

**Отзыв научного руководителя  
на диссертацию Алексея Александровича Мельникова  
«Исследование спин-орбитального движения и управления поляризацией в  
накопительном кольце для поиска электрического дипольного момента лёгких  
ядер»,  
представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических  
наук по специальности 1.3.2 – Приборы и методы экспериментальной физики.**

В аспирантуре Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института ядерных исследований Российской академии наук (ИЯИ РАН) Мельников Алексей Александрович провёл исследовательскую работу по теме «поиск Электрического Дипольного Моментa (ЭДМ) легких ядер». Наличие ненулевого ЭДМ у элементарных частиц сигнализирует о нарушении CP симметрии в Стандартной Модели (СМ) физики частиц. ЭДМ ни одной элементарной частицы ещё не был экспериментально обнаружен. Тем самым, найденные значения ЭДМ элементарных частиц установят существенные ограничения на параметры СМ. Данная область исследований, несомненно, является окном в Новую физику за пределами СМ. Обнаружение ненулевого ЭДМ сигнала элементарных частиц также позволило бы объяснить величину и характер барионной асимметрии Вселенной. Перспективным методом поиска ЭДМ частиц является эксперимент по исследованию спин-орбитальной динамики частиц в ускорителе-накопителе. Главным достоинством данного метода является высокая точность измерений.

Научная работа Мельникова А.А. в аспирантуре может быть разделена на два временных и тематических этапа. Первый – это работа на экспериментальной установке – ускорителе COoler SYnchrotron (COSY). Начиная со второго года аспирантуры, Мельников А.А. работал в рамках международной коллаборации JEDI (Julich Electric Dipole moment Investigations) в Институте ядерной физики исследовательского центра в г. Юлих (Forschungszentrum Jülich, Germany). Исследования коллаборации ориентированы на поиск электрического дипольного момента протона и дейтрона на ускорителе, в них вовлечены более ста участников из многих стран мира. Мельников А.А. с самого начала зарекомендовал себя как способный физик с прекрасным всесторонним образованием. Он показал себя как отличный экспериментатор, успешно прошёл все этапы подготовки и проведения эксперимента, включающие в себя аналитические и численные расчёты, подготовку экспериментального оборудования, проработку этапов эксперимента и его проведение на ускорителе. Мельников А.А. лично принимал участие в сеансах работы ускорителя COSY по теме диссертационного исследования.

Ранняя деятельность Мельникова А.А. в коллаборации была связана с исследованием времени спиновой когерентности пучка поляризованных протонов. Мельников А.А. лично разработал предложение о тестовом эксперименте, получившее положительную оценку комитета распределения пучкового времени ускорителя COSY. В составе коллаборации JEDI Мельниковым А.А. были получены данные о достижимом времени когерентности спинов протонов. Важным рассмотренным вопросом является изучение влияния поляризационных резонансов на время сохранения поляризации протонов. Полученные Мельниковым А.А. численные и аналитические оценки позволили объяснить полученный экспериментальный результат, который долгое время не был объяснен в рамках общего понимания декогеренции спина. Объяснение данного результата было возможно после вычисления мощностей внутренних и целых спиновых резонансов для ускорителя COSY.

К числу важных результатов Мельникова А.А., несомненно, следует отнести разработанную им методику управления поляризацией протонов с помощью ВЧ спин-ротатора без потери поляризации. Полученные Мельниковым А.А. результаты значительно способствовали проведению экспериментальной программы на COSY.

Мельников А.А. показал отличное знание теоретических основ области исследования, что, в частности, отразилось в результатах по разработке специализированного кольца накопителя для изучения ЭДМ протона и дейтрона.

Также достоин упоминания его активный вклад в практические дискуссии, связанные с подготовкой печатных работ коллаборацией JEDI, соавтором которых он является, а именно «Proof or principle demonstration of a pilot-bunch comagnetometer in a stored beam» (представлено в PRL) и «Spin decoherence and off-resonance behavior of radiofrequency-driven spin rotations in storage rings» (подлежит представлению в PRAB).

Второй этап научных исследований Мельникова А.А. включает работу по подготовке экспериментов по поиску ЭДМ на установке NICA в ОИЯИ. Идея о переносе изучения ЭДМ на установку NICA появилась в связи с окончанием работы ускорителя COSY. Участие Мельникова А.А. в адаптации установки NICA для измерения ЭДМ выразилось в первую очередь в исследовании концепции квази-замороженного спина, отличающейся от общепринятой концепции замороженного спина в её реализуемости на накопительных кольцах, первоначально не ориентированных на такого рода эксперименты. Мельниковым А.А. было проведено аналитическое исследование влияния возмущений на спиновую динамику в структуре типа квази-замороженного спина, что позволило учесть вклад систематических ошибок при измерении ЭДМ.

По теме исследований Мельниковым А.А. на момент представления диссертации опубликовано 12 печатных работ, 10 печатных работ изданы в журналах, рекомендованных ВАК, 2 статьи — в журналах, индексируемых международными базами цитирования Scopus и Web of Science.

По результатам диссертационного исследования Мельников А.А. представил доклады на наиболее значимых международных конференциях по тематике исследования: International Particle Accelerator Conference, Russian Particle Accelerator Conference и DSPIN в ОИЯИ. По ходу выполнения диссертационной работы Мельников А.А. регулярно выступал с докладами в институте ядерной физики исследовательского центра в г. Юлих и в ИЯИ РАН.

В процессе работы над диссертацией Мельников А.А. продемонстрировал высокого уровня навыки работы с экспериментальным оборудованием, хорошее владение аналитическим и численным математическим аппаратом, умение работать с научным программным обеспечением и хорошее практическое владение английским языком.

В результате хочу сказать, что диссертация Алексея Александровича Мельникова полностью удовлетворяет требованиям ВАК, а её автор безусловно заслуживает присвоения ему учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.2 — приборы и методы экспериментальной физики.

24 мая 2024 года

Научный руководитель,  
доктор физико-математических наук, профессор,  
в.н.с. ОУК ИЯИ РАН

Сеничев Ю.В.

Подпись Ю. В. Сеничева удостоверяю,  
Заместитель директора ИЯИ РАН,  
д. ф.-м. н.

Фещенко А.В.