

Метод замороженного спина для поиска электрического дипольного момента дейтрона в накопительном кольце

<i>Выступающий:</i>		А. Е. Аксентьев
<i>Руководитель:</i>	д-р. физ.-мат. наук, проф.	Ю. В. Сеничев
	канд. физ-мат. наук, доц.	С. М. Полозов

Национальный Исследовательский Ядерный Университет
“МИФИ”
(НИЯУ МИФИ)

Москва, 2019

Актуальность

Зачем нужно искать ЭДМ?

- Барионная асимметрия вселенной
- Нарушение CP -симметрии, как одно из условий бариогенеза
- Существование перманентного ЭДМ нарушает CP -симметрию

Цель и задачи исследования

Цель: Оценка возможности детектирования ЭДМ на уровне 10^{-29} е·см предложенным методом

Задачи:

- влияние бетатронных колебаний на валидность ЭДМ-статистики
- спин-декогеренция вблизи нулевого резонанса
- свойства МДМ-прецессии, связанной с неидеальностью машины (фэйк-сигнал)
- её кабилровка и исключение из ЭДМ-статистики
- оценка статистической точности

Научная новизна

- 1 Конкретно моего исследования:
 - ▶ исследовано влияние бетатронных колебаний
 - ▶ промоделирована процедура калибровки МДМ-прецессии
- 2 Вообщем поиска ЭДМ (на COSY):
 - ▶ научились держать поляризацию продольно-поляризованного пучка в течении 1,000 секунд
 - ▶ научились измерять (относительную) частоту прецессии спина (спин-тюн) с точностью 10^{-10}
 - ▶ научились юстировать квадруполь при помощи самого пучка (Beam Based Alignment)

Практическая значимость

По результатам моего исследования

- сформулированы аргументы в пользу частотного подхода к поиску ЭДМ в накопительном кольце
- исследованы систематические эффекты работы с поляризацией пучка в режиме нулевого спинового резонанса
- проведена оценка статистической точности (и оптимальных параметров) предполагаемого эксперимента

Положения выносимые на защиту




- ЭДМ-статистика частотного метода измерения не чувствительна к возмущениям со стороны бетатронного движения частиц
- Возможно достичь времени жизни поляризации пучка на уровне 1,000 секунд
- Свойства угловой скорости МДМ-прецессии
 - ▶ вынуждают использование частотных методов измерения ЭДМ
 - ▶ оставляют возможность исключения этой систематической ошибки из конечной статистики

- Зависимость частоты прецессии спина частицы может быть выражена как функция одной переменной, называемой эффективным Лорнец-фактором, и отражающей величину продольного эмиттанса частицы
- Эффективный Лоренц-фактор поддаётся калибровке
- Возможно достичь величины стандартной ошибки среднего значения ЭДМ-статистики на уровне 10^{-29} е·см за год измерений



Апробация

- На COSY проводились исследования оптимизации времени когерентности спина при помощи секступольных полей
- Результаты моего исследования пошли в подготавливаемый коллаборацией JEDI для CERN отчёта, под названием “Feasibility study for an EDM Storage Ring”

Основные публикации по теме диссертации I

-  A.E. Aksentev, Y.V. Senichev, “Statistical precision in charged particle EDM search in storage rings.” J. Phys.: Conf. Ser. **941** 012083 (2017)
-  A.E. Aksentyev, Y.V. Senichev, “Model of Statistical Errors in the Search for the Deuteron EDM in the Storage Ring,” in *Proc. IPAC’17*, Copenhagen, Denmark, May 2017, pp. 2258–2260, <https://doi.org/10.18429/JACoW-IPAC2017-TUPVA079>.
-  A. Aksentev “Modeling of spin-orbital dynamics in a storage ring.” J. Phys.: Conf. Ser. **1238** 012079 (2019)

Основные публикации по теме диссертации II

-  A. E. Aksentyev, Y. V. Senichev, "Spin Decoherence in a Frozen Spin Lattice, Its Suppression and Effect on the Frequency Domain Edm Statistic," в процессе публикации.
-  A.E. Aksentyev, Y.V. Senichev, "Simulation of the Guide Field Flipping Procedure for the Frequency Domain Method," in *Proc. IPAC'19*, Melbourne, Australia, May 2019, pp. 858–860, doi:10.18429/JACoW-IPAC2019-MOPTS010

Основные публикации по теме диссертации III



A.E. Aksentyev, Y.V. Senichev, “Spin Motion Perturbation Effect on the EDM Statistic in the Frequency Domain Method,” in *Proc. IPAC’19*, Melbourne, Australia, May 2019, pp. 861–863, doi:10.18429/JACoW-IPAC2019-MOPTS011



A.E. Aksentyev, Y.V. Senichev, “Spin Decoherence in the Frozen Spin Storage Ring Method of Search for a Particle EDM,” in *Proc. IPAC’19*, Melbourne, Australia, May 2019, pp. 864–866, doi:10.18429/JACoW-IPAC2019-MOPTS012

Нововведение: искать ЭДМ в накопительном кольце

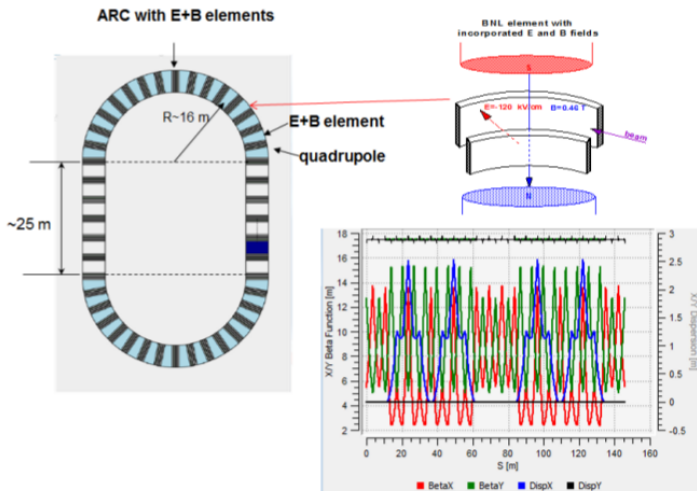
content...

