

ОТЗЫВ

научного руководителя на диссертационную работу Попова В.Е.

“Новые методы измерения комплексных фаз в распадах
тяжёлых адронов в нейтральные каоны”,

представленную на соискание учёной степени кандидата
физико-математических наук по специальности
01.04.23 – “Физика высоких энергий”.

Попов Виталий Евгеньевич начал работу в группе ФИАН эксперимента Belle под моим руководством в 2015 году при поступлении в магистратуру МФТИ. В 2017 году он успешно защитил магистерский диплом, посвящённый изучению процесса $B \rightarrow D_{sJ} D$ на данных эксперимента Belle, и поступил в аспирантуру ФИАН, где его научная работа была посвящена возможности извлечения комплексных фаз амплитуд распада тяжёлых адронов в двухчастичные конечные состояния. Правила сумм, построенные на симметрии $SU(3)$ аромата, предсказывают определенные соотношения между комплексными амплитудами для разных изотопических состояний D -мезонов, которые пугаются в проверке. Особенно актуальной эта проверка стала в последнее время в связи с открытием в эксперименте ЛНСб аномально большого CP -нарушения в двухчастичных распадах очарованных мезонов. Чтобы объяснить возможность такого большого CP -нарушения теория допускает, что недооценен вклад пингвинных диаграмм, приводящих одновременно и к CP -нарушению и к нарушению правил сумм. Таким образом, проверкой этой гипотезы является проверка правил сумм и оценка масштаба их нарушения, для чего необходимо измерить не только модули амплитуд, но и их комплексные фазы.

Измерение разности фаз между комплексными амплитудами является нетривиальной задачей, поскольку измеряемые в эксперименте величины, как правило, пропорциональны квадрату модуля суммарной амплитуды. Для решения этой задачи должен быть найден процесс с интерференцией двух амплитуд. В решаемой Виталием задаче это достигается за счет выбора двухчастичного конечного состояния с нейтральным K^0 -мезоном, рожденного как смесь странного

и антистранныго состояния. Из-за $K^0 - \bar{K}^0$ смешивания интерференционная картина проявляется во временной зависимости распадов K^0 либо в собственные состояния аромата, либо в CP собственные состояния. В обоих случаях существует референтная фаза (в первом случае, фаза смешивания, во втором, CP нарушающая фаза системы $K^0 - \bar{K}^0$), на фоне которой измеряется исследуемая фаза.

Виталий впервые предложил оба метода измерения и посчитал теоретические формулы эволюции K^0 , рожденного как смесь странного и антистранныго состояния. Он выполнил моделирование в соответствии с выведенными им формулами и определили точность, достигаемую в экспериментах нового поколения, – Belle-II на Супер В-фабрике и эксперимента на Супер чарм-тау фабрике. Полученные им результаты демонстрируют, что предложенные методы позволяют измерить разницу сильных фаз между дважды Кабиббо подавленными и Кабиббо разрешенными распадами D^0 -мезона с точностью чуть лучшей, чем известный метод измерения этой разницы фаз, используя квантово-запутанные состояния $D^0 - \bar{D}^0$, рожденные в $\psi(3770)$ -резонансе на Супер чарм-тау фабрике. В то же время для D^+ и D_s^+ мезонов новые методы, дающие сравнимую с D^0 -мезоном точность вообще уникальны и позволяют впервые измерить эти углы.

Виталий проверил возможность применения своих методов на данных эксперимента Belle, оптимизируя отбор событий, изучив фоны и получив результат с согласующимися параметрами CP -нарушения в системе нейтральных каонов с усреднённым общемировым значениями. Следует подчеркнуть, что его результат, полученный на универсальном детекторе Belle, стоит на третьем месте по точности после специализирующихся на этой конкретной задаче экспериментов CPLEAR и KTeV.

По результатам работы Виталий опубликовал три статьи в реферируемых журналах из списка ВАК, два из которых стоят в первом квартиле WoS. Он докладывал свои результаты на нескольких международных и российских конференциях, рабочих совещаниях коллаборации Belle, а также семинарах ФИАН, МФТИ и ВШЭ.

Во время своей работы в эксперименте Belle Виталий не ограничивался только феноменологией, моделированием и анализом экспериментальных данных. Он принял активное участие в налаживании работы реального эксперимента на котором будут реализованы разработанные им методы. Он участвовал в подключении электроники считывания как на физическом, так и на программном уровне, провёл калибровку фотодетекторов и участвовал в разработке алгоритма выбора оптимального напряжения питания фотодетекторов и порогов их срабатывания, участвовал в ремонте электроники считывания и тестах детектора, а также в сеансах набора данных эксперимента Belle-II.

За время работы в Belle Виталий продемонстрировал очевидный прогресс в

своим профессиональным уровнем. Он досконально разобрался с теоретическими вопросами квантовой механики, калибровочных полей и физики тяжёлых ароматов. Помимо этого он освоил методику детектирования частиц на реальном детекторе, методы обработки данных и статистической физики, а также приобрёл навыки работы с большими пакетами программ. Он проявляет интерес к физике частиц, а многие его новые идеи интересны для обсуждения.

Во время обучения в аспирантуре ФИАН Виталий был удостоен стипендии Правительства РФ и награждён премией им. Д.В. Скобельцына за лучшую работу в области ядерной физики и астрофизики на конкурсе молодёжных работ ФИАН.

Диссертационная работа Попова Виталия Евгеньевича "Новые методы измерения комплексных фаз в распадах тяжёлых адронов в нейтральные каоны" удовлетворяет всем требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а её автор, несомненно, заслуживает присуждения ему учёной степени кандидата физико-математических наук.

Научный руководитель,
высококвалифицированный главный научный сотрудник
Федерального бюджетного
учреждения науки Физического института
им. П.Н. Лебедева РАН,
д.ф.-м.п., член-корр. РАН



Пахлов П.Н.

ФИАН, 119991 Москва, Ленинский проспект, д.53
+7(495) 6132-60-61, e-mail: pahlovpn@lebedev.ru

Подпись Пахлова П.Н. заверяю
ученый секретарь
Федерального бюджетного
учреждения науки Физического института
им. П.Н. Лебедева РАН,
к.ф.-м.п.



Колобов А.В.

« 08 » сентября 2021 г.