

## Найвагоміші результати ІЯД за 2020 р.

(затверджено Вченою радою ІЯД НАН України

Протокол № 10 від 10.12.2020 р.)

### Ядерна фізика, фізика елементарних частинок і високих енергій

В розпадах  $B$ -мезонів в експерименті LHCb (CERN) досліджено еволюцію їх розпадів в  $B_0 \rightarrow J/\psi K^+ K^-$  з роздільною здатністю по часу біля 45 фс. Виміряні CP-характеристики найбільш точні на сьогоднішній день. Різниця в масі між  $B_0$  власних станів становить  $\Delta m_s = 17,703 \pm 0,059 \pm 0,018 \text{ ps}^{-1}$ . Одержані результати узгоджуються з теоретичними прогнозами на основі Стандартної Моделі. В розпадах  $W$ -бозонів отримано дані щодо взаємодії гіпотетичних важких нейтрино та мюонів. Показано перспективність використання кандидатів фізичних подій, для яких лептонне число зберігається.

*(чл.-кор. НАН України В.М. Пугач, В.М. Добішук, С.М. Колієв, І.О. Костюк, О.А. Кот, В.Є. Лукашенко, О.О. Охріменко)*

Запропонована нова модель для опису синтезу надважких ядер в реакціях злиття важких ядер зі свинцевої мішенню, в якій враховано синтез ядер шляхом поступової еволюції від подвійної ядерної системи до сферичного компаунд-ядра та передачі нуклонів між ядрами, що торкаються. Показано, що перший шлях є основним для синтезу надважких ядер у цих реакціях. Розраховані перерізи синтезу надважких ядер добре узгоджуються з наявними експериментальними даними. Відбір механізму синтезу надважких ядер має фундаментальне значення для будови нових моделей перебігу ядерних реакцій та передбачення перерізів формування більш надважких ядер, а також планування експериментів. Опис надважких ядер дозволяє відібрати найбільш надійні моделі для опису структури ядер та ядерних реакцій.

*(чл.-кор. НАН України В.Ю. Денисов)*

В рамках чотиривимірного ланжевенівського підходу з макроскопічними транспортними коефіцієнтами розраховано масові розподіли уламків поділу надважких ядер від  $^{268}\text{Hs}$  до  $^{306}122$  та встановлено існування від одного до чотирьох максимумів в масових розподілах. В поділі легких надважких ядрах виявлено мас-симетричний домінуючий пік при  $A_F \approx 140$ . Показано, що з ростом масового та зарядового номеру ядра, що ділиться, в масових розподілах виникає сильно мас-асиметричний пік при  $A_H \approx 208$ . Для ядра  $^{306}122$  чотири максимуми в масових розподілах мають приблизно однакову величину.

*(Ф.О. Іванюк)*

З найвищою точністю (близько 3%) визначено період напіврозпаду ядра молібдену 100 відносно двонейтринного подвійного бета-розпаду, що є одним з найбільш точних вимірювань цього процесу. Ці нові ядерні дані важливі для розвитку теорії подвійного бета-розпаду та експериментальних методів досліджень властивостей нейтрино і слабкої взаємодії.

*(Ф.А. Даневич, В.В. Кобичев, О.Г. Поліщук, В.І. Третьяк)*

З новою точністю виміряно спектри нейтрино з мантиї Землі (геонейтрино), уточнено потік нейтрино від розпадів берилію 8 у Сонці, вперше виконано прямі спостереження сонячного CNO-циклу, що дає унікальну інформацію про внутрішню будову Землі і Сонця.

*(В.В. Кобичев)*

### Ядерна енергетика

З метою удосконалення процесу радіометричного збагачення уранової руди розроблено концептуальну схему промислової установки на принципі спектрометра множинності для визначення подільних речовин неруйнівним експрес-репрезентативним способом з використанням кристалів NaJ(Tl) великого об'єму ( $\sim 300$  л) і продуктивністю  $\sim 308$  т/добу.

*(член-кор. НАН України В.І. Слісенко, Н.І. Мазіна, Ю.Г. Щепкін)*

На основі даних дозиметричного експерименту, виконаного на енергоблоці №4 ВП ЗАЕС, показана необхідність перегляду програми модернізації однорядних контейнерних збірок зі зразками-свідками металу корпусу реактора. Це має важливе значення для забезпечення контролю стану корпусу реактора в понадпроектний період експлуатації.

*(В.М. Буканов, О.В. Гриценко, В.Л. Дем'яохін, О.М. Пугач)*

Результати моніторингу радіаційного навантаження корпусу реактора енергоблоку №5 ВП ЗАЕС використовуються при виконанні робіт з науково-технічного обґрунтування можливості подовження терміну експлуатації реакторної установки на понадпроектний період.

