

РЕЦЕНЗИЯ

върху дисертационен труд за присъждане на образователната и научна степен
„Доктор”

по професионално направление 4.1 Физически науки,
(докторска програма „Ядрена физика”)

Автор на дисертационния труд: Чавдар Чавдаров Дуцов, докторант към Физически Факултет на СУ „Св. Климент Охридски”

Тема на дисертационния труд: „Изследвания върху приложенията на метода на тройните към двойните съвпадения за абсолютни измервания на активност”

Рецензент: проф. дфн Кирил Асенов Крежов, член на научното жури съгласно заповед на Ректора на СУ № РД 38-355/16.07.2021

Професионално-биографични данни за докторанта

Чавдар Дуцов завършва средно образование през 2012 г. в родния си град София с диплома за отличен успех от националната природо-математическа гимназия акад. “Любомир Чакалов”, профил “Физика и Астрономия“. Лауреат е на престижни високи награди от редица национални и международни ученически олимпиади по физика и астрономия. Висше образование по физика получава от Физическия факултет на СУ “Св. Климент Охридски” със защитени с отличие (6.00) бакалавърска (2016 г.) и магистърска (2018 г.) дипломни работи по специализация „Медицинска Физика“ под ръководството на доцент д-р Красимир Митев от катедра „Атомна физика“. Чавдар Дуцов е работил като физик към ФзФ, занимавал се е със студенти при практическите занятия към курса „Метрология на йонизиращите лъчения“. Изграждането му като специалист в областта на регистрацията и метрологията на ядрените лъчения продължава със зачисляването му на 01.04.2019 г. в докторската програма „Ядрена физика“ на ФзФ-СУ като редовен докторант под ръководството на доц. Красимир Митев.

Останах с впечатлението, че натрупаният опит, отразен от Дуцов в магистърската дипломна работа на тема “Изследвания върху приложението на TDCR метода”, е бил задълбочен, допълнен и развит по време на неговите специализации в метрологичната лаборатория LNHB (Национална лаборатория Анри Бекерел) към LNE (Френската национална лаборатория по метрология) с целенасочени изследвания върху абсолютно определяне на радиоактивност посредством течно-сцинтилационни измервания. Постигнатите изводи и заключения, съчетани с резултати от упоритата работа в катедрата по Атомна физика, са послужили за основа на разработения и представен в срок дисертационен труд.

Цели и актуалност на разработвания дисертационен труд

Заглавието на дисертационния труд „Изследвания върху приложенията на метода на тройните към двойните съвпадения за абсолютни измервания на активност” отразява коректно неговото съдържание. Според дисертанта “*Първичното измерване на активност посредством TDCR метода*

представлява основен фокус на изследвания в настоящата дисертация”. Моето мнение е, че този труд описва поетапно едно активно и творческо преодоляване на методични и научни проблеми в отговор на възникващи предизвикателства през ограничен период на една редовна докторантура. Представените изследвания и разработки са конкретизирани върху разработване и утвърждаване на метода на тройните към двойни съвпадения в течна сцинтилационна среда като метод за абсолютни измервания на активност, включително относно създаването и изпитванията на компоненти на реално функционираща нова специализирана детекторна апаратура, реализираща Комптън - TDCR метода.

Актуалността на тематиката е извън съмнение, защото целта на изпълнените експерименти и тяхното математическо моделиране както и софтуерното и хардуерно обезпечаване на разработваната методика е натрупване на нови знания с пряко отношение към разработване и утвърждаване на иновативни метрологични методи и средства за определяне на радиоактивност. Ще отбележа по-общо, че решаването на проблемите, съпътстващи получаването на надеждни и достоверни резултати по метрология на йонизиращите лъчения, е предмет на активно международно сътрудничество, често изразяващо се чрез участие на национални и други подобрени лаборатории в измервания върху референтни материали. Дисертантът представя и резултати от успешните участия на метрологичната лаборатория на ФзФ в междулабораторни сравнения за стандартизация на тритиев разтвор, за активността на съдържаща радон вода и измервания относно поведението на радон в някои полимери.

Структура и съдържание на дисертационния труд

Дисертационният труд е написан на английски език, изложен е на общо 215 стр. Структуриран е в 12 глави, разпределени в 3 части. Обособени са 3 Приложения. Обхваща Заглавна страница, Благодарности, Съдържание (3 стр.), Използвани съкращения (1 стр.), Увод (3 стр.), Част 1 (31 стр.), Част 2 (55 стр.), Част III (75 стр.), раздел Научни приноси (1 стр.), раздел Публикации във връзка с докторантурата (2 стр.), Библиография от 159 заглавия (7 стр.), включваща публикациите и докладите с участието на докторанта. Представени са 69 фигури и 12 таблици.

