

СТАНОВИЩЕ
на дисертационен труд
за придобиване на образователната и научна степен „доктор”
в професионално направление 4.1. Физически науки,
по процедура за защита във Физически факултет (ФзФ)
на Софийски университет „Св. Климент Охридски“ (СУ)

Становището е изготвено от: **доц. д-р Мартин Василев Макариев - ИЯИЯЕ-БАН**,
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: “Research with CMS detector – Machine Learning methods for
precision measurements and detector automation at the CMS experiment”

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 тема “Research with CMS
detector – Machine Learning methods for precision measurements and detector automation at the
CMS experiment”, автореферат на български и английски език и задължителните таблици за
ФзФ от Правилника за условията и реда за придобиване на научни степени и заемане на
академични длъжности в СУ „Св. Климент Охридски“.

Представени са четири публикации – 2 публикувани, 1 приета и 1 подадена за
публикуване, материали за участие в 3 конференции – 1 с постер и 2 с презентации и две
писма от водещи автори, удостоверяващи приносите на Елтон Шумка.

Представената дисертация е с обем 153 страници и се състои от увод, 5 глави,
заключение, основни приноси, списък с публикации и участия на конференции, 1 приложение
и списък с използваната литература от 103 заглавия, 114 фигури и 18 таблици. Авторефератът
е представен на български и английски език и изцяло отразява структурата и съдържанието на
дисертационния труд.

Представените по защитата документи от кандидата съответстват на изискванията 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 завършва бакалавър в Университет "Фан С. Ноли", Корча. В периода 2017
– 2020 се обучава за магистър в СУ "Св. Климент Охридски" , София. През 2021 г. започва
докторантура под ръководството на доц. д-р Борислав Павлов и доц. д-р Пейчо Петков.

3. Обща характеристика на научните постижения на кандидата

Основният физичен резултат в дисертацията е прецизното измерване на CP-нарушение в разпада $B_S^0 \rightarrow J/\psi\phi(1020)$, използвайки данни от експеримента CMS на ускорителя LHC при енергия $\sqrt{s} = 13 \text{ TeV}$. Получената стойност за фазата на нарушаване на CP симетрията ϕ_S е $-73 \pm 23(\text{стат}) \pm 7(\text{сист}) \text{ mrad}$, като тя се отличава от предсказанието на Стандартния модел на 1.5 стандартни отклонения и на повече от 3 стандартни отклонения от нула.

Съществена част от дисертацията е посветена на Камерите със съпротивителна плоскост (RPC) на детектора CMS. Основен принос на кандидатът е разработения от него автоматизиран инструмент за мониторинг на тока на тъмно на RPC камерите, позволяващ откриването на аномално поведение, а също така и подаване на предупреждение при такива ситуации. Този инструмент използва подход базиран на Машинно обучение, като са приложени два метода – Обобщен линеен модел и Автоенкодър. Той включен като част от общата автоматизация в работа на RPC камерите.

Дисертацията е разделена на две части, като първата част е въвеждаща и съдържа 2 глави, а във втората са представени резултатите и съдържа 3 глави, заключение и научни приноси, и 1 приложение. В глава 1 е представен експеримента CMS на ускорителя LHC в ЦЕРН. Специално внимание е обърнато на Камерите със съпротивителна плоскост, оперирането на които заема съществена роля в дисертацията.

В глава 2 са описани теоретичните инструменти за изследване на CP нарушението в разпада $B_S^0 \rightarrow J/\psi\phi(1020)$. Въведени са физичните параметри, чрез които се описва този разпад, като са представени както теоретичните им предсказания, така и предишни измервания.

Глава 3 е основна част от дисертацията. В нея са представени резултатите на параметрите въведени в глава 2, описващи CP нарушението в разпада $B_S^0 \rightarrow J/\psi\phi(1020) \rightarrow \mu^+\mu^-K^+K^-$. Тук авторът описва детайлно извършения анализ – селекция данни, реконструкция на събития, определяне на ъгловата ефективност за реконструкция на крайните продукти на разпада, претегляне на Монте Карло събитията, оценка на фона и по специално на бариона Λ_b , чиято маса е близка до тази на B_S^0 . В алгоритмите за анализ е сериозно застъпено използването на Дълбоки невронни мрежи. Резултатите са представени в табличен вид.

Последните две глави са свързани с работата на докторанта по Камерите със съпротивителни плоскости на детектора CMS. В глава 4 е описан инструмент за откриване на аномалии в работа на RPC камерите чрез мониторинг на токовете протичащи в тях. Алгоритъм е базиран на машинно обучение, като са използвани две модела – Обобщен линеен модел и Автоенкодър. Показано е, че първият дава по-добри резултати при дългосрочен мониторинг, а вторият при краткосрочен мониторинг.

