

ОТЗЫВ

научного руководителя

на диссертацию Ботова Александра Анатольевича

«Измерение сечения процесса $e^+e^- \rightarrow \pi^+\pi^-\pi^0\eta$ в области энергии от 1.34 до 2.00 ГэВ», представленную на соискание учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.16 — физика атомного ядра и элементарных частиц

Ботов Александр Анатольевич поступил в аспирантуру ИЯФ СО РАН в 2005 году, после окончания которой работает в лаборатории 3-1 на детекторе СНД. Это время совпало с подготовкой СНД к экспериментам на новом коллайдере ВЭПП-2000. Ботов А.А. активно включился в модернизацию первичного триггера (ПТ) СНД. Он плотно занимается этой важнейшей системой детектора, описанной во второй главе диссертации. ПТ — это часть электроники, которая анализирует потоки сигналов от всех частей детектора, фильтрует эти потоки и вырабатывает сигнал для создания и записи событий. На выходе ПТ мы имеем поток, обогащённый полезными событиями e^+e^- -аннигиляции. Если загрузки отдельных систем составляют сотни кГц, то скорость счета ПТ составляет порядка 1 кГц или ниже, то есть ПТ подавляет первичный фон более чем на два порядка. ПТ использует аргументы от основных систем детектора — калориметра, дрейфовой камеры, мюонной системы. Сами аргументы являются сложными функциями от энерговыделения в башнях калориметра, от срабатываний его башен и слоёв камеры.

Далее А.А. Ботов ввиду сложности ПТ проводит верификацию созданных алгоритмов с помощью моделирования. В моделировании проверяется срабатывание триггера, так как триггер может оказаться более жёстким чем условия отбора. Для обеспечения такой «безопасности» при моделировании проверялись компоненты триггера и принималось решение о запуске сигнала триггера, который далее учитывался при анализе данных.

Следующий раздел в методической части (III глава) — наложения. Природа их в том, что почти каждое полезное событие e^+e^- -аннигиляции сопровождается попаданием фоновых частиц из пучка в детектор. Сигналы от них записываются вместе с сигналами от полезных частиц, что искажает образ события и усложняет анализ. Чтобы правильно учитывать влияние наложений, они «накладываются» также и на моделированные события. Здесь А.А. Ботову удалось существенно уменьшить разницу между экспериментом и моделированием в числе лишних треков и кристаллов калориметра. Моделирование с наложениями облегчает анализ данных и соответственно уменьшает ошибки.

Описанные выше методические разработки в первичном триггере детектора СНД и улучшении моделирования давно стали частью общего программного обеспечения СНД и используются всеми физиками СНД. Это является неопределимо важным вкладом диссертанта во все физические результаты детектора СНД.

Основная часть диссертации А.А. Ботова (глава IV) посвящена измерению одного из важных процессов e^+e^- -аннигиляции в адроны в области энергии до 2 ГэВ — каналу $e^+e^- \rightarrow \pi^+\pi^-\pi^0\eta$. В данной работе процесс $e^+e^- \rightarrow 3\pi\eta$ измерялся в конечном состоянии с распадами $\eta, \pi^0 \rightarrow \gamma\gamma$. В момент когда диссертант приступил к работе, полное сечение измерено не было, но были измерены сечения его подпроцессов $e^+e^- \rightarrow \omega\eta, \phi\eta$, где конечные ω и ϕ распадаются на 3π . В ходе анализа процесса диссертантом была обнаружена более сложная структура конечного состояния, что в итоге привело к обнаружению нового в этой области энергии процесса $e^+e^- \rightarrow a_0(980)\rho$, с распадами $a_0 \rightarrow \eta\pi, \rho \rightarrow \pi\pi$. Кроме того, в системе 3π в дальнейшем был обнаружен нерезонансный (бесструктурный) вклад со значительным

сечением. В итоге полное сечение процесса $e^+e^- \rightarrow 3\pi\eta$ в максимуме достигло значения 5 нанобарн, что составляет около 8% от полного адронного сечения в области энергии порядка 1.7 ГэВ.

Такая сложная структура процесса усложняет анализ, так как эффективность регистрации в разных каналах различная, и чтобы измерить полное сечение пришлось последовательно измерять его отдельные каналы. Другим усложняющим обстоятельством являются радиационные поправки, которые ввиду резонансного характера сечений сильно зависят от энергии. Но диссертант А. Ботов успешно справился со всеми этими проблемами. К моменту окончания анализа появились результаты с детектора КМД-3, они подтвердили наличие канала $a_0(980)\rho$, и наше сечение согласуется с КМД-3 с точностью 10%. Таким образом, сегодня имеются два независимых, согласующихся между собой измерения сечения важного процесса $e^+e^- \rightarrow 3\pi\eta$, и задача поставленная перед диссертантом успешно решена.

Диссертация А.А. Ботова — это завершённое научное исследование, в котором личный вклад Александра Анатольевича в полученные результаты является определяющим. Полученные результаты в течение последних лет докладывались на семинарах института и на международных конференциях, а также опубликованы в научных журналах, включённых в список ВАК.

Александр Анатольевич показал себя в этой работе квалифицированным физиком, владеющим методикой эксперимента и анализом данных в физике элементарных частиц. Диссертация А.А. Ботова удовлетворяет всем требованиям ВАК, а сам диссертант безусловно заслуживает присуждения ему степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.16 — физика атомного ядра и элементарных частиц

Середняков Сергей Иванович,
профессор, доктор физико-математических наук
(01.04.16 — физика атомного ядра и элементарных частиц)
г. Новосибирск, пр. Лаврентьева 11, (383)329-42-34,
S.I.Serednyakov@inp.nsk.su

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт ядерной физики им. Г.И. Будкера Сибирского отделения Российской академии наук



12 АВГ 2019