

В связи со значительными трудностями авиаперелетов для членов ПКК 57-е заседание Программно-консультативного комитета по физике частиц было проведено в формате видеоконференции с сокращенной повесткой дня.

I. Введение

Председатель ПКК по физике частиц И. Церруя представил обзор выполнения рекомендаций, принятых на предыдущей сессии. Вице-директор ОИЯИ В. Д. Кекелидзе отдельно остановился на резолюции 132-й сессии Ученого совета ОИЯИ (сентябрь 2022 года), касающейся ПКК по физике частиц, и решениях Комитета полномочных представителей ОИЯИ, принятых в 2022 году.

ПКК отмечает важность Заявления Комитета полномочных представителей (КПП) ОИЯИ о сохранении единства Института, его научной миссии и международного партнерства в мирных условиях, принятого на внеочередной сессии КПП 21 марта 2022 года. ПКК полностью поддерживает шаги дирекции ОИЯИ по приданию особого значения международному статусу Института и преодолению трудностей этого непростого времени.

II. Рекомендации для Семилетнего плана развития ОИЯИ на 2024–2030годы в области физики элементарных частиц

ПКК с удовлетворением заслушал подробный доклад о проекте нового Семилетнего плана развития ОИЯИ на 2024–2030 годы, представленный В. Д. Кекелидзе. Комитет одобряет установленные приоритеты в области физики элементарных частиц и релятивистской физики тяжелых ионов:

– реализация физической программы исследования горячей и плотной барионной материи и фазовых переходов на экспериментальных установках $BM@N$ и MPD после ввода в эксплуатацию базовой конфигурации ускорительного комплекса NICA;

– создание первой очереди экспериментальной установки SPD для исследований в области спиновой физики;

– запуск и поддержка международной пользовательской программы междисциплинарных прикладных исследований на базе NICA, создание пользовательской инфраструктуры вокруг каналов и пучков АРИАДНА;

– развитие международного сотрудничества по крупным проектам ОИЯИ, по экспериментам NICA BM@N, MPD и SPD, по нейтринному проекту Байкал-ГВД.

ПКК вновь выражает рекомендацию о выделении персонала ЛФВЭ для обеспечения своевременного завершения строительства комплекса NICA, включая экспериментальные установки, и реализацию амбициозной физической программы. Следует приложить все усилия для привлечения сторонних сотрудников, а также для укрепления межлабораторного сотрудничества на комплексе NICA и во внутренних экспериментах.

III. Отчеты о проектах «Нуклотрон-NICA»

ПКК заслушал отчет о ходе реализации проекта «Нуклотрон-NICA», представленный А. О. Сидориным. Комитет высоко оценивает интенсивную работу ускорительного комплекса ЛФВЭ по экспериментальной программе на установках SRC и BM@N. ПКК поздравляет коллектив NICA с успешным завершением и совместной эксплуатацией нескольких элементов комплекса NICA — источника ионов, линейного ускорителя тяжелых ионов, Бустера, Нуклотрона и модернизированной 136-метровой транспортной линии, и поздравляет с завершением монтажа всех дипольных сверхпроводящих магнитов в арках тоннеля коллайдера. Это очень важное достижение в создании коллайдера и подготовке машины к пуску.

ПКК принимает к сведению отчет о ходе работ по развитию инфраструктуры ЛФВЭ, включая установку «Нуклотрон», представленный Н. Н. Агаповым. На главной трансформаторной подстанции «Дубна» 110/6 кВ произведена замена трансформаторов, что позволило увеличить выдаваемую мощность до 40,8 МВт. Это полностью удовлетворяет потребностям мегапроекта NICA. Ввод в эксплуатацию подстанции подготовлен, завершение планируется после окончания текущего сеанса ускорительного комплекса. На криогенном комплексе введены в эксплуатацию крупнейший в России ожижитель гелия производительностью 1000 литров в час и холодильная установка для Бустера мощностью 2000 Вт. Все остальные компоненты комплекса установлены; ведется их ввод в эксплуатацию. На завершающем этапе находится строительство здания коллайдера, что позволит установить оборудование коллайдера, детектор MPD и системы электронного охлаждения.

ПКК принимает к сведению отчет о реализации проекта MPD, представленный В. Г. Рябовым. Производство всех компонентов конфигурации детектора первой ступени MPD идет успешно. Работы ведутся несмотря на недавние изменения геополитической и экономической ситуации. Продолжается ввод в эксплуатацию

времяпроекционной камеры и времяпролетной подсистемы с их считывающей электроникой, которая должна быть завершена для сборки детектора в 2023 году. Изготовление 1600 модулей электромагнитного калориметра завершено в России и Китае в равных долях. Началась пробная сборка первых полусекторов с использованием корзин из углеродного волокна. Ожидается, что к ноябрю 2023 года будет готово 16 из 25 секторов ECal. Предпринимаются попытки изготовить в России 400 дополнительных модулей для их установки в детектор до начала его эксплуатации. Решающим фактором будет своевременная поставка преобразователей длины волны. Наиболее важными задачами в первой половине 2023 года будут охлаждение, подача тока и испытания большого сверхпроводящего соленоида MPD с последующими измерениями магнитного поля. ПКК поздравляет команду MPD с нахождением эффективных решений критических проблем, возникающих во многих аспектах процессов создания, сборки и ввода детектора в эксплуатацию.

