

JOHANNES GUTENBERG-UNIVERSITÄT MAINZ - 55099 Mainz

Спеціалізованій вченій раді Д 26.053.01
Інституті теоретичної фізики ім. М.М.Боголюбова НАН України

13.04.2021

Відгук

Офіційного опонента дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата фізико-математичних наук
Баськова Романа Анатолійовича
«Поширення лазерного випромінювання у турбулентній атмосфері»

FACHBEREICH 08

INSTITUT FÜR PHYSIK
Physik der kondensierten Materie
KOMET-8Wissenschaftliche Mitarbeiterin
Prof. Dr. Olena GomonayJohannes Gutenberg-Universität Mainz
Staudinger Weg 7
55128 MainzTel. +49 6131 39-23642
Fax +49 6131 39-23474ogomonay@uni-mainz.de
www.uni-mainz.de
<https://www.sinova-group.physik.uni-mainz.de/team/olena-gomonay/>

Дисертаційна робота **Баськова Р.А.** спрямована на дослідження процесів розповсюдження лазерного випромінювання в середовищі за наявності турбулентності. Актуальність теми дисертації пов'язана з широким використанням когерентних оптичних хвиль для кодування, передачі та обробки інформації. Якість передачі інформації через атмосферні канали суттєво залежить від процесів розсіяння хвиль на статичних та динамічних неоднорідностях, в тому числі, утворених турбулентністю. Суттєве розсіяння та зменшення когерентності вимагають збільшення надлишковості при кодуванні інформації, що, в свою чергу, знижує пропускну здатність каналів та призводить до здорожчання процесу передачі і т.і. В такій ситуації важливу роль відіграє оптимізація інформаційного процесу з урахуванням реальним можливих втрат за рахунок розсіяння. Дана робота ставить на меті розробити зручний і ефективний формалізм для опису процесів взаємодії когерентного оптичного випромінювання з атмосферою, який би дозволив з достатньою точністю прогнозувати інформаційні втрати.

Дисертаційна робота складається з трьох розділів, які висвітлюють здобутки дисертанта, та з оглядового розділу, в якому, крім обговорення стану проблеми викладені основні поняття та підходи, що застосовуються в роботі.

В першому змістовному розділі дисертації наведено обґрунтування та вивід кінетичних рівнянь для опису ймовірностного розподілу фотонів при проходженні через атмосферу з турбулентністю. Виходячи із рівняння Больцмана для функції густини фотонів в фазовому просторі автору вдалося отримати рівняння Больцмана-Ланжевена придатне для опису взаємодії лазерного випромінювання з турбулентністю не тільки в наближенні сильної турбулентності, але і в загальному випадку. Для цього поряд із випадковою силою в рівнянні Больцмана введено інтеграл зіткнень у формі, яка включає просторові

кореляційні функції атмосферної густини. З моєї точки зору, це є найголовнішим результатом роботи, оскільки отримане рівняння може вважатися вихідним для розв'язки різноманітних задач, пов'язаних з проходженням фотонів через атмосферу.

В другому і третьому змістовному розділах наведено конкретні приклади застосування рівняння Больцмана-Ланжевена. Зокрема, в розділі 3 обраховане середнє значення функції розподілу і досліджуються її властивості. Безпосереднім обчисленням показано, що за рахунок розсіяння на атмосферних неоднорідностях збільшується просторова довжина імпульса. Цей ефект необхідно враховувати при оптимізації передачі інформації. В розділі 4 автору вдалося розрахувати другий момент функції розподілу як функцію параметрів турбулентності. Другий момент характеризує кореляції фотонів і його вимірювання може дати суттєву інформацію як про властивості атмосфери, так і про властивості власне оптичного жмутка. Хочу підкреслити, що незважаючи на математичну складність задачі, автору вдалося отримати аналітичні вирази для спостережувальних фотонного поля, що містять параметри турбулентності. Такий підхід дозволяє аналізувати залежності фотонних флуктуацій в широкому діапазоні параметрів турбулентності.

Представлені в дисертаційній роботі результати поглиблюють наші уявлення про механізми взаємодії когерентного випромінювання з суттєво нерівноважними станами атмосфери і можуть бути підґрунтям як для подальших експериментальних та теоретичних досліджень в цій області, так і для практичних застосувань в області криптографії та інформаційних технологій.

Результати роботи своєчасно і в повному обсязі опубліковані в профільних фахових журналах та широко представлені на різних конференціях. Положення автореферату дисертації автентичні власне роботі. Судячи з дисертаційної роботи автор на професійному рівні опанував методи теоретичної фізики і зданий самостійно проводити дослідження. Іншими словами, його кваліфікація відповідає кваліфікаційним вимогам до кандидатів фізико-математичних наук. Тим не менш, маю певні зауваження до дисертаційної роботи.

1. Незважаючи на гладкі формулювання і гарне володіння мовою вважаю, що стиль дисертаційної роботи скоріше прийнятний для підручників, ніж для кваліфікаційної роботи. При викладені матеріалу розмиті границі між власними результатами і результатами інших дослідників, формулювання цілей і задач носить скоріш емоційний («дуже складна проблема»), ніж практичний характер.
2. В дисертаційній роботі практично відсутні порівняння з експериментальними даними, є лише одне посилання на якісне узгодження результатів.

3. Просто цікаво: а чи можливо узагальнення запропонованого підходу на квантове випромінювання і дослідження квантових кореляцій (переплутаності, нелокальності тощо)?

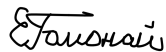
Незважаючи на зауваження Вважаю, що здобувач Баськов Р. А. заслуговує на присудження йому наукового степеню кандидата фіз.-мат наук за спеціальністю 01.04.02 – теоретична фізика, оскільки за змістом, обсягом, та науковою цінністю представлених результатів, робота відповідає всім вимогам для кваліфікаційних робіт на здобуття степеню кандидата фіз.-мат наук.

Науковий дослідник

Університету Йохана Гутенберга,

Професор, д. фіз.-мат. наук,

Олена Гомонай

A handwritten signature in black ink, which appears to be 'О. Гомонай'.