

## РЕЦЕНЗИЯ

по конкурс обявен от Софийския университет „Св. Климент Охридски“ за заемане на академичната длъжност „**ДОЦЕНТ**“ в Катедра „Ядрена техника и ядрена енергетика“ по специалността

4.1. ”Физически науки (ядрена физика)”, съгласно обявата в ДВ, брой № 95 от 29.11.2016 г., с единствен кандидат: **СТЕФАН ПЕШЕВ ЛАЛКОВСКИ**, притежаващ научната и образователна степен „доктор“

Рецензент: **АНТОН НИКОЛАЕВ АНТОНОВ**, професор, доктор на физическите науки, асоцииран член на ИЯИЯЕ-БАН, член на научното жури по конкурса, назначено със заповед № РД 38-58 от 24.01.2017 г. на Ректора на Софийския университет „Св. Климент Охридски“

### 1. Кратки биографични данни за кандидата

Стефан Пешев Лалковски е роден през 1975 г. Завършва Физическия факултет на Софийския университет „Св.Климент Охридски“ през 1998 г. като магистър по физика (по програмата: „Физика на атомното ядро и елементарните частици“ на ФзФ на СУ) с диплома : серия А-99СУ № 139328 издадена на 08.06.1999 г. Средният успех на Ст.Лалковски по време на следването му е „много добър“ (5.06). Защитил е с оценка “отличен” (6.00) дипломната си работа по темата „Динамика на реакции с тежки йони. Реакции на сливане/делене: конкуренция между различните механизми на дисипация на енергия“ с научен ръководител ст.н.с. д-р Йорданка Пиперова.

Защитава дисертационен труд за научната и образователната степен „доктор“ през 2004 г. по темата: „Високоспинови състояния в ядрата Pd- 108,110, получени като фрагменти на делене. Ефекти на смесване на основната и гама-ивиците“ („High-spin states in Pd – 108, 110 nuclei, produced as fission fragments. Ground-gamma band mixing effects”) с научен ръководител доцент д-р Ани Минкова (от ФзФ на СУ) и научен консултант доцент д-р Николай Минков (от ИЯИЯЕ при БАН).

От 2003 до 2008 г.е работил като асистент в Катедрата по „Атомна физика“ на ФзФ при СУ, от 2005 до 2008 г. е бил старши асистент, а от 2008 г. досега е главен асистент в същата катедра. От 2006 до 2008 г. е бил научен сътрудник (post-doc) в Университета в гр.Брайтън (Англия). От 2014 до 2016 г. е работил като ръководител на проект (Project Manager) в Департамента по физика на Университета в Съри (Гилфорд, Англия).

Уверение № 498 от 21.12.2016 г., издадено от Софийския университет „Свети Климент Охридски“ показва, че Стефан Пешев Лалковски, на длъжност „главен асистент“ във Физическия факултет на Софийския университет „Св. Климент Охридски“, към 21.12.2016 г има общ трудов стаж 10 години, 10 месеца и 8 дни, които са по специалността.

## **2. Учебно-преподавателски опит на кандидата**

От 2001 г. досега д-р Ст. Лалковски води Лабораторен практикум по Атомна физика (задължителен курс); също от 2001 г. досега - Лабораторен практикум по Ядрена физика (задължителен курс); от 2008 г. досега води избран курс по Ядрена астрофизика (лекции и семинари); от 2009 г. до 2012 г. - Квантова физика, част 2: Ядрена физика (лекции и семинари за професионални бакалаври); в периода от 2010-2011 г. води избран курс по Модерни проблеми в ядрената физика (лекции), а в периода 2005 – 2006 г. - избран курс по Ядрена структура (лекции). През 2006-2008 г. води Лабораторен практикум за студенти в Университета в Брайтън (Англия).

От 2007 до 2016 г. д-р Стефан Лалковски е бил ръководител на 8 успешно защитени дипломни работи, от които 5 бакалавърски и 3 магистърски.

## **3. Научно-изследователски опит на кандидата**

Д-р Ст.Лалковски е представил за конкурса **33** научни публикации. Те са разделени в 2 части:

**Част I:** Публикации с водещо участие, в които той е първи автор в авторския списък и

**Част II:** Публикации със съществен принос (в които не е първи автор в авторския списък).

**Част I** съдържа 4 типа публикации:

**I.A-** статии в международни реферирани списания с импакт фактор. Те са **8**, от които в Nuclear Data Sheets-**1**, във Physical Review C- **5**, в Journal of Physics G- **1**, в European Physical Journal A- **1**;

**I.B-** статии в материали от конференции, публикувани в международни реферирани списания. Те са **2**: в Acta Physica Polonica B-**1** и в Journal of Physics: Conference Series-**1**;

**I.B-** статии в реферирани български издания – **8**. Тук влизат публикации в Bulgarian Journal of Physics, в “Nuclear Theory” (сборници от доклади, изнесени през различни години на ежегодния Международен семинар по теория на ядрото в Рила) и други.

