

На 53-й сессии ПКК по физике конденсированных сред было предложено провести внеочередную сессию в целях приоритизации проектов, находящихся в компетенции данного ПКК.

Согласно принципам, сформулированным директором ОИЯИ Г. В. Трубниковым, приоритизация проектов направлена на отнесение каждого из проектов к одной из трех категорий с использованием схемы, предложенной ПКК по физике частиц и ПКК по ядерной физике, исходя, в первую очередь, из научной значимости проекта, его эффективности, а также вклада и представленности в нем группы ОИЯИ. Руководителям проектов было предложено заполнить подготовленную ПКК анкету. Каждый проект был рассмотрен как минимум одним рецензентом из состава ПКК. Заполненные анкеты и рецензии были размещены на веб-странице внеочередной сессии ПКК. Итоговая оценка каждого проекта формировалась на основе мнений рецензентов и последующего обсуждения проекта на внеочередной сессии ПКК.

### **Проект «Разработка спектрометра неупругого рассеяния нейтронов в обратной геометрии на реакторе ИБР-2»**

На 127-й сессии Ученого совета ОИЯИ (дата) была одобрена рекомендация ПКК, в которой отражено, что два рассмотренных спектрометра ИБР-2 более не удовлетворяют требованиям пользователей. Ученый совет последовательно поддержал подготовку проекта по разработке нового спектрометра неупругого рассеяния нейтронов (НРН) и выразил надежду, что предложение по новому проекту будет представлено на следующей сессии ПКК, запланированной в целях приоритизации проектов.

Подготовленные по проекту материалы содержат значительно больше технических деталей и сведений о кадровых вопросах, чем версия, представленная год назад. В частности, указано, что сложная нейтронная оптика спектрометра НРН с обратной геометрией увеличит светимость по сравнению со старыми спектрометрами более чем на два порядка. Это приведет к созданию передового инструмента мирового уровня и сделает возможным проведение экспериментов на НРН с использованием мельчайших образцов, что открывает путь к исследованиям нового поколения.

Вовлеченный исследовательский и инженерный персонал, а также участвующие фирмы обеспечивают во всех отношениях высокий уровень проведения работ, что гарантирует соблюдение установленных сроков исполнения проекта. Финансовый план обоснован и реалистичен.

Рекомендация. Учитывая высокую ожидаемую значимость проекта для ЛНФ, а также принимая к сведению выполненную командой проекта подготовительную работу, ПКК рекомендует продолжить проект с приоритетом, соответствующим категории «А».

### **Проект «Создание комплекса криогенных замедлителей ИЯУ ИБР-2»**

Проект направлен на развитие работ по созданию, отладке и улучшению характеристик криогенных замедлителей ИЯУ ИБР-2.

Следует отметить, что в настоящее время источник холодных нейтронов, разработанный и эксплуатируемый в ЛНФ на ИБР-2, является единственным источником холодных нейтронов в Российской Федерации. Его отличительной особенностью является форма рабочего вещества и способ его загрузки в камеру замедлителя с помощью пневмотранспорта гранул при криогенных температурах. Данный принцип работы уникален в мировом масштабе. В процессе реализации проекта были разработаны новые инженерные узлы, устройства, технологии и программное обеспечение, которые представляют ценность не только для данного проекта, но и для народного хозяйства. Данные разработки защищены несколькими патентами, что повышает значимость проекта.

Следует отметить, что разработаны технические решения, позволяющие независимо изменять эффективную температуру элементов замедлителя в широком диапазоне от 20 до 150 К. Фактически это ведет к дальнейшей оптимизации условий эксперимента для ряда работ на нейтронных установках.

Однако, согласно подготовленной анкете, количество свежих публикаций невелико. Представлены лишь некоторые детали о состоянии проекта. Поднятые ПКК вопросы заключаются в следующем: каковы результаты установки холодного замедлителя КЗ-201 (каналы 1, 4, 5, 9) и какова причина приостановки работы КЗ-203. Реализация проекта, похоже, все еще находится на стадии испытаний. Не ясно, насколько надежна новая система. Проект отстает от графика.

