

## АВТОРСКА СПРАВКА

за приносния характер на трудовете  
от д-р Стефан Пешев Лалковски

**Относно:** участие в конкурс за длъжност “Доцент” в катедра Ядрена Техника и Ядрена Енергетика, Физически факултет, СУ “Св. Кл. Охридски”, обнародван в ДВ 95 от 29.XI.2016 г.,

Списъкът на всички публикации (Приложение 7а), в които съм автор или съавтор, съдържа 100 работи, по данни от Scopus към 17/01/2017. Тези работи са цитирани повече от 415 пъти и формират  $h\text{-index}=12$ , без автоцитатите. В този списък, трудовете са организирани според личния ми принос. В параграф I са поставени всички публикации, в които имам водеща роля, видима от първото ми място в авторския колектив. Те са разделени на под-категории: реферирани списания (I.A); материали от конференции, публикувани в международни списания (I.B.); публикации в български списания (I.B), и (I.G.) - други документи, не влизащи в горните категории. Параграф II съдържа публикациите, в които имам съществен принос и следват логиката на публикациите представени в параграф I, т.е. II.A. - публикации в международни реферирани списания; II.B. - публикации от конференции, представени от водещия автор; II.B. - публикации в български списания; и II.G – други публикации. Параграф III. съдържа научни публикации, в които участвам като съавтор, но в които нямам “видим” принос. Те са организирани както следва: III.A – публикации в международни реферирани списания; III.B – материали от конференции, публикувани в международни сборници и списания. Моят принос в публикациите от категория III варира от участие в експерименти (всички работи в рамките на колаборацията RISING, напр.) до участие с техника [III.A.10, III.A.37] и настройване на front-end електрониката на детекторите от  $\text{LaBr}_3:\text{Ce}$  [III.A.20, III.A.24, III.B.10 – Nucl.Instr.Meth. статия неправилно класифицирана в пълния списък като материали от конференции], планиране на експерименти и участие с хора и техника (в работите от кампанията EXILL+FATIMA напр. III.A.13), систематика на експериментални данни от литературни източници [III.A.6, III.A.28, III.A.50]. Приложеният пълен списък съдържа повече от 100 работи, тъй като включва няколко публикации в български издания, не-индексирани от SCOPUS, едно интервю и един документ за технически дизайн на многодетекторна система.

Работите, представени за разглежда от Журито на конкурса за заемане на длъжност “Доцент” към катедра Ядрена Техника и Ядрена Енергетика, обнародван в ДВ 95 от 29.XI.2016 г., са изброени в приложение 7б. Те представляват извадка от Приложение 7а, изключваща параграф III със съответните му подпараграфи III.A и III.B. Общият брой публикации в тази извадка е 33. Цитирани са над 85 пъти и формират  $h\text{-index}=6$ , без автоцитатите. От тези работи – 14 (8 – тип I + 6 – тип II ) са публикувани в международни реферирани списания с импакт фактор; 14 (8 – тип I +6 – тип II) – материали от конференции, публикувани в български и международни списания, 1 статия публикувана в Bulg.J.Phys., 2 публикации в годишника на Софийски университет; 1 – интервю, публикувано в ВВС Знание (България); 1 – Доклад за технически дизайн (оценен и одобрен за изпълнение от ЕСЕ комисията към FAIR).

Работите, върху които е построена дисертацията ми за придобиване на научната степен “Доктор” (2004 г.) са: [I.A.7, I.A.8, I.B.3 – I.B.8]. Работите [II.A.1, II.A.2, II.B.3, II.B.5] съдържат резултати от експериментални изследвания проведени в рамките на докторската ми дисертация. Всички публикации, свързани с докторската ми дисертация, в основната си част са публикувани преди 2005 г..

Работите [I.A.2, I.A.3, I.A.4, I.B.2, II.A.1, II.A.2, II.A.4, II.B.2, II.V.1, II.V.2, II.V.4] са направени с активно участие на мои студенти, обучавани в балакавърските и магистърските програми на Физически факултет при СУ.

Моите личните научни приноси в трудовете, представени за участие в конкурса, могат да бъдат групирани най-общо в следните четири категории:

### **1. Изследване еволюцията на ядрената колективност в областта на среднотезките преходни ядра**

Колективността е свойство, проявяващо се при ядрени системи с относително голям брой валентни частици. В представените работи са изследвани различни проявления на колективността на ядра от масовата област  $A \sim 100-110$ . А именно: гама нестабилност при ядрата на  $^{108-111}\text{Pd}$  [I.A.8]; октуполна колективност при  $^{98,100,102}\text{Mo}$  [I.A.6]; твърда триаксиалност при  $^{105}\text{Ru}$  [I.A.2]. Работите, публикувани след защита на докторската ми дисертация, са направени в сътрудничество с д-р А.Коричи (Франция) и доц.д-р Е.Стефанова (ИЯИЯЕ, БАН). Понастоящем работя върху проблеми касаещи структурата на ядрата  $^{111,113}\text{Ag}$ , получени като фрагменти на индуцирано делене от същия експеримент, проведен на EUROBALL преди около 20 години.