**I.G-** тук кандидатът включва свое интервю, публикувано през 2016 г. във ВВС Знание 80 (България).

**Част II** съдържа също 4 типа публикации:

**II.A-** статии в международни реферирани списания с импакт фактор. Те са **6**, от които в Nuclear Data Sheets-**2**, във Physical Review C- **3**, в European Physical Journal A- **1**;

**II.B-** статии в материали от конференции, публикувани в международни реферирани списания. Те са **2**- в Journal of Physics: Conference Series;

**II.B-** статии в реферирани български издания – **5**. Тук влизат публикации в Bulgarian Journal of Physics, в “Nuclear Theory” (сборници от доклади, изнесени на ежегодния Международния семинар по теория на ядрото в Рила) и други;  
**II.G-** тук кандидатът включва доклад от 2015 г. за технически дизайн на детекторната система FATIMA (Fast TIMing Array), оценен и одобрен за конструиране от комисия към FAIR- ECE (Expert Committee Experiments).

Сумирайки, за конкурса са представени общо **33** научни публикации. От тях:

- **14** са статии в международни реферирани списания с импакт фактор (I.A+II.A). В **8** от тях кандидатът е с водещо участие (той е първи автор в авторския списък);
- **14** са в материали от конференции отпечатани в международни и български реферирани списания (**8**- съдържащи се в I.B и I.V и **6** –в II.B и II.V);
- представени са и още **5** публикации: **1** статия в Bulgarian Journal of Physics, **2** статии в Годишника на Софийския университет, един доклад от 2015 г. за технически дизайн, оценен и одобрен от комисия ECE (Expert Committee Experiments) към FAIR, както и интервю, публикувано през 2016 г. във ВВС Знание 80 (България).

Докторската дисертация на Стефан Лалковски е била построена върху **8** от представените за конкурса научни трудове (I.A.7, I.A.8, I.V.3, I.V.4, I.V.5, I.V.6, I.V.7, I.V.8).

Четири от публикуваните трудове на кандидата след 2004 година, а именно II.A.1, I.A.2, II.V.3 и II.V.5, съдържат резултати от експерименти проведени по време на работата му върху докторската дисертация.

От посочените по-горе данни се вижда, че броят на научните трудове на кандидата, публикувани в авторитетни научни издания, надхвърля препоръчителните изисквания за придобиване на длъжността „доцент“ във Физическия факултет на Софийския университет.

Приложената „Справка за цитиранията“ показва, че научните трудове, представени от д-р Ст. Лалковски за конкурса, са цитирани **85** пъти (без самоцитати), като h-индексът е равен на **6**.

Общият импакт-фактор на представените трудове (даден ми от кандидата) е **36**.

Следва да отбележа, че освен представените за конкурса научни трудове, пълният списък от публикации на кандидата съдържа и статии включени в **Част III** („Други статии“) с общ брой **78**, в които, както той сам преценява в приложената „Авторска справка“, „няма видим принос“. Тази част съдържа следните подкатегории:

**III.A** - **57** статии в международни реферирани списания с импакт фактор и  
**III.B** - **21** труда публикувани в материали от конференции.

В почти всички публикации от **Част III** кандидатът участва в научни колективи със значителен брой сътрудници.

Пълният списък на публикациите на д-р Стефан Лалковски, представен в Приложение **7а**, включва над **100** научни труда по данни на SCOPUS (към 17.1.2017 г.), които (съгласно кандидата) са цитирани повече от **415** пъти (с изключени самоцитати) и имат h- индекс равен на **12**.

Д-р Ст. Лалковски е представил „Списък на проведените научни експерименти”, в които е бил ръководител или координатор в периода от 2007 г. до месец януари 2016 година. Списъкът съдържа 18 експеримента, проведени както следва: 1- в ANL (САЩ), 3 – в ILL (Гренобъл, Франция), 2- в GANIL (Франция), 10- в НИФЯИ (Букурещ, Румъния), 1- в ИКР (Кьолн, Германия) и 1- в HIL (Варшава, Полша). В 16 от тях той е бил ръководител (spokesperson) и съ-ръководител, а в 2 е бил координатор.

