

ОТЧЕТ

Тема: Изследвания по тема от сътрудничеството на РБ и ОИЯИ с приоритетно финансиране през 2018 г.

Име: Димитър Иванов Колев, ръководител на проект.
Софийски Университет „Св. Кл. Охридски“, Физически факултет, кат. Атомна физика.

Бул. Дж. Баучер, 1164 София
Телефон: +359-2-816409
e-mail: dkolev@phys.uni-sofia.bg

Тема от Плана на ОИЯИ за изследвания и международно сътрудничество за 2018 г.: Идентификационен № 02-1-1087-2009/2020, „Изследвания на физиката на тежки и леки йони. Експерименти на ускорителния комплекс НУКЛОТРОН/НИКА в ОИЯИ и на SPS в CERN”

Тема на одобрения БГ проект: „Експериментално изследване на взаимодействията на ядра при енергии на сблъскване 20A-150A GeV на апарата NA61/SHINE в CERN.”

Продължителност на проекта: 2018-2020 г..

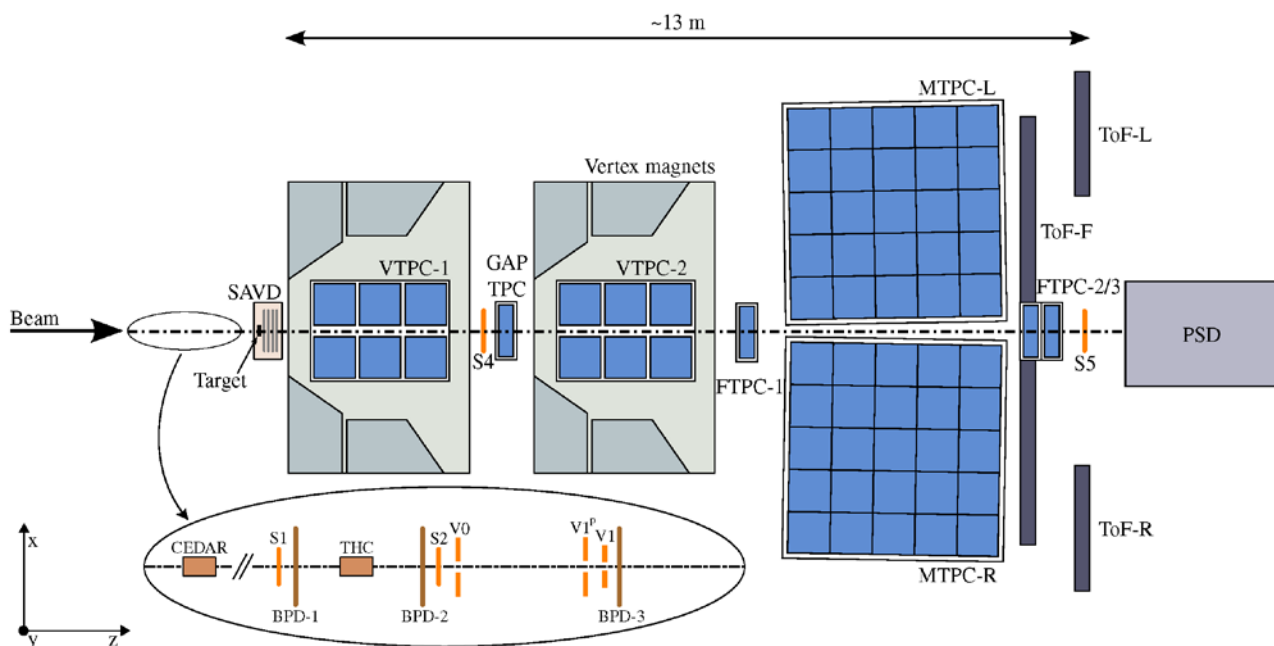
Протокол за двустранно сътрудничество Софийски Университет-ОИЯИ № 4799-1-18/20 от 11. 12 .2017 г.

Изследвания и резултати от 2018 г.

Документът представя изследванията на групата от Софийски Университет в колаборацията NA61/SHINE през 2018, която е първата година на действащия БГ проект [1]. Главните резултати, получени от групата през това време ще бъдат кратко прегледани по-долу.