*(В.М. Буканов, О.Г. Васильєва, Т.М. Лашко С.М. Пугач, В.В. Ількович)*

### **Радіаційна фізика та реакторне матеріалознавство**

Побудована теорія процесу збудження лазерами ізомеру  $^{229m}\text{Th}$  з енергією 8,3 еВ, при якому відбуваються складні прямі і зворотні переходи електрона в атомі і в неперервному спектрі. Показано, що запропонований атомно-ядерний процес збудження ядра через електронну підсистему є більш ефективним, ніж пряме збудження ядра ультрафіолетовим лазером. Він передбачає можливість визначення частоти переходу на ізомерний рівень  $^{229m}\text{Th}$  з унікальною точністю, що відкриває шлях для створення прецензійного стандарту частоти «ядерного годинника», який може мати важливі застосування в фундаментальній науці і в техніці.

*(О.Я. Дзюблик)*

Знайдене відхилення від проектної моделі експериментальних значень зсувів критичних температур крихкості в діапазоні понадпроектних флюенсів швидких ( $E > 0,5 \text{ MeV}$ ) нейтронів, яке може свідчити про початок зміни механізму радіаційного окрихчування металу корпусів реакторів (так званого late blooming effect). Рекомендовано внести доповнення в нормативний документ стосовно враховування знайденого відхилення при визначенні коефіцієнту радіаційного окрихчування.

*(Л.І. Чирко, В.М. Ревка, М.Г. Голяк)*

Розроблена модель виходу молекул водню з твердого метану, опромінюваного електронами при низьких температурах. Показано, що часова залежність потоку молекул має гострий максимум (має вибуховий характер) при утворенні автоколиваний температури і концентрації створених опроміненням радикалів в метані. Результати підтверджуються експериментами, виконаними і Фізико-технічному інституті низьких температур ім. Б. І. Веркіна НАН України. Процес може спостерігатись і в космічних об'єктах, де метан є розповсюдженою сполукою.

*(чл.-кор. НАН України В.Й. Сугаков)*

Розроблено метод уточнення коефіцієнту радіаційного окрихчування матеріалів корпусу реактора шляхом сумісного використання в дозовій залежності зсувів критичної температури крихкості і референсної температури, що суттєво підвищує достовірність визначення терміну безпечної експлуатації корпусу і можливість роботи в понадпроектний період. Рекомендовано внести зміни в нормативний документ стосовно методу визначення дозової залежності експериментальних результатів зсувів температур переходу.

*(Л.І. Чирко, В.М. Ревка, М.Г. Голяк)*

### **Фізика плазми та керований термоядерний синтез**

Знайдено, що існують швидкі магнітозвукові моди з частотами вище йонної циклотронної, які мають глобальну радіальну структуру та амплітуду, максимальну в центральній області плазми. Вони можуть відігравати важливу роль у просторовому каналюванні енергії, а також бути відповідальними за надтеплову йонну циклотронну емісію, джерело якої знаходиться на магнітній осі токамака.

*(О. С. Бурдо, Я.І. Колесниченко)*

Показано, що електронне циклотронне нагрівання з резонансом на внутрішньому обході тора може запобігти акумуляції вольфраму в центрі плазми у разі спонтанного збудження гвинтового ядра – явище, яке спостерігалось в токамаку ASDEX Upgrade.

*(В.С. Марченко)*

### **Ядерна, радіаційна та техногенно-екологічна безпека**

Вперше досліджено гематологічні та цитогенетичні показники у індикаторних видів мишо-подібних гризунів з осушених територій водойми-охолоджувача ЧАЕС. В умовах лабільної екосистеми у дослідних тварин виявлено дисбаланс в системі гемопоезу, різнонаправлені зміни параметрів кровотворних органів та периферичної крові. Зареєстровано підвищену частоту цитогенетичних ано-

малій в кістковому мозку. Виявлено видові відмінності реакції кровотворної системи на хронічний радіаційний вплив.

*(А.І. Липська, Н.К. Родінова, Н.М. Рябченко та інші)*

Створено багатофункціональний корпус ситуаційних вправ, призначений для проведення практичних занять з фізичної ядерної безпеки при підвищенні кваліфікації особового складу правоохоронних органів, що беруть участь у реагуванні на кризові ситуації, пов'язані з радіоактивними матеріалами, та фахівців з фізичного захисту об'єктів ядерно-енергетичного комплексу України.

*(В.І. Гаврилюк, О.П. Романова, С.С. Драпей та інші)*