

## **Актуално състояние и предложения за обновяване на научно-учебната инфраструктура в катедра Атомна физика, Физически факултет**

*Настоящият документ трябва да се разглежда като предварителен. Катедра Атомна физика си запазва правото да внесе изменения и/или допълнения в него след по-подробно обсъждане, което ще се проведе до края на месец септември 2012.*

Преподавателите от катедра Атомна физика провеждат научни изследвания и осигуряват обучение на студенти от всички образователни степени в следните научни направления: ядрена физика, дозиметрия и лъчезащита, атомна физика, физика на елементарните частици и биофизика. Катедрата осигурява съществена част от обучението на студентите, бакалаври и магистри, от следните специалности Физика (бакалаври), Медицинска физика (бакалаври и магистри), Ядрена техника и енергетика (бакалаври и магистри) и Физика на ядрото и елементарните частици (магистри). Традиционно катедрата обучава докторанти в областите на дозиметрията и лъчезащитата, експерименталната ядрена физика, физиката на елементарните частици и физиката на атомите и молекулите. Практическото обучение на студентите и провежданите научни изследвания в катедрата се осигуряват от следните лаборатории: Лаборатория по атомна и ядрена физика, Лаборатория по експериментална ядрена физика, Лаборатория по дозиметрия и лъчезащита, Лаборатория по радиационна биофизика и лъчезащита, Лаборатория по радиоактивност в околната среда и радиоекология, Лаборатория по метрология на йонизиращите лъчения, Лаборатория по биофизика, Лаборатория патология на биомембраните, Лаборатория “Моделиране на физични процеси”, Лаборатория по научно приборостроене, Лаборатория по ядрена електроника, Лаборатория по физика на елементарните частици, Компютърна лаборатория по GRID технологии, Лаборатория по експериментална физика на високите енергии, Лаборатория по ядрена структура. Общото за повечето от съществуващите към момента лаборатории в катедра Атомна физика е, че апаратура **е произведена през 80-те години на миналия век и преди това и понастоящем е остаряла и амортизирана**. Налице е остра необходимост от подмяна на част от апаратурата с подобна от по-ново поколение, както и оборудване с нови специализирани системи. **Всички лаборатории се нуждаят от цялостен ремонт (вкл. нови подове, дограма, ремонт на мазилка, профилактика на ел. и ВИК, преоборудване с подходящи за лабораторна работа мебели)**, вкл. климатизиране на част от тях с оглед нормално провеждане на научните изследвания и учебни занятия. Нуждите от специфично оборудване на лабораториите, което ще осигури тяхното пълноценно

функциониране до 2020 г. в съответствие с Националната стратегия за научни изследвания, са както следва:

- Лаборатория по атомна и ядрена физика – лабораторията осигурява обучението на студенти-бакалаври от всички специалности на Физическия факултет и позволява решаването на научни задачи, свързани с измерване на радиоактивност в околната среда. Към момента лабораторията е оборудвана с апаратура, която отдавана е морално остаряла и е на границата на физическото си съществуване. Лабораторията спешно се нуждае от пълно обновяване на апаратурата, което се изразява в закупуване на най-малко 10 готови студентски упражнения по Атомна физика (~ 110 000 лв.) и изграждането на 10 нови упражнения по ядрена физика, базирани на аналогови модули в NIM стандарт (~ 130 000 лв.);
- Лаборатория по експериментална ядрена физика – лабораторията осигурява специализирано обучение на студенти, търсещи реализация в областите на експерименталната ядрена физика и/или ядената индустрия и провеждането на научни изследвания, свързани с прецизни измервания на характеристиките на ядрените лъчение, радиоактивност в околната среда и Мьосбауерова спектроскопия. Лабораторията спешно се нуждае от обновяване на експерименталната апаратура, изградена на аналогови модули и пълно въвеждане на модулния принцип в изграждането на провежданите експерименти (~ 130 000 лв.). Необходимо е обновяване на компютърното оборудване и преминаване към цифрови системи за обработка на електронните сигнали и натрупване на данни (~ 250 000 лв.). Лабораторията също така се нуждае от специфични радиоактивни източници – спектроскопичен източник на фрагменти на делене ( $^{252}\text{Cf}$ ,  $^{248}\text{Cm}$  ~ 10 000 лв.) и източници за Мьосбауерова спектроскопия (~ 30 000 лв.).
- Лаборатории дозиметрия и лъчезащита и метрология на йонизиращите лъчения - в посочените лаборатории се извършват научни изследвания в областта на приложната ядрена физика в направления: измерване на радиоактивност, дозиметрия и лъчезащита, метрология на йонизиращите лъчения, Монте Карло моделиране на транспорт на йонизиращи лъчения и Монте Карло моделиране на детекторни системи. За провеждане на научни изследвания, съсредоточени около Националната стратегия 2020 в горните две лаборатории има потребност от следните оборудване и апаратура: лабораторна система за създаване на референтни концентрации на радиоактивни благородни газове (70 000 лв); закупуване на референтен монитор AlphaGuard за референтни измервания на концентрацията на радон ( $^{222}\text{Rn}$ ) във въздух, вода и почвен газ (60 000

