоскостей.)

Линейные эффекты декогеренции Во-первых, отмечу, что в диссере Еремея упоминаются “линейные эффекты декогеренции,” которые минимизируются усреднением, путём использования ВЧ-поля. Очевидно то, что на рисунках выше, ВЧ-полем не усреднится, но чисто структурно скорее всего это одно и то же. Я построил TSS-параметры в зависимости от точек в плоскости (ℓ, δ) для различных значений гармонического числа. В случае успешной оптимизации, как и для других плоскостей, структура спин-тюна как на рисунке 3. Когда мы увеличиваем гармоническое число, сжимается фазовый объём пучка, и следовательно разброс спин-тюна.

Драфт основного рассмотрения SMP-эффекта Базовый посыл следующий:

Рассмотрим эволюцию вертикальной компоненты спина частицы:

$$s_y(t) = \frac{\Omega_X}{\Omega} \sin(\Omega \cdot t + \phi_0).$$

При этом, исходя из рисунков 1b и 2b, в связи с бетатронным движением:

$$\begin{aligned} \Omega(t) &= \Omega_0 + a_1 \sin(\Omega_1 \cdot t + \phi_1), & (\text{вариация спин-тюна}) \\ \Omega_X(t) &= \Omega(t) \cos \Theta(t), & (\text{рисунок 4}) \\ \Theta(t) &= \Theta_0 + a_2 \sin(\Omega_2 \cdot t + \phi_2). & (\text{вариация компонент } \vec{n}) \end{aligned}$$

Поскольку

$$\frac{\Omega_X}{\Omega} = \frac{\Omega(t) \cos \Theta(t)}{\Omega(t)} = \cos \Theta(t),$$

то

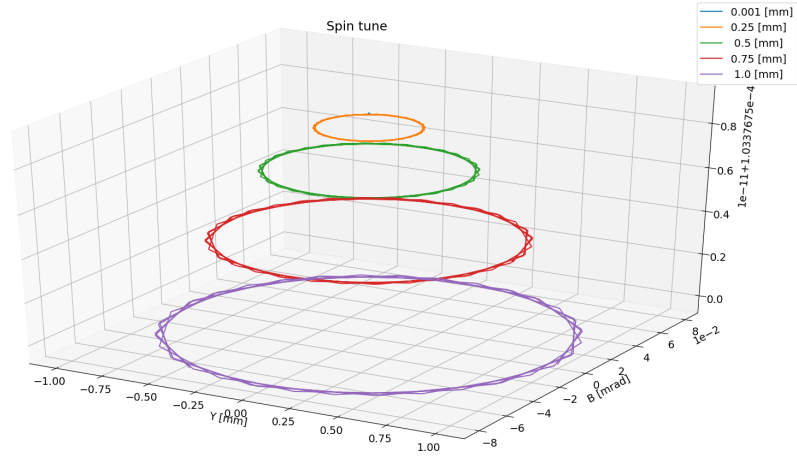
$$s_y(t) = \cos \Theta(t) \cdot \sin(\Omega_0 \cdot t + \phi_0 + a_1 \sin[\Omega_1 \cdot t + \phi_1] \cdot t)$$

Чисто гипотетически, вот эту сложную функцию и надо фитировать. В ней учитывается вариация и магнитуды, и направления спин-вектора. Однако, по аналогии с энерго-зависимыми линейными эффектами декогеренции,

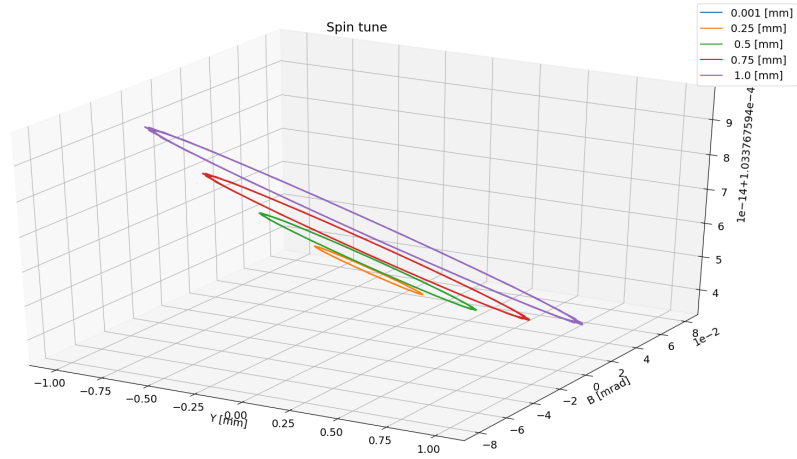
можно применить ту же логику, и сказать что данные эффекты усредняются. Если точнее, то они просто малы по сравнению с другими ошибками. По крайней мере на это можно надеяться.

Как бы я проверил, посчитал средние значения для этой функции и для обычного синуса, и между ними невязка — растущая функция (значит частоты разные), но очень малой величины (оценки частот неразличимы, хотя простой синус, конечно, фитируется намного точнее).

Возможно я неправильно оценил параметры возмущений частоты и амплитуды. Частота у меня варьируется с амплитудой $5 \cdot 10^{-10}$ от 50 рад/сек, а Θ с амплитудой $5 \cdot 10^{-6}$ (разница между диапазоном и оффсетом на оптимизированных рисунках), а частота бетатронных колебаний как для тюна 0.25.

