А.А. МЕЛЬНИКОВ1,2, Ю.В. СЕНИЧЕВ1, А.Е. АКСЕНТЬЕВ1,3, С.Д. КОЛОКОЛЬЧИКОВ1

*1Институт Ядерных Исследований РАН, Москва, Россия,*

*2Институт теоретической физики им. Л.Д. Ландау, Черноголовка, Россия,*

*3Московский инженерно-физический институт, Москва, Россия*

**ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРЫ ТИПА КВАЗИ-ЗАМОРОЖЕННОГО СПИНА ДЛЯ ПОИСКА ЭДМ**

Рассмотрена структура накопительного кольца типа квази-замороженного спина, состоящая из магнитных элементов и фильтров Вина. При этом учтено вращение спина под действием Электрического Дипольного Момента (ЭДМ) и Магнитного Дипольного Момента (МДМ) с компенсацией МДМ-вращения. Получены основные характеристики структуры, такие как направление инвариантной оси и частота спин-прецессии. Рассмотрены спиновые характеристики идеальной структуры и структуры с ошибками выставки элементов, такими как поворот магнитов вокруг продольной оси.

A.A. MELNIKOV1,2, Yu.V. SENICHEV1, A.E. AKSENTYEV1,3, S.D. KOLOKOLCHIKOV1

*1Institute for Nuclear Research RAS, Moscow, Russia,*

*2Institute for Theoretical Physics. L.D. Landau, Chernogolovka, Russia,*

*3Moscow Engineering Physics Institute, Moscow, Russia*

INVESTIGATION OF THE QUASI-FROZEN SPIN LATTICE FOR THE EDM SEARCH

The storage ring lattice of the quasi-frozen spin type consisting of magnetic elements and Wien filters is considered. In this case, the spin rotation under the action of the Electric Dipole Moment (EDM) and the Magnetic Dipole Moment (MDM) with compensation for the MDM rotation is taken into account. The main characteristics of the structure such as the direction of the invariant spin axis and the spin precession frequency are derived. The spin characteristics of the ideal structure and the structure with misalignments of elements such as the rotation of magnets around the longitudinal axis are considered.

Одним из перспективных методов измерения ЭДМ является метод замороженного спина [1]. При этом вектор спина частиц движется сонаправлено с вектором импульса. Структуры типа замороженного спина представляют собой накопительные кольца, специально спроектированные для решения экспериментальной задачи по поиску ЭДМ. В синхротронах, изначально не предназначенных для поиска ЭДМ, можно реализовать режим квази-замороженного спина [2]. При этом размещаются фильтры Вина на прямых участках, компенсирующие действие поворотных магнитов на спин. Основным методом измерения ЭДМ, позволяющим достичь точности в 10-29 есм, является метод частотной области. При этом измеряется частота спин-прецессии или спин-тьюн в точке поляриметра в структуре с возмущениями полей в элементах [3]. Следовательно, для прецизионного измерения ЭДМ необходимо получить аналитическое выражение для измеряемой частоты и направления оси спин-прецессии.

Можно показать, что в структуре типа квази-замороженного спина, состоящей из поворотных магнитов и фильтра Вина, при компенсации МДМ-вращения спин-тьюн представляется в виде . Здесь есть угол поворота спина в магнитном сегменте кольца, а есть угол наклона относительно вертикали, пропорциональный ЭДМ, или . Причём вращение спина происходит вокруг вектора . При компенсации МДМ-вращения спина в фильтре Вина инвариантная ось лежит в плоскости кольца с компонентами: , . Также можно показать, что ослабление измеряемого ЭДМ-сигнала в структуре типа квази-замороженного спина по сравнению с структурой замороженного спина есть . Отсюда следует, что для прецизионного измерения ЭДМ необходимо уменьшать . Для частиц с относительно большим значением магнитной аномалии , например протонов, необходимо размещение нескольких пар магнитных сегментов с фильтрами Вина.

Для магнитного сегмента кольца с несовершенствами, на примере наклонов поворотных магнитов вокруг продольной оси, получено выражение для оси спин-прецессии: . Тогда для магнитного кольца с несовершенствами и фильтра Вина, компенсирующего МДМ-вращение, измеряемая частота спин-прецессии или спин-тьюн есть: . Линейный закон сложения частот спин-прецессии, вызванных МДМ и ЭДМ при , позволяет измерять ЭДМ-сигнал частотным методом [3].

*Список литературы*

1. Abusaif F. and others // Tech. Rep. CERN-2021-003 vol 3 (2021).
2. Senichev Y. and others // in Proc. IPAC 22, Bangkok, Thailand pp. 492–495 (2022).
3. Senichev Y. and others // arxiv.org/abs/1711.06512 (2017).