Замороженный vs Частично-замороженный спин

content...

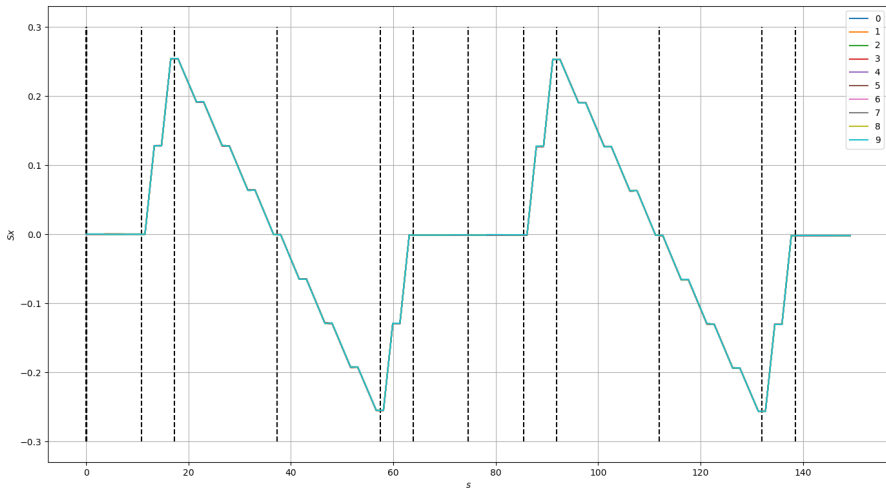
Варианты структур

Истинно-замороженный спин



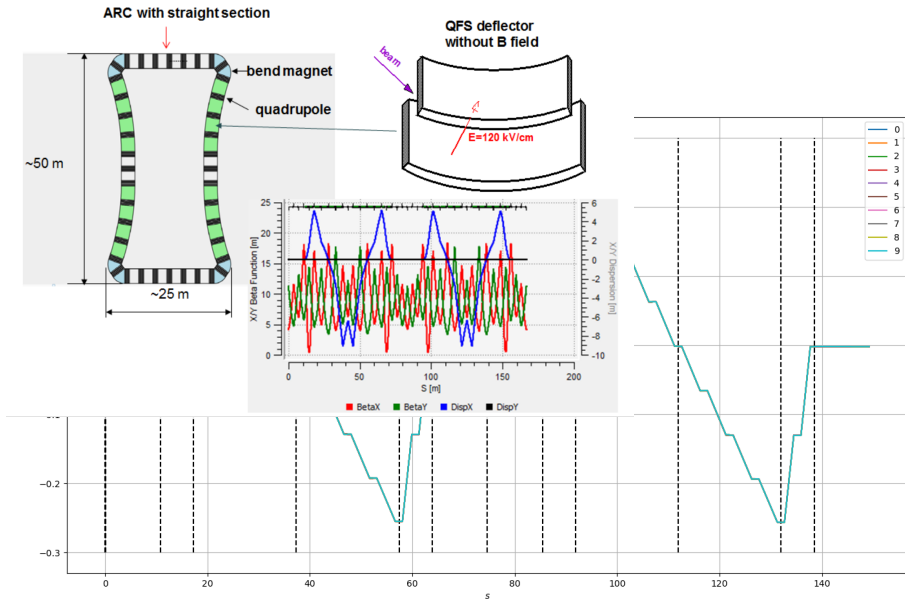
Варианты структур

Квази-замороженный спин



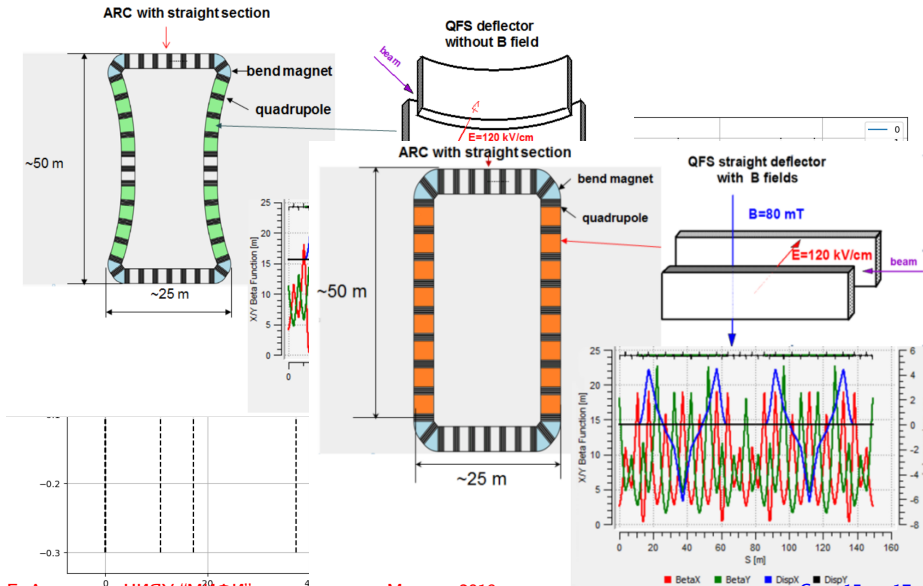
Варианты структур

Квази-замороженный спин



Варианты структур

Квази-замороженный спин



Результаты работы

content...

Спасибо за внимание!