

Отзыв

официального оппонента кандидата физико-математических наук
Карманова Дмитрия Евгеньевича
на диссертацию Игоря Евгеньевича Чирикова-Зорина
"Развитие методики сцинтилляционных и газоразрядных трековых
детекторов для физики высоких энергий",
представленную на соискание ученой степени
кандидата физико-математических наук
по специальности 01.04.01 – приборы и методы экспериментальной физики.

В современных экспериментальных установках для фундаментальных исследований физики частиц, физики космических лучей, а также в ряде прикладных задач медицины широко применяются системы регистрации ионизирующих излучений на основе сцинтилляционных и газоразрядных датчиков. При этом, размеры отдельных частей подобных детекторов достигают нескольких метров, а общее их количество в системе – десятков и даже сотен штук. В этой ситуации особое значение приобретают научные работы посвященные методикам измерения параметров, испытаний и создания регистрирующих систем. Рецензируемая работа затрагивает именно этот круг **актуальных** проблем.

Основываясь на собственном опыте, в данном отзыве мне бы хотелось в основном затронуть часть диссертации, посвященную методике сцинтилляционных детекторов.

Основой любой экспериментальной работы является корректная методика экспериментальных измерений. В этой связи, представляется абсолютно правильной структура диссертации - описание работ автора в области сцинтилляционной методики (гл.1-3) логично начинается с предложенных диссертаном методов измерения параметров ФЭУ и пластиков и полученных им результатов (Гл.1 и 2), далее в Гл. 3 показано, как эти и другие результаты были использованы при создании сцинтилляционных годоскопов мюонной системы эксперимента CDF-II.

Рассмотрение вопросов **научной новизны** и **практической ценности** работы хотелось бы начать с представленной автором в первой главе методики измерения параметров ФЭУ, основанной на анализе (деконволюции) формы распределения амплитуд импульсов ФЭУ от низкоинтенсивного импульсного источника света. Этот метод в настоящее время стал классическим для подобных измерений. Предложенная автором математическая модель работы ФЭУ при малом количестве фотоэлектронов на первом диноде, лежащая в основе процедуры деконволюции, является физически обоснованной и, как показано автором, поддается модернизации для учета эффектов, характерных для определенных типов современных ФЭУ. Важно что, как показано в п.1.3 диссертации, методика оказывается полезной и для светорегистрирующих приборов значительно отличающихся

по конструкции и принципам работы от ФЭУ – для микропиксельных лавинных фотодиодов. Все это несомненно подтверждает практическую ценность этой части работы, научная новизна которой подтверждается рядом публикаций автора по данной теме.

Также важным вкладом автора в методику сцинтилляционных систем является предложенный им новый способ светосбора с крупноблочных сцинтилляционных пластиков - с помощью ленты из спектросмещающих WLS-волокон с двойной оболочкой, приклеенной к боковой стороне блока сцинтилляционного пластика. Этот изящный метод позволил упростить конструкцию сцинтилляционных счетчиков мюонной системы эксперимента CDF-II и снизить технические требования к ФЭУ данной системы. Кроме того, выполненные автором по оригинальным методикам измерения параметров сцинтилляционных материалов и WLS-волокон показали, что в предложенной конструкции счетчиков снижается влияние естественной и радиационной деградации пластика на характеристики системы. Последнее обстоятельство являлось крайне важным для эксперимента CDFII, где требовалась многолетняя (более 10 лет) стабильная работа систем в условиях радиационных фонов. Нужно отметить, что эти и другие идеи, методы, и конструктивные решения автора, реализованные в ходе работ в группе мюонной системы CDFII, доказали свою **практическую ценность** в процессе многолетней успешной работы эксперимента CDF-II.

Наконец, крупным достижением и важным вкладом автора в арсенал современного эксперимента является разработка полистирольного сцинтиллятора UPS 923A, который по совокупности параметров превосходит лучшие мировые аналоги. Данный пластик был использован при создании годоскопов мюонной системы CDF-II, а в настоящее время широко применяется в экспериментах по физике частиц (в т.ч. эксперимент OPERA). Здесь также хотелось бы отметить, что адекватная оценка преимуществ данного пластика стала возможна благодаря предложенным и реализованным автором методам измерений, рассмотренным ранее.