Първата част на дисертацията (Глави 1 и 2, общо 31 стр.) показва уменията на дисертанта да синтезира и степенува по важност информацията от анализирани библиографични източници в исторически аспект относно измерването на радиоактивност с течни сцинтилатори под форма на смес (коктейл) и използваните детекторни системи с един или повече фотоелектронни умножители (ФЕУ). Тази част представлява полезно въвеждане в метрологията на йонизиращите лъчения с течни сцинтилатори. Дадено е внимателно описание на метода на тройните към двойните съвпадения (TDCR) и са формулирани условия за оценка на случайните съвпадения при този метод и пресмятане на ефективността за регистрация при определянето на активността на пробата.

В Част II (Глави 3, 4, 5 и 6, общо 55 стр.) са представени важни основни резултати на дисертанта при разработването на нов напълно оригинален подход за анализ на времевите аспекти на сцинтилационните събития и за отхвърляне

на фалшиви събития чрез отчитане на мъртвото време на детекторния комплекс. Дадено е подробно описание на разпределението на сцинтилационните събития във времето, съпоставена е ролята на бързото и забавено светлинно излъчване на сцинтилатора, сравнени са различните алгоритми за регистрация и оценка в методите на съвпадения при използване на течни сцинтилатори. Подробно е разгледано взаимно корелационното разпределение и приложението при TDCR. В края на тази част дисертантът е направил кратък преглед на представената информация в отделните глави и критично адресира основните предизвикателства за успешното приложение на функцията на взаимна корелация в радионуклидна метрология, използваща точно сцинтилационно броене.

Част III (Глави 7,8,9,10 и 11, общо 75 стр.) е посветена на използването на информацията от времевите разпределения при точно-сцинтилационни измервания. Показана е възможността за измерване на периода на полуразпадане на възбудени ядрени състояния посредством анализ на времевите разпределения. Новият подход е приложен успешно за ядра ^{57}Fe и ^{237}Np . Създадени са методи за оценка на приноса на случайните съвпадения и внасяне на корекции при броене с точно-сцинтилационна система с три ФЕУ. Показано е, че забавената флуоресценция също допринася към точността на оценката на активността пресметната чрез TDCR метода и поставя проблем за правилен избор на прозореца на съвпадения при измервания на лъчители с ниски енергии, анализиран чрез Монте-Карло симулации. Глава 10 описва разработката на нова детекторна система за първично стандартизиране на течно-сцинтилационни проби, която се състои от външен източник на моноенергетично гама лъчение и детектор на компютърни фотони работещ в схема на съвпадение с TDCR детекторна система. С новата Комптърн-TDCR система са получени интересни резултати относно поведението на комерсиални течни сцинтилатори/коктейли при облъчване с електрони с енергии в диапазона от 2 keV до 8 keV и в частност за стандартизиране на тритий и ^{55}Fe . В края на Част III дисертантът синтезира представената информация и основните изводи в отделните 5 глави.

В Глава 12 (2 стр.) озаглавена **Заклучения** са формулирани основните претенции на дисертанта за научните и методически приноси на дисертационния труд.

Приложени са три допълнения даващи пояснения и подробности за създадени от дисертанта програми: Приложение А (6 стр.) относно разработения Монте-Карловски подход за моделиране на сцинтилационните събития, Приложение В (6 стр.) относно изчисляването на функцията на взаимна корелация (cross-correlation) като са описани също усилията за оптимизиране на изчислителните процеси, Приложение С (2 стр.) с допълнителна информация, означена С1-относно възможен избор на конкретни модули за анализ и класифициране на открити светлинни импулсни събития и С2 – с показани допълнителни фигури за резултати от експерименти с новоразработената Комптърн-TDCR детекторна система

Отношение на дисертанта към съвременното състояние на проблемите

Дисертантът описва и анализира в дълбочина проблемите, които

съпътстват абсолютното измерване на радиоактивност чрез течносцинтилационни методи и при конструирането и реализирането на съвременни течносцинтилационни детекторни системи. Адресирани са както основни процеси в дозиметричните течни сцинтилационни среди, така и основни средства за регистриране на йонизиращи лъчения чрез течносцинтилационни измервания. Дисертантът показва в изложението добро познаване на фактите и резултатите на други автори, и критически осмисля и тълкува необходимата му информация. Не е допуснато самоцелно позоваване на литературни източници. Цитираната литература от 159 заглавия отразява достиженията и считаните за перспективни насоки в метрологията на йонизиращи лъчения с оглед на напредъка в симулиране на процесите в течни сцинтилационни среди и в алгоритмите за регистрация и оценка в методите на съвпадения. В публикациите по дисертацията също се представя исторически аспект и анализират актуални научни и практически достижения в областта.

Характеристика на материала, върху който се градят приносите на дисертацията

Оригиналният експериментален и теоретичен материал е изложен в Част II и Част III като текстът показва задълбочено разбиране на физичните основи на процесите в сцинтилационните среди и отразява дискуссионния характер от гледна точка на метрологията на възможностите за абсолютни измервания на радиоактивност. Общото ми впечатление е, че дисертационният труд е с много добра четивност и има качеството да представя информацията в логическа последователност,

Добро впечатление оставят размишленията на дисертанта върху възможностите за уточняване на получените решения и формулиране на бъдещи насоки за негови изследвания в областта на метрологията на йонизиращите лъчения. Възможността за провеждане на взаимно-корелационни измервания и получаване на светлинния добив с разработената Комптън-TDCR система вече са показани в дисертацията, но поотделно - раздел 6.1 за взаимно-корелационни измервания с Комптън-TDCR системата и раздел 10.4 за светлинния добив на сцинтилатора. Това са предпоставки за комбиниране на резултатите от двата вида измервания за получаване на по-обхватна информация за сцинтилатора.

