

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д720.001.03 НА БАЗЕ
МЕЖДУНАРОДНОЙ МЕЖПРАВИТЕЛЬСТВЕННОЙ ОРГАНИЗАЦИИ
ОБЪЕДИНЕННЫЙ ИНСТИТУТ ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПО
ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 06.07.2018 № 550

О присуждении Смолянскому Петру Игоревичу, гражданину РФ ученой степени кандидата физико-математических наук.

Диссертация «Изучение пиксельных арсенид-галлиевых детекторов на основе микросхемы Timerix» по специальности 01.04.01 «Приборы и методы экспериментальной физики» принята к защите 27.04.2018 (протокол заседания № 547) диссертационным советом Д 720.001.03, созданным на базе Международной межправительственной организации «Объединенный институт ядерных исследований» (ОИЯИ), 141980, Московская область, г. Дубна, ул. Жолио-Кюри, д.6, приказ о создании диссертационного совета от 11.04.2012 № 105/НК.

Соискатель Смолянский Петр Игоревич 1991 года рождения в 2013 году окончил Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Саратовский государственный университет им. Н.Г. Чернышевского». Освоил программу подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре в Саратовском национальном исследовательском государственном университете им. Н.Г. Чернышевского с 2014 года по направлению подготовки высшего образования 03.06.01 – Физика и астрономия. Удостоверение № 103-2017 о сдаче кандидатских экзаменов выдано в Саратовском национальном исследовательском государственном университете им. Н.Г. Чернышевского. Для сдачи кандидатского экзамена по специальности 01.04.01 – приборы и методы экспериментальной физики был прикреплен к Московскому физико-техническому институту. Удостоверение №151 о сдаче экзамена выдано в Московском физико-техническом институте.

В настоящее время работает научным сотрудником в Лаборатории ядерных проблем имени В.П. Джелепова Объединенного института ядерных исследований.

Диссертация выполнена в Лаборатории ядерных проблем имени В.П. Джелепова Международной межправительственной организации «Объединенный институт ядерных исследований».

Научный руководитель – Жемчугов Алексей Сергеевич, кандидат физико-математических наук, начальник Научно-экспериментального отдела встречных пучков Лаборатории ядерных проблем им. В.П. Джелепова Объединенного института ядерных исследований.

Официальные оппоненты:

Толбанов Олег Петрович, доктор физико-математических наук, профессор, заведующий лабораторией функциональной электроники, Радиофизический факультет, Национальный исследовательский «Томский государственный университет»

Воробьев Александр Павлович, доктор физико-математических наук, старший научный сотрудник, главный научный сотрудник Лаборатории детектирующих систем, Институт физики высоких энергий им. А.А. Логунова НИЦ «Курчатовский институт»

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация Федеральное государственное образовательное бюджетное учреждение высшего образования «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова» (Научно-исследовательский институт ядерной физики имени Д.В. Скобельцына), г. Москва в своем положительном отзыве, подписанном Федяниным Андреем Анатольевичем, доктором физико-математических наук, профессором, проректором Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова, указала, что диссертация посвящена

разработке пиксельных полупроводниковых детекторов для регистрации частиц и гамма-квантов. Отмечено, что диссертант выполнил очень большой объем экспериментальной работы на современном уровне, который характеризует его как физика-экспериментатора высокой квалификации. В отзыве указано, что результаты диссертации рассмотрены и одобрены на заседании Семинара экспериментальной физики высоких энергий НИИЯФ МГУ 21.05.2018 г. К недостаткам можно отнести некоторые неточности и опечатки, не влияющие на смысл и качество текста диссертации. Кроме того, практически все надписи и пояснения на рисунках и графиках сделаны на английском языке.

Соискатель имеет 8 опубликованных работ, из них 4 работы опубликовано в рецензируемых научных изданиях.

