

Рецензия
на дисертационен труд
за придобиване на образователната и научна степен „доктор”
в професионално направление 4.1 „Физически науки“
по процедура за защита във Физическия факултет
на Софийския университет „Св. Климент Охридски“

Рецензията е изготвена от: **професор Румен Василев Ценов, доктор на науките - пенсионер**

(академична длъжност, научна степен, име, презиме, фамилия - месторабота)

в качеството му на член на научното жури съгласно Заповед № РД 38-56/30.01.2025 г. на Ректора на Софийския университет.

Тема на дисертационния труд: *“ Изследвания с детектора CMS: Методи, базирани на машинно обучение за прецизни измервания и автоматизация на обслужването на детектори в експеримента CMS”*

Автор на дисертационния труд: Елтон Шумка

I. Общо описание на представените материали

1. Данни за представените документи

Кандидатът Елтон Шумка е представил дисертационен труд на английски език, автореферат на английски и български език и две от задължителните таблици за Физическия факултет¹, изискващи се от [Правилника за условията и реда за придобиване на научни степени и заемане на академични длъжности в СУ „Св. Климент Охридски“](#). Представени са и 8 на брой други документи, а именно автобиография, магистърска диплома, декларация за авторство на дисертационния труд, становище от доц. Б. Павлов и доц. П. Петков, ръководители на докторанта на базата на протокол за проверка на оригиналността на дисертационния труд, също представен. Представени са списък на 4 публикации по темата на дисертацията, в които докторантът е съавтор, както и самите публикации и списък от 3 доклада и самите доклади, представени в съавторство от кандидата на конференции, а така също и две писма от ръководни лица в колаборацията CMS, потвърждаващи съществения принос на дисертанта в публикациите и докладите².

¹ Таблица ДЗ не е представена.

² Необичайно е писмата да са без дати.

Комплектът от представени документи е подготвен без нужното внимание и отговорност. Имам следните забележки.

В първоначално представения комплект документи лисваше информативна автобиография, писма от колаборацията CMS за съществен принос, списък с указания къде са публикувани докладите на конференции, както и самите доклади. Липсваха и доказателства за публикуване на две от работите.

След мое писмо до председателя на научното жури доц. В. Кожухаров повечето от пропуските бяха запълнени, но едва след около 3 седмици. В документите продължава да отсъства справка за съответствие на публикациите с допълнителните изисквания към кандидатите за придобиване на научни степени във Физическия факултет на СУ „Св. Климент Охридски“ (Таблица Д.3). Предполагам, че това не е съвсем случайно по следните причини.

В работа №1 от представения списък докторантът е първи автор, поради което му се признава съществен принос. Работата е текст на доклад на конференция, публикуван в сборника на конференцията, отпечатан в NIMA-Proceedings. Тук мога да призная 20 точки (Q2). Работа №2 е все още само препринт в arXiv, поради което не мога да призная никакви точки. Работа №3 е представена в обновления комплект документи като все още в „процес на публикуване“ съгласно писмото на координатора на офиса на NIM за публикуване на сборници от конференции до първия автор Антон Димитров, изпратено на 1 април 2025 г. Съгласно моя справка в базата данни *inspirehep.net*, работата е публикувана на 11 април 2025 г. Nucl. Instrum. Meth. A 1076 (2025) 170506, <https://dx.doi.org/10.1016/j.nima.2025.170506> (20 точки). Изследванията, описани в работа №4, изобщо не са отразени в дисертацията. Считам, че тази работа няма отношение към дисертационния труд (0 точки). И така, до тук останаха 40 валидни точки, които все пак покриват минималните изисквания.

От представените постер и два доклада на конференции последният, от 2024 г., няма отношение към описаните в дисертацията изследвания и следва да отпадне.

В крайна сметка имаме две публикации в NIMA-Proceedings, един доклад на конференция и един постер, които удовлетворяват едвам-едвам минималните изисквания на ЗРАСРБ, ППЗРАСРБ и Правилника за условията и реда за придобиване на научни степени и заемане на академични длъжности в СУ „Св. Климент Охридски“ (ПУРПНСЗАДСУ).

2. Данни за кандидата

Елтон Шумка е роден на 11 ноември 1994 г. в град Долна Горица, Албания. През 2013-2016 г. следва в университета „Фан С. Ноли“, Корча, Албания, от където получава бакалавърска степен по математика и физика. След това се оказва в България и завършва успешно магистратура във Физическия факултет на Софийския университет по специалност „Физика на ядрото и елементарните частици“ (2017-2020 г.). Успехът му от семестриалните изпити в магистърската програма е 6.00. След това работи като изследовател към НИС на Софийския университет.

В документите няма сведения кога е зачислен и отчислен като редовен докторант в катедра „Атомна физика“ и как се е справял с обучението си като докторант.

