

ЗАТВЕРДЖУЮ
Директор

Інституту сцинтиляційних матеріалів
Національної академії наук України

Борис ГРИНЬОВ

(Власне ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

*
Національна
академія наук
України
(підпись)
№23756522

М.П.

М.ХАРКІВ

**АНОТОВАНИЙ ЗВІТ
про виконану роботу в рамках реалізації проекту
із виконання наукових досліджень і розробок**

«Гетероструктуровані органічні сцинтилятори із високою здатністю до розділення іонізуючих випромінювань за формою сцинтиляційного імпульсу для задач радіоекології»

Назва конкурсу: Конкурс НФДУ "Наука для безпеки людини та суспільства"

Реєстраційний номер Проекту: 2020.01/0133

Підстава для реалізації Проекту з виконання наукових досліджень і розробок (реєстраційний номер та назва Проекту) 2020.01/0133 Гетероструктуровані органічні сцинтилятори із високою здатністю до розділення іонізуючих випромінювань за формуєю сцинтиляційного імпульсу для задач радіоекології

Рішення наукової ради Національного фонду досліджень України щодо визначення переможця конкурсу "Наука для безпеки людини та суспільства" (назва конкурсу) протокол від «16-17 « вересня 2020 року № 21

1. ЗАГАЛЬНА ІНФОРМАЦІЯ ПРО ПРОЄКТ

Загальна тривалість виконання проекту 2020 рік – 2021 рік

Початок – 05 листопада 2020 року

(дата укладання Договору про виконання наукового дослідження і розробки)

Закінчення – 15 грудня 2021 року

Загальна вартість Проекту, грн. 7359500

Вартість Проекту по роках, грн.:

1-й рік 1859000 грн

2-й рік 5500500 грн

2. ІНФОРМАЦІЯ ПРО ВИКОНАВЦІВ ПРОЄКТУ

до виконання Проекту залучено 14 виконавців, з них:

доктори наук 3;

кандидати наук 6;

інші працівники 5.

3. ІНФОРМАЦІЯ ПРО ГРАНТООТРИМУВАЧА ТА ОРГАНІЗАЦІЮ(Ї) СУБВИКОНАВЦЯ(ІВ) ПРОЄКТУ

ГРАНТООТРИМУВАЧ:

Інститут сцинтиляційних матеріалів Національної академії наук України
(ІСМА НАН України)

61072, Харків, пр. Науки, 60, ЄДРПОУ 23756522,
тел. (057) 341-03-45, факс (057) 340-44-74
UA508201720343140002000009774
UA448201720343170001000009774
UA668201720343131002200009774
банк ДКСУ м. Київ,
МФО 820172
ПН 237565220309, св. № 28308869

СУБВИКОНАВЕЦЬ:

Київський національний університет імені Тараса Шевченка
Код ЄДРПОУ 02070944,
01033, м. Київ, вул. Володимирська 60,
тел.: (044) 239-32-30, факс: (044) 239-32-30
р/р UA078201720313211010201014095
у ДКСУ в м. Києві
МФО 820172
ЄДРПОУ 02070944

4. ОПИС ПРОЄКТУ

4.1. Мета Проекту (до 200 знаків)

Розробка матеріалів для роздільної реєстрації іонізуючих випромінювань; вивчення фізичних механізмів, які визначають здатність цих матеріалів розділяти випромінювання з різними питомими втратами енергії.

4.2. Основні завдання Проекту (до 400 знаків)

Основними завданнями проекту є: 1) розробка матеріалів для роздільної реєстрації найбільш небезпечних для людського організму іонізуючих випромінювань на основі нових органічних гетероструктурованих сцинтиляторів; 2) вивчення фізичних механізмів, які визначають здатність цих матеріалів розділяти випромінювання за формулою імпульсу радіолюмінесценції; 3) отримання матеріалів найбільш ефективних щодо задач радіоекології та техногенних катастроф.

4.3. Детальний зміст Проекту:

- Сучасний стан проблеми (до 400 знаків)

Питання реєстрації потоків іонізуючих частинок малої інтенсивності є актуальними в екологічних, біологічних, медичних задачах, при пошуку засобів перешкоджання несанкціонованого провозу радіоактивних матеріалів і т. ін. Найбільш ефективними системами є органічні монокристали, але сучасна технологія їх отримання вносить жорсткі обмеження на їх максимальні розміри та форму і є достатньо коштовною.

- Новизна Проекту (до 400 знаків)

Мала радіаційна стійкість органічних монокристалів обмежує їх використання при реєстрації джерел високої активності. Для цього пропонується вивчення більш перспективних сцинтиляційних матеріалів нових типів. Це гетероструктуровані органічні матеріали, які містять

сцинтиляційні зерна, які з'єднуються за рахунок спікання при гарячому пресуванні або вводяться у прозору гель-композицію.

- Методологія дослідження (до 400 знаків)

Виготовлення зразків органічних монокристалів як реперних зразків, а також зразків композиційних і полікристалічних сцинтиляторів стильбену і *n*-терфенілу із різним розміром кристалічних зерен. Дослідження їх світлового виходу, оптичного пропускання, часових параметрів імпульсу радіолюмінесценції, спектрів поглинання, миттєвої, затриманої флюоресценції та фосфоресценції.

