

РЕЦЕНЗИЯ

По конкурса за професор по професионално направление 4.1. Физически науки /Физика на елементарните частици/, „Физика (физика на елементарните частици)“, обявен в ДВ, бр.100 от 15.12.2017 г с единствен кандидат д-р Леандър Борисов Литов, доцент в катедра „Атомна физика“ на ФзФ при СУ „Св. Кл. Охридски“

Рецензент: Ваню Джанков Чолаков
Проф. д-р при ПУ „П. Хилендарски“

За участие в конкурса за професор по физика в СУ „Св. Кл. Охридски“ г-н Литов е представил 101 независими труда, които не са използвани при защитата на дисертацията му за степента „доктор по физика“, в конкурса за доцент в СУ и при защитата на дисертацията му за степента „доктор на науките“ и които са от научната област на конкурса.

Биографични данни

Г-н Л.Литов е роден през 1955 г. в София, завършва Физическия факултет на СУ „Св. Кл. Охридски“ през 1980 г. специалност „Атомна физика“. Своята Академична кариера започва като лаборант в Лабораторията по Теоретична физика, ОИЯИ–Дубна (1979–1980), а след това като физик в ИИЯЕ на БАН - София (1980-1981г.). През 1981 г. г-н Л.Литов заминава в дългосрочна командировка в ОИЯИ, Дубна като научен сътрудник в началото в Лабораторията по теоретична физика, (1981 – 1983 г.), а по-късно (1983-1990 г.) в Лабораторията по ядрени проблеми.

След завръщането си в България започва работа в катедра „Атомна физика“ на ФФ, където работи и до сега. Последователно е заемал научни длъжности като „главен асистент“ (1991- 1997 г.), а от 1997 г. е доцент по „Физика на ядрото и елементарните частици“.

Научно изследователската си дейност г-н Л.Литов започва Лабораторията по теоретична физика на ОИЯИ, Дубна и се занимава се с изследване на суперсиметрични модели. С неговото активно участие, са получени основни резултати са свързани с построяване на операторите на Казимир за N-разширена суперсиметрична алгебра с централни заряди и въвеждането на нов клас суперпространства, известни сега като аналитични суперпространства.

През 1983 г. Л.Литов се прехвърля на работа в Лабораторията по ядрени проблеми на ОИЯИ и се присъединява към колаборацията HYPERON. Основната му дейност включва разработка, конструиране и експлоатация на черенковски детектори и електромагнитни калориметри с радиатор от оловни стъкла. Участва в разработка на методи и софтуер за обработка на данни и детекторна симулация, физическа интерпретация на експерименталните данни, а така също и в разработката на физическа програма и детекторен дизайн.

С негово съществено участие са измерени сеченията за раждане на К-мезони в адрон-ядрени взаимодействия. Разработен и теоретичен модел на адрон-ядрени взаимодействия, отчитащ ефектите на екраниране на цвета в процеса на формиране на адроните. Тези резултати съставят основата на защитената от Л.Литов дисертация за придобиване на образователна и научна степен „доктор“.

През 1990 г. му е присъдена първа премия на ОИЯИ за серия работи върху „Екраниране на цвета в адрон-ядрени взаимодействия”.

След завръщането си от Дубна през 2001 г-н Л.Литов продължава да осъществява научноизследователската си дейност главно чрез участие в големи международни проекти и Колаборации . Той се включва в експеримента NA48, провеждащ изследвания на разпади на неутрални и заредени K-мезони на ускорителя SPS в ЦЕРН. Взема участие в обработката на вече набрани експериментални данни от експеримента NA48, като работата му е свързана основно с Монте Карло симулация и анализ на данни за детектора NA48, разработка на методи за идентификация на частици на базата на невронни мрежи, провеждане на експериментите NA48/1 и NA48/2.