лв); оборудване със системи за обработка (химично и електрохимично ецване) на твърдотелни детектори на следи (70 000 лв); закупуване на детекторна система за измерване на радиоактивност на гама-излъчващи радионуклиди с високо-ефективен детектор от свръхчист германий, оборудвана с цифрова електроника (150 000 лв); закупуване и инсталиране на съвременна система за алфа-спектрометрия (100 000 лв); оборудване на система за бета-спектрометрия (50 000 лв); закупуване и инсталиране на съвременна нискофоновая течно-сцинтилационна система за измерване на радиоактивност (300 000 лв); Закупуване и инсталиране на съвременна нискофоновая система за измерване на обща бета- и алфа-активност (100 000 лв); оборудване със съвременни радиометри и дозиметри за осъществяване на мониторинг и радиационен контрол (80 000 лв.); оборудване с полупроводникови детекторни системи за измерване на гама-лъчения с детектори, работещи при стайна температура – напр. CdTe детектори (50 000 лв.); оборудване със сцинтилационни детекторни системи за измерване на гама-лъчения с ново поколение сцинтилатори (50 000лв); закупуване и оборудване с детектори за рентгеново и ниско енергийно гама-лъчение (напр. Si детектори за рентгенови лъчи) (40 000лв); закупуване и оборудване със система за термо-луминисцентна дозиметрия - (100 000 лв); закупуване и оборудване със сертифицирани източници на йонизиращи лъчения, необходими в изследователската работа за осигуряване на единство и проследимост на измерванията (100 000 лв). Ориентировъчно общо необходими средства за закупуване на оборудване – около 1 320 000 лв.;

- Лаборатория по ядрена електроника – в лабораторията се води практическо обучение по приложенията на електрониката в системите за получаване и обработка на сигналите от детекторите на йонизиращи лъчения. Обучават се студенти от ОКС „бакалавър“ и „магистър“ с интереси към ядрената физика, ядрената техника и други области на експерименталната физика. В лабораторията се разработват специализирани електронни устройства, които се използват в обучението и научните изследвания. В близките години е необходимо да се подмени амортизираната част от лабораторната апаратура (осцилоскопи, генератори, макетни шасита и др.) и да се дооборудва допълнително с модулни касети и електронни модули за тях. Необходимо е също да се осигури снабдяване с материали, електронни компоненти и интегрални схеми и финансиране на развойната дейност.
- Изграждане на Лаборатория по високопроизводителни изчисления – към момента на територията на Физическия факултет работят три клъстера. Паралелният клъстер PHYSON разполага със 192 ядра, а от 2011 г. клъстерът включва и два графични процесора nVidia Tesla M2020, които

добавят 1389 Gflops към теоретичната производителност на клъстера и последната вече е 3245 Gflops (за операции с двойна точност): <http://physon.phys.uni-sofia.bg/>. Вторият клъстер разполага с 96 изчислителни ядра, които се използват главно за подготовка и тестове на софтуер и задачи, които ще бъдат изпълнявани на българския суперкомпютър IBM BlueGene/P. На територията на Физическия факултет функционира и Grid клъстер, включващ 100 изчислителни ядра и 10 ТВ дисково пространство за съхраняване на данни. Той е включен в световната Grid мрежа и основно се използва за симулации и обработка на данни от експериментите, провеждани в CERN. До края на текущия програмен период Grid клъстерът ще бъде разширен съществено, като броят на изчислителните ядра ще достигне до 640, а пространството за съхраняване на данни ще нарасне до 110 ТВ. По този начин той ще отговаря на всички изисквания за регистрирането му като Tier2 център. Стремежът е инсталираните изчислителни мощности на територията на Физическия Факултет на СУ „Св. Кл. Охридски“ да са част от съвременната европейска мрежа за научни изследвания на комплексни системи от областите на теоретичната физика, ядрената физика, астрофизиката, биофизиката, медицинската физика, физиката на елементарните частици, разработка на нови информационни продукти за високопроизводителни изчисления и за връзка на академичното познание с индустрията. ***И паралелните клъстери, и Grid клъстерите трябва да се осъвременяват в периода 2014-2020 така че да се осигурят изискванията за “зелена технология”, т.е. с намаляващ разход на енергия за единица изчисления.*** За провеждане на научни изследвания, съсредоточени около Националната стратегия 2020 е необходимо да се обновяват и разширяват наличните компютърни мощности с нова техника, значително по-производителна и консумираща по-малко електроенергия. Предвижда се изчислителната мощност на двата клъстера за паралелни изчисления да се удвои през 2014 г., като се поддържат новите концепции за достъп до изчислителните ресурси (облачни технологии). Изчислителната техника на Grid клъстера трябва да се подмени изцяло с по-съвременна и икономична, като капацитетът му се доведе до 1000 изчислителни ядра и 250 ТВ дисково пространство за съхраняване на данни, без да се увеличава физическият му размер и отделяната топлина. Цените на компютърната техника се намаляват изключително бързо, но въз основа на натрупания до сега опит оценяваме, че необходимите средства за реализация и поддържане на лабораторията в седемгодишния програмен период на проекта се оценяват на около 950 000 лв.