Детектор и експериментална среда

Подреждането на компонентите на детектора NA61/SHINE към момента е показано Фиг. 1.



Фиг. 1. Разположение на елементите на детектора NA61/SHINE, хоризонтален разрез, немащабирен. Включени са TPC 1, 2, и 3 и четири преинсталирани модули ToF-F.

Последното надграждане на апаратурата включва три Предни Време-проеекционни Камери (FTPC-1/2/3) проектирани в близост до междината в предния акцептанс. Новият Детектор с малък акцептанс за точки на взаимодействие (SAVD), все още в пробен режим е проектиран за регистрация на D^0 и реконструкция на пика на разпределението. Базирани на DRS4 четящи платки бяха конструирани и тествани с детекторите за време на прелитане в посока напред (ToF-F) и PSD. Необходимите електронни блокове за платките DRS4 бяха доставени от нашата група. Тези блокове са:

- V2495 (Programmable Logic Unit PLUS) и свързаните:
- A395B - 32 LVDS output channelsinterface
- A395D - 8 NIM/TTL input/output channelsinterface
- V812B - 16 Channel Constant Fraction Discriminator

Натрупване на данни.

Натрупването на данни за последната $p+Pb$ реакция, планирана от NA61/SHINE за 40 GeV/c, беше завършено с натрупването на 4.3 милиона събития. Допълнително, за реакцията $La+Xe$ при 6 различни енергии бяха записани събития с надеждна статистика, като е показано в Таблица 1.

Следващият период на измерване през април започна с калибриране на PSD. Бяха изпробвани различни елементи за четене на данните, включително система базирана на DRS4. През юли 2018 се проведе измерване с дългото 1.3 м копие на мишената на $NOvA$ ¹. Трудности с охлаждащата система на магнита за VERTEX-1 и времето, изразходвано за запускане и настройка на новата DRS4, съкратиха предвидената продължителност на измерване. Въпреки тези проблеми бяха записани 18 милиона събития за $p+NOvA$, от които 15 милиона при пълна функционалност на детектора. По време на измерването данните от детектора бяха извеждани само с платките DRS4. Тъй като записаната статистика се оказва по-малка от предвидената, друго допълнително измерване с мишената на $NOvA$ се проведе през м. октомври. Последното физическо измерване за тази година предвиждаше измерване на $Pb+Pb$ при 150 A GeV/c. Неочаквани външни причини предизвикаха съкращаване на предвиденото време за измерване.

За целия едногодишен период групата удовлетвори напълно вътрешните изисквания на колаборацията поемайки 24 смени, разпределени по различни измервания.

Таблица 1: Данни натрупани за взаимодействието $Xe+La$

beam	target	beam momentum	number of events
Xe	La	13A GeV/c	3.0M
Xe	La	19A GeV/c	3.9M
Xe	La	30A GeV/c	5.1M
Xe	La	40A GeV/c	4.0M
Xe	La	75A GeV/c	2.6M
Xe	La	150A GeV/c	4.9M

Последни резултати за неутринната физика

Някои резултати от измервания на раждане на адрони с използване на репликата на мишената на T2K и на тънката мишена и приложими към неутринната физическа програма

¹ <http://novaexperiment.fnal.gov/>

на Фермилаб, бяха подготвени като ръкописи на публикации. В ход е анализът на спектрите от измервания на допълнително родени адрони.

Окончателни измервания с репликата на T2K мишената.

Двойно диференциалните добиви на π^+ , π^- , K^+ , K^- и протони, излъчени от повърхността на дългата 90 cm въглеродна мишена (копие на мишената на T2K) с налитащи протони с енергия 31 GeV/c бяха определени и неотдавна изпратени за публикуване [2]. Тези резултати бяха получени с използване на данните, натрупани през 2010 г. [3]. Добивите на π^+ , π^- бяха измерени с подобрена прецизност в сравнение с вече публикуваните резултати на NA61/SHINE [4], докато добивите на K^+ , K^- и протони са получени за пръв път.

