Отчет на дейностите по споразумение Д01-77/07.03.2023 г. за изграждане ни експлоатация на обекта от Националната пътна карта за научна инфраструктура „Европейски център за ядрени изследвания – ЦЕРН“

07.03.2023 г. – 31.12.2023 г.

Съдържание

1. Интензифициране на експлоатацията на научната инфраструктура на ЦЕРН чрез осигуряване на българското участие в експерименти в ЦЕРН – командировки на студенти и млади учени от Софийски Университет Св. Климент Охридски, Физически факултет в ЦЕРН 1
2. Изграждане и експлоатация на научна инфраструктура, която ще бъде използвана за разработване и тестове на детектори и комплексни детекторни системи за регистрация на йонизиращо лъчение и компютърно моделиране на отклика на детекторни системи и обработка анализ на данни получени в експерименти провеждани в ЦЕРН. 2
3. Финансов отчет на Софийския университет 2
4. Необходимо финансиране за 2024 г. 2

Заключение: 3

Приложения 3

София 30 януари 2024 г.

1. Интензифициране на експлоатацията на научната инфраструктура на ЦЕРН чрез осигуряване на българското участие в експерименти в ЦЕРН – командировки на студенти и млади учени от Софийски Университет Св. Климент Охридски, Физически факултет в ЦЕРН

В рамките на екипа от утвърдени учени, участници в настоящото споразумение, беше взето решение част от предвидените ресурси да бъдат използвани за командировките на трима млади учени в ЦЕРН за минимален период от 1 месец, което увеличи експертния капацитет за извършване на съвременни научни изследвания на колектива. Основните направления за работа на младите учени бяха избрани да са Физика на високите енергии (ALICE), Ядрена физика (ISOLDE) и Неутринна физика (SND@LHC).

ALICE – през септември, 2023 г. в ЦЕРН беше командирован студентът Валентин Бучакчиев, за участие в дейности, свързани с експеримента ALICE. По време на престоя си В.Б. взе участие в набора на данни за тестване на прототипи на адронния и електромагнитния калориметър за регистриране на частици, летящи под малки ъгли спрямо направлението на ускорените от LHC снопове, на експеримента ALICE - така нареченият Forward Calorimeter, FoCal. Всички дейности, свързани с успешното провеждане на тестовите набори на данни, бяха обхванати от В.Б., като неговият съществен принос беше особено видим при пускането на системите за набор на данните, при оптимизирането на параметрите за набор на данни и при реконструкцията и обработката на записаните данни за извличане на физичните резултати.

В резултат от престоя и активната работа на В.Б. в ЦЕРН бяха получени важни резултати за работоспособността на системата VMM-SRS за набиране на данни. VMM-SRS системата по дизайн е предназначена за изследване на детектори, предоставящи информация за траекторията на една заредена частица. При тестовете в ЦЕРН през септември 2023 г. за първи път беше показано, че тази система е приложима и за работа с многоканални детекторни системи, предназначени за измерване на енергия - калориметри. Особеността е различният режим на работа, при който в рамките на едно събитие сработват множество (от порядъка на 100) електронни канала, което води до голямо натоварване на системата. За целта, обаче, се наложи разработката на специфичен съгласуващ хардуер, позволяващ подаването на високо напрежение и обработката на сигналите от силициеви фотоумножители. Именно тези нови резултати бяха обобщени от В.Б. в публикация, чиято чернова е достъпна на

https://drive.google.com/file/d/1cb0TFmEF2-uZ_Y2ZQedJo7vVpZVRoCY1/view?usp=sharing

Очаква се резултатите да бъдат публикувани в реномирано списание, посветено на инструментариума в субатомната физика (JINST, Q2 или NIM-A, Q1). Понастоящем Валентин Бучакчиев е докторант в кат. Атомна физика, като основната му задача е "Study of the Effects of Ionizing Radiation on Silicon Photomultipliers" - работа, която е от ключово значение за работоспособността адронната част на детектора FoCal.

SND@LHC – студентът в магистърска степен на обучение Ивайло Дионисов беше командирован в ЦЕРН за работа по експеримента SND@LHC. По време на командировката бяха извършени следните дейности: поемане на смени по поддръжка на експеримента по време на сеансите за набиране на данни; калибриране на част от електронните детектори с пионен сноп на ускорителя SPS; деасемблиране и химическа обработка на фотоемулсиите след изваждането им от тунела на LHC; подготовка и компютърно сканиране на облъчените фотоемулсии, мониторинг на процеса; асемблиране на нови фотоемулсии за следващия сеанс набор данни. Паралелно на оперативните дейности, нужни за гладката работа на експеримента, студентът се запозна със софтуера по набиране и анализиране на данните. Беше формулирана задача за оценка на фоновите мюонни събития при сблъсъци олово-олово. Тази задача е и темата на неговата магистърска дипломна работа, която предстои да бъде защитена март месец, и която ще прерасне в научно съобщение.

ISOLDE – студентът от бакалавърската програма по Физика на ядрото и елементарните частици Иван Анастасов беше командирован в ЦЕРН за участие в лятната експериментална капанията на кампания. По време на командировката студентът получи практическо обучение в изграждане и поддържане на експерименталната установка MINIBALL. Конкретните дейности, с които беше ангажиран г-н Анастасов бяха поддръжка охлаждащата система на HpGe детектори на MINIBALL, конфигуриране на установката за конкретните експерименти, мониторинг на Si детектори на системата и участие в набор на данни за експериментите IS557, IS646 и IS656. Резултатите от тези измервания се очаква да бъдат публикувани в престижни научни списания. Към момента г-н Анастасов работи върху бакалавърската си теза, посветена на планиране на експеримент на MINIBALL и се очаква да продължи образованието си в магистърската програма по Физика на ядрото и елементарните частици във Физически факултет на Софийския Университет.