Считам, че кандидатът има натрупан много съществен опит в съвместната си работа с международни колективи по задачи от „предния фронт“ на ядрената физика.

#### **4. Основни научни приноси на кандидата**

Бих искал да отбележа, че трудовете на гл.ас. д-р Стефан Лалковски съдържат многобройни приноси, но обемният материал прави невъзможно тяхното по-детайлно представяне и анализиране в рамките на няколко страници. Както вече отбелязах в т.3, докторската дисертация на Стефан Лалковски е била построена върху **8** от представените за конкурса научни труда (I.A.7, I.A.8, I.B.3, I.B.4, I.B.5, I.B.6, I.B.7, I.B.8). Те са били подробно рецензирани, поради това по-долу ще дам по-общо описание на основните приноси на д-р Лалковски в тези трудове, а по - конкретно ще отбележа тези в останалите му работи.

Научните приноси в трудовете на д-р Стефан Лалковски се заключават главно в: а) получаване и доказване на нови факти и б) получаване на потвърдителни факти. Резултатите представляват приноси с фундаментален характер във физиката на атомното ядро, определящи нови съществени данни за структурата на широк кръг от средно-тежки слабо-деформирани и преходни атомни ядра. Може да се твърди, че методите за анализ на данните от експериментите съответстват на поставените научни цели в областта на ядрената спектроскопия.

Важна задача на всеки рецензент при представяне на главните научни резултати на даден кандидат, е да посочи неговия принос. Считам, че личният принос на д-р Ст. Лалковски в трудовете, представени за участие в конкурса, е много съществен. Познавам Стефан Лалковски още от студентските му години, слушал съм докладите му на Международния семинар по теория на ядрото в Рила и съм имал с него разговори по научни теми. Както вече посочих, в Част I от представения списък от публикации за конкурса той е първи автор в **8** статии в международни реферирани списания с импакт фактор (I.A) и на **8** статии в материали на

конференции публикувани в международни реферирани списания и български реферирани издания (I.B и I.B).

По мое мнение, личните приноси на д-р Стефан Лалковски се състоят главно в:

- 1) предложени и осъществени експерименти в областта на ядрената физика (както отбелязах, той е бил ръководител на 16 и координатор на 2 експеримента осъществени от международни колективи в известни научни центрове: ANL – САЩ, Гренобъл, GANIL Кьолн, Букурещ и др.) ;
- 2) анализи на експериментални данни по време на експеримент и след него (on-line and off-line);
- 3) калибриране на детектори от свръхчист германий по енергия и време; калибриране на детектори за тежки заредени частици- йонизационни детектори, многонишкови камери, сцинтилационни детектори;
- 4) разработване на софтуер за сортиране на експериментални данни и изчисляване на набор от физични величини;
- 5) интерпретация на експериментални данни с използване на теоретични модели;
- 6) представяне на резултати и подготовка на ръкописи за публикуване;
- 7) кандидатът е бил ръководител (Project Manager ) на проекта UK NuSTAR, в рамките на който са изградени три детекторни системи за FAIR;
- 8) оценка на експериментални данни за масовата верига  $A= 112$ ; оценка на данните от всички налични литературни източници за масовите вериги  $A= 200$  и  $A= 207$ ;
- 9) обучение на дипломанти, което е също една от важните дейности на д-р Ст. Лалковски.

Кандидатът в конкурса е групирал резултатите си в 4 категории, които приемам и накратко ще оценя:

[1]. В областта на средно-тежките преходни ядра ( $A= 100-110$ ) са изследвани характеристики на колективни движения в ядрата. Проведен е цикъл от изследвания по синтез на ядра посредством реакции на сливане с изпарение. Те са извършени в сътрудничество с екип от Националния институт по физика и ядрено инженерство (НИФЯИ, Магуреле- Букурещ) в Румъния. Анализирани са и данни от експерименти, проведени на EUROBALL III, целящи изучаване на ядрената структура на фрагменти, получени при индуцирано делене. Експериментите включват ускоряване на леки ядра до енергии над Кулоновата бариера, които се насочват към тежка мишена. Ядрените реакции протичат през съставно ядро, което се дели с определена вероятност. В ядрата от изследваната област се наблюдават различни форми – сферични (ядрата в близост до магичните изотопи на Sn), деформирани (ядрата в близост до  $^{104}\text{Zr}$ ), триаксиални (ядрата на Pd и Ru) и октуполни ( $^{98,100,102}\text{Mo}$  и циркониевите им изотопи). В някои от тези ядра се наблюдава и съвместно съществуване на формата. Това налага използването на различни теоретични подходи за описание на ядрената структура. Направен е теоретичен анализ в рамките на векторно-бозонния модел за ядра с масово число  $A$  около 110. Той показва систематично поведение на амплитудите на стагетинг като функция на числата на запълване. Ползотворната работа на Ст. Лалковски с доцент д-р Николай Минков от ИИЯЕ-БАН е довела до обяснение на посочените експериментални резултати чрез взаимодействието между основната и гама-

