

Отзыв на Проект

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

Н.А. Бажанов и др.

Данный проект направлен на экспериментальное исследование спиновой структуры нуклонов в трех различных ускорительных лабораториях: ИФВЭ (Протвино), ИЯФ (Майнц, Германия) и ЧТУ (Прага, Чешская Республика). Все эксперименты требуют использования поляризованных мишеней, что определяет ключевую роль физиков ОИЯИ, являющихся экспертами мирового уровня в разработке и создании поляризованных мишеней с замороженной поляризацией.

Первая часть проекта реализуется в эксперименте SPASCHARM (ИФВЭ, Протвино) с использованием поляризованных и неполяризованных адронных пучков, выведенных из ускорителя U70, и модернизированной протонной поляризованной мишени, разработанной в ОИЯИ. Проект предусматривает изучение различных одно- и двухспиновых асимметрий в образовании мезонов, барионных резонансов и чармония. Исследование разнообразных эксклюзивных и инклюзивных реакций с поляризованной мишенью при хорошей статистике позволит оценить эффекты кварковых ароматов и заняться проблемой вклада глюонов в нуклонный спин при достаточно больших значениях переменной Бьёркена x (0,3-0,6). Измерения спиновых эффектов при образовании чармония в адрон-адронных взаимодействиях будут сделаны впервые. Благодаря большой статистике они позволят разделить вклады различных процессов в механизм рождения чармония.

Вторая часть проекта (GDH) выполняется в Институте ядерной физики (ИКР) в Майнце. Эта программа включает эксперименты по измерению двухспиновых наблюдаемых на пучках меченых поляризованных фотонов, получаемых на микротроне Майнца в рамках коллаборации A2 во всей области энергий от 0,2 ГэВ до максимальной энергии 1,5 ГэВ (MAMI C). Важнейшей частью экспериментальной установки является рефрижератор растворения $^3\text{He}/^4\text{He}$ разработан группой из ОИЯИ (руководитель Ю.А. Усов). Горизонтальная геометрия криостата и использование тонких внутренних сверхпроводящих катушек для поддержания замороженной поляризации (продольной и поперечной) позволяет разместить мишень внутри детектора Crystal Ball с 4л-геометрией. Отличные параметры криостата (базовая температура 30 мК, протонная поляризация выше 90%, поляризация дейтронов до 80%, время релаксации поляризации около 2000 часов) обеспечивают эффективный набор данных. Двухэлементная мишенная вставка, основанная на новом принципе, разработанном группой ОИЯИ, делает операции с мишенью лёгкими и удобными. В дополнение и по предложению коллаборации A2 научные сотрудники ОИЯИ разработали «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 на пучках фотонов является изучение спиновой зависимости полного сечения фотопоглощения и процессов фоторождения мезонов на

протонах и нейтронах. Ключевая роль теоретической поддержки обеспечивается С.Б. Герасимовым, который является участником коллаборации А2. 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 мультипионного фоторождения на нейтронах, измерение которых составляет важную часть программы сотрудничества А2.

Проект включает также разработку криостата для поляриметра электронов с точностью 0,5% для экспериментов на строящемся сверхпроводящем ускорителе MESA. Эксперимент состоит в регистрации несохраняющего четность упругого рассеяния электронов с энергией 150 МэВ на протонах. Конечной целью является точное определение угла смешивания электрослабого взаимодействия.

Третья часть проекта включает эксперименты, проводимые на ускорителе Ван де Граафа Чешского технического университета с 14-МэВными поляризованными нейтронами и поляризованной дейтериевой мишенью, позволят изучать вклад эффекта трехчастичных сил (3NF) в двухспиновую асимметрию полного сечения рассеяния нейтронов на дейтронах $\Delta\sigma_T$ и $\Delta\sigma_L$ (поперечную и продольную асимметрию). Улучшение условий эксперимента будет достигнуто за счет повышения поляризации дейтронов до 80% с использованием тритилового радикала, а также интенсивности и поляризации нейтронов до 60%. Последнее может быть достигнуто при генерации нейтронов на тритиевой мишени в области резонанса dt при энергии поляризованных дейтронов около 105 кэВ. Поляризация дейтронов осуществляется по методу Каминского при подхвате поляризованных электронов из намагниченной никелевой монокристаллической пленки с использованием эффекта каналирования.

Опыт активного участия дубненской группы физиков и криогенистов в ведущих спиновых экспериментах, а также ее высочайший уровень в разработке поляризованных мишеней не вызывает сомнений в выполнении заявленных целей предстоящих экспериментов Проекта.

Следует отметить хорошую сбалансированность проекта в плане участия в экспериментах, выполняемым на территории РФ и зарубежом. Требуемые ресурсы и временной график вполне разумны. Принимая в расчёт значительную научную важность проекта, высокую вероятность получения новых результатов, решающую и ключевую роль физиков ОИЯИ, как в теоретической, так и в экспериментальной частях проекта, **рекомендую НТС лабораторий ОИЯИ и ПКК ОИЯИ одобрить выполнение проекта на 2024-2028 гг. с первым приоритетом.**

Д.ф.-м.н.

Ладыгин В.П.

vladygin@jinr.ru