Приноси на дисертационния труд

Формулираните от дисертанта в седем точки приноси в дисертационния труд са подкрепени с убедителни аргументи и факти и ги приемам. Приемам също дадената от него класификация на постиженията като научно-фундаментални, методически и научно-приложни в областта на течносцинтилационните методи. Сред приносите, получени с решаващо значение на работата на дисертанта бих отбелязал:

1. Разработени са методи за оценка на скоростта на броене на случайните съвпадения в TDCR измервания.

2. Изведено е взаимно-корелационното разпределение на времевите интервали между детектирани сцинтилационни събития и е показано как то може да бъде използвано за определяне на ефективността за регистрация и активността на течносцинтилационни проби.

3. Показан е ефектът на забавената флуоресценция върху активността пресметната с TDCR метода.

4. Разработена е Комптън-TDCR система с възможност за количествено охарактеризиране на светлинния добив на течни сцинтилатори.

За постигането на тези приноси, както и при другите отбелязани от дисертанта приноси, той е проявил и приложил творчески софтуерните си знания и умения.

Публикации по дисертационния труд и личен дял на дисертанта

Дейностите по експериментите, особеностите на разработените и/или приложени методики за извличане на надеждна физическа информация както и получените резултати с участието на дисертанта са представени достатъчно широко на международни и национални научни форуми и са обобщени в 9 публикувани научни трудове в специализирани списания. Авторските колективи на статиите и докладите са от 4 до 7 членни като във всички статии съавтор е научният раководител на дисертанта доцент Красимир Митев. В 4 статии дисертантът е на първо място в списъка на авторите. Приемам разпределението, както е посочено от дисертанта (от 9-те публикации 5 са с негов съществен принос).

Дисертантът не е дал сведения за независими цитирания на включените в дисертационния труд публикации с негово участие.

Автореферат

Авторефератът е представен в два варианта - на български език (58 с.) и в свободен превод на английски език (36 с.). Вариантът на български език е в раширена форма и на практика представлява самостоятелен обзор на автора върху дисертационния труд като номерацията на включените фигури и таблици се отличава от използваните в текста на дисертационния труд. Структурирането на изложението също е различно. Глава 1 в автореферата представя Част I в дисертацията, Глава 2 синтезира част от Глава 4 в дисертацията, Глава 3 обединява изложението в Глави 3,4,5 и 6 от дисертацията, Глави 4 до 9 резюмират Глави 7 - 12 от дисертацията. Сходно несъответствие в структурирането се установява в английския текст.

Въпреки неудобствата при четенето и съпоставянето на фактите, моята преценка е, че в двата варианта на автореферата достатъчно ясно и точно са отразени съдържанието на дисертацията, изводите и формулираните от дисертанта приноси.

Критични бележки и препоръки

Дисертационният труд е илюстриран много добре, изложението е стегнато и без повторения. Не установявам противоречия и недостатъци в логическата последователност на излагането на факти, извършените анализи и извличането на заключения, които да хвърлят сянка върху сериозната работа и достижения на дисертанта по темата и да подлагат под съмнение постигнатия професионализъм. Накратко, нямам принципни възражения към съдържанието и структурирането на дисертацията и към достоверността на изложените резултати и заключения.

Като недостатък намирам разликата в разпределението и наименованието на отделните структурни компоненти в дисертацията и вариантите на автореферата.

Заключение

Представеният дисертационен труд удовлетворява изискванията за придобиване на образователна и научна степен „Доктор” определени в Закона за развитие на академичния състав в Република България, правилника за приложение на този закон, както и във вътрешните правилници за неговото прилагане на Софийския Университет и Физическия факултет. А по наукометрични показатели той ги надхвърля. Дисертантът е участвал активно и е проявил аналитичните си способности при подготовката и изпълнението на важни етапи в развитието и утвърждаването на метода на тройните към двойните съвпадения за абсолютни измервания на радиоактивност. Той е имал съществени приноси и в идейно отношение като в конкретни методически и ключови софтуерни разработки е проявил инициативност и творческа самостоятелност. Може да се направи извод за изградена компетентност и убедително доказан потенциал на дисертанта за бъдещо развитие, включително и самостоятелно.

Въз основа на гореизложеното най-убедено призовавам почитаемите членове на Научното жури да гласуват ЗА присъждане на образователната и научна степен “ДОКТОР” на магистър Чавдар Чавдаров Дуцов.

София, 24 август 2021 г.

Р е ц е н з е н т:

/проф. дфн Кирил А. Крежов/