

Довідка про творчий внесок

молодшого наукового співробітника відділу сцинтиляційної радіометрії і радіохімічних методів дослідження Інституту сцинтиляційних матеріалів НАН України Горбачової Тетяни Євгенівни у цикл наукових робіт Т.Є. Горбачової, Н.В. Ребрової, Т.С. Малого, А.В. Жишковича “Монокристалічні, полікристалічні та наноструктуровані люмінесцентні матеріали для реєстрації іонізуючого випромінювання”, який висунуто на здобуття премії Президента України для молодих вчених

Цикл наукових робіт «Монокристалічні, полікристалічні та наноструктуровані люмінесцентні матеріали для реєстрації іонізуючого випромінювання» складається з 37 публікацій у фахових наукових виданнях, з них 24 статті у міжнародних журналах, що містяться в базі даних Scopus. Отримані результати доповідалися на 34 наукових конференціях різного рівня, за якими було опубліковано 55 тез доповідей. Загальна кількість публікацій за участю Т.Є. Горбачової, які ввійшли в даний цикл робіт - 33, з них 14 статей (в тому числі 12 – у виданнях, що містяться в базі Scopus), 19 тез доповідей на міжнародних та вітчизняних конференціях. Кількість посилань на всі роботи Т.Є. Горбачової в системі Scopus складає 6, h-індекс автора 4 (згідно бази Scopus).

Творчий внесок Т.Є. Горбачової у цикл робіт є вагомим та полягає у дослідженні органічних сцинтиляційних матеріалів з метою створення нових детекторів іонізуючого випромінювання. Були встановлені залежності оптико-люмінесцентних та сцинтиляційних характеристик зразків від морфології. Вперше показано, що структурні порушення в полікристалічних зразках зумовлюють появу нових центрів люмінесценції, які, в свою чергу, викликають появу в спектрі люмінесценції полікристалічних зразків смуг із більшими довжинами хвиль, ніж у монокристалів. Ці центри мають власний спектр збудження, який не викликає основної люмінесценції монокристалічних зразків. Виникнення додаткових довгохвильових смуг люмінесценції при радіаційному збудженні композиційних і полікристалічних сцинтиляторів пов'язано з глибокими пастковими центрами структурного походження. Автором доведено, що формування глибоких пасток носіїв заряду у полікристалічних сцинтиляторів призводить до зменшення абсолютноного світлового виходу та часу висвітлювання у порівнянні з монокристалічними зразками. З'ясовано, що локалізація носіїв заряду на глибоких пастках структурного походження в

органічних сцинтиляторах впливає на формування сцинтиляційного сигналу подібно його гасінню і призводить до скорочення фронту загасання та зниження сцинтиляційного виходу. Були проведені розрахунки часу локалізації носіїв заряду на глибоких пастках.

Використовуючи моделі дискретного оптичного середовища для моделювання світлозбору в полікристалічних і монокристалічних сцинтиляторах автором були проведені розрахунки коефіцієнтів світлозбору, які дозволили отримати значення абсолютноного світового виходу. Вони були близькі для сцинтиляційних матеріалів однакових за своїм хімічними складом, але у полікристалічних зразків при різних типах опромінення в порівнянні з монокристалічними, абсолютний світловий вихід менший за рахунок впливу глибоких пасток носіїв заряду. Встановлено закономірності зміни технічного світлового виходу, пов'язані зі збільшенням середнього шляху світла до вихідного вікна детектора, як у випадку переходу від монокристалічного до полікристалічного зразка, так і в разі переходу від об'ємного збудження до локального. Автором були проведені експериментальні дослідження сцинтиляційних характеристик люмінесцентних матеріалів на основі галогенідів лужних, лужноземельних та рідкісноземельних металів.

З 2008 року працює молодшим науковим співробітником в Інституті сцинтиляційних матеріалів НАН України. З 2009 р. Т.Є. Горбачова навчалася в аспірантурі Інституту сцинтиляційних матеріалів НАН України, м. Харків. За результатами проведених досліджень у грудні 2017 року Т.Є. Горбачова захистила кандидатську дисертацію.