При този тип експерименти леки ядра биват ускорявани до енергии над Кулоновата бариера и биват отвеждани до мишена от тежки ядра, където протичат ядрени рекации с образуване на съставно ядро, което пък от своя страна се дели с определна вероятност. Обикновено се ползват мишени със златна подложка, която позволява бързо и ефективно спиране на откатните ядра, така че получените фрагменти да излъчват гама кванти от покой. В тази група от работи са изучавани именно данни от каналите на делене при рекации, проведени на многодетекторни системи за гама спектроскопия, които се характеризират с висока ефективност за многократни гама-съвпадения.

Направени са изчисления в рамките на Векторно-Бозонния модел за ядрата от масовата област  $A \sim 110$  и е наблюдавано систематично поведение на амплитудата на стагеринга като функция на числата на запълване [I.A.7]. Това поведение е обяснено чрез взаимодействие между основната и гама ивиците, което се появява естествено в рамките на модела. Работата е направена в сътрудничество с доц. д-р Н.Минков (ИЯИЯЕ), и представлява част от дисертацията ми за придобиване на ОНС "Доктор".

Направени са и числени пресмятания в рамките на модела IBM за неутронно-богати ядра с масови числа  $A=106$ , както и за неутронно-богатите ядра от изотоничната верига  $N=66$  [I.A.5]. Наличните експериментални данни са използвани за параметризиране на моделния хамилтониян. Така параметризирания хамилтониян е използван за предсказание на свойствата на ядрото  $^{106}\text{Zr}$ . Изказана е хипотезата, че при запазваща се структура на слоевете в тази масова област, ядрото на  $^{106}\text{Zr}$  би имало поведение на ядро намиращо се в средата на неутронния (50,82) слой. По-късно, в експеримент проведен в националната лаборатория използваща радиоактивни снопове в Япония (RIKEN), беше наблюдаван експериментално спектър на това екзотично ядро, който съвпадна с нашето моделното предсказание и беше една от първите експериментални индикации, че структурата на неутронните слоеве в тази масова област се запазва такава, каквато я познаваме от стабилните ядра. Работата е направена в сътрудничество с д-р Пит ван Изакер (GANIL, Франция).

**Личен принос:** off-line анализ; калибриране на детектори от свръх-чист германий по енергия и време; изследване функцията на отклик на съставни детектори; изучаване на процедури за сумиране на сигнали от индивидуални детектори в съставния Cluster детектор [I.B.5]; сортиране на данни; анализ на съвпаденията и конструиране на схеми на разпад [I.A.2, I.A.6, I.A.8, I.B.2, I.B.3, I.B.6, I.B.8, II.A.1, II.B.1, II.B.3, II.B.5]; систематизиране на експериментални данни и тяхната интерпретация в рамките на теоретични модели [I.A.5, I.A.7, I.B.4, I.B.7].

## 2. Изомерни разпади в екстремно неутронно-богати ядра

Метастабилни, или изомерни, състояния съществуват в атомните ядра. Това са състояния с времена на живот по-дълги от характерните ядрени състояния, които могат да бъдат измерени чрез директни методи. Това понятие е малко разтегливо, тъй като методите за директно измерване на времена на живот се усъвършенстват и ако допреди 30-40 години е било възможно директно измерване на времена от порядъка на няколко десетки наносекунди, то настоящите технологии позволяват директното измерване на времена в пикосекундната област. Тук се има предвид състояния с периоди на полуразпад съизмерими с разделителната способност по време на средно-голям германиев детектор.

В статиите, предоставени на Журито, е наблюдаван за първи път изомер в свръх неутронно-богатото ядро на  $^{117}\text{Rh}$  [I.A.3]. Това, до момента, са и единствените публикувани данни, съдържащи информация за възбудено състояние в това ядро. За първи път е наблюдаван гама разпад в  $^{122}\text{Ag}$  [I.A.4]. В  $^{123,125}\text{Ag}$  [I.A.4] са потвърдени изомери, разпадащи се до ираст ивициите, изградени върху  $\lg_{9/2}$  интродер състояние. Тези изомери са наблюдавани преди нашето изследване в експеримент, проведен в MSU (САЩ). Наблюдавани са и два нови изомера в тези две ядра. В  $^{124}\text{Ag}$  е наблюдаван нов изомер. Работата е публикувана едновременно със сходни резултати от експеримент, проведен в RIKEN (Япония). В  $^{126}\text{Ag}$  [I.A.4] е наблюдаван изомер, разпадащ се чрез един гама преход, което дава първата гама-спектроскопична информация за това ядро. Изомерът е публикуван по същото време от експеримент, проведен от конкурентна група от RIKEN.

