

**НАЗАРЧУК**  
**Зіновій Теодорович** –  
академік НАН України,  
директор Фізико-механічного  
інституту ім. Г.В. Карпенка  
НАН України

## СЦИНТИЛЯЦІЯ ОРГАНІЧНИХ КОНДЕНСОВАНИХ СЕРЕДОВИЩ У ТЕОРІЇ І ПРАКТИЦІ

Рецензія на монографію:

**Н.З. Галунов, В.П. Семиноженко**

**«Радиолюминесценция органических  
конденсированных сред: теория и применение»**

*У монографії узагальнено сучасні уявлення з теорії радіолюмінесценції органічних конденсованих середовищ, сформовані наприкінці ХХ – на початку ХХІ ст., розглянуто основні аспекти теоретичних і експериментальних досліджень у цій галузі. Розширено матеріал щодо базових питань фізики взаємодії іонізуючих випромінювань з органічними матеріалами, а також джерел іонізуючих випромінювань, фізики процесів переносу зарядових станів та енергії збудження в молекулярних матеріалах. Систематизовано основні характеристики органічних сцинтиляторів виробництва провідних фірм світу, наведено відомості про нові сцинтиляційні матеріали – молекулярні полікристалічні й композиційні сцинтилятори.*

Друге, доповнене і розширене, видання монографії відомих фахівців у галузі фізики й технології сцинтиляційних матеріалів з'явилося в академічному видавництві «Наукова думка» на початку цього року. Обсяг монографії зріс більш ніж удвічі порівняно з її першим виданням (1997). Книга відразу отримала багато схвальних відгуків як в Україні, так і за кордоном (незважаючи на те, що вона є не англійською), її вже широко цитують спеціалісти, які працюють у галузі створення й використання сцинтиляторів. Що ж нового і особливого вирізняє друге видання цієї монографії?

Книга присвячена радіолюмінесценції органічних молекулярних конденсованих середовищ. *Радіолюмінесценція*, або, як частіше називають це явище у комерційних застосуваннях, *сцинтиляція* – це післясвічення, що виникає під дією іонізуючого випромінювання.

Радіолюмінесценція молекулярних конденсованих середовищ визначається як умовами генерації, переносу та рекомбінації носіїв заряду, так і особливостями люмінесценції цих



матеріалів та поширення в них світла. Найважливішою є саме специфіка молекулярних матеріалів. Неорганічні сцинтилятори (на відміну від органічних) характеризуються іон-ковалентним типом зв'язку. Як відомо, в іонних і ковалентних кристалах хімічний зв'язок є «сильним». Його типові значення перебувають в інтервалі 80–400 кДж/моль, тоді як для ван-дер-ваальсових молекулярних матеріалів хімічний зв'язок є «слабким», і його типові значення становлять 4–40 кДж/моль. Тому зрозуміло, що органічні й неорганічні сцинтилятори — це матеріали, які мають зовсім різні властивості.

Іонізуюче випромінювання створює певні (іонізовані) стани, втрата енергії яких в органічних напівпровідниках і діелектриках спричиняє генерацію світла, тобто радіолюмінесценцію. Що сьогодні відрізняє фізику органічних напівпровідників і діелектриків від фізики їх неорганічних аналогів? По-перше, це величезна різноманітність органічних матеріалів та їх властивостей. Крім того, так історично склалося, що теорія напівпровідників розвивалася, спираючись на експериментальні дослідження, проведені для неорганічних матеріалів. Пізніше ці результати й теорію, побудовану на їх основі, без ретельної перевірки почали використовувати для органічних матеріалів, переносячи на новий об'єкт специфіку зонної структури неорганічних матеріалів. Для молекулярних систем такий підхід є незастосовним, оскільки низка основних припущень зонної теорії твердого тіла виявляється непридатною для органічних напівпровідників, для яких не може бути, наприклад, використане одноелектронне наближення. Однією з особливостей другого видання книги М.З. Галунова і В.П. Семиноженка є те, що автори здійснили аналіз стану знань у цій галузі для органічних напівпровідників і провели порівняння основних властивостей молекулярних (органічних) та іон-ковалентних (неорганічних) матеріалів.