3. Обща характеристика на научните постижения на кандидата

Основните достижения на кандидата са в две посоки, обединени от прилагането на алгоритми, базирани на машинно обучение (Machine Learning, ML) както в анализа на данни за извличане на много редкия разпад $B_s^0 \rightarrow J/\psi\phi(1020)$ и оценка на големината на CP нарушаващата фаза в него в експеримента CMS на Големия адронен колайдър (Large Hadron Collider, LHC), така и в мониторинга на работата на камерите със съпротивителна плоскост (Resistive Plate Chambers, RPC) в същия експеримент (главно на тока в камерите) и прогнозиране на възможните откази на някои от каналите за регистрация.

Кандидатът не е участвал в други процедури за присъждане на степента „доктор“ или за заемане на академична длъжност. Трудовете са оригинални, няма доказано плагиатство в дисертацията и автореферата.

По-детайлно научните постижения на докторанта, свързани с дисертацията му, ще бъдат разгледани по-долу. Тук искам да отбележа, че освен включените в дисертацията – по моя преценка – 2 публикации и един препринт, докторантът е съавтор на още 204 публикации в списания с импакт-фактор. Цитиранията са 2496. H-индексът е 23. (Съгласно същата база данни *inspirehep.net* към 17 април 2025 г.) Тези астрономически числа са следствие от публикационната политика на големите международни колаборации в CERN като CMS, ATLAS, ALICE, LHCb и други, върху която отделните им членове нямат влияние. Подобни числа не могат да бъдат използвани за оценка на научната продуктивност и нейното качество на който и да е член на подобна международна колаборация.

4. Характеристика и оценка на преподавателската дейност на кандидата (ако има изискване в ПУРПНСЗАДСУ за това)

В документите на кандидата няма сведения за негова преподавателска дейност. Такава и не се изисква за получаването на научната и образователна степен „доктор“. Обикновено докторантите в катедра „Атомна физика“ водят поне един семестър учебни занятия (семинари или лабораторни упражнения), но това зависи от техния учебен план, нуждите на катедрата и научните им ръководители.

5. Съдържателен анализ на научните и научно-приложните постижения на кандидата, съдържащи се в материалите за участие в конкурса

Представената на английски език дисертация съдържа 153 страници, оформени в увод, 5 глави и допълнения. В първа глава е описан процесът на получаване на ускорени снопове протони от ускорителния комплекс на CERN, завършващ с LHC. Според мен тук има много неща, които

нямат общо с темата на дисертацията, например описанието (слава Богу, кратко) на детекторите ATLAS, ALICE и LHCb на LHC, както и на дизайна на ускорителната схема на LHC. След това идва описание на елементите на детектора CMS, в което само мюонната система и нейната подсистема от RPC имат отношение към по-нататъшния текст в дисертацията.

Втора глава започва с изложение на същността на Стандартния модел на силите и взаимодействията на елементарните частици, което следва буквално известните лекции на Antonio Pitch. Има съответния цитат, макар и непълен. По-нататък е представено феноменологичното описание на смесванията на леките и тежките неутрални мезони в Стандартния модел и възможното проявление на нарушаване на CP инвариантността при тези смесвания. Правилно е наблегнато на смесването на неутралните B_s мезони, изследването на което е една от темите в дисертацията. Далеч съм от мисълта, че представеният текст е самостоятелно творение на автора. Той е взет от някъде, но лисва цитат. Това е сериозен пропуск. Между другото, в уравнения (2.63) и (2.64) липса по един индекс H . Главата завършва с представяне на феноменологичното описание на разпада $B_s^0 \rightarrow J/\psi\phi(1020)$ и измерените до сега параметри на смесване.

Нататък следват оригинални резултати.

Глава 3 представя приносите на автора в осъществяването от експеримента CMS наблюдаване на смесване на неутралните B_s мезони в горния разпад и измерването на параметрите на това смесване.

Идентифицирането на разпадането на неутрален B_s мезон в търсения канал при взаимодействието на насрещните протонни снопове със сумарна енергия 13 TeV се базира на работата на тригера от високо ниво HLT (High Level Trigger). Не е обяснено какво представлява самият тригер, как работи, каква е ефективността му, какви отклонения предизвиква в отбраните колекции от събития, какви и колко фонове събития привнася. Представени са алгоритмите за обозначаване (tagging) на събитията без техен анализ. Например, какъв е статистическият смисъл на величината P_{tag} , уравнение (3.4), наречена „мощност на обозначаване“? Редица аббревиатури като PV, SV, SS не са разшифровани. Фигура 3.4 не е обяснена подробно и от нея не може да се разбере принципът на самото измерване.