ивиците. Намерено е и теоретично обяснение на възбудените състояния в  $^{98,100,102}\text{Mo}$  в рамките на т.нар. квадрупол-октуполен модел развит в същата група в ИЯИЯЕ.

Съвместно с професор Пит ван Изакер (GANIL-Франция) е направено описание на спектроскопични наблюдаеми в ядра от масовата област  $A \sim 100$  и е предсказан спектърът на  $^{106}\text{Zr}$  - ядро намиращо се в средата на неутронния слой ( $50 \div 82$ ). За целта, въз основа на наличните експериментални данни е параметризиран Хамилтониана в модела IBM1 за неутронно-богати ядра от изобаричната  $A=106$  и изотоничната  $N=66$  вериги. Направеният анализ позволява теоретично предсказване на спектъра на екзотичното ядро  $\text{Zr-106}$ . Подходът се състои в изучаване на структурна еволюция в три различни вериги от ядра: изотопични, изотонични и изобарни, като тяхното поведение се екстраполира към въпросното екзотично ядро. В експеримент, проведен няколко години по-късно в RIKEN (Япония), е показано, че енергетичният спектър на това ядро е в много добро съгласие с направеното моделно предсказание. Получените експериментални данни подкрепят хипотезата за устойчивост на неутронния слой по посока на неутронно-богатите циркониеви изотопи и в частност - по отношение на запазване на интензивността на спин-орбиталното взаимодействие.

## [2]. Изучаване на изомерни разпади в екзотични неутронно-богати ядра.

Тук ще спомена наблюдавания за първи път изомер в свръх-неутронно-богатото ядро  $\text{Rh-117}$  ( работа I.A.3). То е синтезирано в GSI- Дармщадт при делене на ядра  $\text{U-238}$ , ускорени до релативистични енергии. Наблюдаваното изомерно състояние е с период на полуразпад  $t_{1/2} = 138(14)$  ns. Потвърдени са два изомера в  $\text{Ag-123,125}$  (работа I.A.4) и са наблюдавани два нови изомера в същите ядра. Изотопите на Ag са получени в два различни експеримента, проведени в GSI с участието на д-р Лалковски: при фрагментация на сноп  $\text{Xe-136}$  и при делене на  $\text{U-238}$ . Наблюдавани са общо 8 изомерни състояния в  $\text{Ag-122-126}$ . Нов микросекунден изомер е наблюдаван в ядрото  $\text{Ag-122}$ . В  $\text{Ag-124}$  по метода на забавените съвпадения е измерен периодът на полуразпад на междинно състояние, до което се разрежда наблюдаваният изомер. Теоретичният анализ е проведен в рамките на ядрения слоист модел, както и с използване на феноменологични подходи, основани на схеми на сдвояване на валентни частици движещи се в сферично-симетрично средно поле. Подчертава се ролята на интродер- състоянията  $\pi g_{9/2}$  и  $\nu h_{1/2}$  за формиране на наблюдаваните изомери в  $\text{Ag-122-126}$ . Успоредно с екип, провел експеримент в RIKEN (Япония), е наблюдаван изомер в ядрото  $\text{Ag-126}$ , разпадащ се чрез един гама-преход. Това е най- богатото на неутрони ядро на сребро, достижимо за методите на гама- спектроскопията. Наблюдавани са и изомерни разпади в неутронно- богатите ядра  $\text{Ru-117}$  и  $\text{Pd-121}$ , а също и в  $\text{Tc-112,113}$ , свързани с едновременно съществуване на аксиално-симетрични и триаксиални форми. Кандидатът е отбелязал, че работата му по обработка на данни за екстремно неутронно-богати ядра на Rh и Sr, получени в RIKEN- Япония, продължава.

[3]. Разработка на технологии за измерване на пикосекундни времена.

Бих искал да отбележа, че приносите на кандидата по този пункт се свеждат до:  
- концептуален дизайн и провеждане на пилотни експерименти за «доказване на концепция» за измерване на суб- наносекундни времена чрез хибридна детекторна система от германиеви детектори и сцинтилационни детектори LaBr<sub>3</sub>:Ce.