Претендент на здобуття премії

Т.Є. Горбачова

В.о. директора інституту

І.А. Бреславський



Довідка про творчий внесок

молодшого наукового співробітника лабораторії синтезу сцинтиляційних матеріалів Інституту сцинтиляційних матеріалів НАН України **Ребрової Надії Василівни** у цикл наукових робіт Т.Є. Горбачової, Н.В. Ребрової, Т.С. Малого, А.В. Жишковича “Монокристалічні, полікристалічні та наноструктуровані люмінесцентні матеріали для реєстрації іонізуючого випромінювання”, який висунуто на здобуття премії Президента України для молодих вчених

Цикл наукових робіт «Монокристалічні, полікристалічні та наноструктуровані люмінесцентні матеріали для реєстрації іонізуючого випромінювання» складається з 37 публікацій у фахових наукових виданнях, з них 24 статті у міжнародних журналах, що містяться в базі даних Scopus. Отримані результати доповідалися на 34 наукових конференціях різного рівня, за якими було опубліковано 55 тез доповідей. Загальна кількість публікацій за участю Н.В. Ребрової, які ввійшли в даний цикл робіт - 20, з них 9 статей (в тому числі 8 – у виданнях, що містяться в базі Scopus), 11 тез доповідей на міжнародних та вітчизняних конференціях. Кількість посилань на всі роботи Н.В. Ребрової в системі Scopus складає 70, h-індекс автора – 5 (згідно бази Scopus).

Творчий внесок Н.В. Ребрової у цикл робіт є вагомим та полягає в розробці нових сцинтиляційних матеріалів на основі галогенідів лужних, лужноземельних та рідкісноземельних металів ($\text{YCl}_3:\text{Ce}^{3+}$, $\text{CaBr}_2:\text{Eu}^{2+}$, $\text{CsCaBr}_3:\text{Eu}^{2+}$, $\text{CsCaCl}_x\text{Br}_{3-x}:5\%\text{Eu}^{2+}$, $\text{CsSrBr}_3:\text{Eu}^{2+}$, $\text{CsSrBr}_3:\text{Eu}^{2+}$, $\text{K}_2\text{BaCl}_4:\text{Eu}^{2+}$ та $\text{K}_2\text{BaBr}_4:\text{Eu}^{2+}$), які значно варіюються за сцинтиляційними властивостями, розміром, хімічною стійкістю тощо. Автором проведено синтез вихідних компонентів шихти, вирощено монокристали та досліджено основні люмінесцентні та сцинтиляційні характеристики цих кристалів в залежності від концентрації активаторів та складу матриць.

Атором доведено, що заміна іонів складної галогенідної матриці досконало ізоморфними іонами веде до поліпшення світлового виходу і швидкодії сцинтиляційного матеріалу. Також показано, що у випадку обмеженого ізоморфізму заміщуваних іонів одночасно погіршуються всі характеристики сцинтилятора через значне спотворення кристалічної гратки твердого розчину.

Запропоновані автором монокристали можуть бути використані в дозиметрії та низькофоновій гамма-спектрометрії для реєстрації рентгенівського, гамма-випромінювання та заряджених часток.

Більшість з одержаних нових монокристалічних сцинтиляторів внесені до міжнародної бази сцинтиляторів на сайті Національної Лабораторії у Берклі (США:

<http://scintillator.lbl.gov/>), чим за роботами автора закріплено пріоритет у відкритті та вивченні цих матеріалів.

За результатами досліджень Н.В. Ребровою подана кандидатська дисертація до захисту.

З 2007 по 2013 рік Реброва Н.В. працювала інженером в Інституті сцинтиляційних матеріалів НАН України, м. Харків, з 2013 року працює молодшим науковим співробітником в Інституті сцинтиляційних матеріалів НАН України. З 2014 р. навчалася в аспірантурі Інституту сцинтиляційних матеріалів НАН України.

Претендент на здобуття премії

В.о. директора інституту

Н.В. Реброва

I.A. Бреславський



Довідка про творчий внесок

старшого наукового співробітника кафедри експериментальної фізики Львівського національного університету імені Івана Франка **Малого Тараса Сергійовича** у цикл наукових робіт Т.Є. Горбачової, Н.В. Ребрової, Т.С. Малого, А.В. Жишковича “Монокристалічні, полікристалічні та наноструктуровані люмінесцентні матеріали для реєстрації іонізуючого випромінювання”, який висунуто на здобуття премії Президента України для молодих вчених 2018 року.