Наблюдавани са изомерни разпади в  $^{117}\text{Ru}$  и  $^{121}\text{Pd}$  [I.B.2]. Експериментални данни за тези две ядра бяха публикувани преди нашето изследване в един доклад от конференция на конкурентна група от MSU. По-късно двата изомера бяха потвърдени и от експеримент, проведен в RIKEN.

Наблюдавани са изомерни разпади в  $^{112,113}\text{Tc}$  [II.A.5]. Наличието на изомерите е свързано с едновременно съществуване на аксиално симетрични и триаксиални форми.

Данните за свръх неутронно-богатите ядра бяха получени от експериментална кампания, проведена в GSI, Германия в периода 2006-2008 г. (Ръководители на експериментите, от които са взети данни за представените в настоящия конкурс резултати, са: проф. д-р А.Брус (Великобритания), д-р М.Горска (GSI, Германия), проф. д-р А.Юнгклаус (Испания)). Ядрата на  $^{112,113}\text{Tc}$ ,  $^{117}\text{Rh}$ ,  $^{117}\text{Ru}$ ,  $^{121}\text{Pd}$ , и  $^{122-126}\text{Ag}$  бяха произведени в релятивистко делене на  $^{238}\text{U}$  и/или фрагментация на  $^{136}\text{Xe}$ . При тези експерименти снопът от тежки ядра се ускорява от LINAC и се инжектира в синхротронен ускорител, където ядрата се ускоряват до релятивистки скорости. Ускорените ядра се отвеждат от ускорителя и се насочват към дебела берилиева мишена, където предизвикват реакции в обратна кинематика. В подобни експерименти се

“синтезират” стотици ядра. В GSI тяхното разделяне се осъществява посредством техника за измерване на време на прелитане (ToF) реализирана чрез фрагмент сепаратор, състоящ се от 4 диполни магнита. Полученият вторичен сноп се проследява ядро по ядро, използвайки детектори за заредени частици, и бива имплантиран в един от фокусите на сепаратора, използвайки пасивен или активен погълтател. Около погълтителя е монтирана многодетекторната система за гама кванти RISING. Проведените експерименти, в рамките на RISING колаборацията, бяха групирани в 3 кампании: кампания със спрени снопове, кампания с бързи снопове и кампания за измерване на g-фактори. Типичните авторски колективи от кампанията със спрени снопове са от 50-80 души.

**Личен принос:** on-line и off-line анализ на експерименти проведени в рамките на кампанията със спрени снопове; Калибриране на детектори от свръх-чист германий по енергия и време; Калибриране на детектори за тежки заредени частици – йонизационни детектори, многонишковы камери, сцинтилационни детектори. Разработване на софтуер за сортиране на експерименталните данни и изчисляване на набор от физични величини, като Z (атомен номер), A/Q (маса/заряд), ToF (време на прелитане), позиция на фрагментите – необходими за идентифицирането на фрагментите, енергии и интензитети на наблюдаваните гама преходи. Представяне на резултати на конференции; Интерпретация в рамките на модели; Подготовка на ръкописи [I.A.3, I.A.4, I.B.2] и публикуване.

Работата ми в това направление продължава. Понастоящем работя върху данни за екстремно неутронно-богати ядра на Rh и Sr. Тези данни са генерирани от експерименти проведени в RIKEN и са ми предоставени от колеги от същата лаборатория.

### 3. Разработване на технологии за измерване на пикосекундни времена

Проведени са пилотни експерименти за доказване на концепция (proof of concept) за измерване на субнаносекундни времена, използвайки хибридна детекторна система, състояща се от германиеви детектори и сцинтилационни детектори от LaBr<sub>3</sub>:Ce. Системата е охарактеризирана (II.A.4, Д.Радулов – Маг. Дипломна работа). Измерени са времена на живот в <sup>103,105,107</sup>Cd (С.Кисьов, Магистърска дипломна работа, II.A.2), <sup>95,96</sup>Mo (С.Кисьов, Магистърска дипломна работа, II.B.2) и <sup>103,105,107</sup>Pd (Десислава Иванова, Магистърска дипломна работа), <sup>99,101,103</sup>Ru (С.Кисьов, PhD, II.B.2, II.B.1). В резултат от тези експерименти е генериран голям набор от непубликувани данни, които биха били добър източник на информация за изготвяне на студентски дипломни работи.

