

Сведения о выполненных работах
в период с 01.07.2019 г. по 30.06.2020 г.

по проекту «Исследование свойств легких мезонов в редких распадах»,
поддержанному Российским научным фондом

Соглашение № 18-72-00046

Руководитель: канд. физ.-мат. наук Жевлаков Алексей Сергеевич

В рамках проекта были проведены исследования редких распадов эта и эта-штрих мезонов. В частности, были выделены две основных ветви исследования: 1) изучение ширины Далитц распадов эта и эта-штрих мезонов, 2) исследование CP-нарушенных распадов эта и эта-штрих мезонов в пару пионов и роль этого CP-нарушенного перехода в изучении электрических дипольных моментов (ЭДМ) нуклонов и более сложных структур.

При исследовании Далитц распадов был сделан упор на изучение роли динамической массы кварка в процессах описываемых эффективным действием Весса-Зумино. Для этого была построена поправка к эффективному действию путем вычисления вариации мнимой части однопетлевого эффективного действия, вплоть до слагаемого с высшей производной описывающего вклад в изучаемый процесс при не нулевой виртуальности испускаемого фотона. Помимо этого было учтено наличие промежуточного векторного состояния при рассмотрении распада эта и эта-штрих мезонов в пару заряженных пионов и фотон, в том числе виртуальный. Для был использована модель векторной доминантности для учета конечных состояний. При учете кинематической зависимости ширины распада векторного мезона (ро-мезона в пару пи-мезонов), такая модель приводит к хорошему результату и воспроизводит учет фазы для амплитуды рассеяния, идущей за счет перерасеяния пионов.

CP-нарушенный переход для эта и эта-штрих мезонов в пару пионов является одним из возможных механизмов, описывающих CP-нарушение в сильном секторе взаимодействия, которое может дать объяснение существующему измерению ЭДМ нуклонов и более сложных состояний. Для этого был вычислен вклад в ЭДМ нейтрона, путем вычисления 2-х петлевых диаграмм, возникающих за счет механизма CP-нарушения за счет перехода эта и эта-штрих мезонов в пару пионов, вплоть до учета взаимодействия внешнего электромагнитного поля с аномальным магнитным моментом нуклонов. Как результат было получено ограничение на величину ЭДМ нейтрона, которое составило $|d_n| < 0.67 \times 10^{-16} \theta e \cdot \text{cm}$, где θ – параметра CP-нарушения в КХД. Разработанный подход двух петлевого вычисления ЭДМ с учетом рассматриваемых CP-нарушенных переходов псевдоскалярных мезонов был обобщен для вычисления ЭДМ протона ($|d_p| < 0.16 \times 10^{-16} \theta e \cdot \text{cm}$), а также для вычисления Шифр-Моментов нуклонов. Для нейтрона величина Шифр момента составила: $|S_n| < 3.7 \cdot 10^{-4} \theta e \cdot \text{fm}^3$, а для протона $|S_p| < 3.4 \cdot 10^{-4} \theta e \cdot \text{fm}^3$,

что хорошо согласуется с результатами, полученными в рамках других подходов по включению CP-нарушения в сильный сектор.

В дополнение в проделанной работы был сделан анализ вклада CP-нарушенных трех псевдоскалярных мезонных переходов в ЭДМ дейтрона. Величина ЭДМ дейтрона представляет собой сумму ЭДМ отдельных нуклонов и вклад от обменного слагаемого. Учет обмена нейтральным пионом был сделан в нулевом приближении, как было предложено ранее Хриповичем и Коркиным. Для этого были вычислены CP-нарушенные константы связи нейтрально пи-мезона с нуклонами, с учетом и без нарушения изоспина. Как итог было получено значение для ЭДМ дейтрона с учетом одно-мезонного обмена, $|d_D| < 2.2 \cdot 10^{-26}$ e cm.

Проведенный анализ для CP-нарушенных распадов эта и эта штрих мезон в пару пионов с учетом будущих измерений ЭДМ протона и дейтрона коллаборациями EDM и JEDI, говорит что, относительные ширины для этих распадов будут на уровне $\sim 10^{-21}$ and $\sim 10^{-23}$. Измерение относительной ширины на таком уровне видится невозможным. Поэтому если нижняя граница прямого измерения для таких распадов будет выше, то это будет сигнал на другой механизм, ответственный за эти CP-распады.