Цикл наукових робіт «Монокристалічні, полікристалічні та наноструктуровані люмінесцентні матеріали для реєстрації іонізуючого випромінювання» виконувався претендентами протягом 2008 – 2016 років і складається з 38 публікацій у фахових наукових виданнях, з них 23 статті у міжнародних журналах, що містяться в базі даних Scopus. Отримані результати доповідалися на 20 українських та 13 зарубіжних конференціях та були опубліковані в 57 тезах доповідей. Загальна кількість публікацій за участю Малого Т.С., які ввійшли в даний цикл робіт - 31, з них 13 статей (в тому числі 6 – у виданнях, що містяться в базі Scopus), 18 тез доповідей на міжнародних та вітчизняних конференціях. Кількість посилань на ці роботи Малого Т.С. в системі Scopus складає 35, h-індекс автора 3.

Творчий внесок Малого Т.С. у цикл робіт є вагомим та полягає у детальному дослідженні люмінесцентно-кінетичних характеристик нанорозмірних частинок фосфатів $\text{LnPO}_4\text{-RE}$ ($\text{Ln} = \text{La, Lu; RE} = \text{Pr, Ce, Eu}$), що дозволило встановити загальні закономірності релаксації високоенергетичного збудження та енергіями, що відповідають переходам із стану з перенесенням заряду іонів Ln^{3+} . Автором також досліджено процеси міграції та перенесення енергетичного збудження за участю пар іонів лантанідів Pr^{3+} – Ce^{3+} в наночастинках LaPO_4 та LuPO_4 .

Автором вперше отримані та проаналізовані результати досліджень спектрально-кінетичних властивостей наночастинок з використанням синхротронного і рентгенівського випромінювання. При зменшенні розмірів наночастинок виявлена загальна тенденція до зниження інтенсивності люмінесценції. Автором показано, що така поведінка власної рекомбінаційної люмінесценції зумовлена співмірністю довжини термалізації електронів і розмірів наночастинок. Даний механізм гасіння люмінесценції із зменшенням розмірів наночастинок можна використати для експериментальної оцінки довжини термалізації електронів.

Для наночастинок LaPO_4 власне свічення ідентифікується з випромінювальною релаксацією автолокалізованих екситонів. Для синтезованих частинок різного розміру досліджена динаміка зміни спектрального положення та виходу власної люмінесценції.

Використовуючи дані отримані методами люмінесцентної спектроскопії із часовим розділенням, для наночастинок LaPO_4 моноклинної структури, автором визначено ширину забороненої зони. За характерною люмінесценцією Eu^{3+} -центрів наночастинок $\text{LuPO}_4\text{-Eu}$ зроблено обґрунтований висновок про тетрагональну симетрію гратки наночастинок LuPO_4 . Виходячи з аналізу спектрів збудження даної люмінесценції встановлено, що для частинок малих розмірів ($< 12 \text{ нм}$) люмінесценція переважно збуджується в області помноження за участю вторинних переходів із перенесенням заряду. Для наночастинок LuPO_4 за спектром збудження $5d\text{-}4f$ люмінесценції іонів празеодиму зроблена оцінка ширини забороненої зони і встановлено, що для рекомбінаційної люмінесценції наночастинок $\text{LuPO}_4\text{-Pr}$ зменшення їх розмірів призводить до зменшення внеску довгої компоненти загасання та скорочення її часової константи. В наночастинках $\text{LuPO}_4\text{-Ce}$ виявлено два типи церієвих центрів, присутність яких в різних позиціях гратки підтверджується наявністю довгої компоненти в кінетиці загасання люмінесценції під час збудження рентгенівськими квантами. У наночастинках $\text{LaPO}_4\text{-Pr,Ce}$ виявлено ефективну передачу енергії збудження від іонів празеодиму до іонів церію і малоефективну у наночастинках $\text{LuPO}_4\text{-Pr,Ce}$.

Результати роботи, щодо дослідження залежності люмінесцентних процесів у нанокристалах від енергії збуджувальних квантів та розміру самих наночастинок, дають змогу встановити певні обмеження на мінімальний розмір нанокристалів для їхнього використання як наносцинтиляторів чи компонент композитних сцинтиляційних матеріалів.

