

## **Найвагоміші результати ІЯД за 2018 р.**

(затверджено Вченою радою ІЯД НАН України

Протокол № 8 від 11.12.2018 р.)

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

На Великому Адронному Колайдері (ЦЕРН, Женева) за участю вчених ІЯД НАН України відкрито нову частинку з подвійною чарівністю. Інтригуюча властивість нового баріону з двома чарівними кварками – його надзвичайно довгий час життя ( $2.5 \cdot 10^{-13}$  с), який в 10 мільярдів разів перевищує час його народження ( $10^{-23}$  с) в протон-протонних зіткненнях при енергії 13 ТеВ. Теоретична інтерпретація цього феномену можлива лише на границі Стандартної Моделі та Нової фізики. Нова частинка з подвійною чарівністю, народжуючись в сильній взаємодії (вибух двох високоенергетичних протонів), еволюціонує через проміжні процеси в поле слабкої взаємодії. Подальші дослідження мають встановити роль в цих процесах явищ Нової фізики (за межами Стандартної Моделі).

*(чл.-кор. НАН України В.М. Пугач, О.Ю. Охріменко, О.А. Федорович, О.С. Ковальчук та інші)*

З найвищою точністю виміряні періоди напіврозпаду ядер селену-82 і кадмію-116 відносно двонейтринного подвійного бета-розпаду та виконано пошук безнейтринної моди розпаду цих ядер, звідки слідує нові обмеження на ефективну майоранівську масу нейтрино на рівні 1–1.7 електронвольт, що важливо для встановлення абсолютної шкали та ієрархії мас нейтрино, визначення природи цієї частинки, перевірки закону збереження лептонного числа, розвитку теорій за межами Стандартної моделі елементарних частинок.

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

На детекторі Борексіно виконано прецизійне спектроскопічне вимірювання потоків сонячних нейтрино від протон-протонного циклу та знайдено ознаку високої металевості надр Сонця (цей результат опубліковано в журналі Nature).

*(В.В. Кобичев)*

Розроблено новий підхід для розрахунку ширини поділу ядер, який враховує залежність бар'єра поділу від енергії збудження ядра. Знайдено, що ширина поділу, розрахована в цьому підході, суттєво більша, ніж вважалося раніше, що має важливе (принципове) значення для опису розпаду збуджених ядер, особливо надважких, бар'єр поділу яких суттєво залежить від енергії збудження ядра. Отримані знання можуть бути застосовані для визначення реального часу перебігу реакцій поділу радіоактивних ядер важких елементів, які використовуються в атомній енергетиці.

*(чл.-кор. НАН України В.Ю. Денисов)*

Виконано розрахунки розподілів уламків поділу ряду актинідних та транс-актинідних ядер за масою уламку та повною кінетичною енергією. В енергетичних розподілах виділено внески від стандартної, над-короткої та над-довгої конфігурацій. Описано відхилення середньої кінетичною енергії ядер фермій-258, фермій-259, менделевій-260 від статистики Віоли. Вперше пояснено кардинальну зміну масових розподілів від мас-асиметричного до мас-симетричного при переході від ядра фермій-256 до ядра фермій-258.

*(Ф.О. Іванюк)*

### **Ядерна енергетика**

Визначено умови опромінення опорних елементів корпусу реактора енергоблоку №1 Хмельницької АЕС. За результатами проведення державної експертизи з ядерної та радіаційної безпеки Державна інспекція ядерного регулювання України дозволила використовувати отримані дані в роботах з оцінки технічного стану та подовження строку експлуатації енергоблоку.

*(В.М. Буканов, О.В. Гриценко, В.Л. Демьохін, О.М. Пугач, С.М. Пугач)*

Теоретично досліджена можливість виникнення ланцюгової реакції в об'єкті «Укриття», накритому новим безпечним конфайнментом (НБК). Показано, що за деяких умов можливе виникнення одиночного нейтронного спалаху, який за інтенсивністю не буде перевищувати нейтронні спалахи, що спостерігалися у 1992 році. Ця можливість пов'язана з осушенням, завдяки зведенню НБК, паливних мас, які протягом 25 років перебували у надвологіму стані. Такий спалах не становить небезпеки для навколишнього середовища, але персонал «Укриття» повинен бути застережений. Поступове збільшення нейтронного потоку, що наразі спостерігається в деяких приміщеннях «Укриття», може бути попередником такого нейтронного спалаху.

*(д.ф.-м.н. проф. В.М. Павлович, ІЯД НАНУ, В.О. Бабенко ІПБ АЕС НАНУ)*

На виконання другого етапу програми модернізації контейнерних збірок для енергоблоку №1 Южно-Української АЕС здійснено модернізацію збірок зі зразками-свідками основного металу корпусу реактора. Це дозволило забезпечити матеріалознавчий супровід безпечної експлуатації корпусу реактора на понадпроектний період.

*(В.М. Буканов, О.В. Гриценко, В.Л. Демьохін, О.М. Пугач, С.М. Пугач, В.В. Ількович)*

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

За результатами досліджень зразків-свідків і моніторингу радіаційного навантаження корпусу реактора показано, що за критерієм крихкої міцності термін безпечної експлуатації корпусу реактора енергоблоку №2 Южно-Української АЕС забезпечений принаймні ще на 21 рік.

