

В связи с мировой пандемией коронавируса 55-е заседание Программно-консультативного комитета по физике частиц было проведено в формате видеоконференции.

I. Введение

На открытии заседания директор ОИЯИ Г. В. Трубников и председатель ПКК по физике частиц И. Церруя отдали дань уважения профессору Жану Клеймансу, члену ПКК с 2010 года, трагически погибшему 22 февраля 2021 года. Все участники заседания почтили память Ж. Клейманса минутой молчания.

Председатель ПКК по физике частиц И. Церруя представил обзор выполнения рекомендаций, принятых на предыдущем заседании, и отдельно остановился на резолюции 129-й сессии Ученого совета ОИЯИ (февраль 2021 года), касающейся ПКК по физике частиц. Ученый совет поддержал все рекомендации ПКК по оценке новых проектов и продолжению текущих проектов в области физики элементарных частиц в предлагаемые сроки, как изложено в материалах ПКК.

Оценка новых проектов, а также проектов, нуждающихся в продолжении, проводилась в соответствии с рекомендациями, предложенными директором ОИЯИ Г. В. Трубниковым, с целью классификации проектов по трем категориям (А, В и С) по схеме, принятой на предыдущих совместных заседаниях с ПКК по ядерной физике в 2019 и 2021 гг. Рейтинг основан в первую очередь на научных достоинствах проекта, эффективности и результатах работы группы ОИЯИ. Для этого руководителям проектов было предложено заполнить краткую анкету, подготовленную ПКК. Сама анкета, ответы на вопросы и рецензии были загружены на веб-страницу сессии в Indico. Окончательная оценка каждого проекта производилась с учетом мнения его рецензентов и последующего обсуждения проекта на заседании ПКК.

По указанию дирекции ОИЯИ проекты были продлены до конца текущего Семилетнего плана, то есть до конца 2023 года. Те проекты, которые будут включены в следующий семилетний план, будут автоматически продлены до конца запрошенного периода.

II. Новости ОИЯИ

ПКК ФЧ с интересом заслушал доклад вице-директора ОИЯИ В. Д. Кекелидзе о текущей деятельности Института, решениях 129-й сессии Ученого совета, принятых в феврале 2021 года, решениях Комитета полномочных представителей, принятых на заседании в марте 2021 года, и о создании новых управленческих структур, направленных на консолидацию интеллектуальных, материальных и человеческих ресурсов в соответствии с приоритетами Семилетнего плана.

III. Отчеты о текущих проектах в ситуации пандемии

ПКК заслушал отчет о ходе реализации проекта Nuclotron–NICA, представленный А. О. Сидориным. ПКК с удовлетворением отметил сообщение о завершении сооружения канала транспортировки пучка от Бустера к Нуклотрону и планы на второй сеанс работы Бустера в 2021 году. ПКК рад отметить, что, несмотря на задержку с завершением строительных работ в здании №17 коллайдера, запланированное время запуска коллайдера NICA не изменилось.

ПКК принимает к сведению отчет о развитии инфраструктуры ЛФВЭ, включая установку Нуклотрон, представленный Н. Н. Агаповым. ПКК с удовлетворением отмечает, что, несмотря на проблемы, вызванные пандемией, был достигнут значительный прогресс, в частности, в вводе в эксплуатацию электрических подстанций, подготовке центральной криогенной установки, в размещении оборудования в новом компрессорном здании и вводе в эксплуатацию основных новых зданий.

ПКК высоко оценивает отчет о реализации проекта MPD, представленный А. Кищелем. ПКК принимает к сведению график сборки магнита, а также монтажа и ввода в эксплуатацию основных подсистем для первого этапа: время-проекционной камеры, времяпролетной системы, быстродействующего переднего детектора, адронного калориметра и 14 секторов электромагнитного калориметра. ПКК с удовлетворением отмечает рост числа участников коллаборации MPD в связи с недавним присоединением трех новых институтов. ПКК подчеркивает важность дальнейшей работы по моделированию, направленной на оптимизацию характеристик детектора, методики анализа и готовность к первым физическим измерениям в начале работы NICA.

