

Міжнародне співробітництво наукових установ Відділення ядерної фізики та енергетики НАН України

Національний науковий центр "Харківський фізико-технічний інститут" (ННЦ ХФТІ) НАН України

Приклади результатів з основних напрямів спільних досліджень:

1. Вирішення проблем термоядерного синтезу.

В рамках Договору про науково-технічний обмін між Інститутом теоретичної фізики ННЦ ХФТІ НАН України та Технічним університетом м. Грац (Австрія) запропоновано та досліджено метод пасивного стримування неокласичної тірінг-моди у плазмі токамака; запропоновано метод числового рішення кінетичних рівнянь для заряджених часток у плазмі стелараторів з довільною магнітною конфігурацією у режимах з довільною частотою кулонівських зіткнень, за допомогою інтегрування вздовж магнітної силової лінії.

В рамках Договору про наукове співробітництво між Інститутом фізики плазми ННЦ ХФТІ НАН України і СІЕМАТ (м. Мадрид, Іспанія). Було розроблено та впроваджено новий детектор вторинних часток для аналізатора важких іонів на стелараторі ТУ-ІІ.

В рамках Угоди про співробітництво між Інститутом фізики плазми ННЦ ХФТІ НАН України та Інститутом ядерних проблем (м. Отрок-Шверк Польща) здійснюються роботи з розвитку і застосування різних методів діагностики плазми і поверхні для досліджень процесів модифікації твердих поверхонь матеріалів.

2. Участь у колабораціях зі створення великого адронного колайдера (LHC, ALICE, CMS) в Європейській організації ядерних досліджень (ЦЕРН) здійснюється згідно з Угодою між Урядом України та ЦЕРНом від 02.04.93 про подальший розвиток наукового і технічного співробітництва в галузі фізики високих енергій.

2.1. Участь у колаборації "Компактний Мюонний Спектрометр CMS (LHC CERN)".

В рамках проекту "Підготовка обчислювальних комплексів ЛІТ ОІЯД (м. Дубна) та ННЦ ХФТІ НАН України (м. Харків) до розподіленого аналізу даних експерименту CMS (ЦЕРН) на основі ґрид-технологій" конкурсу спільних наукових проектів НАН України – Російського фонду фундаментальних досліджень, (виконується згідно Постанови Президії НАН України від 02.04.2008, № 104) виконано модернізацію обчислювального комплексу ННЦ ХФТІ НАН України з метою досягнення відповідності його параметрів задачам з обробки та аналізу даних експерименту CMS.

В ННЦ ХФТІ НАН України створено Регіональний Південно-Східний обчислювальний комплекс (ОК ННЦ ХФТІ). В цей час обчислювальні потужності визначаються 68 високопродуктивними ядрами. Дискава пам'ять ОК має ємність 46 Терабайт. Організовані нові служби (VOMS, VOMRS, WEB-сервер Phedex-вузол та інтерфейс користувачів (UI)), що забезпечують використання ОК ННЦ ХФТІ як структурного елемента міжнародного WLCG/EGEE та Українського академічного Ґрида. Швидкість внутрішньої

мережі ОК – 1 Гбіт/с. На ОК встановлені програми (Glite, Linux CERN 4, CMSSW та ін.) для його функціонування в LHC-грід системі для обробки експериментальних даних з протонного колайдера LHC. Забезпечена цілорічна робота ОК. ОК ННЦ ХФТІ офіційно зареєстрований у базі даних CMS під ім'ям T2_UA_KIPT та один від України включений до моніторингу інфраструктури ЦЕРНу. ОК достатньо активно використовується задачами віртуальної організації CMS.

Співробітниками ННЦ ХФТІ НАН України у межах підготовки до аналізу експериментальних даних з CMS-детектора методами математичного моделювання на ВК показано можливість виявлення бозону Хіггса за каналом його розпаду на два Z0-бозона. Виконано також моделювання народження мюонних пар у процесах Дрелла-Яна, що необхідно для дослідження реальних характеристик детектора CMS на початковій стадії роботи колайдера LHC.

2.2. Участь у колаборації "Міжнародний важкоіонний суперколайдерний експеримент ALICE (LHC CERN)"

Завершено установку та калібрування детектора ALICE із використанням космічних променів. Створено методику дослідження та проведені дослідження фізичних процесів збільшення точності виміру енергії і координати частинки з використанням кремнієвих мікрострипових детекторів (МСД).