Като някои по-важни резултати получени с неговото съществено участие могат да се отбележат: измерване на форм-факторите и относителните вероятности на Ke3 разпади и определяне на V_{us} елемента на матрицата на Кабибо-Кобаяши-Маскава, наблюдаване за пръв път на редки разпади на Ks-мезони, наблюдаване на особеност в разпределението на $\pi^0\pi^0$ инвариантната маса от разпада $K^{\pm} \rightarrow \pi^{\pm}\pi^0\pi^0$ и най-точно определяне на дължините на $\pi\pi$ разсейване, измерване на матричните елементи на разпадите $K^{\pm} \rightarrow \pi^{\pm}e^+e^-$ и $K^{\pm} \rightarrow \pi^{\pm}\mu^+\mu^-$ и измерване на формфакторите на разпадите Ke4.

В тези изследвания активно участват и защитават под негово ръководство дисертации 4 негови докторанти.

През 2005 г. на Л. Литов е присъдена Втора премия на ОИЯИ за „Измерване на форм-факторите на Ke3 разпадания“.

Получените с негов съществен принос резултати по изследване на полулептонни разпади на неутрални и заредени каони съставят основата на успешно защитената от г-н Л. Литов през 2016 г. дисертация за придобиване на научната степен „доктор на физическите науки“.

Паралелно със серията експерименти NA48, Л. Литов активно се включва в подготовката на нов експеримент. Групата, която той ръководи, поема отговорността за разработването на детектори за регистрация на фотони летящи под малки ъгли спрямо снопа. Избрана е технология за тяхното конструиране и произведен прототип, който премина успешно изпитания на ускорителя SPS в ЦЕРН. Детекторите са инсталирани в експерименталния комплекс NA62 и успешно участват в набора на данни през 2016 и 2017 г. В момента експериментът NA62 продължава набора на данни. Паралелно с него се извършва и анализ на вече набраните данни и са получени първите физически резултати.

Г-н Л. Литов е член на управителния съвет на колаборацията.

Л. Литов успешно се включва в експеримент NA49 на SPS, CERN (2002-2008) като член на колаборацията NA49, която провежда един от експериментите, ориентирани към търсене на ново състояние на материята – кварк-глюонна плазма. Този експеримент изучава взаимодействия на тежки йони (Pb–Pb) на ускорителя SPS.

Леандър Литов започва работа по проектирането и развитието на експеримента CMS през 1991г. като се включва във формиращата се колаборация CMS, подготвяща предложение за експеримент на ускорителя LHC. Съвместно с колегите от ИЯИЯЕ – БАН постепенно формират група участваща в подготовката на предложението за експеримент, изграждането на детектора CMS, набора на данни на ускорителя LHC и техния анализ.

Научно-изследователската му дейност се изразява в участие в конструиране и експлоатация на детектори и електромагнитни калориметри, в сеанси за набиране на данни на информация, провеждане на числени моделни пресмятания, обработка на данни, извличане и интерпретация на физични резултати.

Главното, което характеризира кандидата е неговата висока квалификация в областта на експерименталната физика на високите енергии. Г-н Литов има много голям опит при разработка и построяване на детектори за физика на високите енергии, в статистическата обработка на експерименталните изследвания, извличане на физични

резултати и тяхната интерпретация. Всичко това е подплатено с ръководство на 11 научни колективи за извършване на научни изследвания.

Оценка на педагогическата подготовка на кандидата.

Паралелно с научните изследвания доц. Литов развива и широка преподавателска дейност като отличен преподавател. Разработил е магистърската програма по „Физика на ядрото и елементарните частици“ и бакалавърската програма по „Медицинска физика“ в Софийския университет.

Създал е лекционни общи курсове и чете лекции по: "Физика на високите енергии", "Физика на елементарните частици", "Квантова физика" и "Програмиране в UNIX среда", а така също и специализиращи курсове по "Увод в теория на елементарните частици", "Стандартен модел на силните и електрослабите взаимодействия", "Физика извън Стандартния модел" и "Симулация на взаимодействия на био-молекули". Всички те са публикувани на web- страницата на катедрата.

По негова инициатива и водещо участие са изградени и оборудвана с най-съвременна техника лаборатория по физика на елементарните частици и CMS център;

С желание работи с младите хора, ръководил е общо 18 докторанти, от които 10 успешно защитили, 3 отчислени с право на защита и в момента обучава 5. Подготвил е и 35 успешно защитили дипломанти по магистърски програми и в момента ръководи трима.

Преглед на представените публикации.

