

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации **Смирнова Александра Александровича**  
«ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ДЕТЕКТИРУЮЩИХ СТРУКТУР НА  
ОСНОВЕ CdTe и CdZnTe», представленной на соискание ученой степени кандидата  
физико-математических наук по специальности 01.04.07 – физика конденсированного  
состояния

В последние годы во всем мире наблюдается повышенная активность в разработке и всестороннем изучении характеристик полупроводниковых материалов с хорошим энергетическим разрешением. Особое внимание уделяется детекторам, не требующим охлаждения до температуры жидкого азота, что позволяет существенно уменьшить громоздкость детектирующего прибора. Подобные исследования носят не только чисто научный интерес, а определяются насущными потребностями различных прикладных областей, таких, как медицина (томографические, сканирующие, диагностирующие системы), геологоразведка, металлургия, обеспечение физической и транспортной безопасности (пресечение незаконного перемещения опасных и запрещенных материалов), контроль ядерно-опасных объектов, включая обеспечение их безопасности и гарантии нераспространения. Современная наука, в частности физика высоких энергий и астрофизика, также остро заинтересованы в получении новых высокоэффективных инструментов для исследований.

В связи с этим, работа **Смирнова Александра Александровича**, целью которой являлось всестороннее изучение электрофизических параметров исследуемых кристаллов CdTe и CdZnTe и детектирующих структур на их основе и установление корреляций между ними и характеристиками детекторов ионизирующих излучений, безусловно является **актуальной**.

Диссертация состоит из введения, пяти глав, основных результатов и выводов, списка литературы из 88 источников. Объем работы – 168 страниц текста, 90 рисунков, 30 таблиц.

В 1-й главе приведен обзор литературы, рассмотрены области применения, технологии изготовления и современные требования к качеству объектов исследования. 2-я глава посвящена методам исследования электрофизических характеристик, определены основные требования к подобным методам. В 3-й главе описаны разработанные математические модели. Большой объем смоделированных данных сравнивается с экспериментально измеренными спектрами гамма-излучения. Наблюдается хорошее согласие расчетных и экспериментальных данных, что подтверждает адекватность принятой физической модели. В 4-й главе представлены основные результаты исследования электрофизических характеристик детектирующих структур на основе CdTe и CdZnTe. Большой объем полученных результатов и их скрупулезный анализ подтверждает системный научный подход автора к изучаемой проблеме. 5-я глава посвящена результатам экспериментального исследования характеристик спектрометра энергий ионизирующих излучений на основе CdZnTe детектора.

Основываясь на результатах моделирования и экспериментах, а также их анализе, автор делает ряд **выводов**, среди которых наиболее значимыми представляются следующие:

- Установлены пределы электрофизических параметров материалов (удельное сопротивление и транспортные характеристики электронов) для создания высокоэффективных детекторов на основе монокристаллов.

- Определено, что наилучшие параметры транспортного переноса  $\mu_e$  электронов на детекторных структурах CdZnTe определяются малой концентрацией глубоких и мелких центров захвата носителей.

- Определены параметры, влияющие на качество детекторов и приборов на их основе: конструктивные элементы (величина питча, конструкция сеточных электродов, межсеточный промежуток, общее количество полос), параметры технологии изготовления детекторов (подготовка поверхности и формирование контактов), однородность монокристаллов и их электрофизические характеристики.

Результаты работы представляются **достоверными**. Они хорошо апробированы: опубликованы в 12 печатных работах, включая 4 статьи в изданиях, рекомендованных ВАК, а также представлены на 14 всероссийских и международных конференциях.

К содержанию автореферата имеется ряд замечаний.

В обзоре литературы можно было уделить несколько большее внимание новейшим приборам, разработанным на базе кристаллов CdTe и CdZnTe и активно рекламируемым на последних международных выставках.

В пятой главе с практической точки зрения было бы полезно привести расширенный список параметров исследуемых детекторов, например, временная нестабильность, температурная зависимость энергетического эквивалента шума, влияние загрузки, радиационный ресурс).

Однако сделанные замечания ни в коей мере не снижают научной и практической ценности работы.

Содержание автореферата позволяет утверждать, что работа выполнена на высоком научном уровне и представляет собой завершенное исследование. На основании автореферата можно заключить, что диссертационная работа Смирнова А.А. по актуальности, достоверности, научной новизне, объему проведенных в ней исследований и практической значимости полученных результатов отвечает критериям «Положения о порядке присуждения ученых степеней» (пп. 9 – 14), утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации № 842 от 24.09.2013 г. (с изменениями и дополнениями от 28.08.2017), предъявляемым ВАК Минобрнауки РФ к диссертациям на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук, соответствует паспорту специальности научных работников 01.04.07 - «Физика конденсированного состояния», а ее автор **Смирнов Александр Александрович**, несомненно заслуживает присуждения искомой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.07 - «Физика конденсированного состояния».

Чуваев Сергей Владимирович - кандидат физико-математических наук, ведущий инженер-физик АО «Научно-технический центр «Ядерно-физические исследования», эксперт Международной Электротехнической Комиссии (МЭК), эксперт Международного Агентства по Атомной Энергии (МАГАТЭ)

Адрес: 194021, г. Санкт-Петербург, 2ой Мушинский пр., д. 28

Тел: +7 (812) 2973924

E-mail: [chuevaev@yafi.ru](mailto:chuevaev@yafi.ru)

К.ф.-м.н

Чуваев Сергей Владимирович

Подпись С.В.Чуваева заверяю,

Директор АО «Наука и инновации» управляющей организации АО «НТЦ «ЯФИ»

Краев Олег Юрьевич