Тези нови измервания са критични за намаляване на грешката на адронната компонента на (анти)неутринния поток, която е доминираща за неопределеността на потока. Всяко намаляване на неопределеностите на потока непосредствено подобрява измерването на сеченията (анти)неутрино-ядро, както и параметрите на T2K за осцилация на (анти)неутрино. Прост метод за използване на тези резултати, който избягва проблемите със зависимостта от профила на снопа налитащи протони, е предложен в статията [4].

Резултатите бяха сравнени с NuBeam и QGSP физическите списъци от GEANT4.10.03 [6, 7] и се показва, че никой от моделите не възпроизвежда коректно измерените добиви на протони, виж един пример на Фиг. 2. Тази информация може да се използва от авторите на модели за усъвършенстване на адронните MC генератори.

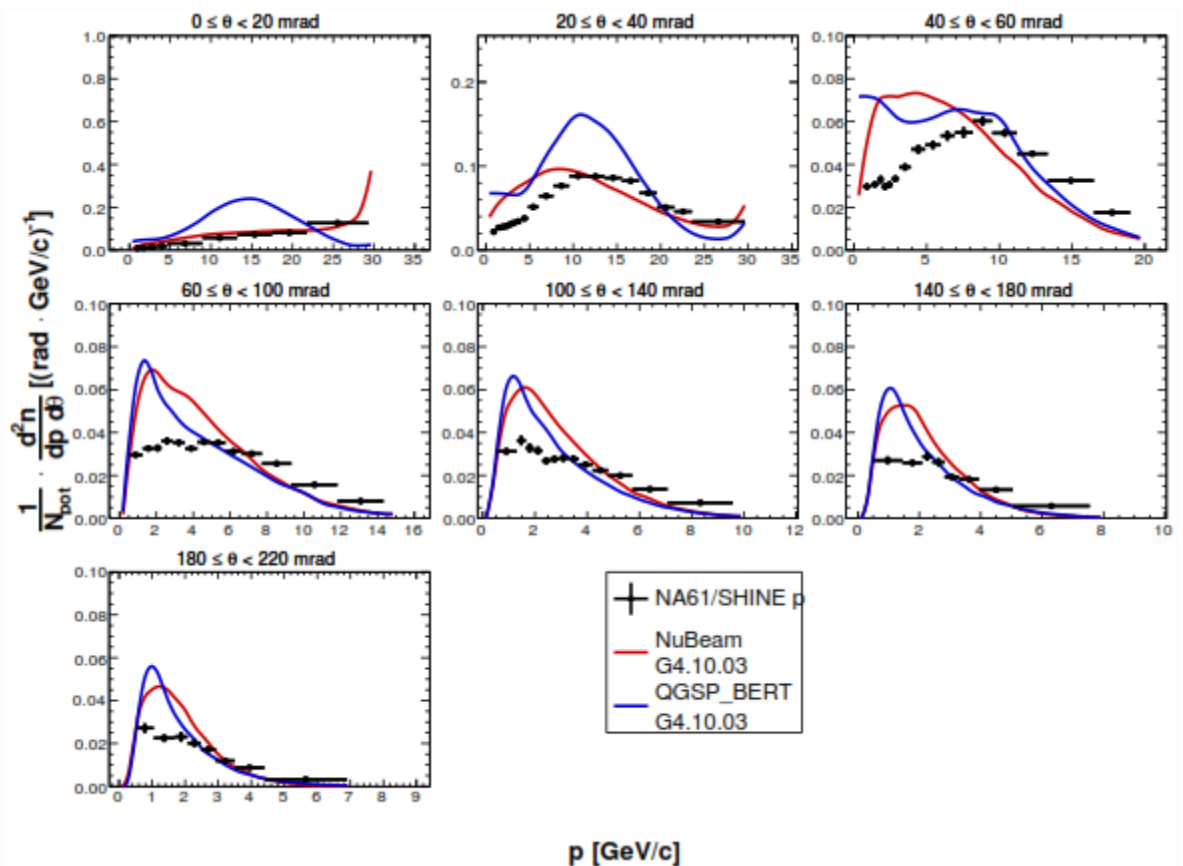


Fig. 2. Двойно диференциални добиви за протони от задната повърхност на мишената ($z = 90$ cm). Вертикалният размах на грешките съответства на пълните неопределености. Предсказанията от NuBeam (червено) и QGSP (синьо) физически списъци от GEANT4.10.03 [6, 7] са разположени над данните.