Съгласно представения списък доц. Литов е автор и съавтор на общо 963 научни публикации, от които 781 с IF и 97 h-фактор, с общ брой цитирания 47390. За участие в настоящия конкурс е представил общо 101 публикувани в: Nucl. Instruments and Meth. A- 11, Nucl. Phys. B- 4, Eur. Phys. J. C- 6, J. Phys. G-2, JINST -18, Phys. Rev. Lett.- 4, JHEP-17, Phys. Lett.-13, Phys. Rev. D-5, Science-1, Nature-1, или общо 82 статии в реномирани списания с импакт фактор. Останалите 19 работи са публикувани като CMS Notes, материали на конференции и специални издания на ЦЕРН. Включените в списъка работи са цитирани общо 16412 пъти. Публикациите, цитирани повече от 20 пъти са 45.

Тези работи отразяват участието и приносите му в разработването на конструкцията и физическата програма, изграждането и въвеждането в експлоатация, набора на данни и техния анализ на детектора CMS, провеждащ изследвания на ускорителя LHC. По тази тематика е той съавтор на над 700 публикации. Приемам направеното от Л. Литов групиране на представените за участие в конкурса научни трудове и получените в тях резултати в четири тематични направления.

В първото от тях са включени изследванията свързани с калориметричната система на експеримента CMS - адронния калориметър (HCAL). Доц. Л. Литов, съвместно с проф. Вл. Генчев, са разработили софтуер за симулация на отклика на HCAL и са определили неговата оптимална конструкция и геометрия. Получените резултати, представени в работи [2, 3, 4], лежат в основата на първоначалното предложение за експеримента [1] и съответния Technical Design Report (TDR) [10]. Разработен е и код за бърза симулация на калориметричната система [5]. Резултатите от тези симулации са съществена част от подготовката на проекта за изграждане на адронен калориметър, способен да работи в силни магнитни полета [6].

Паралелно с това Л. Литов участва в изработването на прототипи на HCAL и изследване на характеристиките им в сноповете на ускорителя SPS, а така също и в

анализа на получените експериментални данни и симулацията на отклика им. За първи път е наблюдавано изменение на светодобива от сцинтилаторите в зависимост от приложеното магнитното поле като обяснението на този ефект е дадено от Л. Литов [8, 9].

След успешното провеждане на тестовете на прототипите се пристъпи към производство на HСAL. Съвместно с проф. Генчев организират производството в КЦМ, гара Искър, на абсорбера за цилиндричната част на HСAL, състоящ се от месингови плочи тежащи около 3 тона. В сноповете на ускорителя SPS са проведени тестове на сглобените сектори от адронния калориметър, изследвани са техните характеристики и проведена първоначална калибровка. В тези тестове е инсталиран и пълномасщабния прототип на HСAL. Получените, с активното участие на Литов, резултати от тях, както и пълното описание на основните характеристики и методите за калибровка на цилиндричните и затварящите части на HСAL са приведени в работи [13, 22, 26, 27, 29, 31, 35].

Доц. Литов предлага и показват експериментално, че за детектиране на светлината излъчена от сцинтилаторите в цилиндричната част на HСAL, могат да се използват лавинни фотодиоди, произведени в България [12]. За реализиране на тези изследвания са разработени нискошумящ зарядочувствителен предусилвател и компютърно управляемо нисковолтово и високоволтово захранване за APD [7, 12]. По негово предложение е разработен и метод за реконструиране на отделената в калориметъра енергия с помощта на невронни мрежи [14], осигуряващ значително по-добра разделителна способност и линейност на отклика за адрони и адронни струи в сравнение със съществуващите към този момент други методи. След началото на набора на данни на ускорителя LHC с участието на Л. Литов са разработени методи за определяне на енергията на адронни струи и на изпуснатата енергия с използване информация и от останалите подсистеми на детектора CMS [54, 55].