Науковцями ННЦ ХФТІ НАН України встановлена трекова система на пучкову лінію, завершено тестування детекторів та зібрана мікрострипова частина внутрішньої трекової системи ALICE (ЦЕРН, Швейцарія). Створено та у 2008 році підключено до оптоволоконного каналу пропускною здатністю до 1 Гбіт/с GRID-кластер для обробки експериментальних даних з колайдера.

У межах підготовки до аналізу експериментальних даних з CMS-детектора методами математичного моделювання показано можливість виявлення бозону Хіггса за каналом його розпаду на два Z0-бозона. Виконано моделювання народження мюонних пар у процесах Дрелла-Яна, що необхідно для дослідження реальних характеристик детектора CMS на початковій стадії роботи колайдера LHC.

3. В рамках Меморандуму про взаємодію між Національним прискорювальним Центром ім. Томаса Джефферсона (США) та ННЦ ХФТІ НАН України проводяться спільні роботи зі створення Мелерівського поляриметра для вимірювання поляризації пучків електронів. Проведено низку вимірювань поляризації електронного пучка з використанням нової мішені Мюлеровського поляриметра. Проведено розрахунки і моделювання нової геометрії магнітної системи мюлерівського поляриметра у рамках реконструкції прискорювача СЕБАФ (США) на енергію у 12 GeV.

4. Триває співробітництво з Аргонською національною лабораторією Міністерства енергетики США щодо створення джерела нейтронів в ННЦ ХФТІ. Протягом 2005–2008 рр. розроблено концептуальний проект джерела нейтронів, заснованого на підкритичній збірці, керованій прискорювачем електронів. Ця установка призначена для виконання досліджень в галузі радіаційної фізики, реакторного матеріалознавства, радіаційної медицини, нанотехнологій, фізики конденсованого стану, біології, для виробництва медичних радіонуклідів тощо.

5. Протягом 5 років продовжується співпраця з Юліхським науково-дослідним центром. У 2007–2008 роках виконувався монтаж компактного циклотрону CV 28, який був переданий в ННЦ ХФТІ НАН України за умовами Декларації про дарування від 22.11.2005 р. з Інституту Фізики твердого тіла, м. Юліх (Німеччина).

6. Розробка генератора рентгенівського випромінювання на основі зворотнього комптонівського розсіювання. Окрім ННЦ ХФТІ НАН України, у проєкті беруть участь установи з Нідерландів та Росії. Відбувся повномасштабний запуск системи живлення та охолодження електромагнітних елементів, виміряні електромагнітні параметри.

ННЦ ХФТІ НАН України – єдиній українській установі вдалось ввійти до складу міжнародної команди, що розробляє проєкти лінійних колайдерів ІЛС та СЛІС. З метою розробки джерела поляризованих позитронів для цих колайдерів проводяться: дослідження інтенсивного джерела поляризованих гамма-квантів; проєктування Комптонівських нагромаджувальних кілець; розробляється ефективний позитронний конвертор.

7. Участь у міжнародній колаборації "Рухлива поляризована мішень (МРТ)". Для експериментів в ОІЯД (Дубна, Росія) створена дейтронна поляризована мішень.

8. Спільно з КНР виконуються дослідження з виробництва вуглець-вуглецевих композитів для ядерної енергетики, літакобудування, нафтовидобутку, а також високотемпературних нагрівачів.

9. Розроблено метод та комплекс апаратури для діагностики високо-температурної плазми пучками важких високоенергетичних іонів. Апаратуру впроваджено на багатьох термоядерних установках світу: Токамаки: Т-10 (РНЦ "Курчатівський інститут", Москва), Туман-3 (ФТІ, Ст Петербург); Стеларатори: TJ-2 (СІЕМАТ, Мадрид, Іспанія), WEGA (ІРР, Грейфсвальд, Німеччина). За допомогою даної діагностики та за участю колективу Інституту фізики плазми ім. О.І. Ахієзера ННЦ ХФТІ НАН України проведено дослідження та отримано важливі результати щодо ролі електричних полів у процесах утримання плазми в термоядерних установках.

10. ННЦ ХФТІ НАН України є членом Міжнародної енергетичної агенції з програми розвитку концепції стелараторів і плідно співпрацює в цьому напрямку з Національним інститутом термоядерних досліджень (NIFS, Токіо, Японія), Університетом в Кіото (Японія), Принстонською національною лабораторією (PPPL, США), Центром ядерних досліджень (СІЕМАТ, Мадрид, Іспанія), Інститутом фізики плазми (Грайфсвальд, Німеччина), Університетом Граца (Австрія), РНЦ "Курчатовський інститут" (Москва, Росія), Фізико-технічним інститутом ім. О.Ф. Йоффе (С.-Петербург, Росія) та ін.