Автор пропонує практичне використання неорганічних люмінесцентних наночастинок $\text{LaPO}_4\text{-Pr}$ та $\text{LaPO}_4\text{-Eu}$ у медичних цілях, відповідно, як наносцинтилятори для радіотерапії та люмінесцентні мітки для візуалізації біологічних процесів на клітинному рівні та одночасних носіїв для іммобілізації антитіл та ліків для їх цільової доставки. Параметри механізмів передачі енергії збудження в парі іонів Pr-Ce дають змогу створити високоефективні наносцинтилятори, які можна використати як складовий елемент об'ємних композитних сцинтиляторів.

Претендент на здобуття премії

Ректор
Львівського національного університету
імені Івана Франка,
доктор філософських наук, професор



Довідка про творчий внесок

наукового співробітника фізичного факультету Львівського національного університету ім. Івана Франка **Жишковича Андрія Володимировича** у цикл наукових робіт Т.Є. Горбачової, Н.В. Ребрової, Т.С. Малого, А.В. Жишковича "Монокристалічні, полікристалічні та наноструктуровані люмінесцентні матеріали для реєстрації іонізуючого випромінювання", який висунуто на здобуття премії Президента України для молодих вчених 2018 року.

Цикл наукових робіт «Монокристалічні, полікристалічні та наноструктуровані люмінесцентні матеріали для реєстрації іонізуючого випромінювання» виконувався претендентами протягом 2008 – 2016 років і складається з 37 публікацій у фахових наукових виданнях, з них 24 статті у міжнародних журналах, що містяться в базі даних Scopus. Отримані результати доповідалися на 20 українських та 13 зарубіжних конференціях та були опубліковані в 55 тезах доповідей. Загальна кількість публікацій за участю А.В. Жишковича, які ввійшли в даний цикл робіт – 25, з них 9 статей (в тому числі 5 – у виданнях, що містяться в базі Scopus), 16 тез доповідей на міжнародних та українських конференціях. Кількість посилань на всі роботи А.В. Жишковича в системі Scopus складає 38, h-індекс автора 3 (згідно бази Scopus).

Творчий внесок А.В. Жишковича у цикл робіт є вагомим та полягає у комплексному дослідження люмінесцентно-кінетичних параметрів наночастинок фторидів лужноземельних металів MeF_2 та $\text{MeF}_2:\text{Ln}$ ($\text{Me} = \text{Ca}, \text{Ba}, \text{Sr}; \text{Ln} = \text{Ce}^{3+}, \text{Eu}^{2+}, \text{Eu}^{3+}$) різного розміру при їх збудженні високоенергетичними імпульсними оптичними та рентгенівськими променями. В результаті низки проведених експериментів ним було виявлено залежність параметрів рекомбінаційної люмінесценції та кінетики загасання люмінесценції наночастинок фторидів від їхніх розмірів та енергії квантів збудження.

Важливим є те, що молодий учений з'ясував факт того, що сцинтиляційна ефективність досліджених матеріалів визначається просторовими параметрами процесів релаксації електронних збуджень та розмірами наночастинок. Він уперше показав, що співвідношення між довжиною термалізації фотоелектрона та розміром фторидних наночастинок MeF_2 та $\text{MeF}_2:\text{Ln}$ є визначальним для інтенсивності власної та домішкової рекомбінаційної люмінесценції.

Автор дослідження з'ясував, що залежність інтенсивності люмінесценції від розмірів наночастинок є відмінною для різних елементарних механізмів збудження: внутрішньоцентрового збудження, збудження за участю станів з перенесенням заряду, экситонного збудження, утворення електрон-діркових пар, помноження електронних збуджень з утворенням вторинних экситонів, електрон-діркових пар та станів із перенесенням заряду.

Дослідник показав, що інтенсивність домішкової люмінесценції у випадку зонно-зонного збудження залежить від електронного чи діркового механізму домішкової рекомбінаційної люмінесценції.

Молодий учений встановив, що інтенсивність випромінювальних оствново-валентних переходів мало залежить від розміру наночастинок унаслідок невеликого значення довжини дифузії оствової дірки.

Проведені ним дослідження дозволяють експериментальним шляхом оцінити просторові параметри релаксаційних процесів з метою подальшого використання наночастинок за певним призначенням (емітери електронів чи люмінесцентні наносцинтилятори). Також було встановлено оптимальні розміри наночастинок для створення на їхній основі наносцинтиляторів та нанокомпозитних сцинтиляційних матеріалів.

Претендент на здобуття премії

А.В. Жишкович

Ректор
Львівського національного університету
імені Івана Франка,
доктор філософських наук, професор



В.П. Мельник