Люмінесценція органічних сцинтиляторів, на відміну від неорганічних, має молекулярний характер. Люмінесценція неорганічних сцинтиляторів зумовлена сильним зв'язком

іонів (атомів) у кристалічній ґратці і може зникнути внаслідок її руйнування. Для цих матеріалів характерні два рівні організації будови: електронний рівень в атомі (іоні) та атомний (іонний) рівень у кристалічній ґратці. У молекулярних матеріалах, навіть тих, що мають кристалічну ґратку, енергію міжмолекулярної взаємодії слід розглядати лише як слабке збурення порівняно з внутрішньою ковалентною взаємодією. Молекулярний органічний кристал можна представити як «орієнтований газ» молекул, слабка взаємодія між якими формує додатковий, третій рівень організації їхньої будови — надмолекулярний рівень, відсутній у неорганічних матеріалах.

Неможливо успішно розробляти і використовувати сцинтилятори як матеріали для реєстрації іонізуючих випромінювань, не розуміючи особливостей взаємодії цих випромінювань із конкретним середовищем. Тому дуже важливо, що в другому виданні монографії цьому питанню приділено значну увагу. Крім того, опис сучасного стану фізики молекулярних сцинтиляторів потребує досить детального аналізу як взаємодії іонізуючого випромінювання з молекулярними системами, так і процесів переносу зарядових станів, енергії електронного збудження, люмінесценції і проходження світла через органічний сцинтилятор. У книзі ці аспекти подаються як взаємоузгоджені частини єдиного опису. Серед питань, порушених у другому виданні і відсутніх у першому, слід відзначити детальний опис особливостей взаємодії іонізуючих випромінювань з органічними матеріалами, реєстрації та ідентифікації цих випромінювань з урахуванням особливостей їх взаємодії з матеріалом органічних сцинтиляторів. Завдяки цьому книга може бути також корисною для фахівців з радіобіології та радіомедицини в сенсі врахування впливу іонізуючих випромінювань на органічні матеріали.

Однак головна мотивація доопрацювання та перевидання монографії полягає дещо в іншому. Сучасні досягнення фізики сцинтиляторів тісно пов'язані з розробленням і дослідженням нових матеріалів. Класичні органічні сцинтилятори (монокристалічні, пластмасові й

рідкі) — це суцільні середовища. На межі ХХ і ХХІ ст. саме автори книги запропонували і проаналізували можливість створення гетерогенних молекулярних сцинтиляційних матеріалів. Такі матеріали отримують або пресуванням монокристалічних гранул (полікристали), або введенням їх у прозору діелектричну гелекомпозицію (композиційні сцинтилятори). Ця ідея на той час здавалася надто академічною, проте зараз здобула широке визнання. На відміну від класичних сцинтиляторів макроскопічні властивості нових гетерогенних матеріалів визначаються специфікою флуктуацій мікронеоднорідностей, які виникають на границях гранул. Тому однією з основних причин потреби у перевиданні книги була необхідність навести опис цих нових гетерогенних сцинтиляційних матеріалів, їх властивостей і особливостей фізики процесів, що відбуваються в них. У цьому сенсі матеріал другого видання книги є унікальним.

Ще однією характерною особливістю другого видання монографії є виклад матеріалу, зорієнтований на студентів і молодих науковців. У тих галузях науки, що аналізуються у книзі, накопичено великий обсяг матеріалу, для од-

них і тих самих явищ використовується різна термінологія. Для полегшення сприйняття такого матеріалу науковцем-початківцем насамперед необхідне його подання в історичному аспекті, що сприяє розумінню, чому виникли ті чи інші проблеми, яка логіка пошуку відповідей на них. Особливо це стосується фізики органічних молекулярних систем, яка, на жаль, і досі залишається поза рамками відомих підручників.

Крім теорії, книга містить експериментальні значення основних констант органічних матеріалів, які порівнюються з відповідними величинами, характерними для неорганічних сцинтиляторів. Багато корисної інформації винесено у додатки. Виклад матеріалу в монографії побудовано так, щоб відповідь на всі питання можна було знайти в межах матеріалу книги. Обсяг другого видання монографії (37,7 ум. друк. арк.) дозволяє охопити весь необхідний довідковий матеріал, який здебільшого не ввійшов до її першого видання.

Отже, можна привітати авторів із вдалим результатом їхньої праці і побажати новому виданню подальшого успіху та багатьох вдячних читачів.