10. Проведено низку робіт зі співробітниками Федерального Технологічного Університету штату Парана (Бразилія) з розробки протонного томографа для медичного застосування. Роботи проводились на підставі "Угоди про співробітництво", підписаної у 2006 році.

11. Проведено низку робіт із співробітниками Інституту геології АН Республіки Узбекистан з розробки методів одержання медичних ізотопів із високоренієвого молібденіту Узбекистану. Проведено дослідження можливостей напрацювання ренію-186 на лінійних прискорювачах електронів. Розроблено методику одержання медичних ізотопів з ренію, що вилучається

з молібденітів Узбекистану. Проведено оцінку ресурсного рудного потенціалу Узбекистану як сировинної бази для сталого виробництва медичних ізотопів.

12. Взаємодія з науковцями Білорусі з оцінки впливу радіоактивних випадань в аерозольній формі на радіаційний стан прикордонної території Білорусі і України після аварії на ЧА-ЕС. Виконано довгостроковий прогноз по рівнях забруднення ґрунтів α -випромінюючими ізотопами трансуранових елементів для 30-км зони та прилягаючої до неї території.

13. ННЦ ХФТІ НАН України є членом Міжнародної енергетичної агенції з програми розвитку концепції стелараторів і плідно співпрацює в цьому напрямку з Національним інститутом термоядерних досліджень (NIFS, Токіо, Японія), Університетом в Кіото (Японія), Принстонською національною лабораторією (PPPL, США), Центром ядерних досліджень (SIEMAT, Мадрид, Іспанія), Інститутом фізики плазми (Грайфсвальд, Німеччина), Університетом Граца (Австрія), РНЦ "Курчатовський інститут" (Москва, Росія), Фізико-технічним інститутом ім. О.Ф. Йоффе (С.-Петербург, Росія) та ін.

14. З проблем термоядерного реактора протягом багатьох років співробітництво здійснюється з Національними центрами в Карлсруе та Юліху (FZK і FZU, Німеччина), Національним центром т/я досліджень (Кадараш, Франція), Національним інститутом металів (Цукубо, Японія).

15. В області плазмових технологій спільні дослідження проводяться з Інститутом ядерних проблем (Шверк) і Інститутом лазерного мікросинтезу (Варшава) у Польщі, Аргонською та Берклівською національними лабораторіями (ANL і BLNL, США), Університетом в Осаці (Японія), Інститутом ядерних досліджень СВ РАН (Новосибирськ, Росія) та ін.

16. Здійснюється співпраця з Міжнародним агентством з атомної енергії (МАГАТЕ). У 2008 році в ННЦ ХФТІ НАН України проведено виїзну технічну нараду МАГАТЕ "Імітація на прискорювачах і моделювання радіаційних ефектів в матеріалах".

Інститут ядерних досліджень НАН України

1. З Міжнародним агентством з атомної енергії МАГАТЕ здійснюється співпраця з регламентних питань ядерної та радіаційної безпеки, разом з МАГАТЕ для країни СНД та Балтії проводяться спеціальні навчальні та тренувальні курси, семінари з різних питань поводження з радіоактивними матеріалами та їх використання. В рамках співпраці з ЦЕРНОм забезпечується участь у міжнародному проекті LHC та в інших проектах, зокрема з дослідження радіаційної стійкості напівпровідникових детекторів.

2. Співробітники ІЯД беруть участь в підготовці великого європейського проекту EURECA – експерименту з пошуку гіпотетичних частинок темної матерії в процесах слабкої взаємодії.

3. Разом з Центром радіаційної медицини (Університет м. Ваолонгонг, Австралія) розроблюються планарні нейтронні сенсори.

4. На прискорювачах Південної ядерної лабораторії Національного інституту ядерної фізики (м. Катанія, Італія) виконано спільні експериментальні дослідження багаточастинкових реакцій в експериментах на збігах з метою дослідження структури легких ядер, зокрема і нейтронно надлишкових ізотопів.

5. В лабораторіях університетів Рим I і Рим II (Італія) продовжувались спільні експерименти з подвійного β -розпаду та пошуку гіпотетичних частинок темної матерії в рамках проекту DAMA.

6. На прискорювачах Південної ядерної лабораторії Національного інституту ядерної фізики (м. Катанія, Італія) виконано спільні експериментальні дослідження багаточастинкових реакції в експериментах на збігах з метою вивчення структури легких ядер, зокрема нейтроннадлишкових ізотопів.