*(В.М. Ревка, Л.І. Чирко, Ю.В. Чайковський)*

Побудована теорія конденсації екситонів в напівпровідникових квантових ямах з дефектами макроскопічних розмірів. Конденсація екситонів в квантовій ямі приводить до підсиленого заселення екситонами області дефекту при збільшенні накачки, а також до появи структури в розподілі екситонів, або у формі острівців конденсованої фази, або у вигляді кільця на границі дефекту. Показано, що величина часу життя екситонів відіграє важливу роль у визначенні просторового розподілу густини. Отримані специфічні особливості прояву екситонної люмінесценції при конденсації на дефекті, знання яких важливе для розуміння фазових переходів нестабільних частинок в просторово обмежених системах.

*(чл.-кор. НАН України проф. В.Й. Сугаков)*

На основі аналізу результатів відновлення характеристик опромінених кристалів, котрі є базовими при виготовленні світло-діодів, зроблено висновок про існування у них процесів самоорганізації. Подібна особливість може бути використана для прогнозування радіаційної стійкості елементів оптоелектронної техніки.

*(В.П. Тартачник, О.В. Конорева та інші)*

Досліджено структурні зміни поверхневих і приповерхневих шарів дислокаційного кремнію при опроміненні високоенергетичними легкими йонами дейтерію. Виявлено, що радіаційне легування дейтронами дозволяє формувати в об'ємі кремнію на глибинах до 780 мкм тонкі шари (від 30 до 200 мкм), які мають властивості, відмінні від вихідної матриці. Можливість пошарово змінювати властивості кремнію є важливою для забезпечення актуальних потреб мікро- та наноелектроніки.

*(Г.П. Гайдар, М.І. Старчик, М.Б. Пінковська та інші)*

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

Показано, що за певних умов неоднорідність розподілу температури плазми може вести до такої нестійкості плазми, яка не погіршує (що має місце в багатьох експериментах), а покращує утримання її енергії. Покращення відбувається внаслідок виникнення доцентрового потоку енергії в області локалізації нестійкості плазми. Такого роду нестійкість спостерігалась в перших експериментах на оптимізованому стелараторі Вендельштайн 7-Х (Німеччина, 2017 р.).

*(Я.І. Колесниченко, А.В. Тихий)*

Розроблено та виготовлено унікальний, прозорий для іонізуючих випромінювань 128-елементний Мікростріповий металевий детектор. Детектор перспективний для застосування в променевої медицині для точкового опромінення злоякісних пухлин. Його використання при лікуванні онкохворих дозволить опромінювати переважно ракові клітини, такою дозою яка необхідна і суттєво зменшити дози навантаження на здорові клітини.

*(чл.-кор. НАН України В.М. Пугач, О.А. Федорович, О.С. Ковальчук, та інші)*

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

Створено лабораторію для мікробіологічного (МБ) контролю чистоти приміщень, що призначені для виробництва радіофармацевтичних препаратів (РФП) і контролю чистоти готової продукції.

Відповідно до вимог нормативних документів розроблено програму моніторингу санітарних умов у виробничих приміщеннях в їх оснащеному і функціонуючому станах.

Розроблено програму для випробування на МБ чистоту і стерильність РФП, серійне виробництво яких планується в ІЯД: терапевтичного препарату натрію йодиду  $^{131}\text{I}$  (для перорального застосування) і портативного генератора технецію  $^{99\text{m}}\text{Tc}$  (для отримання натрію пертехнетату  $^{99\text{m}}\text{Tc}$  в умовах клініки), а також нерадіоактивних технологічних розчинів і первинної упаковки. Для забезпечення стандартизації процесів контролю у відповідності з Державною Фармакопеею України розроблено інструкції для стандартних операційних процедур (СОП).

*(В.В. Тришин, Л.К. Бездробна, О.О. Одінцов)*

Досліджено кількісні та якісні закономірності променевого ураження та відновлення системи крові у потомства опромінених  $^{131}\text{I}$  лабораторних щурів за додаткової дії радіаційного стрес агенту. Виявлено суттєві відмінності в динаміці та інтенсивності змін, як основних показників периферичної крові, так і цитогенетичних ушкоджень у клітинах кісткового мозку потомків опромінених батьків, у порівнянні з контрольними тваринами. Встановлено, що найвиразніші зміни реєстрували у особин, народжених від обох опромінених  $^{131}\text{I}$  батьків.

*(А.І. Липська, Н.М. Рябченко, О.Б. Ганжа)*

Створено новітню технологію навчання Інтерактивний навчальний комплекс «Атомна електростанція з елементами системи фізичного захисту», який призначений для оцінки вразливості АЕС та визначення ефективності систем фізичного захисту АЕС шляхом зміни конфігурації системи фізичного захисту при максимально можливому зменшенні впливу людського фактора. Комплекс застосовується на практичних заняттях під час проведення курсів з підвищення кваліфікації з фізичного захисту ядерних установок персоналу підрозділів фізичного захисту АЕС України, особового складу підрозділів Національної гвардії України, Національної поліції України, Антитерористичного центру при СБУ

*(С.С. Драпей, О.П. Романова, М.В. Стрільчук)*