ПКК высоко оценивает прогресс в реализации проекта BM@N, представленный М. Н. Капишиным. Важной вехой проекта является физический эксперимент с пучком ядер ксенона с энергией 3,6 А ГэВ, взаимодействующим с мишенью Csl, который начался в ноябре и будет продолжаться до конца января. Система сбора данных уже зафиксировала более 300 миллионов взаимодействий Xe+Csl. Эксперимент проводится с полным набором детекторов, включающим в себя пучковые трекары, центральную трековую систему, состоящую из кремниевых и GEM-детекторов, внешний трекары, состоящий из катодных стриповых и дрейфовых камер, времяпролетную систему, триггерные детекторы, а также адронный калориметр и годоскопы для определения центральности событий. ПКК отмечает успешную работу вакуумной пучковой линии и измерителей профиля пучка между Нуклотроном и BM@N, а также внутри установки BM@N. Установка вакуумной линии значительно уменьшила фон пучка в детекторах BM@N.

ПКК принимает к сведению отчет о подготовке технического проекта (TDR) эксперимента SPD, представленный А. В. Гуськовым. Комитет отмечает прогресс, достигнутый коллаборацией SPD в подготовке TDR на основе результатов, полученных в ходе разработки и тестирования прототипов подсистем SPD. Была выбрана классическая магнитная система с соленоидным магнитом. Ожидается, что проект SPD будет реализован в два этапа. Базовая конфигурация будет использоваться для измерений с поляризованными пучками протонов и дейтронов при низких энергиях столкновения и светимости ниже номинальной ($10^{32} \text{ см}^{-2} \text{ с}^{-1}$). Она

будет включать мюонную систему, строу-трекер, центральный детектор на основе Micromegas, калориметры с нулевым углом и детекторы столкновений пучков (BCD). На втором этапе будет создана полная конфигурация с кремниевым вершинным детектором, времяпролетной системой, электромагнитным калориметром и азрогелевым детектором, необходимая для реализации основной задачи SPD — изучения поляризованной глюонной структуры нуклонов.

Рекомендация. ПКК рекомендует команде актуализировать проект с учетом текущего наличия материалов и оборудования, а также их стоимости. Комитет рекомендует руководству ОИЯИ назначить Консультативный комитет по детекторам для подробного рассмотрения TDR SPD.

IV. Отчеты о состоянии текущих проектов

В соответствии с пожеланием, высказанным на 55-й сессии, ПКК заслушал отчеты о ходе работ двух групп ОИЯИ, участвующих в проектах T2K-II и COMET.

С докладом об участии ОИЯИ в проекте T2K-II выступил Ю. И. Давыдов. За последние полтора года группа ОИЯИ внесла свой вклад в модернизацию ближнего детектора ND280 эксперимента T2K: были разработаны, изготовлены и отправлены в Японию платформа и система верхнего доступа для сборки мишени SFGD. Члены коллектива ОИЯИ участвуют в сборке детектора в J-PARC и в разработке системы калибровки SFGD.

Рекомендация. ПКК высоко оценивает участие группы ОИЯИ в эксперименте T2K-II. ПКК вновь выражает озабоченность, отмеченную в рекомендациях 55-й сессии ПКК по физике частиц, по поводу роли, стратегии и научной значимости группы ОИЯИ в рамках проекта T2K-II. ПКК рекомендует продолжить участие ОИЯИ во второй фазе эксперимента T2K до конца 2024 года с рейтингом В.

Отчет об участии ОИЯИ в проекте COMET в J-PARC представил З. Цамалаидзе. В 2022 году физики ОИЯИ внесли значительный вклад в разработку и изготовление нескольких детекторных подсистем для начальной фазы эксперимента COMET. Разработана технология производства строу-трубок с параметрами, превосходящими имеющиеся до сих пор. Команда ОИЯИ приняла участие в сборке и тестировании первой станции строу-трекера в J-PARC и продолжила работу по моделированию и оптимизации калориметра. Завершены научно-исследовательские разработки вето-счетчика космического излучения, принята предложенная конструкция детектора и изготовлен первый модуль.

Рекомендация. ПКК признает ведущую роль группы ОИЯИ в разработке и изготовлении основных подсистем детектора COMET. ПКК также с удовлетворением отмечает участие членов группы ОИЯИ в структурах управления коллаборации COMET. ПКК рекомендует продолжить проект до конца 2024 года с рейтингом А.