IV. Предложения новых проектов

ПКК принимает к сведению доклад В. В. Глаголева об участии ОИЯИ в экспериментах T2K-II и Hyper-Kamiokande. T2K – это первоклассный лидирующий эксперимент в области физики нейтрино. Группа имеет опыт разработки детекторов, электроники, обработки данных и инженерного проектирования. Группа участвует в разработке платформы для нового superFGD для ближнего детектора и разработке системы калибровки superFGD с использованием светодиодов, совместно с группой из ИЯИ РАН, уже участвующей во второй фазе T2K.

Рекомендация. ПКК приветствует план команды ОИЯИ по участию в модернизации ближнего детектора T2K-II. Однако роль, стратегия и перспективы группы вызывают опасения качественного и количественного характера. Поэтому ПКК рекомендует участие ОИЯИ во второй фазе эксперимента T2K с рейтингом В до конца 2023 года с представлением отчета о проделанной работе в течение одного года. Решение о возможном участии группы в будущем крупномасштабном эксперименте Hyper-Kamiokande должно приниматься отдельно от планов участия в T2K из-за гораздо более высокого уровня обязательств и поддержки, которые потребуются и которые должны быть учтены руководством ОИЯИ при разработке следующего семилетнего плана развития ОИЯИ.

ПКК принимает к сведению отчет по новому проекту «Модернизация детектора CMS», представленный В. Ю. Каржавиным. Цель проекта - подготовить детектор CMS к эффективной работе в условиях HL-LHC с протон-протонными столкновениями при энергии в центре масс 14 ТэВ и с мгновенной светимостью более $5 \cdot 10^{34} \text{ см}^{-2} \cdot \text{с}^{-1}$. Согласно Меморандуму о взаимопонимании (MoU) по созданию детектора CMS между ЦЕРН и ОИЯИ, команда ОИЯИ будет участвовать в проектировании и создании калориметра высокой гранулярности HGCal и модернизации передней мюонной станции ME1/1.

Рекомендация. ПКК признает важность обязательств ОИЯИ и рекомендует одобрить участие группы ОИЯИ во втором этапе модернизации детектора CMS с рейтингом А до конца 2023 года (с возможным продлением до 2026 года).

V. Научный доклад

ПКК заслушал научный доклад «Текущие и будущие нейтринные эксперименты на ускорителях», представленный Ю. Г. Куденко, и благодарит докладчика за очень интересную презентацию.

VI. Отчеты по проектам, завершающимся в 2021 году, и предложения об их продлении

ПКК высоко оценивает успехи в реализации проекта BM@N, представленные М. Н. Капишиным. Команда сосредоточена на подготовке детекторов, дальнейшем развитии методов анализа данных и моделировании для предстоящих сеансов установки BM@N с ионными пучками, запланированных на 2022 год. Продолжается анализ данных, набранных с использованием пучков углерода и аргона на фиксированных мишенях.

Рекомендация. ПКК вновь выражает озабоченность по поводу нехватки кадров (в основном студентов и аспирантов) для анализа данных и моделирования. ПКК признает высокую важность успешной работы детектора BM@N при первом запуске ускорительного комплекса, включая Бустер, и рекомендует продолжить проект BM@N с рейтингом А до конца 2023 года (с возможным продлением до 2026 года).

ПКК принимает к сведению отчет об участии ОИЯИ в проекте COMET на J-PARC, представленный З. Цамалаидзе. Эксперимент направлен на поиск возможного нарушения аромата заряженного лептона (CLFV) в безнейтринном процессе перехода мюон–электрон для исследования физики за пределами Стандартной модели. ПКК с удовлетворением отмечает, что ОИЯИ выполнил рекомендацию ПКК, объединил ресурсы в один крупный эксперимент и усилил свое участие, — так что группа ОИЯИ играет важную роль в разработке и построении основных детекторных подсистем установки COMET. Это подтверждается заметным участием ОИЯИ в координации исследований и управлении международным сотрудничеством.