Глава 5 е посветена на автоматизацията на работата на RPC камерите. Това включва събиране, синхронизиране и автоматично обработване на данни свързани с функционирането

на RPC камерите. Разработени са над 40 автоматични процеса, наречени автомати, всеки от които изпълнява специфична задача и с помощта на които се изследват различни параметри в работата на RPC камерите. Целта е да се постигне саморегулиране на параметрите на детектора, така че да се сведе работата на операторите до наблюдение, като по този начин се намалят човешките грешки и закъсненията в реакцията.

В Заключението са изложени резултатите от дисертацията, а научните и научно-приложните приноси са описани накратко в отделен параграф.

В приложението е представена имплементация на JAVA на автоматизацията на RPC камерите представена в глава 5.

Елтон Шумка е представил 4 статии свързани с дисертационния труд. Две от тях са публикувани – 1 в списание Q1, 1 в списание Q2, на която кандидатът е кореспондиращ автор, една е приета за публикуване в списание Q2 и една е подадена за публикация. Участвал е в три конференции – 2 презентации и 1 постер. Представени са и две писма от водещи автори в колаборацията CMS, които удостоверяват приносите на докторанта.

С така представените материали Елтон Шумка покрива изискванията към кандидатите за придобиване на научни степени по направление 4.1. Физически науки, съответно 50 точки по група от показатели А, 85 точки по група от показатели Г, а също така и допълнителните изисквания на Физическия факултет на СУ „Св. Климент Охридски“ по групи E25, E27 и E30. Включените в дисертационния труд научни публикации не повтарят такива от предишни процедури за придобиване на научно звание и академична длъжност. Няма доказано по законоустановения ред плагиатство в представените дисертационен труд и автореферат.

4. Характеристика и оценка на преподавателската дейност на кандидата

Елтон Шумка няма преподавателска дейност.

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

Авторът е дефинирал следните научни и научно-приложни приноси, които приемам:

- Прецизно е измерено CP нарушението в разпада $B_S^0 \rightarrow J/\psi\phi(1020)$.
- За изучаване на разпада $B_S^0 \rightarrow J/\psi\phi(1020)$ са разработени следните алгоритми и

процедури:

- Алгоритъм за определяне на ъгловата ефективност за реконструиране на крайните продукти на разпада $B_S^0 \rightarrow J/\psi\phi(1020)$.
- Нова процедура за претегляне на събитията от Монте-Карло извадки, базирана на машинно обучение.
- Процедура за оценка на фона генериран от Λ_b .

- Разработен е инструмент за откриване на аномалии в работата на RPC камерите, чрез мониторинг на токовете протичащи през тях. Използвани са два модела – Обобщен линеен модел и Автоенкодър, базирани на машинно обучение.

- Този инструмент е включен в по-широкия контекст на цялостната автоматизация на оперирането на RPC камерите, разработена на JAVA.

Представените 4 статии са в списания с импакт фактор. В една от тях Елтон Шумка е кореспондиращ автор. Освен това са представени две писма от водещи автори от колаборацията, удостоверяващи приноса на докторанта. Посочени са и три участия в конференции. Така представените документи са в съответствие с минималните национални изисквания и

минималните изисквания на ФЭФ.

6. Критични бележки и препоръки

Нямам критични бележки, но се забелязват някои неточности – Фигури 1.4 и 1.5 се споменават в текста преди фигура 1.3, а следва фигурите да са подредени по последователността на въвеждането им в текста; $1 \text{ барн} = 10^{-28} \text{ м}^2$, а не см^2 ; В някои формули са пропуснати символи, като 2.63, 2.64, 2.70, а също и 2.27 от Автореферата; Формула 3.22 не съответства на формули 3.20 и 3.21, а отговаря на тегло преди трансформацията от формула 3.19; На фигури 3.14 и 3.15 не е указано с кой символ са означени реалните данни и с кой Монте Карло данните. Тези забележки са от редакционен характер и биха могли да бъдат отстранени с един внимателен преглед на дисертацията и автореферата.

7. Лични впечатления за кандидата

Нямам лични впечатления.

8. Заключение

След като се запознах с представените дисертационен труд, Автореферат и другите 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“ (за придобиване на научна степен „доктор на физическите науки“)**. В частност кандидатът удовлетворява минималните национални изисквания в професионалното направление 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

05.05.2025 г.

Изготвил становището: доц. д-р Мартин Макариев