Във второто направление са отразени резултатите свързани с разработката и изследване на мюонната RPC система. След приемането на България за пълноправен член на ЦЕРН по инициатива на доц. Литов и проф. Вл. Генчев се разширява българското участие в експеримента CMS, с включване в изграждането на системата от камери със съпротивителна плоскост [11]. Участието стартира с работа по дизайна на конструкцията на камерите, като в България се произвеждат механичните рамки на групите камери RB2, RB3 и RB4 (общо 375 камери) и се поема отговорността за асемблиране и изследване на основните характеристики на камерите от станция RB3 (125 камери). За тази цел на територията на ИЯИЯЕ–БАН се изгражда съвместна лаборатория за сглобяване на камери и тестването им с космически мюони. След производство на тези камери и транспортирането им в ЦЕРН групата ръководена от доц. Литов се включва и в асемблирането и тестовете с космически мюони на камерите от станции RB2 и RB4 в Бари в Италия.

През 2003 г. Л. Литов започва работа в ЦЕРН, където заедно с Ана Колалео изграждат в ISR лаборатория за дълговременен тест (1 месец) на RPC. През тази лаборатория се тестват всички камери от цилиндричната част на детектора CMS (общо 480 камери). Паралелно с тази работа той изгражда и тестов стенд за изследване на RPC с космични мюони. През този стенд са тествани всички камери за затварящите части.

Резултатите от тестовете на RPC, проведени в София, Бари, както и в сноповете на ускорителния комплекс в ЦЕРН, са представени в работите [15, 16, 17, 18]. Производството и методите за контрол на качеството са приведени в работи [21, 24]. Разработена е и специална система за мониториране на газа [30]. По време на тестовете се изяснява, че в резултат на облъчването на камерите с йонизиращо лъчение в тях се

образува изключително агресивния газ HF, който може да доведе до увреждане на елементи от газовата система на камерите. На този проблем са посветени работи [23,34]. След инсталирането на камерите в детектора, Л.Литов поема отговорността тяхното въвеждане в експлоатация, най-напред на повърхността, а след това и в подземната зала (на 100 м под повърхността). Проведени са тестове на камерите с включено (3.8 T) и изключено магнитно поле с използване на космически мюони и на мюони от халото на снопа от ускорителя LHC. Резултатите от тези изследвания са представени в работи [33, 36, 37, 38, 40, 41, 42, 43].

Системата от RPC камери е използвана като част от мюонната система на детектора за прецизно измерване на магнитното поле в ярмото на магнита на детектора CMS [39]. След успешното запускане на системата от RPC, той отговаря и има съществен принос за надеждната и стабилна работа на цялата система (покриваща площ от 4000 м² и 150000 канала електроника), отстраняването на възникнали проблеми, постоянен контрол на параметрите на камерите и на системата за снемане на данни от тях и прехвърлянето им към тригерната система на детектора CMS. За състоянието на системата са публикувани редовни доклади [48, 60, 62, 63, 72, 77, 78].

През последните години доц. Литов активно участва в изследванията и подготовката на доизграждане на мюонната система [79, 86, 88].

Мюонната система на детектора CMS е използвана не само за измервания по време на работа на ускорителя, но също така и за изследване на зарядовото съдържание на мюонната компонента на космическото лъчение [47].

Характеристиките на две от основните системи на детектора CMS (HCAL и RPC), в изграждането на които доц. Литов има съществен принос, в голяма степен определят физическата програма от изследвания, провеждани с него. Пълно описание на детекторния комплекс CMS е публикувано в [32]. Физическата програма от изследвания, заедно с основните характеристики на детекторната система, са изложени в детайли в [20, 25, 28]. Очакванията от експериментите, провеждани на ускорителя LHC, са представени също така и в [44].

Като признание за значителния му принос и водеща роля в RPC системата, Л. Литов е избран за председател на Борда на институтите на RPC колаборацията (22 Института от 12 държави с повече от 120 участници) за периода 2011-2016.

Третото направление е свързано с разработването на софтуер за симулиране на отклика на детектора CMS и анализ на данни. Огромният обем от данни, постъпващи от детектора CMS, наложи и разработването на уникална световна система, позволяваща от една страна достъп на членовете на колаборацията до всички данни, събрани от детектора, и едновременно с това достъп до необходимите компютърни мощности за техния анализ [19]. Като член на проектите LCG, EGEE и SEEGrid, Л. Литов участва активно с определен принос в работата по изграждането на тази система. По негова инициатива във Физическия факултет на Софийския университет е изграден Grid клъстер, който се използва за анализ на данни от експеримента CMS. В момента това е един от най-мощните изчислителни центрове в България и след завършване на осъществяването в момента надграждане ще разполага с 1100 изчислителни ядра и 800 TB пространство за съхранение на данни.