Рекомендация. ПКК высоко оценивает работу, сделанную группой ОИЯИ в эксперименте COMET, и планы на будущее. ПКК рекомендует продолжить проект с рейтингом А до конца 2023 года (с возможным продлением до 2024 года) и ожидает отчет о ходе реализации проекта через один год.

ПКК принимает к сведению отчет об участии ОИЯИ в эксперименте NA62 на SPS, представленный Д. Т. Мадигожиним. Эксперимент направлен на измерение очень редкого распада каона $K^+ \rightarrow \pi^+ \nu \bar{\nu}$. NA62 планирует проверку Стандартной модели посредством измерения с точностью 10% матричного элемента V_{td} матрицы Кабиббо–Кобаяши–Маскавы. ОИЯИ внес значительный вклад в проектирование,

создание, эксплуатацию и техническое обслуживание спектрометра, разработку программного обеспечения, сбор данных и их анализ, а также расширение научной программы NA62. ПКК высоко оценивает результаты анализа наборов данных за 2016–2018 гг., которые привели к наблюдению 20 возможных событий редкого распада и публикации первых результатов.

Рекомендация. ПКК отмечает, что завершение набора данных эксперимента NA62 ожидается в течение нескольких лет, и рекомендует продолжить участие ОИЯИ в эксперименте NA62 с рейтингом В до конца 2023 года (с возможным продлением до 2024 года).

ПКК заслушал отчет о ходе реализации выполняемого в Институте проекта АЛПОМ-2, представленный Н. М. Пискуновым. Основная цель проекта – расширить измерения анализирующей способности реакций рассеяния поляризованных нуклонов на различных мишенях при самых высоких импульсах, доступных на Нуклотроне – 7,5 ГэВ/с для протонов и 6,0 ГэВ/с для нейтронов. ПКК отмечает особое значение этих измерений для экспериментов JLab. Авторы планируют модернизировать детектор, увеличив его аксептанс и улучшив реконструкцию треков на малых углах. ПКК поздравляет команду АЛПОМ-2 с успешным завершением анализа данных и публикацией результатов, полученных при более низких импульсах.

Рекомендация. ПКК поддерживает план группы по продолжению этого эксперимента и признает, что он обеспечит лидерство ОИЯИ в области поляриметрического оборудования и исследований. ПКК отмечает возможные трудности с выделением запрошенных 336 часов поляризованного пучка дейтронов в 2022–2023 гг. из-за сильной конкуренции и ограниченной доступности пучка в этот период. ПКК рекомендует продолжить эксперимент АЛПОМ-2 до конца 2023 года с рейтингом А.

ПКК принимает к сведению отчет об участии ОИЯИ в эксперименте STAR на RHIC, представленный Ю. А. Панебратцевым. ОИЯИ участвует в эксперименте STAR с момента его начала и внес свой вклад в создание и обслуживание торцевых и цилиндрических электромагнитных калориметров, в подготовку нового детектора плоскости реакции, в разработку программного обеспечения и анализ данных. Группа ОИЯИ участвует в нескольких физических анализах, включая анализ энергетической зависимости глобальной поляризации гиперонов и антигиперонов, измерения

продольной спиновой асимметрии в рождении W -бозонов и продольной спиновой асимметрии для образования струй в pp-столкновениях. ПКК отмечает, что в последние три года влияние и значимость команды ОИЯИ (с точки зрения лидирующих позиций в коллаборации, числа публикаций с заметным вкладом ОИЯИ и выступлений на конференциях) не сопоставимы с очень большим размером группы в тридцать три участника (21 FTE).

Рекомендация. Отмечая, что опыт, полученный командой, имеет отношение к проекту NICA и что эксперимент STAR, как ожидается, завершит фазу сбора данных в течение нескольких лет, ПКК призывает команду постепенно сместить акцент на эксперименты NICA. ПКК рекомендует продолжить участие ОИЯИ в эксперименте STAR с рейтингом В до конца 2023 года (с возможным продлением до 2024 года).

