



ОБЪЕДИНЕННЫЙ ИНСТИТУТ ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ
JOINT INSTITUTE FOR NUCLEAR RESEARCH

Дубна, Московская область, Россия 141980 Dubna Moscow Region Russia 141980
Telefax: (7-495) 632-78-80 Tel.: (7-49621) 65-059 AT: 205493 WOLNA RU E-mail: post@jinr.ru http://www.jinr.ru

_____ № _____
на № _____ от _____

УТВЕРЖДАЮ



Директор

Объединенного института
ядерных исследований
академик РАН В.А.Матвеев

«__» _____ 2017 г.

ОТЗЫВ

ведущей организации на диссертационную работу

Каминского Вячеслава Викторовича

«Комптоновская калибровка системы регистрации рассеянных электронов детектора КЕДР», представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.20 — физика пучков заряженных частиц и ускорительная техника.

Двухфотонные процессы привлекли внимание начиная с первых экспериментов на электрон-позитронных коллайдерах в начале 1970-х гг., благодаря открывшейся возможности изучения превращения света в материю - лептоны и адроны. Особенно интересны переходы $\gamma\gamma \rightarrow$ адроны, поскольку в однофотонном канале такие объекты для изучения недоступны. До последнего времени двухфотонные процессы с двумя "почти реальными" виртуальными фотонами изучались без мечения (no-tag), то есть без регистрации рассеянных электронов. Это было обусловлено, в основном, конструкцией детекторов, которая не позволяла расположить детекторы близко к пучку и тем самым регистрировать электроны с углом вылета менее нескольких

градусов. В результате, мечение было возможно только при изучении двухфотонных процессов, в которых один или оба виртуальных фотона имели достаточно большой импульс, что ограничивало возможность использования метода эквивалентных фотонов для интерпретации результатов. Возможность мечения в процессах с двумя "почти реальными" виртуальными фотонами в детекторе КЕДР, полученная благодаря созданию специальной системы регистрации и измерения энергии рассеянных электронов с углом вылета менее 20 мрад, позволила существенно подавить фоновые вклады и тем самым улучшить условия эксперимента. Этим обусловлена **актуальность** и **новизна** задачи, поставленной В.В.Каминским в своей диссертационной работе, нацеленной на создание установки и разработку методов для комптоновской калибровки системы регистрации рассеянных электронов детектора КЕДР.

Обоснованность полученных результатов следует из того, что при выполнении программы исследований В.В.Каминский грамотно использовал математический аппарат и существующую теоретическую базу о взаимодействии электронов и позитронов и об их движении в магнитном поле ускорителя. О **достоверности результатов** свидетельствует хорошее согласие полученных результатов моделирования положения пучка с экспериментально измеренными данными и успешная эксплуатация созданной системы комптоновской калибровки в детекторе КЕДР.

Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения и приложения, содержит 125 страниц. Во **введении** обоснована актуальность работы, сформулирована цель исследования, обоснованы научная новизна и практическая значимость, определены результаты, выносимые на защиту, описана структура диссертации и публикации по теме диссертации. В **первой главе** приведены основные теоретические сведения о двухфотонных процессах, процессах обратного комптоновского рассеяния, и однократного тормозного излучения. Кроме того, глава содержит краткое описание ускорительного комплекса ВЭПП-4М и установки КЕДР. Во **второй главе** описывается система регистрации рассеянных электронов детектора КЕДР. Анализируется принцип действия фокусирующего магнитного спектрометра. Предложена процедура калибровки абсолютной энергетической шкалы с помощью обратного комптоновского рассеяния и обоснована необходимость моделирования системы регистрации рассеянных электронов. **Третья глава** содержит подробное

описание моделирования системы регистрации рассеянных электронов. Показана невозможность использования доступных инструментов моделирования и обоснована необходимость разработки нового программного обеспечения. Детально рассматриваются принципы математического расчета траекторий электронов и позитронов в магнитной структуре экспериментального промежутка ВЭПП-4М. Описана процедура настройки модели для достижения согласия с экспериментальными данными и приводится сравнение результатов моделирования с измеренными значениями положения пучка в пикапах. В **четвертой главе** описана установка для комптоновской калибровки системы регистрации рассеянных электронов. Детально описаны лазерно-оптическая система, система управления и программное обеспечение для автоматизации процедуры калибровки. В **заключении** автором суммируются результаты диссертационной работы. **Приложение** содержит справочную информацию о структуре экспериментального промежутка ВЭПП-4М и результаты расчета структурных функций для этого промежутка в "стандартной" конфигурации.

