

Отзыв на Проект

“Изучение спиновой структуры нуклонов в сильных и электромагнитных взаимодействиях” (GDH & SPASCHARM & NN)

H.A. Бажанов и др.

Настоящий проект направлен на экспериментальное исследование в рамках КХД спиновой структуры нуклонов в трех различных ускорительных лабораториях: ИЯФ (Майнц, Германия), ИФВЭ (Протвино) и ЧТУ (Прага, Чешская Республика). Все эксперимента требуют использования поляризованных мишеней, что определяет ключевую роль физиков ОИЯИ, которые разрабатывают поляризованные мишени с замороженной поляризацией.

Важная часть Проекта GDH выполняется в Институте ядерной физики (ИКР) в Майнце. Эта программа включает двухспиновые эксперименты на пучках меченых поляризованных фотонов, получаемых на микротроне Майнца в рамках сотрудничества A2 во всей области энергий от 0,2 ГэВ до максимальной энергии 1,5 ГэВ (MAMI C). Самая важная часть этой установки – криостат растворения $^3\text{He}/^4\text{He}$ разработан и сконструирован группой из ОИЯИ (руководитель Ю.А. Усов). Горизонтальная геометрия криостата и использование тонких внутренних сверхпроводящих катушек для поддержания замороженной поляризации (продольной и поперечной) позволяет размещение мишени внутри детектора Crystal Ball с геометрией 4π . Отличные параметры криостата (базовая температура 30 мК, протонная поляризация выше 90%, поляризация дейтронов до 80%, время релаксации поляризации 2000 часов) обеспечивают очень эффективный набор данных. Новая двухэлементная мишенная вставка, основанная на новом принципе, который был разработан группой ОИЯИ, делает операции с мишенью лёгкими и удобными. В дополнение, по просьбе Сотрудничества A2 научные сотрудники ОИЯИ разработали очень обещающую «активную» поляризованную мишень, использующую твёрдотельные сцинтиллирующие плёнки в качестве рабочего вещества мишени, и провели впервые в мире измерения спиновых поляризуемостей протона.

Основными целями части проекта GDH является изучение спиновой зависимости полного сечения фотопоглощения и процессов фоторождения мезонов на протонах и нейтронах. Ключевая роль теоретической поддержки обеспечивается физиками ОИЯИ С.Б. Герасимовым и С.С. Камаловым, которые являются участниками сотрудничества A2. Хорошо известное правило сумм Герасимова-Дрелла-Хирна (GDH) предсказывает зависимость спиновой асимметрии полного поперечного сечения фотопоглощения от фундаментальных характеристик нуклонов. С.С. Камалов вместе с теоретиками из Майнца разработал пакет программ мультипольного анализа процессов фоторождения мезонов (MAID). С.Б. Герасимов использовал фит MAID для получения экспериментально проверяемых соотношений, включающих поперечные сечения мультиационного фоторождения на нейтронах, измерение которых составляет важную часть программы сотрудничества A2.

Эксперименты, проводимые на ускорителе Ван де Граафа Чешского технического университета с 14-МэВными поляризованными нейtronами и поляризованной дейтронной

мишенью, позволяют заметить эффект трехчастичных сил (3NF) в двухспиновую асимметрию полного сечения рассеяния нейтронов на дейtronах $\Delta\sigma_T$ и $\Delta\sigma_L$ (поперечную и продольную асимметрию). Улучшение условий эксперимента будет достигнуто за счет повышения поляризации дейtronов до примерно 80% с использованием тритиолового радикала, а также интенсивности и поляризации нейтронов до 60%. Последнее может быть достигнуто при генерации нейтронов на тритиевой мишени в области резонанса $d\pi$ при энергии поляризованных дейtronов около 105 кэВ. Поляризация дейtronов осуществляется по методу Каминского при подхвате поляризованных электронов из намагниченной никелевой монокристаллической пленки с использованием эффекта канализирования.

Часть проекта SPASCHARM, которая реализуется в ИФВЭ (Протвино) с использованием поляризованных и неполяризованных адронных пучков, выведенных из ускорителя U70, и модифицированной протонной поляризованной мишени, разработанной в ОИЯИ, предусматривает изучение различных одно- и двухспиновых асимметрий в образовании частиц, состоящих из легких кварков u , d , s , и чармоная. Исследование разнообразных эксклюзивных и инклузивных реакций с поляризованной мишенью при очень хорошей статистике позволит оценить эффекты кварковых ароматов и заняться проблемой вклада глюонов в нуклонный спин при достаточно больших значениях параметра x (0,3-0,6). Измерения спиновых эффектов при образовании чармоная в адрон-адронных взаимодействиях будут сделаны впервые. Благодаря большой статистике они позволят разделить вклады различных процессов в механизм рождения чармоная. Был достигнут значительный прогресс в подготовке поляризованной мишени для эксперимента SPASCHARM. В частности, был разработан новый полупроводниковый генератор с кварцевой стабилизацией на частоту 67 ГГц с мощностью до 400 мВт для выстраивания поляризации протонов.

Эти результаты могут быть использованы для программы по спиновой физике в ОИЯИ с использованием поляризованных пучков на Нуклоне.

Требуемые ресурсы и временной график вполне разумны. Принимая в расчёт значительную научную важность обеих частей Проекта, высокую вероятность получить новые результаты, решающую и ключевую роль физиков ОИЯИ, как в теоретической, так и в экспериментальной частях проекта, я рекомендую НТС лабораторий ОИЯИ и ПКК ОИЯИ одобрить выполнение проекта на 2020-2022 гг. с первым приоритетом.

Д.Ф.-м.н.

В.П.Ладыгин


vladygin@jinr.ru