7. В 2008 році Інститут ядерних досліджень НАН України та Київський національний університет ім. Тараса Шевченка організували та успішно провели другу Міжнародну конференцію "Актуальні проблеми ядерної фізики та атомної енергетики". Конференція відбулась у Києві з 9 по 15 червня 2008 р. Спонсорами конференції виступили: Національна академія наук України та ЗАТ "Радій" (м. Кіровоград).

У конференції взяли участь більше 250 представників із 12 країн (Швеції, Франції, Італії, Ізраїлю, Німеччини, США, Польщі, Росії, Японії). Серед них – 120 вчених з різних ядерних центрів та вузів України, 43 вчених із дальнього зарубіжжя. Фахівці з ядерної фізики та енергетики обговорювали питання, пов'язані з проблемами, перспективами та новітніми досягненнями в галузях структури ядра, ядерних реакцій, рідкісних ядерних процесів, релятивістської ядерної фізики, нейтронної фізики, фізики ядерних реакторів, проблем атомної енергетики. На конференції було представлено 195 доповідей, із них – 134 усні презентації, 61 – стендові.

Про міжнародне співробітництво Навчального центру з фізичного захисту, обліку та контролю ядерного матеріалу ім. Джорджа Кузмича при Інституті ядерних досліджень НАН України

У 2008 році Навчальний центр з залученням фахівців з фізичного захисту державних органів за програмою з розробки нормативно-правових актів у рамках договору з Тихоокеанською північно-західною лабораторією Міненерго США розробив 6 нормативно-правових актів: два з яких введені у дію наказом Держатомрегулювання, один подано на держреєстрацію до Мін'юсту, один знаходиться на внутрішньому погодженні в Мінпаливенерго, 2 розіслані на погодження до зацікавлених державних органів, один відправлено на відгуки.

Було проведено 5 регіональних курсів МАГАТЕ. Курси викладався інструкторами МАГАТЕ та України. Слухачами курсів були 150 осіб, з них 81 – іноземні представники.

Спільно з Аргонською національною лабораторією Міненерго США було проведено семінар "Культура ядерної фізичної безпеки".

Спільно з НАЕК "Енергоатом" за спонсорською підтримкою Міненерго США та Європейської комісії, 27–31 серп. у м. Славутич (Чорнобильська АЕС) було проведено шосту Українську конференцію з обліку та контролю ядерних матеріалів. Учасниками конференції були 38 українських фахівців і 12 фахівців з Євросоюзу, США та СНД.

Проведено у Москві та м. Обнінську (РФ) дві координаційні зустрічі представників Міненерго США та державних органів України щодо допомоги Україні у розробці нормативно-правових актів з фізичного захисту, обліку та контролю ядерних матеріалів.

В цілому у 2008 р. у навчальних курсах, семінарах і нарадах, що проходили у Навчальному центрі, взяли участь 520 осіб – менеджери проектів,

висококваліфіковані експерти та лектори з країн дальнього та ближнього зарубіжжя, що навчали й ділилися досвідом роботи з українськими фахівцями в галузі атомної енергії, екології, фізичного захисту та радіаційного матеріалознавства на базі Навчального центру з фізичного захисту, контролю та обліку ядерного матеріалу ім. Джоржа Кузмича.

Інститут прикладної фізики НАН України

1. Установа отримала запрошення від ЦЕРНу до участі у спільному проєкті зі створення компактного лінійного електрон-позитронного колайдера (CLIC).

2. Також Інститут запрошено до участі у новому міжнародному проєкті – створенні установки для досліджень антипротонів та іонів (FAIR), найбільшого у світі прискорювача важких іонів (Дармштадт, Німеччина).

3. В рамках проєкту створення джерела нейтронів SNS (Spallation Neutron Source), що виконується в Оквіджській національній лабораторії (ORNL) США, в ІПФ НАН України розроблено інтенсивне джерело негативних іонів водню зі струмом ~50 mA. В розробленому джерелі вперше реалізовано новий механізм збільшення щільності струму негативних іонів, пов'язаний зі створенням різниці потенціалів між емісійним електродом та розрядною плазмою в магнітному полі. Роботи виконувались за контрактом з ORNL.

4. Між інститутом та Російським Федеральним Ядерним Центром (РФЯЦ – ВНДІЕФ) в рамках контракту виконано проєкт з розробки та створенню ядерного скануючого мікрозонду на базі електростатичного прискорювача ЕПП-10.

5. Інститут з 2003 р. співпрацює з європейським лідером в галузі навчального приладобудування фірмою Phywe Systeme GmbH (Німеччина, м. Геттенген). Згідно з угодою про співробітництво напрями співпраці такі: наукові дослідження і розробки нових засобів навчання; розробка методик навчання; комп'ютеризація лабораторних експериментів; проведення пілотного проєкту на базі 10 загальноосвітніх навчальних закладів Сумської області; стажування викладачів пілотних шкіл та методистів в Геттінгенському університеті та на фірмі Phywe.