**Личен принос:** Дизайн на експерименти (Приложен списък на проведени експерименти, proof-of-concept експеримент, публикуван в II.A.4 и II.A.2), ръководител (spokesperson) на експерименти в NIPNE (Romania), ILL (Grenoble), Kolen (Germany), ANL (USA). Ръководител на дипломанти [II.A.2, II.B.2, II.B.1, II.B.2, II.B.4].

Изработена е многодетекторна система (в рамките на проекта UK NuSTAR), състояща се от 36 сцинтилационни детектори от LaBr<sub>3</sub>:Ce. Системата е въведена в експлоатация по време на експеримент проведен в Argonne National Laboratory (САЩ), след одобрението на PAC-а оценчващ предложенията за експерименти. Тези работи са направени в рамките на колаборациите FATIMA и UK NuSTAR и в сътрудничество с колеги от Аргон (САЩ). Направен е принципен дизайн на хибридната система GAMASPHERE+FATIMA и на AGATA+FATIMA [I.B.1, I.B.1] в сътрудничество с инженери от Daresbury lab. По време на едномесечния експеримент в Аргон (най-дългия запомнен експеримент в най-

новата история на Gammasphere) бяха генерирани 17 ТВ данни. Анализа на данните е в ход.

**Личен принос:** UK NuStar Project Manager [I.Б.1]; дизайн [I.В.1, II.Г.1], тестване и въвеждане в експлоатация на многодетекторна система [I.Г.1], състояща се от 36 сцинтилационни детектора от LaBr<sub>3</sub>:Ce.

#### 4. Оценка на ядренни данни

Направена е оценка на данни за масовите вериги A=112, A=200 и A=207 в сътрудничество с д-р Ф.Кондев (Аргон). Работата на оценителя се състои в: събиране на абсолютно всички източници на спектроскопични данни за ядрата от дадена масова верига. Компилиране на данните от отделните реакции в ENSDF формат. Компилиране на данните от бета разпад в отделен сет. Проверки за съгласуваност на данните от различните източници и в рамките на един източник. При противоречиви данни се прави оценка на източниците и възприемане от оценителя на най-достоверната стойност. Изготвяне на “Adopted levels and gammas” - набор от данни, компилиран от всички данни. Провеждане на серия изчисления като: изчисляване на парциалните интензивности за преходите разреждащи всяко едно възбудено състояние; Изчисляване на вероятностите за всеки един преход, при известни мултиполности и времена на живот на матерното състояние; определяна на спиновете и четностите на състоянията въз основа на цялата налична информация; изчисляване на коефициентите на вътрешна конверсия за преходите, разреждащи възбудени състояния в ядра, получени от бета разпад; баланс по енергия и интензитети за всички набори от данни; въз основа на компилираните данни се изчисляват сравнителните периоди на полуразпад за данните от бета разпад. Оценените вериги се публикуват в рецензираното списание Nuclear Data Sheets. До същите компилации е доставен безплатен достъп на [www.nndc.bnl.gov](http://www.nndc.bnl.gov). Данните за всички масови вериги се използват за подготовка на вторични продукти като Nuclear Wallet Cards, NuDat, Table of Isotopes, специализирани търсачки и др. Те са използвани от изследователи провеждащи фундаментални изследвания, но също и при приложни изследвания и в индустрията (нуклеарна медицина, ядрена енергетика, национална сигурност и др.). От тази база данни, годишно, за всички 294 масови вериги, са наблюдавани над 1 млн. независими тегления от целия свят (по данни от J.Tuli, Главен редактор на Nucl.DataSheets и един от координаторите на мрежата NSDD).

**Личен принос:** Оценка на експерименталните данни за масовата верига A=112 [I.A.1], т.е. за <sup>112</sup>Zr, <sup>112</sup>Nb, <sup>112</sup>Mo, <sup>112</sup>Tc, <sup>112</sup>Ru, <sup>112</sup>Rh, <sup>112</sup>Pd, <sup>112</sup>Ag, <sup>112</sup>Cd, <sup>112</sup>In, <sup>112</sup>Sn, <sup>112</sup>Sb, <sup>112</sup>Te, <sup>112</sup>I, <sup>112</sup>Xe, <sup>112</sup>Cs. Личния ми принос в работите за масовите вериги A=200 [II.A.6] и A=207 [II.A.3] се състои в оценка на данните от всички съществуващи литературни източници за <sup>200</sup>Pt, <sup>200</sup>Au, <sup>200</sup>Hg, <sup>200</sup>Tl, <sup>200</sup>Pb, <sup>200</sup>Bi, <sup>200</sup>Po и <sup>207</sup>Hg, <sup>207</sup>Tl, <sup>207</sup>Pb, <sup>207</sup>Bi .  
Понастоящем работя върху оценка на масовата верига A=105.