

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Портного Александра Юрьевича на соискание ученой степени доктора физико-математических наук «Физические процессы формирования сигнала и фона при использовании энергодисперсионных детекторов рентгеновского и гамма-излучения»

В рецензируемом автореферате диссертации рассмотрена актуальная проблема описания отклика полупроводниковых детекторов при регистрации рентгеновского и гамма-излучения.

В зарубежной литературе эта проблема широко обсуждается в течение последних сорока лет, и большинство авторов постепенно пришло к выводу, что правильное описание функции отклика существует и может быть представлено для конкретного детектора в виде набора аналитических выражений, но физическое обоснование такого описания является неполным.

В частности, нет вразумительного объяснения эффекта образования протяженного «хвоста» слева от пика полного поглощения для фотонов заданной энергии (*flat continuum*) и эффекта резкого возрастания амплитуд в начале регистрируемого детектором спектра.

Вынос вторичных фотонов и электронов за пределы чувствительной области детектора не может объяснить наличия этих эффектов, что показано в многочисленных зарубежных публикациях, использующих моделирование процесса регистрации методом Монте-Карло. Но эти эффекты также нельзя объяснить, включая в модель сбор заряда в детекторе на основе известной теории, учитывающей захват носителей заряда (*trapping*) и возможные неоднородности поля в чувствительной зоне.

По этой причине работа автора диссертации А.В. Портного представляет значительный интерес и заслуживает пристального внимания, так как в ней сделана попытка все же дать полную физическую интерпретацию искажения амплитудного спектра по сравнению со спектром излучения, падающего на детектор.

К сожалению, сегодня в Российской Федерации практически нет возможности изготовления и исследования собственных детекторов высокого качества на основе кремния, германия, арсенида галлия или теллурида кадмия. Поэтому разработанная автором комплексная программа расчета амплитудных спектров особенно важна как исследовательский инструмент, но сравнение расчетов с экспериментом проводится для детекторов зарубежного производства.

Автором работы также сделана удачная попытка объединить модельный расчет амплитудного спектра детектора с модельным же расчетом процессов, происходящих в образце, облучаемом изотопным источником фотонов. Такая объединенная модель, в принципе, дает возможность решать задачи

рентгенорадиометрического анализа образцов на основе метода фундаментальных параметров с учетом реальной геометрии измерений с большими телесными углами разлета фотонов источника.

На основе расчетной модели автор подробно рассматривает варианты структур, состоящих из двух детекторов, включенных в схему совпадений или анти-совпадений. Эти структуры давно привлекают внимание исследователей, так как дают реальную возможность подавления фона при регистрации жесткого гамма-излучения. Обычно для этих целей германиевый детектор окружают большим сцинтилляционным детектором на основе кристалла NaI типа «колодца».

Однако в рентгеновском диапазоне энергий применение подобных двойных структур все же сомнительно, так как два детектора обязательно будут разделены довольно толстым барьером, состоящим из других материалов, и флуоресцентный сигнал от этих материалов значительно исказит конечный регистрируемый спектр.

Тем не менее расчеты двойных структур важны и интересны с теоретической точки зрения. Возможно, что в будущем изготовителям подобной техники удастся выращивать кристаллы двух детекторов таким образом, чтобы толщина разделяющего их барьера была несущественна (так называемые «дуодные» структуры).

К недостаткам диссертационной работы автора, судя о ней по автореферату, следует отнести:

1. Неполноту литературного обзора, так как отсутствует информация о ключевых источниках по определению главных параметров функции сбора заряда в полупроводниковом детекторе, а именно, среднего значения и дисперсии потерь заряда в зависимости от места поглощения фотона в чувствительном объеме кристалла.

2. Отсутствие указаний на характеристики комплексной программы расчетов: является ли она одномерной или трехмерной, учитывается ли неоднородность свойств детектора в радиальном направлении или только в направлении его оси, с какой скоростью работает программа при рассмотрении системы «источник-образец-детектор», применяются ли в ней методы ускорения счета с использованием существенной выборки, возможна ли замена изотопного источника на рентгеновскую трубку с известным спектром излучения.

3. Метод *Total Reflection* ошибочно назван основанным на полном внутреннем отражении, в то время как в нем используется полное внешнее отражение излучения от подложки, на которой расположена проба.

Указанные выше недостатки в целом не снижают ценности диссертации, которая актуальна, выполнена на достаточно высоком уровне, содержит новые научные результаты и имеет несомненную практическую ценность.

Учитывая то, что в отечественной практике подобное обширное исследование появляется впервые, следует признать, что автореферат диссертации А.В. Портного на соискание ученой степени доктора физико-математических наук «Физические процессы формирования сигнала и фона при использовании энергодисперсионных детекторов рентгеновского и гамма-излучения» отвечает всем требованиям, предъявляемым ВАК к авторефератам

докторских диссертаций, а автор диссертации Портной Александр Юрьевич заслуживает присвоения ему искомой ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 01.04.01 – «Приборы и методы экспериментальной физики».

Зам. Генерального директора

АО «Комита», к.ф.-м.н.



Александр Сергеевич Серебряков

“03” сентября 2018 г.

Адрес АО «Комита»: 197 101, СПб, ул. Рентгена, 1

Тел./факс: (812) 346 11 11

E-mail Серебрякова А.С.: alexs@comita.ru

Подпись руки А.С. Серебрякова заверяю:

Секретарь Научно-технического Совета

АО «Комита», к.т.н.



И.М. Малых



“03” сентября 2018 г.