- Лаборатории по биофизика и патология на биомембраните - участват активно в обучението на студенти по следните специалности: медицинска физика (Физически факултет), медицинска и фармакологична биофизикохимия (Химически факултет) и био–медицинска информатика (Факултет по математика и информатика). Нуждаят се от: комбинирана система Varioskan Flash с възможности за проследяване качествено, количествено и в кинетика (във времето) на изключително голям набор от показатели и биомаркери по следните методи – fluorescence intensity (top/bottom), time-resolved fluorescence, spectral scanning luminometry, high sensitivity luminometry (flash and glow), UV/Vis photometry, multilabel measurement (BRET, FRET, TR-FRET) и аксесоари ( ~ 150 000 лв.); газов анализатор; центрофуги (ниско-. високооборотна, с охлаждане); бидестилатор; др.апаратура и реагенти; (общо ~ 200 000 лв.);

За успешно провеждане на научни изследвания, съсредоточени около Националната стратегия 2020, освен обновяване на съществуващи в катедрата лаборатории е необходимо и създаването на нови такива:

- Лаборатория за създаване и поддръжка на нови типове детектори на йонизиращи лъчения - научноизследователската работа на сътрудници на катедрата в лаборатории от голямата европейска инфраструктура (ESFRI) (CERN, FAIR, SPIRAL2) изисква създаването на подобна лаборатория, която трябва да позволи **конструирането, изработването, тестването и поддържането на нови детекторни системи, които ще се използват в експерименти, провеждани от сътрудници на катедрата в лаборатории от голямата европейска инфраструктура**. Катедра Атомна физика разполага с помещения, които могат да се лицензират като лаборатории, допускащи провеждането на измервания, свързани с йонизиращи лъчения. За изграждането на подобна лаборатория е необходимо осигуряването на стабилно електрозахранване (clean power), изграждане на универсална, многоканална система за обработка на електронни сигнали и натрупване на данни, закупуване на радиоактивни източници, закупуване на детектори за различни типове йонизиращи лъчения, изграждане на вакуумна и газоснабдителна система и закупуване на необходимите контролно-измервателни прибори. Пълната реализация на подобна лаборатория ще изисква около 2 500 000 лв.

Трябва да се отбележи, че навлизането на нови, интердисциплинарни специалности като „Медицинска физика“, както и целите, поставени в Националната стратегия 2020, изискват създаването на интердисциплинарни лаборатории, които надхвърлят рамките на една катедра. В някои случаи създаването на подобен тип лаборатории може да се осъществи в рамките на

факултета и/или Университета. Пример за подобен тип лаборатории е **Лаборатория по медицинска физика**. Съдържанието, целите, местоположението, експлоатацията и екипът на подобна лаборатория могат да бъдат дефинирани единствено след консултации със всички заинтересовани катедри (и/или факултети).

Развитието на капацитета за научни изследвания в България е силно свързан с изграждането на **Ускорителна лаборатория**. Тази, значително по-голяма като инвестиция лаборатория, без съмнение е необходима за провеждането на качествени научни изследвания в България и постигане на целите в Националната стратегия 2020. Трябва да се отбележи, че България е може би единствената държава в Югоизточна Европа, която не притежава подобен тип научна лаборатория. В зависимост от размера на потенциалната инвестиция подобен проект би могъл да се реализира в малък вариант на университетско ниво или като по-мощен, национален проект. Университетска ускорителна лаборатория би могла да се реализира на базата на малък тандем ускорител (3 MV). Основните задачи на една такава лаборатория са свързани основно с радиоизотопно датироване и определяне на химичния състав на материали (методи на атомната масова спектроскопия AMS и характеристично лъчение – PIXE и/или PIGE). По груби оценки подобна лаборатория ще изисква около 10 000 000 лв. Целите, местоположението, експлоатацията и екипът на подобна лаборатория могат да бъдат дефинирани единствено след консултации с всички заинтересовани факултети на базата на предварително прието становище на Физическия факултет. Вторият вариант на реализиране на Ускорителна лаборатория предвижда изграждането на национален ускорителен център, базиран на няколко многоцелеви, по-големи (например тандем ускорител с напрежение >10 MV) ускорители от различен тип. Подобен център ще покрие всички задачи и приоритети заложи в Националната стратегия 2020, но неговото създаване изисква сериозни консултации между заинтересуваните институции (университетите, БАН, индустрията) и би трябвало да се координира на правителствено ниво.

11.09.2012  
София

За катедра Атомна физика  
в.и.д р-л катедра доц. д-р Г. Райновски