Измервания с мишената реплика T2K при високо магнитно поле (НМФ)

Група от ~1.2 М събития, записана при максимално магнитно поле в TPC, е в процес на анализ. Целта на изследването е определяне на вероятността за съхраняване на протони от снопа чрез измерване на протоните, които не са взаимодействали в мишената посредством закривяването им в TPC от силно магнитно поле. Ключов въпрос на изследването е определяне на корекцията за ефекта на **ExB** върху дрейфа на e^- в TPC.

Най повлияни от изкривяванията от **ExB** са следите в близост до краищата на TPC, които се дължат главно на частици с енергия, много близка до енергията на снопа. **ExB** закривяванията се коригират при реконструкцията на измерените данни и в MC стимулационната верига. Традиционно корекциите в реконструкцията на симулираните данни се правят от един определен софтуерен алгоритъм и чрез два алгоритми за измерените данни. Понастоящем, в официалния софтуер за анализ и среда на SHINE, нашата докторантка Симона Илиева подготви и добави нов програмен модул, който прилага един и същ **ExB** коригиращ алгоритъм за измерените данни и симулираните данни. В момента някои въпроси свързани с MC са в процес на изследване.

Заклучение.

И трите изследователски задачи, предвидени за изпълнение в Работната програма през първата (2018) година на Проекта, са изпълнени на високо ниво.

Цитирана литература:

- [1] Project: "Experimental investigation of nuclei interactions at collision energies of 20A-158A by means of NA61/SHINE apparatus at CERN (2018-2020)", available in NRA
- [2] N. Abgrall et al., [NA61/SHINE Collab.] submitted to EPJ C (2018), [arXiv:1808.04927 \[hep-ex\]](#). CERN-EP-2018-222.
- [3] M. Pavin, "Measurements of hadron yields from the T2K replica target in the NA61/SHINE experiment for neutrino flux prediction in T2K," 2017. PhD. Thesis, University of Paris VI, France.
- [4] N. Abgrall et al., [NA61/SHINE Collab.] *Eur. Phys. J.* **C76** no. 11, (2016) 617, [arXiv:1603.06774 \[hep-ex\]](#).
- [5] L. Zambelli, A. Fiorentini, and T. Vladisavljevic, [T2K, NA61/SHINE Collab.] *J. Phys. Conf. Ser.* **888** no. 1, (2017) 012067.
- [6] S. Agostinelli et al., [GEANT4 Collab.] *Nucl. Instrum. Meth.* **A506** (2003) 250.
- [7] J. Allison et al., [GEANT4 Collab.] *IEEE Trans.Nucl.Sci.* **53** (2006) 270.

Участие в съвещания, доклади, статии.

През 2018 нашата група взимаше участие в регулярните вътрешни дистанционни съвещания на неутрината подгрупа в колаборацията. Тези съвещания се провеждат всяка втора седмица. На съвещанията участниците докладват на живо текущия статус на изследваните въпроси и обсъждат резултатите чрез видео и аудио средства. Ние взехме участие в почти всички съвещания и докладвахме нашите последни резултати.

През 2018 се проведеха три съвещания на колаборацията (CM). Нашата група взе участие в почти пълен състав в колаборационната среща в Санкт Петербург, Русия през май. Други две срещи – през февруари в Monbachtal, Germany и в CERN през септември бяха посетени от Симона Илиева. Там С. Илиева лично представи текущото състояние на изследванията по взаимодействието с мишената реплика на T2K при НМФ.

Пет съвещания на Колаборационния Борд (CB) бяха проведени през 2018. Д. Колев, член CB, участва във всички главно дистанционно.

Публикационна продукция.

Публикациите в списания през 2018 г. възлизат на 33. Списъкът на тези публикации може да намери в:

<http://inspirehep.net/search?ln=bg&p=find+cn+NA61%2FSHINE+and+d+2018&jrec=26&sf=earliestdate>
<http://inspirehep.net/search?ln=bg&p=find+cn+NA61%2FSHINE+and+d+2018&jrec=26&sf=earliestdate>

Пълният брой цитирания е 29 или 19 без самоцитирания.

12.12.2017

София

Ръководител на проект:



/Димитър Колев/