V. Отчеты о научных результатах, полученных группами ОИЯИ в экспериментах на LHC

ПКК принимает к сведению доклад Б. В. Батюни о новых результатах, полученных группой ОИЯИ в эксперименте ALICE по фемтоскопическим двухкаонным корреляциям в периферических и центральных взаимодействиях Pb+Pb и p+Pb при энергии 5,02 ТэВ, и о развитии тепловой модели рождения частиц в p+p- и A+A- взаимодействиях. В новом трехмерном анализе фемтоскопических корреляций в столкновениях p+Pb был изучен размер источника излучения каонов и было показано, что время испускания каонов в три раза меньше, чем в столкновениях Pb+Pb. Все эти результаты были представлены на декабрьском заседании коллаборации ALICE и одобрены для публикации. Получено хорошее совпадение предсказанного параметра эллиптического потока в новой версии тепловой модели с экспериментальными данными ALICE для взаимодействий Pb+Pb. Сейчас эта версия готовится к публикации. Кроме того, команда продолжала участвовать в поддержке работы GRID-ALICE в ОИЯИ. ПКК высоко оценивает прогресс в модернизации спектрометра PHOS с новой схемой считывания, улучшенными энергетическими характеристиками и хорошим временным разрешением 140 пс.

ПКК принимает к сведению доклад о новых результатах и текущей деятельности группы ОИЯИ в эксперименте ATLAS, представленный И. В. Елецких. Физики ОИЯИ участвовали в разработке новых методов анализа, в новых измерениях процессов Стандартной модели и внесли свой вклад в поиски новой физики за пределами СМ. Обнаружение узких сигналов в спектрах J/Ψ - J/Ψ и J/Ψ - Ψ' вблизи порога позволило предположить наличие новых механизмов взаимодействия чармония — возможное существование экзотических тетракварковых состояний с массами 6,6, 6,9, и 7,3 ГэВ. Дальнейшие подсказки будут найдены в ходе тщательного изучения кинематики их образования и распада. Был проведен сложный анализ образования бозона Хиггса в ассоциации с одиночным/парным топ-кварком. Группа ОИЯИ участвовала в отборе данных и разработке методов машинного обучения для разделения сигналов и фона. ПКК отмечает значительный вклад группы в модернизацию детектора ATLAS. Все обязательства группы ОИЯИ по Фазе-1 были успешно выполнены, включая ввод в

эксплуатацию детектора NSW со всеми тридцатью двумя большими квадруплетами Micromegas, произведенными в Дубне.

ПКК принимает к сведению доклад о новых результатах и текущей деятельности группы ОИЯИ в эксперименте CMS, представленный В. Ю. Каржавиным. Комитет отмечает участие группы ОИЯИ в разработке физического анализа на основе данных, набранных во время работы LHC в сеансах Run2 и Run3, который начался в середине 2022 года. При значительном вкладе физиков ОИЯИ были установлены самые жесткие на сегодняшний день пределы на величину массы частиц темной материи и медиаторов со спином 1 с темным сектором в событиях с рождением двух струй и двух лептонов. Группа ОИЯИ принимала активное участие в пусконаладочных работах и начале работы детектора; сотрудники участвовали в наборе данных в ходе сеанса Run3 и обработке данных в центре Tier-1 МИВК ОИЯИ. ПКК отмечает важную роль группы ОИЯИ в создании калориметра с высокой гранулярностью (HGCAL) и в модернизации передней мюонной станции (ME1/1) в рамках ответственности ОИЯИ во второй фазе модернизации установки CMS для ее работы в условиях высокой светимости на HL-LHC.

ПКК с удовлетворением отмечает растущую научную значимость и более активное участие трех групп ОИЯИ в физических исследованиях на LHC.

VI. Стендовые доклады молодых ученых

ПКК рассмотрел 18 стендовых докладов, представленных в режиме сессий Zoom молодыми учеными из ЛФВЭ, ЛИТ и ЛЯП, и был весьма удовлетворен общим хорошим качеством презентаций. Комитет выбрал доклад К. А. Алишиной «Исследование корреляции между кинетической энергией трека и его энергетическим откликом в ZDC в 7-м сеансе эксперимента BM@N» для представления на следующей сессии Ученого совета ОИЯИ в феврале 2023 года.

VII. Следующая сессия ПКК

Следующее заседание ПКК по физике частиц запланировано на 21–22 июня 2023 года.

Предварительная повестка дня следующего заседания включает:

- отчет о состоянии проекта «Нуклотрон-NICA»;
- отчет о состоянии инфраструктуры, включая Нуклотрон;
- отчет координатора экспериментальной программы на пучках Нуклотрона;
- отчет о состоянии проекта MPD, включая результаты моделирования;

- отчет по проекту BM@N, включая физические результаты, в частности, эксперимента с пучком Хе;
- отчет о подготовке TDR для детектора SPD;
- отчеты об участии ОИЯИ в экспериментах на LHC;
- рассмотрение новых проектов;
- отчеты и рекомендации по проектам, завершающимся в 2023 году;
- стендовые доклады молодых ученых.

И. Церруя
председатель ПКК
по физике частиц

А. П. Чеплаков
ученый секретарь ПКК
по физике частиц