Под неговото ръководство на територията на Физическия факултет е изграден CMS център, който позволява от София да се дават смени по време на набор на данни, както и да се контролират системите на детектора.

Четвъртото направление отразява физическите изследвания с определен принос на ръководената от доц. Литов група. Те са съсредоточени върху процеси с мюони в крайното състояние.

Първите физически резултати, получени с детектора CMS, са свързани с измерване на сеченията за раждане на заредени адрони при протон-протонни сблъсъци при енергии на сноповете $\sqrt{s} = 0.9$ и 2.36 TeV [45] и $\sqrt{s} = 7$ TeV [46]. Измерени са инклузивните сечения за раждане на двойки калибровъчни бозони WW и ZZ при $\sqrt{s} = 7$ TeV [50, 56] и при $\sqrt{s} = 8$ TeV [69], като за тяхната регистрация се използваха лептонните им канали на разпад. Получен е резултат, демонстриращ изключителната разделителна способност на детектора CMS, при измерването на сечението за раждане в протон-протонни взаимодействия на ипсилон-мезони при енергия $\sqrt{s} = 7$ TeV [51]. Интересно изследване на предсказанията на Стандартния модел е и измерването на сеченията за раждане на двойка мюони [57] и двойки WW [71] във фотон-фотонни взаимодействия при протонни сблъсъци при енергия $\sqrt{s} = 7$ TeV.

Като резултат на прецизна проверка на CM е наблюдението на изключително редкия разпад $B_s \rightarrow \mu^+\mu^-$ [73, 81]. Работата по изучаване на редки разпади на B-мезони продължава и в момента с използване на много по-висока статистика. Трябва да се отбележи и наблюдението за първи път на определени ъглови корелации (Long-range near-side) в протон-протонни взаимодействия [49]. Тези корелации са изключително важни за разбиране на поведението на кварк-глюонната плазма.

Усилията в търсене на предсказания в рамките на Стандартния модел бозон на Хигс са съсредоточени, в това число и групата на Литов, върху изследване на канали на разпад с 4 лептона в крайното състояние. Тази нова частица е наблюдавана за първи път, като за нейната регистрация се използвани канали на разпад на два фотона и на четири лептона [58, 61, 70]. След първоначалното наблюдение на бозона на Хигс усилията им са съсредоточени върху изследване на свойствата му, прецизно измерване на масата и измерване на неговите взаимодействия. Целта на всички тези изследвания е да се провери дали тази частица е предсказаната в рамките на CM бозон на Хигс или това е частица със свойства, много близки до тези на Хигс бозона, но различна от него. В частност, са проведени измервания и получени резултати за масата на новата частица [68, 83], търсене и наблюдение на други канали на разпад на Хигс бозона важни за определяне на неговия спин и честност [74, 80, 98], измерване на взаимодействията му и сравнение с предсказанията на CM [75, 76, 80, 83, 85, 87], както и търсене на екзотични негови разпади, предсказани в рамките на различни разширения на CM [84]. Основните резултати от тези измервания са базирани на статистиката, набрана при протон-протонни взаимодействия с $\sqrt{s} = 7$ TeV и $\sqrt{s} = 8$ TeV. През последната година са публикувани и първите резултати по изследване на свойствата на Хигс бозона, получени при протонни взаимодействие при енергия $\sqrt{s} = 13$ TeV [96, 97, 98]. Групата на доц. Литов активно се включва с определени приноси в търсене на нови преносители на взаимодействие със спин 1 при различни енергии на протон-протонните взаимодействия ($\sqrt{s} = 7, 8$ и 13 TeV).

Получените резултати [65, 67, 89, 90, 91, 92, 95, 101] съвпадат с предсказанията на CM, т.е. не се наблюдават нови състояния със спин 1. Проведени са търсене на резонансни състояния със спин 2 [64, 67, 92]. И в този случай не са наблюдавани нови състояния.