ПКК заслушал отчет о ходе реализации проекта DSS, представленный М. Янеком. Эксперимент сфокусирован на изучении спиновой структуры короткодействующих корреляций $2N$ и $3N$ путем измерения наблюдаемых поляризации в реакциях, индуцированных дейтронами при промежуточных и высоких энергиях на Нуклотроне. ПКК признает значительный вклад команды ОИЯИ в аппаратное обеспечение, разработку программного обеспечения и анализ данных, результатом которых стало несколько публикаций со значительным вкладом сотрудников ОИЯИ. Команда ОИЯИ планирует модернизацию установки DSS, в основном, разработку протонного поляриметра для измерений с поляризованными дейтронами и протонами.

Рекомендация. ПКК поддерживает планы группы ОИЯИ. ПКК отмечает возможные трудности с выделением запрошенных 700 часов поляризованных пучков дейтронов и протонов в 2022–2024 годах из-за сильной конкуренции и ограниченной доступности пучка в этот период. ПКК рекомендует продолжить эксперимент DSS с рейтингом В до конца 2023 года (с возможным продлением до 2024 года).

ПКК принимает к сведению отчет об участии ОИЯИ в эксперименте HADES в GSI, представленный В. П. Ладыгиным. Спектрометр HADES предназначен для изучения образования дилептонов с малой массой и исследования модификации легких векторных мезонов в теплой и плотной материи, создаваемой в результате столкновений тяжелых ионов на ускорителе SIS-18 в GSI. ПКК признает вклад ОИЯИ в аппаратное обеспечение (вторая плоскость MWPC с соответствующей

интерфейсной электроникой), разработку программного обеспечения и анализ данных, нацеленных на изучение элементарных реакций. Группа ОИЯИ планирует участвовать в программе модернизации HADES и физическом анализе pp-данных.

Рекомендация. ПКК отмечает относительно небольшой состав команды ОИЯИ, актуальность HADES и CBM для физических программ MPD и BM@N и возможную синергию между этими экспериментами. ПКК поддерживает планы по объединению групп ОИЯИ, участвующих в HADES и CBM, в одну группу, сосредоточенную на исследовательской программе эксперимента CBM. ПКК рекомендует продолжить участие ОИЯИ в эксперименте HADES с рейтингом В до конца 2023 года (с возможным продлением до 2026 года).

ПКК принимает к сведению отчет А. В. Дмитриева об участии ОИЯИ в эксперименте NA61 на SPS. ПКК отмечает новые результаты, полученные в программе сканирования энергии в эксперименте NA61, и участие группы ОИЯИ в модернизации установки NA61 (детектор ToF на основе многощелевых резистивных пластинчатых камер, MRPC, в сотрудничестве с командой MPD). ПКК отмечает исследовательские интересы группы, включая изучение легких ядер, гиперонов, гиперядер и образования антивещества в столкновениях тяжелых ионов. ПКК призывает группу завершить эти исследования и опубликовать результаты. ПКК отмечает низкое соотношение FTE к числу участников (5,6 / 15). ПКК признает важность NA61 для проекта NICA и возможную пользу обучения молодых исследователей в рамках эксперимента NA61 для проекта NICA.

Рекомендация. ПКК рекомендует продолжить участие ОИЯИ в эксперименте NA61 с рейтингом В до конца 2023 года (с возможным продлением до 2024 года).

ПКК заслушал отчет о ходе реализации проекта «Прецизионная лазерная метрология для ускорителей и детекторных комплексов», представленный М. В. Ляблиным. Проект направлен на разработку точных приборов для регистрации микросейсмических явлений. Группа внесла свой вклад в разработку и производство механических элементов ПЛИ (прецизионного лазерного инклинометра), разработала соответствующее программное обеспечение для работы с ПЛИ и участвует в сборке, установке и обслуживании ПЛИ. Применение этого инструментария расширяется. В частности, четыре ПЛИ установлены в туннеле LHC и еще два ПЛИ используются для детектора VIRGO.