2. Изграждане и експлоатация на научна инфраструктура, която ще бъде използвана за разработване и тестове на детектори и комплексни детекторни системи за регистрация на йонизиращо лъчение и компютърно моделиране на отклика на детекторни системи и обработка и анализ на данни получени в експерименти провеждани в ЦЕРН.

Отпуснатите средства за Физически факултет на Софийския Университет бяха изразходвани за придобиване на материали, консумативи и поддръжка на оборудването в лабораториите изградени съгласно „План за изграждане и експлоатация“ (Приложение 2 от Договора за партньорство между Софийския университет и ИЯИЯЕ-БАН № 80-08-119 от 15.07.2019 г., виж **Приложение 1** от настоящия отчет). Основната част от средствата бяха изразходвани за нуждите на експеримента SND@LHC като бяха закупени ядрени фотоемулсии на стойност **CHF 15 000**. Ядрените емулсии са произведени от университета в Нагоя, Япония. Те са най-компактните, най-тънките и най-леките тримерни проследяващи детектори. Мишената от емулсии е направена от пет емулсионни тухлени стени. Всяка стена има напречен размер от около 390x390 mm^2, състоящ се от четири единични клетки, наречени тухли. Всяка тухла е направена от 60 емулсионни филми, редувани с 59 слоя волфрам с дебелина 1 mm. Ядрените емулсионни филми, използвани в SND@LHC, ще имат напречен размер от 192x192 mm^2. Целият детектор ще съдържа 1200 емулсионни филма с обща площ 44 m^2. Така изграденият детектор има под 1 микрометър пространствена и под милирадиан ъглова разделителна способности. Това позволява да се детектират лептони и очаровани адрони чрез идентифициране на техните точки на раждане и разпад. Също така е подходящ за откриване на слабовзаимодействащи частици чрез директно наблюдение на тяхното разсейване от електрони или нуклони в поглътителите. Високата пространствена разделителна способност на ядрените емулсионни филми позволява идентифициране на електрони чрез наблюдение на електромагнитни лавини. Фотоемулсиите са ключов компонент от детекторната система на SND@LHC, и без тях експериментът не би могъл да изпълни целите си.

В зависимост от светимостта на ускорителя се очаква цялата мишена от емулсии да се сменя 4-5 пъти годишно, което изисква почти непрекъснат процес на изработка на филми и готовност за смяна на старите с нови. Закупуването от страна на България на част от филмите беше оценено високо и прието с благодарност от Колаборацията.

Средствата отпуснати на ИЯИЯЕ-БАН се оказа, че не могат да бъдат изразходвани в съгласие с обичайните счетоводни практики на института поради което не бяха използвани.

3. Финансов отчет на Софийския университет

Виж **Приложение 2**.

4. Необходимо финансиране за 2024 г.

По отношение на основната задача на консорциума, а именно интензифициране на експлоатацията на научната инфраструктура на ЦЕРН, е ясно, че през 2024 г. предстоят вноски към общите фондове на експериментите, към които България се е присъединила през 2021 г. (ALICE, ISOLDE, NA61), през 2022 г. (SND@LHC) и инициативата SCOPE3. Необходимо финансиране за тези вноски е сравнимо с това за 2023 г. Средствата, необходими за четвъртата година (2023 г.) са детайлизирани в приложения предварителен „Финансов план“ (**Приложение 1**). Те най-общо се разпределят както следва:

1. Присъединяване и осигуряване членството в експерименти в ЦЕРН

- Вноска в общия фонд на експеримента NA61/SHINE	–	30 000 лв.;
- Вноска в общия фонд на експеримента ALICE	–	50 000 лв.;
- Вноска в общия фонд на експеримента ISOLDE	–	60 000 лв.;
- Вноска в общия фонд на експеримента SND@LHC	–	10 000 лв.;
- Вноска към консорциума SCOPE3	–	22 000 лв.;
	Общо:	**172 000 лв.**

2. Осигуряване на участието български групи в научните програми на експериментите по точка 1.

- Разходи за командировки	–	180 000 лв.;
- Разходи за материали, консумативи, ДМА, студенти, млади учени и постдокторанти, свързани с изпълнение на научните програми на експерименти по точка 1	–	125 000 лв.;
	Общо: 305 000 лв.	

3. Средства за изграждане и експлоатация на лаборатории на територията на Физически факултет на Софийски университет „Св. Климент Охридски“ и ИЯИЯЕ – **330 000 лв.**, по **165 000 лв.** съответно за ФзФ и ИЯИЯЕ.

Общо по точки 1, 2 и 3 необходимата сума е 807 000 лв., с включване на 5% разходи за административно обслужване и одит и отчитане на курсови разликите (МоУта са в CHF) общата пълна сума е **850 000 лв.**

Заключение: за успешно осъществяване на дейностите по изграждане ни експлоатация на обекта от Националната пътна карта за научна инфраструктура „Европейски център за ядрени изследвания – ЦЕРН“ **през 2024 г. е необходимо финансиране в размер на 850 000 лв.**

Приложения

1. Организационни документи - обновени Приложения 2 („План за изграждане и експлоатация“) и 3 („Финансов план“) към Договора за партньорство между Софийския университет и ИЯИЯЕ-БАН Договора за партньорство № 80-08-119 от 15.07.2019 г.
2. Финансов отчет и одит на Софийския университет

Координатор на Консорциума:

Georgi Rainovski
2024.01.30 18:19:25 +02'00'

/проф. дфзн Георги Райновски/

Ректор на Софийски Университет Св. Климент Охридски:

/проф. д-р Георги Вълчев/