

## ОТЗЫВ

научного руководителя  
на диссертацию Винокуровой Анны Николаевны  
“Изучение чармониев и чармониеподобных состояний  
в распадах  $B$ -мезонов с детектором Belle”,  
представленной на соискание ученой степени  
кандидата физико-математических наук

Диссертация А.Н. Винокуровой посвящена физике чармония – связанной системы  $c$ - и  $\bar{c}$ -кварка. Такие системы в последнее время интенсивно изучаются, прежде всего в экспериментах на  $B$ -фабриках, высокая светимость которых позволяет набирать значительную статистику и детально исследовать их свойства. Достаточно большая масса  $c$ -кварка дает возможность использовать пертурбативную квантовую хромодинамику для описания свойств чармония, предсказания спектроскопии таких систем, их рождения и распада. Эксперименты на  $B$ -фабриках, а в последнее время и на  $e^+e^-$ -коллайдерах меньшей энергии (CLEOс, КЕДР, BESII и BESIII) позволили не только заметно уточнить параметры уже известных чармониев, но и открыть новые состояния, содержащие пару  $c$ - и  $\bar{c}$ -кварков. Среди них как предсказываемые теорией состояния, например,  $\eta_c(2S)$ ,  $\chi_{c2}(2P)$  и другие, но и совершенно новые, интерпретация которых затруднительна в рамках существующих представлений –  $X(3872)$  или заряженные состояния, такие как  $Z_c(3900)$ , явно имеющие экзотическую природу за рамками кварковой модели.

Исследования, проведенные Анной Николаевной Винокуровой и описанные в ее диссертации, были направлены на изучение рождения  $\eta_c$ - и  $\eta_c(2S)$ -мезонов в распадах  $B^+$ -мезона, с последующим распадом в конечное состояние  $K_S^0 K^\pm \pi^\mp$ . Проведенный анализ впервые систематически учитывал явление интерференции сигнала, связанного с чармонием, и нерезонансного фона и показал важность учета этого явления для измерения масс и ширин  $\eta_c$ - и  $\eta_c(2S)$ -мезонов, а также произведения относительных вероятностей распада  $B^+ \rightarrow K^+ \eta_c(\eta_c(2S))$  и распада  $\eta_c(\eta_c(2S)) \rightarrow K_S^0 K^\pm \pi^\mp$ . Эта работа потребовала разработки нетривиального, модельно-независимого метода и проведения довольно сложных вычислений, с которыми Анне Николаевне удалось успешно справиться.

Кроме того, в работу вошел поиск рождения и распада экзотиче-

ских чармониеподобных состояний в распадах В мезонов с последующим распадом этих состояний в конечные состояния, содержащие  $\eta_c$ -мезон:  $\eta_c\pi^0$ ,  $\eta_c\eta$ ,  $\eta_c\pi^+\pi^-$ ,  $\eta_c\omega$ . И хотя набранная статистика пока не выявила существования таких частиц, полученные результаты позволяют поставить ограничения на пространство параметров новых физических моделей тяжелых кваркониев.

В диссертацию также вошла выполненная А.Н. Винокуровой разработка алгоритма проверки формы сигнала усилителя-формирователя в рамках модернизации калориметра детектора Belle и создания детектора BelleII.

Анна Николаевна работает в нашей лаборатории с 3 курса и практически сразу включилась в работы, связанные с экспериментом Belle. За прошедшее время она участвовала в самой разнообразной деятельности: от моделирования эксперимента, физического анализа и изучения теоретических моделей до повседневной работы экспериментатора, связанной с поддержанием работоспособности детектора, калибровок его подсистем, участия в сменах во время набора статистики и т.д. В последнее время она также принимала активное участие в модернизации детектора и подготовке эксперимента BelleII, в частности, в тестировании новой электроники для электромагнитного калориметра. Она прошла долгий и не всегда простой путь, но сегодня можно уверенно утверждать, что Анна Николаевна приобрела квалификацию физика-экспериментатора, способного самостоятельно ставить соответствующие задачи и решать их. На нее можно положиться, с ней легко и приятно работать в коллективе.

Научный руководитель  
доктор физ.-мат. наук

С.И.Эйдельман

Ученый секретарь Института  
кандидат физ.-мат. наук



А.В.Васильев

01.10.2015