Част от изследванията им са посветени и на търсене на нови тесни резонанси, предсказани в рамките на суперсиметричните разширения на CM [53, 59] но не са получени указания за съществуване на такива състояния, което налага ограничения върху масите им и вероятностите за раждане. Проведено е търсене на указания за съществуване на физика извън CM и нейни проявления в процеси, които съдържат лептони в крайно състояние. Резултатите от тези изследвания са представени в работи [52, 82, 93, 94, 99, 100]. Във всички изучавани процеси не се наблюдавани отклонения

от предсказанията на CM и съответно са поставени ограничения върху параметричното пространство на изследваните модели.

Л. Литов е член на борда на колаборацията CMS от самото му формиране и на борда на колаборацията RDMS (Russia and Dubna Member States) в CMS също от неговото създаване. В момента е член на „Engagement office”. Това е съвещателен орган към говорителя на колаборацията и нейния Management Board, включващ петима изявени учени, които съветват директно говорителя и управителния съвет на експеримента CMS. Той също така отговаря за и активно участва в разширяването на колаборацията.

Всичко това доказва научната активност и приносите на Литов в експеримента CMS.

В отзива за приносите на доц. дфн Леандър Литов към експеримента CMS на големия адронен колайдер LHC, проф. Джоел Бътлър, говорител на CMS Колаборацията отбелязва водещата роля на Леандър Литов в експеримента CMS, заедно с многото му и разнообразни приноси към него.

Считам за свой дълг да отбележа едно много важно достижение това, че доц. Литов, съвместно проф. Владимир Генчев, успяха да създадат голям отлично работещ колектив, който има съществен и добре видим принос в изграждането и експлоатацията на детектора CMS. Работата им по този проект изигра съществена роля за приемането на страната ни за пълноправен член на ЦЕРН.

Бих желал да отразя и опита на доц. Литов в трансфера на знания и технологии от ФЕЧ към други научни и приложни области. Той успешно използва знанията и уменията, придобити в областта на ФЕЧ, за приложения, свързани с биологията и медицината в следните направления: **Информационни технологии** и високопроизводителни изчисления с приложение в изучаване на биологични системи. Опитът с изграждане на сложни компютърни системи и създаване на модели на комплексни системи и симулацията на тяхната работа, придобит в областта на ФЕЧ, се прилага директно за изучаване на поведението и взаимодействията на сложни биологични молекули. По негово предложение и активно участие е изграден национален суперкомпютърен център, като на територията на Физическия факултет са изградени клъстер със 150 ядра за високопроизводителни паралелни изчисления, оборудван с мощни видеокарти, и компютърен клас за обучение на специалисти за работа с високопроизводителни изчислителни системи; **Разработване на детектори** за ПЕТ базирани на камери със съпротивителна плоскост (RPC) и способни да работят в силни магнитни полета. В рамките на тези изследвания е оборудвана съвременна лаборатория за разработване на детектори на йонизиращо лъчение. Създадени са прототипи на RPC с висока разделителна способност по време. Резултатите от изследването на техните характеристики са представени в работа [66].

Личните ми впечатления от дейността на кандидата г-н Леандър Литов са много добри. Той е инициативен, активен, критичен и утвърден научен работник в своята област, участващ лично и непосредствено в няколко експеримента. Отличен преподавател и с желание работи с млади хора, които мотивира, насочва и ръководи. Високо оценявам и неговите популяризаторски и организационни възможности, а така също и качества му на добър и вискателен ръководител.

Заклучение.

След запознаване с представените в конкурса материали и научни трудове, анализ на тяхната научна значимост и съдържащи се в тях научни и научно-приложни приноси, както и тяхната известност и признание сред физичната общност, работеща в тази област, намирам за основателно да дам своята положителна оценка и да препоръчам на Научното жури по конкурса за „професор“ по професионално направление 4.1. Физически науки (Физика на високите енергии и елементарните частици) да подкрепят присъждането на академичната длъжност „професор” на доц. дфн Леандър Борисов Литов.

Пловдив, 03 Април 2018 г.

Рецензент:

Ваню Джанков Чолаков

Проф. д-р при ПУ „П. Хилендарски“