



ВІДЗИВ ОФІЦІЙНОГО ОПОНЕНТА
на дисертаційну роботу Д.С. Карпина

**“ВПЛИВ ГЕТЕРОМЕЖІ ТА ДОМІШОК НА СТАНИ ТА ОПТИЧНИЙ СПЕКТР
ПОГЛИНАННЯ КВАНТОВИХ ТОЧОК”**,

подану на здобуття наукового ступеня кандидата фізико-математичних наук зі
спеціальності 01.04.07 — фізика твердого тіла

Пошук комбінацій наноструктур придатних для застосування в якості наноприладів, зокрема наносенсорів та наночіпів для опрацювання інформації є одним з найнайважливіших напрямків сучасних наукових досліджень в області фізики твердого тіла. Найбільш продуктивним напрямком вважається використання різноманітних наноструктур, таких як квантових точок (КТ), квантових плівок, дротів та їх комбінацій. Основною характеристикою таких систем є їх одночастинковий енергетичний спектр, який по конструктивним вимогам повинен бути певним чином узгодженим, але відмінним в різних квантових точках. Один з шляхів розв'язання цієї задачі є легування відповідних матеріалів, і таким чином в залежності від типів домішок можна досягти необхідної модифікації електронного спектру в квантових точках. Крім цього у квазінульвимірних системах (квантових точках) спостерігається збільшення відношення кількості атомів на поверхні до кількості атомів в об'ємі. У зв'язку з цим зростає роль поверхневих станів в спектрах поглинання і люмінесценції. А сама структура поверхневих станів буде визначатися як розмірами квантових точок, так і природою матеріалів, що утворюють гетеросистему. Тому дослідження впливу гетеромежі на поверхневі стани та домішок є важливим з наукової і практичної сторони для побудови високоякісних оптичних приладів на основі квантових точок. Дисертаційна робота Д.С. Карпина спрямована на розв'язок саме цієї проблеми — послідовному квантово-механічному теоретичному дослідженні поверхневих станів квантових точок, які містять домішки і їх вплив на оптичний спектр поглинання. Саме це визначає актуальність роботи.

Структура дисертаційної роботи: вступ, п'ять розділів, висновки, додаток та список використаної літератури.

Найбільш цікавими новими результатами є:

- розвиток метод розрахунку коефіцієнта оптичного поглинання наногетеросистемою CdSe/SiO_2 з КТ з двома акцепторними домішками, яке відрізняється від відповідного поглинання КТ з донорними домішками;
- встановлено, що донорна домішка та поверхнева поляризаційна пастка індукують виникнення поверхневих станів квантової точки у наногетеросистемі, причому

глибина пастки визначається розмірами КТ і діелектричними проникностями гетеросистеми;

- спектральний коефіцієнт поглинання світла наногетеросистемою CdS/SiO_2 з квантовими точками CdS має два максимуми, що пов'язані з екситон-домішковими комплексами (X , D^+-X , D^0-X , A^--X , A^0-X). Визначений у роботі спектральний коефіцієнт поглинання добре узгоджується з експериментальними даними;
- енергія поверхневого рівня Тамма КТ гетеросистеми InAs/GaAs з урахуванням електрон-деформаційної взаємодії є більшою від відповідної енергії без її врахування.

Одержання всіх нових наукових результатів не обмежується формальним розрахунком, а характеризується досить детальним обговоренням та встановленням залежностей поглинання квантових точок від особливостей поверхневих і домішкових станів. Ця особливість викладення дисертаційного матеріалу значно спрощує її практичне застосування.

Достовірність наукових результатів, викладених в дисертаційній роботі, її положень та висновків забезпечується: використанням апробованих методів аналітичних розрахунків та їх коректною модифікацією, застосовуванням добре відомих чисельних методів з високою точністю, узгодження одержаних результатів з загальновідомими фізичними уявленнями, результатами інших авторів та експериментальними закономірностями.

Дисертаційна робота добре оформлена, а її зміст викладено на високому науковому рівні, проте вона не позбавлена певних недоліків та потребує зауважень:

1. У розділі 2 розглянуто сферичну чотиризонну модель Балдареші-Ліпарі, яку застосовано до обчислення діркових станів квантової точки з двома акцепторними домішками. Важливо ще взяти внесок несферичних поправок до відповідної моделі.
2. У дисертації всюди дисперсія за розмірами описується розподілом Гауса. Хотілося би порівняти з іншими розподілами, зокрема Ліфшица-Слезова.
3. У майбутньому у водневоподібній моделі варто врахувати поправку на "центральну комірку".
4. Отримані результати були б більш вагомими та мали більше практичне застосування, якби було проведено порівняння з експериментальними спектрами поглинання або фотолюмінесценції люмінесценції легованих квантових точок CdS або CdSe.

Наведені зауваження не зменшують цінності дисертаційної роботи Д.С. Карпина, яка є завершеним науковим дослідженням. Її результати, окрім освітнього значення в області фізики наносистем, мають також прикладне значення, яке визначається можливістю застосування одержаних результатів при конструюванні архітектури оптичних нанопристроїв придатних для зберігання і обробки оптичної інформації, а також оптимізації технологій їх одержання.

Результати роботи опубліковані у фахових наукових виданнях – в 7 статтях (4 із них індексуються у базі Scopus і одна з них – у журналі з Impact Factor). Апробація результатів роботи відбувалася на та 3 тезах доповідей міжнародних конференцій. Автореферат і опубліковані роботи повністю відображають зміст дисертації. Автореферат є ідентичним основним положенням дисертації. Огляд літератури зроблений в достатньо повному обсязі і відображає сучасний стан наукових знань в області проведених досліджень.

Вважаю, що дисертаційна робота Д.С. Карпина, є закінченою роботою, в якій отримано нові наукові результати перспективні щодо подальшого їх розвитку та застосування. Вона являє собою вагомий крок у дослідженні поверхневих станів у наносистемах, задовольняє всім вимогам МОН України щодо кандидатських дисертацій, а її автор Д.С. Карпин заслуговує на присудження йому наукового ступеня кандидата фізико–математичних наук за спеціальністю 01.04.07 — фізика твердого тіла.

доктор фізико-математичних наук, професор,
професор кафедри експериментальної фізики
факультету математики, фізики та інформаційних технологій
Одеського національного університету
імені І. І. Мечникова

Ніцук Ю. А.