Достоинство диссертации В.В.Каминского заключается в том, что она содержит законченную работу, начиная от теоретических расчетов и моделирования до практической реализации системы комптоновской калибровки энергетической шкалы системы регистрации рассеянных электронов. В результате, была создана действующая установка, которая успешно используется в экспериментах на коллайдере ВЭПП-4М. **Научная и практическая значимость** проведенных автором диссертации исследований несомненна.

В качестве замечаний к работе отметим следующее:

1. В описании системы регистрации рассеянных электронов упоминаются координатные детекторы на основе ГЭУ, которые, однако, не учитываются в моделировании.

2. На стр. 36 утверждается, что в области энергий ВЭПП-4М нет резонансов с хорошо известной энергией, хотя двухфотонное рождение η -мезона с массой 547.862 МэВ и шириной 1.31 кэВ в этой области энергий представляется вполне возможным.

3. На стр. 114 предлагается использование лазерно-оптических систем для измерения энергии пучка методом обратного комптоновского рассеяния на проектируемых ускорителях FCC в ЦЕРН и СЕРС в ИФВЭ АН КНР. Было бы полезно обсудить трудности в регистрации фотона, которые могут возникнуть из-за

более высокой энергии электронов в пучке на этих ускорителях, приводящей к большей максимальной энергии рассеянного фотона, и возможные пути их преодоления.

4. Отсутствует сравнение результатов, полученных автором диссертации с результатами калибровки той же системы с помощью регистрации двухфотонного образования мюонных пар в детекторе КЕДР, опубликованными в работе O.L. Rezanova et al. (2017) JINST 12 C07034.

5. Работа не лишена опечаток, орфографических ошибок и небрежностей в изложении и терминологии. Например, выражение "высокая точность измерения пучка" на стр. 19. На стр. 10 угол рассеяния электрона и фотона назван "зенитным", а на стр. 78 и далее - "полярным". Кроме того, орфографические ошибки и опечатки присутствуют на стр. 25, стр. 89 и стр. 106.

Указанные замечания не снижают достоинств работы. Личный вклад автора не вызывает сомнений.

Результаты работы докладывались на международных конференциях и в полной мере опубликованы в рецензируемых научных изданиях.

Диссертация хорошо оформлена и ясно изложена. Автореферат правильно отражает содержание диссертации, содержит необходимые формулировки цели и задач исследований, выносимых на защиту положений, научной новизны и практической значимости.

В целом диссертация представляет собой законченное научное исследование – научно-квалификационную работу, в которой содержится решение задачи, имеющей существенное значение для физики элементарных частиц.

Результаты работы найдут применение как в действующих, так и в проектируемых экспериментах в физике высоких энергий, ведущихся в ИЯФ СО РАН (г.Новосибирск), Национальной лаборатории ИНФН-Фраскати (Италия), ИФВЭ АН КНР (г.Пекин, Китай), Ускорительном центре КЕК (г.Цукуба, Япония) и других исследовательских центрах, в которых изучаются двухфотонные процессы в электрон-позитронных столкновениях.

Диссертационная работа соответствует требованиям п.9 "Положения о присуждении ученых степеней", утвержденного Постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 г. N842, предъявляемым к кандидатским диссертациям. Автор диссертации Вячеслав Викторович Каминский заслуживает присуждения ученой

степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.20 — физика пучков заряженных частиц и ускорительная техника. Работа обсуждалась на семинаре Лаборатории ядерных проблем ОИЯИ 14 ноября 2017 г.

Директор Лаборатории ядерных проблем
ОИЯИ
доктор физ.-мат. наук

В.А.Бедняков

Отзыв составил
начальник научно-экспериментального отдела
встречных пучков ЛЯП ОИЯИ
канд. физ.-мат. наук

А.С.Жемчугов

Адрес: 141980 Московская обл., г.Дубна, ул. Жолио-Кюри, д.6, ЛЯП ОИЯИ

Телефон: +7 (496) 2162014

E-mail: zhemchugov@jinr.ru