Кроме того, в работе представлен ряд идей и результатов, не относящихся напрямую к теме мюонной системы CDF-II. В частности, нельзя не упомянуть результаты исследований параметров микропиксельных лавинных фотодиодов – пожалуй, одно из первых в России, содержащее большой объем экспериментальной сравнительной информации по разным типам данных приборов. Также нужно отметить предложенную автором методику измерения координат треков частиц по центру тяжести распределений интенсивности световых вспышек в сцинтилляторе, измеренных системой спектросмещающих световодов. Эта идея, работоспособность которой была успешно подтверждена автором на прототипе, нашла свое применение в целом ряде экспериментов, в частности, подобная идея была реализована в трековой системе эксперимента D0 (Фермилаб), а в настоящее время, сходная методика реализуется в аппаратуре сцинтилляционного триггера эксперимента по исследованию космических лучей НУКЛОН (Россия, коллаборация НИИЯФ МГУ, ОИЯИ и др.).

Несколько слов о стиле автора. Представленная диссертация отличается тщательностью исполнения и большим вниманием к деталям. Решая ту или иную проблему, автор добивается ясности как в полученных результатах, так и в их изложении. В частности, рассматривая модель работы ФЭУ при малом количестве фотоэлектронов на первом диноде, автор не удовлетворился хорошим согласием модели с экспериментальными данными в рассмотренном приближении, но и рассмотрел предельный случай – т.н. “вспышки высокой интенсивности”, показав, что модель сохраняет физический смысл, но методика измерений усиления ФЭУ в этом случае становится зависимой от стабильности источника света. Кроме того, все экспериментальные результаты автора по измерению параметров ФЭУ, сцинтилляторов и спектросмещающих волокон сопровождаются четкими пояснениями по конструкции и принципам работы измерительных установок, что позволяет заинтересованному читателю использовать эти описания при проведении подобных работ.

Вообще, из чтения диссертации видно, что это плод многолетней тщательной работы, текст практически не содержит не только смысловых ошибок, но и просто грамматических ошибок или опечаток.

В заключение несколько слов о части работы, посвященной методике газоразрядных трековых детекторов (Гл. 4, 5). Оппонент не имеет значительного собственного опыта работы с данными системами, тем не менее, я с большим интересом ознакомился с этой частью работы. В частности, хотелось бы отметить полученные автором рекордные результаты по координатному разрешению в дрейфовой камере – 45 мкм, что сопоставимо с параметрами твердотельных микрополосковых (микростриповых) детекторов. Также представляется интересной и перспективной идея автора о последовательно-параллельном съеме информации с дрейфовых камер, к сожалению, мне не известно была ли она реализована в реальной экспериментальной установке. Кроме того, исследования автора по светочувствительности алюминиевых фотокатодов газоразрядных счетчиков и предложенная им теория этого процесса несомненно отвечают требованиям **научной новизны и практической ценности**. В частности, один из результатов данного исследования – о преимуществе графитированного лавсана в конструкции катода дрейфовых камер, в настоящее время стал классической рекомендацией при создании подобных приборов (правда не всегда реализуемой).

Нужно отметить, что эта часть работы также отличается тщательностью проведения всех измерений и аккуратной аргументацией выводов.

Подводя итог, можно сказать, что диссертация И.Е. Чирикова-Зорина представляет собой комплекс нескольких завершенных исследований, в которых решены новые научные задачи и получен ряд практически важных результатов. **Достоверность** представленных результатов полностью

подтверждается публикациями автора в реферируемых журналах и выступлениями на семинарах и конференциях, а также многолетней успешной работой годоскопа мюонной системы экспериментальной установки CDF-II.

Автореферат диссертации полно отражает её содержание. Основные результаты и выводы диссертации опубликованы. Диссертация по содержанию, качеству и значимости полученных результатов несомненно удовлетворяет требованиям ВАК, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а диссертант заслуживает присуждения степени кандидата физико-математических наук.

Кандидат физико-математических наук

Д.Е. Карманов

“27” августа 2014 г.

Подпись Д.Е. Карманова удостоверяю

Директор НИИ ядерной физики имени Д.В.Скобельцына
МГУ имени М.В.Ломоносова

профессор



М.И. Панасюк