5. ОТРИМАНІ НАУКОВІ АБО НАУКОВО-ТЕХНІЧНІ РЕЗУЛЬТАТИ (до 2 сторінок) в рамках реалізації Проекту, зокрема:

5.1. Опис наукових або науково-технічних результатів, отриманих в рамках виконання Проекту (із зазначенням їх якісних та кількісних (технічних) характеристик)

1) Вирощено органічні монокристали на основі стильбену та *n*-терфенілу. Отримано зразки гетероструктурованих сцинтиляторів із різним розміром гранул на основі стильбену та *n*-терфенілу.

2) Проведено підбір та відпрацювання експериментальних методів дослідження світлового виходу, оптичного пропускання та форми імпульсу радіолюмінесценції органічних сцинтиляторів. Відпрацьовано експериментальні методи досліджень спектрів поглинання, миттєвої і затриманої флюоресценції, а також фосфоресценції органічних сцинтиляторів при кімнатній температурі та при температурі 77 К.

3) Проведені дослідження відносного світлового виходу та оптичного пропускання композиційних сцинтиляторів із різними фракціями розмірів гранул. Результати дослідень показали що для зразків із фракціями гранул <0,04; <0,06; 0,06–0,1 значення відносного світлового виходу та оптичного пропускання є дуже низькими.

4) Показано, що через відмінності механізмів формування миттєвої і затриманої флуоресценції, залежності інтенсивності світіння від розміру гранул суттєво відрізнялися для радіаційного збудження та збудження фотонами світла.

5) При постійному збудженні світлом в область поглинання триплетних екситонів:

– Виявлено пік, із енергією фотонів світла, яка відповідала енергії подвійній енергії триплетних екситонів ($2\varepsilon(T_1)$). Цей пік відповідає енергії злиття двох T_1 - станів (пряме світіння зі збудженого синглетного стану).

– Спостерігався спектр флуоресценції, спектральний склад якого був аналогічний спектру миттєвої флуоресценції. За умовами експерименту збудження це можливе лише через злиття триплетних екситонів. Через заборону по мультиплетності, його інтенсивність досягала декількох відсотків від інтенсивності падаючого світла.

– Найменше значення інтенсивності сповільненої флуоресценції I_D було отримано для монокристалів. Це пояснюється тим, що у цих об'єктах можливість «розділення» T_1 - станів від точки їх виникнення в об'ємі сцинтилятора, практично, нічим не обмежена. Найбільше значення I_D спостерігалося для композиційних сцинтиляторів, що містять гранули з розмірами меншими за 0,06 мм. Для композиційних сцинтиляторів, що містять гранули великих розмірів, зі збільшенням розмірів гранул, спостерігався розкид значень I_D , значення якого перевищувало тенденцію I_D до збільшення або до зменшення.

6) Для задач де необхідна висока здатність до розділення іонізуючих випромінювань за формою сцинтиляційного імпульсу, наприклад, для задач радіоекології, рекомендовано створення гетероструктурованих органічних сцинтиляторів (композиційних та полікристалічних) на основі гранул із розміром, що перевищують 0,3 мм.

5.2. За наявності науково-технічної продукції обґрунтuvання її переваг у порівнянні з існуючими аналогами

Технологічний процес отримання нових типів органічних гетерогенних сцинтиляторів, які містять сцинтиляційні гранули, що з'єднуються при гарячому пресуванні (полікристали), або вводяться у прозору гель-композицію (композиційні сцинтилятори) є значно дешевшим порівняно з технологією вирощування структурно-досконалих монокристалів. Крім того, розроблена нами

технологія не вносить обмежень на розмір та форму зразків органічних гетерогенних сцинтиляторів, на відміну від монокристалів.

5.3. Практична цінність отриманих результатів реалізації Проекту для економіки та суспільства (стосується проектів, що передбачають проведення прикладних наукових досліджень і науково-технічних розробок)

5.4. Опис шляхів та способів подальшого використання результатів виконання Проекту в суспільній практиці.

Знання фізичних процесів, що відбуваються в органічних сцинтиляційних матеріалах, зокрема спін-селективних процесів в збуджених станах, є важливим як з точки зору фундаментальних досліджень взаємодії іонізуючого випромінювання з речовиною, так і має велике практичне застосування. Вивчення таких процесів дозволить визначити оптимальні технологічні умови для отримання ефективних сцинтиляторів із високою здатністю роздільної реєстрації іонізуючих випромінювань із великими значеннями dE/dE (швидкі нейтрони або альфа-частинки) в присутності супутнього гамма-випромінювання. Це важливо для вирішення широкого спектра проблем радіоекології (ситуація навколо атомних електростанцій, на робочому місці персоналу, у районах, які постраждали від техногенних катастроф і т. ін.). До цього списку можна додати контроль несанкціонованої транспортування і експорту матеріалів, що діляться, радіобіологію, радіомедицину. Якщо необхідно створити реєструючий матеріал великої площини, щоб підвищити ефективність реєстрації малих потоків випромінювання, то органічні гетероструктуровані сцинтилятори є перспективними матеріалами для вирішення таких проблем. Ці сцинтиляційні матеріали не мають аналогів за кордоном. Їх розробка сьогодні є пріоритетним досягненням української науки.

Примітка: Анотований звіт не повинен містити відомостей, заборонених до відкритого опублікування

Науковий керівник Проекту

Старший науковий співробітник відділу гетероструктурованих матеріалів

Інститут сцинтиляційних матеріалів НАН України

доктор фіз.-мат. наук

Олег Тарасенко

(Власне ім'я та ПРІЗВИЩЕ)



(підпись)