Рекомендация. Принимая во внимание положительные результаты эксплуатации КЗ-202 для физических экспериментов, разработки и создания КЗ-201, модернизации криогенной системы и другие наработки, а также упомянутые выше проблемы, ПКК рекомендует вернуть материалы руководителю проекта для доработки (безотносительно к ранее предложенному формату). Выработку окончательной рекомендации о приоритете проекта следует перенести на сессию ПКК, запланированную на июнь 2021 года.

**Проект «Создание широкоапертурного детектора обратного рассеяния (ДОР) для дифрактометра ФДВР»**

Дифрактометр ФДВР важен для развития комплекса спектрометров ИБР-2 как продолжение первого этапа проекта (2018–2020 гг.), на котором были успешно отработаны технология и методы сборки для модернизации. Проект подразумевает замену существующих детекторов обратного рассеяния их новой версией со значительно увеличенным угловым покрытием. Детектор нового типа будет создаваться на основе современной конструкции, разработанной ЛНФ. Модернизация позволит увеличить охват телесного угла в 10 раз.

Как упоминалось в предыдущих рецензиях, проект амбициозен и масштабен, имеет значительный потенциал и увеличивает научный выход ИЯУ ИБР-2. Проект детально продуман. Представленный план-график реалистичен.

Не менее важными являются кадровая укомплектованность и компетентность работающей по проекту группы.

Работы нельзя откладывать, поскольку любая задержка может серьезно повлиять на результат.

Рекомендация. Учитывая важность ожидаемых результатов и хорошие итоги предыдущего этапа проекта, ПКК высоко оценивает выполненные работы и рекомендует продолжить проект с приоритетом, соответствующим категории «А».

**Проект «Рамановская микроспектроскопия в биомедицинских исследованиях» («Биофотоника»)**

Проект реализуется Сектором рамановской спектроскопии, созданным в качестве самостоятельного структурного подразделения ЛНФ в 2015 году. Научно-исследовательская деятельность сектора направлена на решение оригинальных фундаментальных и практических задач в области рамановской спектроскопии и ап-конверсионной люминесценции с использованием мультимодальной оптической платформы (многоканального 3D-сканирующего лазерного микроскопа-спектрометра Confotec CARS). За последние три года уникальные характеристики системы были значительно улучшены и дополнены новыми функциями.

В целях открытия новых возможностей для сектора и повышения его представленности в будущем рекомендуется распространить сотрудничество на страны помимо государств-членов ОИЯИ. Высокое качество проводимых в секторе исследований подтверждается большим количеством публикаций и

многочисленными докладами на международных конференциях. Сектор имеет прекрасные возможности для повышения квалификации своих сотрудников.

Проект состоит из двух четко определенных и сбалансированных частей, связанных с фундаментальными и прикладными аспектами. Базовое понимание аномального отношения интенсивностей антистоксовых и стоксовых компонентов в спектрах SERS является одним из направлений, которые могут повлиять на развитие биосенсоров. Понимание таких аномалий имеет решающее значение для воспроизводимой регистрации сигнала, необходимой для разработки сенсора. Решение этой проблемы будет стимулировать дальнейшее развитие уже начатой системы CARS.

Прикладные исследования в рамках проекта решают две важные и амбициозные задачи: (i) проблему липид-белковых взаимодействий, в частности использование липодисков для изучения структуры мембранных белков, и (ii) поиск маркера рамановского рассеяния для ранней диагностики нетоза. Оба направления занимают важное место в соответствующих областях исследований с ожидаемо значимыми результатами.

Рекомендация. Поскольку цели проекта выглядят гармонично, взаимосвязанно и достаточно амбициозно, ПКК отмечает, что это хороший старт для дополнительных исследований с использованием методов рамановской спектроскопии и рассеяния нейтронов. ПКК рекомендует продолжить проект с приоритетом, соответствующим категории «А».