Рекомендация. ПКК также отмечает, что ведется работа с целью использования ПЛИ для прогнозирования возможных землетрясений. ПКК поддерживает участие группы в регистрации угловых микросейсмических наклонов земной поверхности для коллайдеров NICA, LHC и FCC, а также использование компактных ПЛИ для проекта «Einstein Telescope». ПКК рекомендует продолжить проект с рейтингом А до конца 2023 года.

VII. Письменные отчеты по проектам, утвержденным к завершению в 2021 году

ПКК принимает к сведению письменные отчеты по проектам ARIEL и HyperNIS за период 2019–2021 гг., представленные соответственно Л. В. Калиновской и Д. О. Кривенковым.

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

ПКК принимает к сведению отчет Б. В. Батюни об участии ОИЯИ в эксперименте ALICE. Фемтоскопические исследования, выполненные группой, включают образование нетождественных и тождественных пар каонов в PbPb-столкновениях и образование тождественных пар каонов в pp-столкновениях. Проект научной статьи подготовлен и одобрен коллаборацией для публикации в Physical Review C. Группа ОИЯИ проводит анализ фоторождения $\rho(1450)$ и $\psi(2S)$ частиц в ультрапериферических столкновениях с последующими распадами на четыре пиона и $J/\psi +$ два пиона соответственно. Результаты докладывались на международных конференциях и рабочих совещаниях ALICE.

ПКК принимает к сведению доклад В. В. Любушкина об участии ОИЯИ в эксперименте ATLAS. ПКК отмечает прогресс в различных физических анализах, таких как: определение структуры протона при сверхвысоких энергиях, поиск проявлений физики за пределами Стандартной модели и наблюдение образования бозона Хиггса совместно с W или Z бозоном. Имеются также достижения в поиске пентакварка, возбужденных состояний B_c и совместного рождения кварковой пары $t\bar{t}$ и бозона Хиггса. Хорошие результаты получила также группа, участвовавшая в изготовлении модулей для мюонного спектрометра. ПКК рад отметить, что проблемы Micromegas были решены и первое колесо Small Wheel вводится в эксплуатацию для Run3.

ПКК принимает к сведению доклад М. В. Савиной о результатах, полученных группой ОИЯИ в эксперименте CMS. Основные направления исследований - поиск кандидатов в небарионную темную материю, сигналы низкоэнергетической гравитации, процессы с нарушением лептонного числа и расширенные модели Хиггса. ПКК признает значительный вклад физиков из ОИЯИ в результаты коллаборации CMS, полученные на полной статистике LHC Run2 с лептонами очень высокой энергии. Другие исследования представляют собой прецизионные тесты и измерения основных параметров Стандартной модели. ПКК высоко оценивает значительный вклад ОИЯИ в развитие обработки данных CMS и операций на площадках Tier-1 и Tier-2 GRID МИВК (Многофункциональный информационно-вычислительный комплекс) ОИЯИ.

IX. Следующее заседание ПКК

Следующее заседание ПКК по физике частиц запланировано на 24–25 января 2022 года. Предварительная повестка дня следующего заседания включает:

- отчет об исполнении решений ПКК;
- отчет о состоянии проекта «Нуклотрон-NICA»;
- отчет о состоянии инфраструктуры, включая Нуклотрон;
- отчет координатора программы экспериментов с пучками Нуклотрона;
- отчет о состоянии проекта MPD с результатами моделирования;
- отчет по проекту BM@N с результатами моделирования и физическими результатами;
- отчет SDP DAC о SPD CDR;
- отчеты об участии ОИЯИ в экспериментах на LHC;
- рассмотрение новых проектов;
- отчеты и рекомендации по проектам, завершающимся в 2022 году;
- стендовые доклады молодых ученых.

И. Церруя
председатель ПКК
по физике частиц

А. П. Чеплаков
ученый секретарь ПКК
по физике частиц
