

Резюме семинара-совещания от 26.11.2025:

«Проведение экспериментов с поляризованными пучками на комплексе ЛФВЭ»

1. Ближайшие планы работы ускорительного комплекса ЛФВЭ.

В текущем сеансе на ускорительном комплексе НИКА идут работы по подготовке коллайдера к инъекции пучков тяжелых ионов из Нуклотрона. Параллельно, Нуклотрон будет обеспечивать пучками тяжёлых ионов набор статистики на установке BM@N. Для первых работ с поляризованными пучками откроется потенциальная возможность только летом 2026 г. В это время можно будет начать работать с источником поляризованных ядер SPI и ускорить пучок поляризованных дейтронов в ЛУ-20.

2. Обсуждение планов по модернизации ускорительного комплекса NICA для работы с пучками поляризованных лёгких ядер.

Реализация режима спиновой прозрачности (ST) для протонов (и лёгких ядер) в коллайдере NICA потребует установки в кольцах коллайдера сибирских змеек и спиновых навигаторов. Кроме того, в кольцо необходимо разместить поляриметры, позволяющие измерять как степень, так и направление поляризации пучка. Это может потребовать переделки структуры коллайдера, которая в настоящее время оптимизирована для работы с тяжёлыми ядрами. На первом этапе предлагается использовать имеющееся свободное пространство для размещения четырех однометровых 6-Тл соленоидов, что обеспечит возможность работы в ST режиме с двумя соленоидальными змейками с поляризованными протонами с импульсами в пучке до 3.2 ГэВ/с и дейтронами с импульсами до 0.98 ГэВ/с. В области больших энергий ST режим может быть обеспечен без использования змеек на целых спиновых резонансах на дискретных энергиях с шагом 523 МэВ для протонов и при импульсе 13 ГэВ/с для дейтронов, где имеется единственный целый спиновый резонанс. Спиновые навигаторы могут быть реализованы на основе слабых соленоидов с интегралом поля ~ 0.5 Т·м. Для размещения дополнительных соленоидов, чтобы увеличить непрерывный диапазон энергий ST режима с двумя змейками, и/или для размещения поляриметров можно использовать высвобожденное пространство после временного демонтажа системы стохастического охлаждения коллайдера.

Для обеспечения первого этапа работы с поляризованными пучками, необходимо внести также и дополнительные элементы в структуру Нуклотрона. Предложено провести пилотный эксперимент по проверке ST режима для протонов на целых резонансах в Нуклотроне. Это позволит получить подтверждение возможности проводить эксперименты с выведенным пучком протонов с поперечной и продольной поляризацией на дискретных энергиях, идущих с шагом 523 МэВ.

Отмечено, что необходимо подготовить поэтапный план работ, для подготовки ускорительного комплекса к работе с поляризованными пучками в ST режиме. В будущем также потребуются план модернизации коллайдера для работы в асимметричной моде (поляризованные pd -столкновения).

3. Дальнейшие планы по развитию ускорительного комплекса ЛФВЭ для проведения высокоточных спиновых экспериментов.

Создание ускорителя в виде 8-ки открывает возможность ускорения частиц любого сорта (p , d , ^3He и др.) без потери поляризации пучка. Установка Вин-фильтров и соленоидов на перекрестных каналах 8-ки также позволит проведение экспериментов по поиску нарушения фундаментальных симметрий, в частности, нарушения СР-чётности (измерение Электрического Дипольного Моента (ЭДМ) заряженных частиц)*. Второй альтернативой, которая рассматривается при поддержке гранта РНФ при участии нескольких организаций, в том числе и ОИЯИ, является изучение возможности создания в ОИЯИ магнитостатического кольца в режиме «фrozen спин» для исследования ЭДМ дейтрона и чисто электростатического кольца для протона. Аналогичные проекты обсуждаются в BNL и CERN. К сожалению, проект JEDI на COSY, направленный на поиск аксионо-подобных частиц и измерение ЭДМ дейтрона, остановлен из-за отсутствия финансирования**. Подробная информация по подготовке и реализации этих проектов была бы чрезвычайно полезна для подготовки аналогичных исследований на NICA.

Ориентация на подготовку и проведение экспериментов по поиску нарушения фундаментальных симметрий и новых частиц, которые требуют создание ускорителей, диагностической и детектирующей аппаратуры с уникальными характеристиками, позволит не только поддержать высокий уровень ускорительных технологий в ЛФВЭ, но воспитать специалистов высочайшей квалификации.

*** Комментарий 1 Ю.В.Сеничева:**

8-ка не дает возможность измерения ЭДМ и потребует установку Вин фильтров и соленоидов на перекрестных каналах 8-ки. В этом случае 8-ка не дает преимущества перед вариантом с бай-пасами в случае ЭДМ, где не требуются соленоиды. Но бай-пасы могут выполнить и задачу касательно спиновых резонансов тоже при установке 180 градусных соленоидов, для монтаже которых достаточно места. Стоимость бай-пасов несопоставимо меньше 8-ки и их монтаж не потребует остановки коллайдера.

**** Комментарий 2 Ю.В.Сеничева:**

Проект JEDI не подвергался и не подвергается сомнению, но по причине отсутствия денег у немецкого правительства ускоритель COSY (Юлих) остановлен и демонтируется. В течение последних 10 лет в рамках JEDI был разработан и создан специализированный поляриметр для измерения ЭДМ. Его примерная стоимость 200-300 тысяч Евро. В сегодняшней ситуации он не востребован. Если провести по этому вопросу переговоры с FAIR GSI (Дармштадт), куда передано все оборудование ИКР, то можно получить данное оборудование в качестве взаиморасчетов с ОИЯИ.