### **Проект «Исследования биологического действия тяжелых заряженных частиц различных энергий»**

В группу, работающую по проекту, входят специалисты в области молекулярной радиобиологии, радиационной генетики, цитогенетики и физиологии, а также специалисты по молекулярным и радиобиологическим аспектам лучевой терапии, математическому моделированию индукции радиационных эффектов, анализу, систематизации и интерпретации данных, компьютерному моделированию. При этом ведутся работы по повышению радиационной безопасности и развитию радиобиологических установок для облучения, инструментов для изучения вопросов ядерной планетологии и программ обучения студентов по радиобиологии.

Проект включает набор данных, работу с потенциальными источниками информации, с доступными сведениями и методами в части молекулярной биологии, генетики, фармакологии, нейрогенеза, морфологии и радиационной защиты при исследовании индукции тяжелыми заряженными частицами повреждений

генетических структур прокариотических и эукариотических клеток (линии клеток млекопитающих и человека). Проект представляет собой проработанную стратегию для получения значимых результатов. Модель исследования и методы проекта реалистичны для заявленных задач, а запрашиваемое финансирование соответствует предполагаемому бюджету.

Рекомендация. ПКК рекомендует продолжить проект с приоритетом, соответствующим категории «А», при условии, что второй независимый рецензент поддержит эту рекомендацию. Выработку окончательной рекомендации по данному проекту следует перенести на сессию ПКК, запланированную в июне 2021 года.

**Проект «Исследование космического вещества на Земле и в ближайшем космосе; исследование биологических и геохимических особенностей ранней Земли»**

Проект включает подготовку и облучение метеоритного вещества и органических образцов пучками заряженных частиц, создание чистой комнаты для исследований пребиотической химии, сбор метеоритов и образцов космического вещества, изучение микрофоссилий с помощью электронной сканирующей микроскопии, анализ, систематизацию и интерпретацию данных.

Проект является продолжением предыдущей программы исследований. Его цели четко определены, они охватывают основные направления астробиологии, включая изучение образования первых пребиотических соединений, роли метеоритов как катализаторов, минералогического происхождения и элементного (изотопного) состава метеоритов и космической пыли.

Техническая сторона проекта подразумевает работу на установках ОИЯИ. Создана специализированная база данных. В целом техническая сторона проекта представляется адекватной достижению заявленных целей в указанные сроки. Внешнее сотрудничество повышает осуществимость предложенных работ.

Рекомендация. ПКК рекомендует продолжить проект с приоритетом, соответствующим категории «А», при условии, что второй независимый рецензент поддержит эту рекомендацию. Выработку окончательной рекомендации по данному проекту следует перенести на сессию ПКК, запланированную в июне 2021 года.

**Проект «Совершенствование методов, технологий, режимов планирования и проведения лучевой терапии»**

Исследования в рамках проекта носят инновационный характер с точки зрения задач научной программы, ориентированных на медико-технические и клинические исследования для лечения онкологических заболеваний пучками заряженных частиц фазотрона ОИЯИ и последующей диагностики, что впервые практиковалось на территории Российской Федерации и Восточной Европы. В Российской Федерации ОИЯИ является лидером в области протонной терапии с возможностью ежегодно принимать около 100 пациентов. Успешно применен метод конформного трехмерного облучения глубоко расположенных опухолей, когда распределение дозы точно локализовано по форме мишени.

Сильная сторона проекта — наличие в составе группы специалистов в области лучевой терапии, радиобиологии и технологий протонной терапии. Научно-техническая значимость исследований находится на превосходном уровне. Для максимизации значимости проекта необходимы будущие независимые исследования с использованием установок ОИЯИ. Соотношение инновационного потенциала и рисков коррелирует с опытом команды. В задачи проекта также входит разработка терапевтических методов и устройств для биологической защиты. Модель исследования, инструменты и методы проекта реалистичны для решения предложенной проблемы, а запрошенное финансирование соответствует предполагаемому бюджету. Проект подразумевает четкую ответственность участвующего персонала за соответствующие направления деятельности.