Інститут геохімії навколишнього середовища

НАН України та МНС України

1. Виконуються спільні наукові дослідження з екології Карпат з відділом загальної екології Інституту охорони природи Польської академії наук (м. Краків, Польща).

2. За проєктом МАГАТЕ виконано комплексну оцінку безпеки радіоактивних відходів в Україні.

3. За фінансування Tasis розроблено основи національної стратегії і концепції поводження з радіоактивними відходами в Україні, включаючи стратегію поводження з радіоактивними відходами НАЕК "Енергоатом".

4. Проведено підготовку до участі у Комплексних Міжнародних навчаннях Інспекції Договору про всеосяжну заборону ядерних випробувань на території Семіпалатинського полігону.

5. Працівники Інституту взяли участь у VI Міжнародному антитерористичному форумі: "Моделі протидії міжнародному тероризму в контексті планетарної безпеки (суспільний компонент)", Болгарія, м. Софія, 2008 р.

Інститут електрофізики і радіаційних технологій НАН України

1. Здійснюється співробітництво з Об'єднаним інститутом ядерних досліджень (м. Дубна, РФ) з питань модифікації властивостей матеріалів потоками ядерних випромінювань, вирішення проблем зберігання радіоактивних відходів, створення нових математичних методів.

2. Директор інституту чл.-кор. НАН України В.Ф.Клепиков очолював делегацію від НАН України до Південно-Африканської Республіки з питань співробітництва в галузі розвитку високотемпературних газових реакторів. За результатами візиту підписано меморандум про розвиток співпраці, підготовлено проект Угоди про співробітництво між НАН України та Південно-Африканською ядерною корпорацією NECSA, який буде підписано під час візиту делегації ПАР до України у травні 2009 р.

3. Діють офіційні протоколи про співробітництво з Міжнародною науковою установою "Об'єднаний інститут ядерних досліджень" (ОІЯД) (м. Дубна, Московської обл.). Виконуються спільні дослідження в галузі створення наукових основ радіаційних нанотехнологій, вирішення питань поводження з радіоактивними відходами, розробки методів моніторингу об'єктів ядерної енергетики.

Статистичні дані щодо міжнародної співпраці установ Відділення ядерної фізики і енергетики НАН України

| № з/п | Статистичні дані по установах Відділення | Установи ВЯФЕ НАН України | | | | | | Всього по Відділенню |
|-------|---|---------------------------|-------|------|------|------|------|----------------------|
| | | I | II | III | IV | V | VI | |
| 1 | Кількість монографій, опублікованих за кордоном | 2 | - | - | - | - | - | 2 |
| 2 | Кількість наукових статей, опублікованих у закордонних журналах (на 100 науковців) | 23.7 | 30.14 | 12.8 | 16.9 | 67.6 | 42.1 | 27.2 |
| 3 | Кількість журналів, що видаються (або перекладаються за кордоном) іноземними мовами | 1 | - | - | - | - | - | 1 |
| 4 | Кількість міжнародних грантів, отриманих установами Відділення (на 100 науковців) | 4.4 | 1.9 | 2.6 | - | 11.8 | - | 3.4 |
| 5 | Кількість науковців, що взяли участь у міжнародних форумах (на 100 науковців) | 46.4 | 6.3 | 20.5 | 41.9 | 44.1 | - | 32.7 |
| 6 | Кількість представлених доповідей | 399 | 81 | 32 | 101 | 15 | - | 628 |
| 7 | Кількість чинних угод між установами Відділення і закордонними організаціями | 37 | 36 | - | 8 | 2 | - | 83 |
| 8 | Кількість закордонних вчених, які були прийняті установами Відділення | 110 | 149 | 13 | 13 | 7 | 3 | 295 |
| 9 | Кількість проданих ліцензій та обсяг реалізованої продукції за кордон (у дол. США) | 2; \$ 99 тис. | - | - | - | - | - | 2; \$ 99 тис. |

Установи Відділення ядерної фізики і енергетики НАН України: I – Національний науковий центр "Харківський фізико-технічний інститут", II – Інститут ядерних досліджень, III – Інститут прикладної фізики, IV – Інститут геохімії навколишнього середовища НАН України та МНС України, V – Інститут електрофізики і радіаційних технологій, VI – Навчально-науковий центр "Фізико-хімічне матеріалознавство" Київського національного університету ім. Тараса Шевченка та НАН України