Наиболее значимые работы по теме диссертации:

1. A. Butler, ..., P.I. Smolyanskiy, et al. Measurement of the Energy Resolution and Calibration of Hybrid Pixel Detectors with GaAs:Cr Sensor and Timepix Readout Chip. Physics of Particles and Nuclei Letters, Vol. 12, No. 1, 2015.
2. P. Smolyanskiy, et al. Characterization of GaAs:Cr-based Timepix detector using synchrotron radiation and charged particles, J. Inst. 11, C12070, 2016.
3. P. Smolyanskiy, et al. Study of a GaAs:Cr-based Timepix detector using synchrotron facility, J. Inst. 12, P11009, 2017.
4. P. Smolyanskiy, et al. Properties of GaAs:Cr-based Timepix detectors, J. Inst. 13, T02005, 2018.

В диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем ученой степени работах.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы:

1. От д.ф.-м.н., профессора, заведующего лабораторией функциональной электроники, Радиофизический факультет, Национальный исследовательский «Томский государственный университет» Толбанова Олега Петровича, отметившего актуальность темы диссертационной работы, важной для понимания физических явлений, происходящих в системе HR-GaAs:Cr-Timepix детекторов. Также отмечается, что диссертационная работа является целостным,

самостоятельным законченным научным исследованием, отличающимся новизной значимых результатов. Достоверность полученных результатов обусловлена четкой постановкой задач и их решением с применением широкого набора взаимодополняющих современных экспериментальных методов физики конденсированного состояния.

В отзыве высказано четыре замечания:

1. Рис.2.8 построен некорректно. В соответствии с выражением, приведённым на стр.44 $\rho \sim \exp(E_g/2kT)$, тангенс угла наклона характеристики $\ln\rho \sim 1/T$ даёт $E_g/2k$, откуда и определяется E_g . Поэтому характеристика должна быть построена в координатах Аррениуса, т.е. $\ln\rho \sim 1/T$ для определения E_g .
2. Стр.95, Рис.4.23, чем объясняется поведение зависимости 1 при смещениях 0-300В. Следуя предложенному механизму формирования размеров кластеров, связанному с диффузионным расплыванием пакета движущегося заряда, должна быть обратная зависимость. При малых значениях напряжения смещения, когда скорости неравновесных электронов, определяемые как произведение подвижности на напряжённость электрического поля, невысоки, должны сказываться в большей степени диффузионные процессы, размывающие кластер.
3. Имеются некоторые неточности в определениях, например: - на стр.21, последний абзац – сомнительна справедливость формулы для коэффициента усиления $K=Q_{in}/C_f$, где Q_{in} – заряд, C_f – ёмкость; Автореферат, стр.8, 2-ой абзац сверху: термин «носители электронов»; стр.15, п.1.2 «Взаимодействие рентгеновского излучения с веществом»: Рассмотрено на примере взаимодействия с атомами углерода и свинца. 2. 2. Более предпочтительным было бы рассмотреть взаимодействие с GaAs либо другим полупроводниковым веществом; стр.48, рис.2.9. – путаница с обозначениями приведённых характеристик;
4. Работа написана грамотно, хорошим научным языком, хотя и присутствуют мелкие погрешности, связанные с орфографией, неправильным использованием падежей существительных и временным рассогласованием.

Например: стр.44,52 последний абзац, 54–1-ый абзац, 59-п.3.2, 92-п.4.3.2, 1-ый абзац, 93, последний абзац, 97, 1-ый абзац, 98, последний абзац.

Утверждается, что выявленные недостатки и замечания ни в коей мере не снижают научных достоинств диссертации, а скорее носят характер пожеланий на будущее.

2. От д.ф.-м.н., главного научного сотрудника Лаборатории детектирующих систем, Институт физики высоких энергий им. А.А. Логунова НИЦ «Курчатовский институт» Воробьева Александра Павловича, отметившего, что диссертация посвящена актуальной теме – разработке и систематическому исследованию гибридных пиксельных координатных детекторов на компенсированном хромом арсениде галлия со специализированными микросхемами TIMPIX, выяснению физики работы гибридных детекторов, разработке оптимизированных конструкций приборов, выявлению границ областей их применения. В отзыве отмечается, что результаты диссертационной работы уже в настоящее время широко используются в технологии изготовления детекторов на арсениде галлия и для создания рентгенографических систем в различных прикладных разработках.