Дальнейшие исследования на медицинском пучке ОИЯИ требуют широкого спектра базовых методов (от технических решений и развития физических методов протонной терапии до методов радиобиологических исследований), которые основываются на клинических испытаниях и накопленном опыте. Запланированный график работ и сопоставленные с ним запрошенные ресурсы свидетельствуют о достаточном опыте исследовательской группы проекта.

Рекомендация. ПКК рекомендует продолжить проект с приоритетом, соответствующим категории «А».

**Проект «РАДИОГЕН: Молекулярная генетика радиационно-индуцированных изменений гена, генома и транскриптома *Drosophila melanogaster*»**

Заявленная проблема исследования и значимость проекта носят новаторский характер в части оценки генетического риска и определения предпосылок для предсказания дополнительного риска генетических заболеваний у людей, подвергшихся воздействию ионизирующих излучений, по сравнению с возникающими естественным образом из-за спонтанных мутаций.

Проект подразумевает, что опыт исследовательской группы в масштабе сроков проекта находится на хорошем уровне. Высокая степень координации запланированных экспериментов со стороны ОИЯИ показывает, что Институт является подходящим местом для проведения предлагаемых радиобиологических исследований.

Запланированный график, баланс между сроками и затратами, рабочий план, польза для ОИЯИ от этой деятельности, структура проекта и планируемые к применению методы четко определены. Изучение риска радиационного воздействия с использованием гамма-установок также имеет значение для расширения области применения экспериментальных установок ОИЯИ, поскольку эти работы связаны с получением результатов мирового уровня.

Команда проекта теоретически способна получить данные предсказательного характера о радиационно-индуцированных мутациях и риске генетических заболеваний у людей, что является сильной стороной проекта.

В проекте участвует относительно небольшое количество молодых специалистов, что является слабой стороной проекта; также еще не начато сотрудничество с другими институтами.

Рекомендация. ПКК рекомендует продолжить проект с приоритетом, соответствующим категории «А», при условии, что второй независимый рецензент поддержит эту рекомендацию. Выработку окончательной рекомендации о приоритете данного проекта следует перенести на сессию ПКК в июне 2021 года.

**Проект «Изучение радиопротекторных свойств белка Damage suppressor (Dsup) на модельном объекте *D. melanogaster* и культуре клеток человека HEK293»**

В связи с необходимостью одновременного рассмотрения большого количества проектов в области биологии и медицины ПКК предлагает перенести вопрос о приоритизации этого проекта на сессию ПКК, запланированную на июнь 2021 года.

**Проект «Новые полупроводниковые детекторы для фундаментальных и прикладных исследований»**

Проект по новым полупроводниковым детекторам касается одновременно вопросов участия в коллаборации Medipix4, использования пиксельных детекторов, участия в коллаборации FCAL и разработки материалов на основе GaAs. Проект является междисциплинарным и в основном ориентированным на задачи фундаментальной физики, однако некоторые из направлений проекта связаны также применением результатов работ в микротомографии, биологии и радиационной медицине.

Наличие необходимого опыта у основной группы, работающей по проекту, подтверждается высокой квалификацией участвующих сотрудников ЛЯП, созданной инфраструктурой и отличными результатами, достигнутыми за рассматриваемый период (2018–2021 гг.).

Заявленные на период 2021–2023 годов цели реалистичны и будут достигаться благодаря опыту сотрудников ЛЯП.

Нет сомнений в том, что проект продемонстрирует существенный технический прогресс, приведет к значительным достижениям и появлению передовых технологий.

При этом ПКК выражает озабоченность тем, что данный проект слабо связан с компетенцией ПКК по физике конденсированных сред: проект в основном ориентирован на задачи фундаментальной физики. В подготовленной анкете отмечаются лишь некоторые аспекты, связанные с радиобиологией и медициной. Кроме того, недостаточен уровень детализации проекта и его целей (в частности, в отношении направлений, соответствующих компетенции данного ПКК).

Следует отметить, что существует множество значимых потенциальных применений разрабатываемых в рамках проекта технологий в областях, соответствующих направленности этого ПКК.

