

Рецензія

на дисертацію Стриженка Сергія Сергійовича
«Дослідження та чисельне моделювання джерел світла з квантовими
властивостями на основі багаторівневих атомів», подану на здобуття наукового
ступеня доктора філософії
за спеціальністю 104 «Фізика та астрономія»

Концепція фотона була сформульована менше століття тому для вирішення фундаментальних проблем фізики того часу. Спочатку «у використанні» з'явилися кванти енергії, які ввів у фізику Макс Планк. У 1905 році Альберт Ейнштейн зробив висновок, що багато ефектів були би пояснені з прийняттям дискретних локалізованих хвильових пакетів. Напевно все ж таки «батьком» фотона став фізик Артур Комптон, хоча він посилався на термін, що був вживаний раніше Гілбертом Льюїсом у 1926 р. Поступово квантова оптика зазнала швидкого та прискореного розвитку, кульмінацією якого стало відкриття стимульованого випромінювання світла, тобто лазерів.

Сама концепція фотона у той же час теж зазнала більшого розуміння та розширився список додатків, які вимагають виявлення окремих фотонів або одного фотона. Нещодавно розгорнута однофотонна технологія має коротку, але дуже насичену подіями історію.

У цьому контексті, тематика дослідницької роботи здобувача Сергія Стриженка не просто актуальна, а знаходиться «на вістрі» сучасної квантової оптики. Ті дослідження, в яких він приймав участь і результати, що він отримав у процесі роботи, суттєво поширюють як теоретичний рівень розуміння розглянутих проблем, так і дають висновки для практичних лабораторних реалізацій. В дисертації наведені результати, отримані автором під час роботи як в Україні (Інститут фізики НАН України, Київ), так і Німеччині (Технічний Університет м. Дармштадт). Основними науковими результатами роботи є:

1. Теоретично досліджено джерело одиничних фотонів, що складається з атома, розташованого в одномодовому відносно хвилі випромінювання резонаторі; з перших принципів виведено теорію взаємодії такого джерела з навколишнім полем;

2. Експериментально реалізовано джерело біфотонів з рекордною спектральною яскравістю на основі чотирихвильової взаємодії в порожнистому оптичному волокні, що утворює хвилевід без втрат;
3. Досліджено явище суперфлуоресценції на атомах рубідію в порожнистому волокні, з урахуванням впливу неоднорідності середовища;
4. Створено чисельну модель взаємодії багаторівневих атомів з поляризованим когерентним світлом, модель використана для пояснення результатів реальних експериментів.

Отримані та приведені у дисертації для захисту наукові результати роботи сформульовані чітко і коректно, з необхідними посиланнями на використані публікації. Подання матеріалу зроблено на хорошому рівні.

Перша частина роботи формулює постановку роботи та дає детальний огляд стану і проблем утворення джерел квантового світла. Кількість використаних джерел складає майже три сотні посилань.

В наступній частині автор розглядає чисельну модель квантової взаємодії фотона з атомами складної структури.

Основні результати по суперфлуоресценції у неоднорідному середовищі та джерелам одиничних фотонів подані у наступних розділах роботи.

Всі нові результати сформульовані у висновках роботи, спираються на попередні досягнення у відповідній області і не виявляють протиріч з відомими раніше.

Результати роботи опубліковано у двох статтях у високореєтингових фахових періодичних виданнях (Quantum Science and Technology та Physical Review Research), проіндексованих у базах даних Web of Science та Scopus і віднесених до першого квартилю (Q1) та тезах конференцій.

Дисертація є завершеною науковою працею. Отримані результати можуть мати практичне значення для квантових обчислень і квантових систем зв'язку. Розроблена чисельна модель може бути застосована для пояснення результатів експериментальних досліджень електромагнітно-індукованої прозорості.

Зауважень до тексту роботи немає, крім вживання іноді лабораторних термінів (наукового жаргону).

Приймаючи до уваги високу наукову якість представлених у дисертації результатів і враховуючи актуальність теми роботи, наукову новизну та практичне значення, вважаю, що дисертаційна робота «Дослідження та чисельне моделювання джерел світла з квантовими властивостями на основі багаторівневих атомів» відповідає вимогам «Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії», затвердженого Постановою Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 року №44, зі змінами, внесеними згідно з Постановами КМ № 341 від 21.03.2022 та № 502 від 19.05.2023, а її автор Стриженко Сергій Сергійович заслуговує на присудження йому наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 104 «Фізика та астрономія».

Рецензент:

Васнецов Михайло Вікторович

доктор фізико-математичних наук, професор,

завідувач відділу оптичної квантової електроніки

Інституту фізики НАН України