Кандидатът е работил по системата за измерване на суб-наносекундни времена в Румъния (по-късно прераснала в многодетекторната система RoSphere) и FATIMA (като ръководител на българския екип в колаборацията, а и като Project Manager на проекта UK NuStAR, през който е финансирано участието на Великобритания във FAIR и DESPEC/FATIMA, в частност.). В няколко работи, представени от кандидата за участие в настоящия конкурс, са измерени времена на живот в Cd-103,105,107, Mo-95,96, Pd- 103,105,107 и Ru-99,101,103. В тези експерименти са участвали и дипломанти на д-р Ст. Лалковски. Отбелязва се, че предстои обработка на голяма част от получените данни;

- Един от експериментите, ръководен от д-р Ст. Лалковски, е свързан с въвеждане в експлоатация на многодетекторната система FATIMA. Експериментът е проведен в Аргонската национална лаборатория (САЩ). За целта многодетекторната система е транспортирана от Европа и успешно интегрирана към Gammasphere. В този експеримент е използван <sup>252</sup>Cf източник и за период от един месец са записани 17 ТВ данни, които позволяват извличане на нови резултати за неутронно-богатите ядра, получени при спонтанното делене на този източник.

[4]. Тук следва да се отбележат работите на кандидата съвместно с д-р Филип Кондев (от ANL) по оценка на данни за масовите вериги A= 112 (работа I.A.1), A= 200 (II.A.6) и A=207 (II.A.3). Д-р Ст. Лалковски отбелязва, че понастоящем се работи по анализ и на масовата верига с A=105. Оценката на данни включва различни компоненти, като например: събиране на всички спектроскопични данни за ядрата от изучаваната масова верига, проверка на съгласуваност, изчисляване на парциални интензивности за преходи и вероятността за всеки преход, определяне от наличната информация на спина и четността на състоянията, изчисляване на коефициентите на вътрешна конверсия за преходите, установяване на баланс по енергия и интензитети за всички групи от данни, изчисляване на сравнителните периоди на полуразпад за данните от бета-разпад и други. Резултатите от оценените от кандидата вериги са публикувани в три статии в Nuclear Data Sheets и се ползват от специалистите в областта на ядрената физика, а също и за приложни изследвания (медицина, индустрия и др.).

## 5. Бележки

1). В работа I.A.4 (т. [2]) остава открит въпросът за това, че реалистични пресмятания с използване на голямо пространство с валентни състояния в някои случаи не могат да възпроизведат последователността на нивата.

2) Ще спомена също и факта, че моделът на триаксиален ротор плюс частица не е в състояние да обясни затруднените изомерни M1 – преходи към основното състояние на ядрото Ru-105 (A.I.2). Този проблем, отбелязан от д-р Ст. Лалковски

при изследване на структурата на Ru-105, показва сложността на ниско-енергетичната част на неговия спектър, където се конкурират едночастични степени на свобода с тричастични кластерни състояния и колективни движения. Въпросът е широко дискутиран, но остава открит.

Отбелязвам, че споменатите актуални проблеми следва да се имат предвид в бъдещи изследвания на кандидата.

## **6. ЗАКЛЮЧЕНИЕ:**

Трудовете на гл.ас.д-р Стефан Лалковски съдържат съществени приноси в експерименталната ядрена физика, а също така се използват и в теоретични работи, посветени на изследвания на ядрената структура и ядрените реакции.

С много добрата си квалификация и работата си, както във Физическия факултет на Софийския университет, така и в чуждестранни водещи научни институти, например в ANL-САЩ, Гренобъл, Кьолн, GANIL, Букурещ, Варшава и др., д-р Стефан Лалковски е заслужил авторитета си на активно и успешно работещ учен сред физическата колегия в областта на ядрената физика.

Считам с убеденост, че със своите научни резултати и цялостната си дейност като физик, главен асистент доктор **Стефан Пешев Лалковски** напълно отговаря на изискванията за академичната длъжност „доцент” на ФзФ на СУ. Позволявам си да призова уважаемите членове както на научното жури, така и на Факултетния съвет на Физическия факултет на Софийския университет „Свети Климент Охридски”, да му присъдят академичната длъжност „доцент” по специалността 4.1. ”Физически науки (ядрена физика)”.

27.03. 2017 г.

Рецензент:

Антон Николаев Антонов

доктор на физическите науки,  
професор,  
асоцииран член на ИЯИЯЕ- БАН

---