Рекомендация. ПКК отмечает, что заявленные в проекте задачи хорошо сформулированы, амбициозны, выполнимы и направлены на создание уникального оборудования для нужд ОИЯИ и внешних научных партнеров. Однако ПКК рекомендует вернуть материалы руководителю проекта для доработки (безотносительно к ранее предложенному формату). Выработку окончательной рекомендации по проекту следует перенести на сессию ПКК, запланированную на июнь 2021 года.



**Проект «Развитие техники эксперимента и прикладные исследования на монохроматических пучках позитронов» (ПАС)**

Позитронно-аннигиляционная спектроскопия (ПАС) — хорошо зарекомендовавший себя метод изучения плотности и импульсного распределения электронов в конденсированных средах, наиболее важным приложением которого является получение информации о пустотах и дефектах в твердых телах. Инициатива по использованию установки LEPTA для приложений ПАС возникла в 2013 году. В июне 2017 года ПКК принял к сведению информацию о ходе развития метода ПАС на установке LEPTA, включая создание специализированного канала медленных монохроматических позитронов (SCSMP) и разработку предложения по формированию упорядоченного потока позитронов на SCSMP для измерения времени жизни позитронов до аннигиляции.

Соответственно, в 2018–2020 годах основной целью проекта было создание и ввод в эксплуатацию канала транспортировки позитронов и экспериментальной станции для исследования времени жизни позитронов, а также оптимизация накопления позитронов в ловушке для достижения интенсивности  $10^7$  позитронов на цикл.

Вместе с тем, вероятно, в основном из-за некоторых недостатков предложенной для заполнения формы, подготовленная по проекту анкета не дает достаточной информации по нескольким важным моментам. Поэтому руководителям проекта следует дать возможность представить более подробные материалы, устраняющие любые неясности, касающиеся состояния проекта.

Рекомендация. ПКК рекомендует вернуть материалы руководителям проекта для доработки с учетом приведенных выше комментариев (безотносительно к формату анкеты). Определение приоритета проекта следует перенести на сессию ПКК, запланированную на июнь 2021 года.

**Проект «Открытая информационная и образовательная среда для поддержки фундаментальных и прикладных междисциплинарных исследований в ОИЯИ»**

Проект является продолжением работ, начатых в 2017 году, и нацелен на создание новых образовательных и информационных ресурсов по направлениям исследований ОИЯИ. Проект реализуется на базе оборудования, размещенного в УНЦ ОИЯИ. Информация о деятельности в рамках проекта предоставляется заинтересованным партнерам и научному сообществу на нескольких веб-порталах.

Наряду с тем, что группа ОИЯИ является главным ответственным лицом и координатором работ, проект включает налаженное сотрудничество с организациями пяти государств-членов и трех ассоциированных членов ОИЯИ. Команда проекта имеет опыт создания актуального для проекта контента.

ПКК считает важным, чтобы наряду с созданием высококачественного контента имели место мероприятия по его распространению и информированию широкой общественности об этой деятельности в рамках докладов на международных конференциях, семинарах, симпозиумах и выставках.

Проект подразумевает четкие и амбициозные планы на период до 2023 года, которые отражают все аспекты деятельности ОИЯИ, включая привлечение талантливой молодежи в ОИЯИ, интеграцию полученных в ОИЯИ результатов в образовательный процесс, сотрудничество с ведущими исследовательскими центрами для создания образовательных ресурсов, популяризацию исследований ОИЯИ среди широкой аудитории, улучшение содержательной составляющей образовательного процесса и выставочной деятельности. Сформулированные ожидаемые результаты актуальны и могут существенно повлиять на образовательный процесс в государствах-членах и ассоциированных членах ОИЯИ.

Рекомендация. ПКК рекомендует продолжить проект с приоритетом, соответствующим категории «А».

Д. Л. Надь  
председатель ПКК  
по физике конденсированных сред

О. В. Белов  
ученый секретарь ПКК  
по физике конденсированных сред