Приносите на кандидата са в:

- създаването на алгоритъм за оценка на ъгловата ефективност на установката при регистриране на търсените разпади чрез метода на оценка на ядрото на интегралния оператор за извличане на средни стойности, усъвършенстван с бързо Фурие преобразование. Алгоритъмът е кодиран в рамките на пакета CERN ROOT. Предимството тук е главно в по-малкото компютърни ресурси, необходими за изчисленията, т.е. по-малко време.
- разработване на процедура за претегляне на Монте Карло генерираните събития на търсения разпад, основана на невронни мрежи, като се използва методът BDT (Boosted Decision Trees) от CERN-овския пакет TMVA (Toolkit for Multivariate Data Analysis).

- разработване на оригинални процедури за изваждане на фона под пика на неутралния B_s мезон, както и за оценка на приноса на разпадите на Λ_b бариона в разглежданата извадка от събития.

В края на тази глава са представени получените резултати за параметрите на смесването и CP нарушението в системата на неутралните B_s мезони. Твърдението е, че това са първите такива измервания с използването на $B_s^0 \rightarrow J/\psi\phi(1020)$ разпада. Представени са и световните усреднени данни, както и теоретични оценки (Табл. 3.13). За световните усреднени данни е използвана публикация от 2023 г., в която данните са към 2021 г., виж Табл. 2.4, които не отчитат публикуваните през 2024 г измервания на LHCb, отразени в компилацията на Particle Data Group, pdg.lbl.gov. Всички данни в Табл. 3.13 се съгласуват помежду си в рамките на указаните неопределености. За съжаление, тези резултати са публикувани засега само в препринт в [arXiv.org](https://arxiv.org).

Приносите на Елтон Шумка за получаване на горните резултати се потвърждават в писмо от един от координаторите на групата за анализи на данните от CMS в областта на B-физиката Dmytro Kovalskyi.

Втората част от резултати (гл. 4 и гл. 5) включват създаването на софтуер, базиран на невронни мрежи, за следене на работата на системата от RPC, по-специално мониториране на токовете във високоволтовото захранване на камерите, предсказване на възможните неизправности, базирано на историята на работа на камерите и автоматизиране на отклика на това предсказание.

Приносите на кандидата тук са в:

- Разработване на софтуерен пакет, използващ алгоритъм, базиран на машинно обучение, за мониторинг на токовете в RPC системата чрез откриване на аномалии и последващо моделиране на поведението на токовете. Логиката му за вземане на решения генерира известия, които помагат на операторите да предвидят евентуални проблеми в камерите преди те да доведат до аварийно изключване.
- Пакетът е интегриран в общата софтуерна рамка на RPC системата. Освен това в общата рамка са добавени пакети за изпълнение на задачи, наречени автомати, които в перспектива позволяват да се изгради обратна връзка към контролните системи на детектора, като в крайна сметка се постигне осигуряване на оптимална работа чрез автоматично регулиране на параметрите на RPC системата посредством автоматизирано наблюдение и корекции.

Резултатите от гл. 4 и гл. 5 са изложени в два доклада на конференции, които са публикувани в серията от сборници на конференции (proceedings) на списанието Nucl. Instr. Meth. A. Личният принос на кандидата се потвърждава в писмо от ръководителя на екипа на RPC системата на CMS д-р Salvatore Buontempo.

6. Критични бележки и препоръки

Дисертацията (на английски език) и авторефератите на английски и на български са оформени много добре графично. Авторефератите достатъчно пълно отразяват съдържанието на дисертацията. Имам дребната забележка, че на заглавната страница е написано, че дисертацията се представя за степента *Doctor of Philosophy*. Такава степен няма в България и Софийският университет не я присъжда. Присъжда се *Educational and scientific degree "doctor"*.

При четенето имах проблем с библиографията. Повечето от цитатите са непълни. Липсва съществена информация, което пречи лесно да се открие съответният източник. Цитатите [3] и [4] на стр. 98 не са свързани с библиографския списък.

7. Лични впечатления за кандидата

Нямам лични впечатления от кандидата.

8. Заключение

След като се запознах с представените дисертационен труд, автореферати и други материали и въз основа на направения анализ на тяхната значимост и съдържащи се в тях научни и научно-приложни приноси, **потвърждавам**, че научните постижения отговарят на изискванията на ЗРАСРБ и Правилника за приложението му и съответния Правилник на СУ „Св. Климент Охридски“ за **придобиване на образователната и научна степен „доктор“**. В частност, кандидатът удовлетворява минималните национални изисквания в професионалното направление 4.1 „Физически науки“ и не е установено плагиатство в представените по конкурса дисертационен труд, автореферат и научни трудове.

Давам своята **положителна** оценка на дисертационния труд.

II. ОБЩО ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Въз основа на гореизложеното **препоръчвам** на научното жури да присъди **образователната и научна степен „доктор“** в професионално направление 4.1 „Физически науки“ на Елтон Шумка.

23 април 2025 г.

Изготвил рецензията: проф. дфзн Румен Ценов
(академична длъжност, научна степен, име, фамилия)