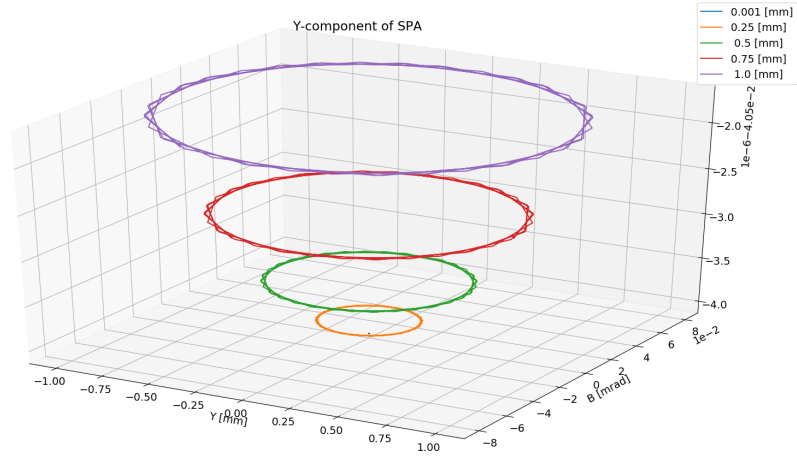


(a) Не используя секступоли

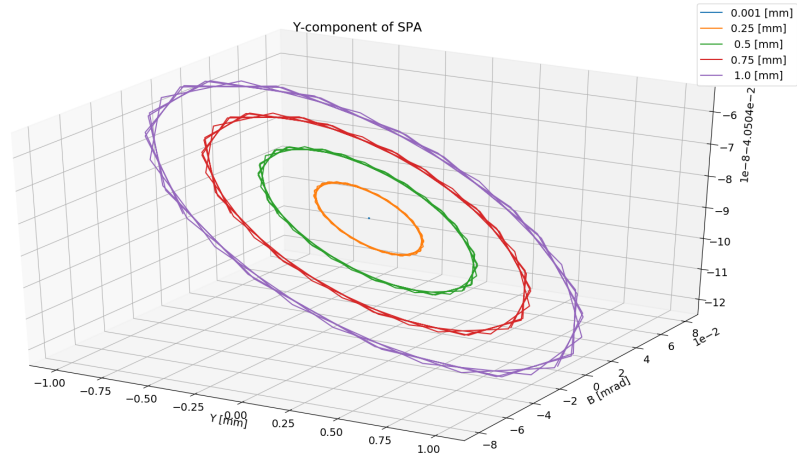


(b) Используя секступоли

Рис. 1: Спин-тюн в имперфектной структуре как функция координаты фазового пространства (y, y')



(a) Не используя секступоли



(b) Используя секступоли

Рис. 2: Вертикальная компонента инвариантной спиновой оси в имперфектной структуре как функция координаты фазового пространства (y, y')

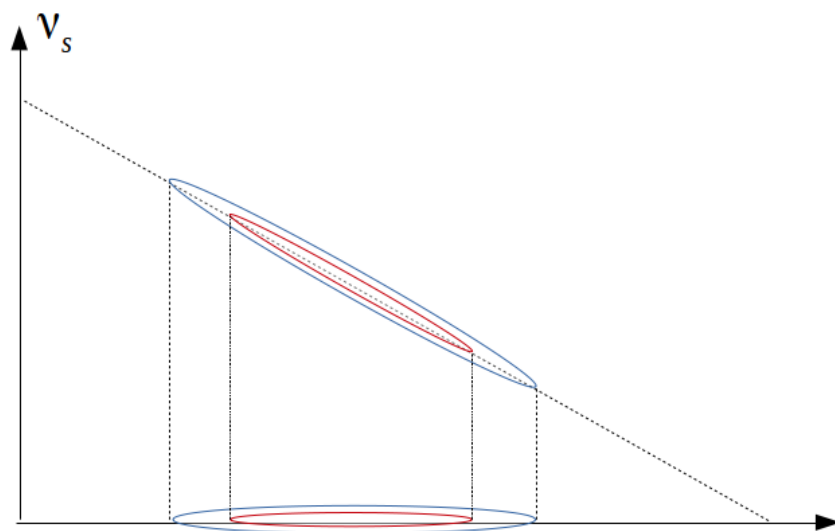


Рис. 3: Спин-тюн как функция фазового эллипса для двух банчей разного размера

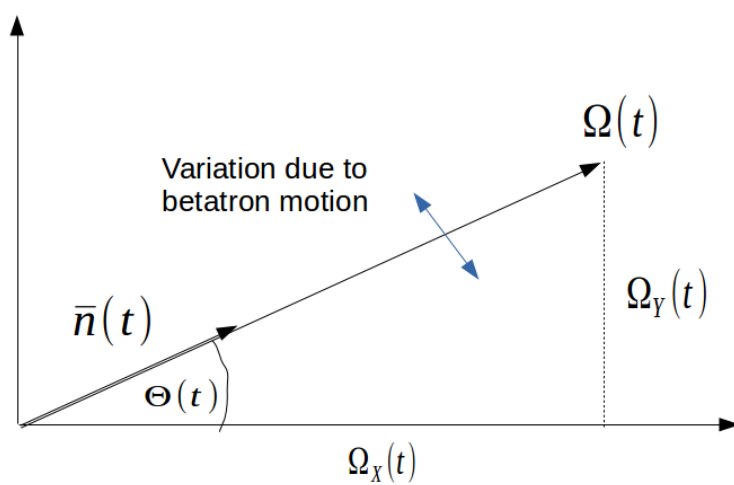


Рис. 4: Связь между компонентами частоты