Вместе с тем следует отметить несколько неточностей присутствующих в тексте диссертационной работы. Так в главе 1 при рассмотрении физических принципов эффекта разделения заряда между пикселями гибридной сборки (диффузия и кулоновское расталкивание в облаке неосновных носителей заряда) не рассмотрены емкостные связи между пикселями детекторной сборки, которые также дают вклад в этот эффект. Во второй главе диссертации говорится об измерении вольт-фарадных характеристик сенсоров из арсенида галлия, но результаты этих исследований в работе не представлены. В ряде мест диссертационной работы проводится сравнение результатов испытаний гибридныхборок на арсениде галлия и на кремнии, но нигде не дается описания какой сенсор из кремния используется.

По мнению оппонентов, автор диссертации заслуживает присуждения степени кандидата физико-математических наук.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается их высокой компетентностью и большим опытом исследований в соответствующей области.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработана методика и создан комплекс программ для итеративной попиксельной энергетической калибровки и выравнивания пороговых уровней пиксельных детекторов на основе GaAs:Cr и микросхемы Timerix, работающих в режиме измерения энергии, с использованием линий характеристического рентгеновского излучения. В результате достигнуто энергетическое разрешение 8.7 кэВ (FWHM) на 57 кэВ для GaAs:Cr-Timerix детекторов с толщиной сенсора 1 мм, что вдвое лучше разрешения, получаемого после обобщенной калибровки;

предложен метод измерения распределения по площади произведения подвижности носителей заряда в GaAs:Cr на время их жизни, используя в качестве электроники считывания микросхему Timerix;

доказана возможность применения пиксельных GaAs:Cr детекторов в системах рентгеновской радиографии и томографии наряду с кремниевыми, таким образом расширяя диапазон высокого поглощения гамма-квантов до 60-70 кэВ.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

доказана возможность применения модифицированного соотношения Хехта для расчета произведения подвижности на время жизни носителей заряда в GaAs:Cr;

применительно к проблематике диссертации результативно использованы численные методы Монте-Карло и методики обработки экспериментальных данных;

изучены требования, предъявляемые к детекторам рентгеновских изображений;

проведена модернизация методов выравнивания пороговых уровней в пиксельных GaAs:Cr-Timerix детекторов, что обеспечило получение новых результатов по теме диссертации.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:

разработаны и внедрены методы энергетической калибровки пиксельных GaAs:Cr-Timerix детекторов, которые используются в проекте ATLAS-GaAsPix **определены** границы применимости пиксельных GaAs:Cr-Timerix детекторов с различной толщиной сенсоров;

создана установка для измерения характеристик полупроводниковых детекторов элементарных частиц;

представлены рекомендации по настройке параметров микросхем Timerix для работы с сенсорами из GaAs:Cr.

Оценка достоверности результатов исследования:

обеспечена правильным выбором методики эксперимента, квалифицированным исполнением и общепринятой статистической обработкой результатов измерений, согласованностью теоретических выводов с результатами их экспериментальной проверки;

использованием результатов из научных публикаций по тематике диссертационной работы.

Личный вклад соискателя состоит в:

1. непосредственном участии в подготовке и проведении экспериментов;
2. обработке и анализе данных, полученных в ходе экспериментов;
3. подготовке четырех научных публикаций по материалам выполненной работы; (входящих в перечень рецензируемых российских и зарубежных научных журналов и изданий, рекомендованных ВАК РФ);
4. создании программного комплекса для обработки и анализа данных, получаемых с применением детекторов Timerix, а также для проведения попиксельной энергетической калибровки Timerix детекторов;

5. создании и введении в эксплуатацию при непосредственном участии автора установки для измерения характеристик полупроводниковых детекторов элементарных частиц.

На заседании 6 июля 2018 г. диссертационный совет принял решение присудить Смолянскому П.И. ученую степень кандидата физико-математических наук. При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 14 человек, из них 4 доктора наук (отдельно по каждой специальности рассматриваемой диссертации), участвовавших в заседании, из 21 человека, входящих в состав совета, дополнительно введены на разовую защиту 0 человек, проголосовали: за 14, против 0, недействительных бюллетеней 0.

Председатель

диссертационного совета

Русакович Николай Артемьевич

Ученый секретарь

Диссертационного совета

Карамышева Галина Анатольевна

6 июля 2018