

В.М. СТАРКОВ

Інститут фізики НАН України, Київ, Україна, e-mail: vjachnikstar@gmail.com.

МЕТОДИ РЕГУЛЯРИЗАЦІЇ НЕКОРЕКТНО ПОСТАВЛЕНИХ ЗАДАЧ КВАНТОВОЇ ОПТИКИ

Анотація. На прикладі конкретної фізичної задачі редукції шуму, зумовленого втратами, темновими відліками і фоновим випромінюванням, у статистиці фотовідліків квантового світла наведено короткий виклад методів регуляризації некоректних задач. Математичне формулювання задачі представлено операторним рівнянням першого роду. Показано, що оператор породжений матрицею з елементами рахункової множини. Зазначено, що некоректність за Адамаром реконструкції статистики кількості фотонів квантового світла спричинена компактністю оператора математичної моделі. Підкреслено, що проблему стійкого наближення до точного розв'язку операторного рівняння для неточно заданих початкових даних можна розв'язати одним з найбільш відомих методів регуляризації, теоретичні основи якого були закладені в роботах А.М. Тихонова. Розглянуто важливий клас регуляризаторів, який ґрунтується на параметричній системі функцій, що називається породжувальною. Підтверджено, що регуляризатори цього класу дають змогу досягти оптимального порядку точності для рівнянь з витокоуявними розв'язками.

Ключові слова: некоректна задача, квантова оптика, оператор, регуляризація, алгоритм, фотон.

ВСТУП

Останнім часом істотно зріс інтерес до дослідження процесів і явищ у квантовій фізиці. Найважливішим напрямом фундаментальних досліджень квантової фізики є визначення характеристик квантового світла. Це зумовлено суттєвим прогресом у галузі квантової оптики і квантового оброблення інформації. Однією з найбільш змістовних відповідей на вимогу часу є робота [1], написана колективом 14 вельми компетентних авторів, які представляють наукові центри трьох країн. Список використаних у ній джерел складається з 89 посилань і 17-ю позицією у ньому є посилання на нашу роботу [2]. Пояснення інтересу до [2] викладено у такій цитаті [1]:

«Визначення характеристик квантового світла — основна проблема, з якою стикаються під час реалізації таких класично нездійсненних задач, як протоколи квантового зв'язку [1–3]. На більш фундаментальному рівні вивчення особливостей квантованих полів випромінювання дає змогу глибоко зрозуміти роль квантової фізики у природі в цілому та її відмінностей від класичних хвильових теорій зокрема. Як і у класичних системах, квантово-оптичні розподіли у фазовому просторі забезпечують універсальний інструмент для прямої візуалізації таких унікальних властивостей некласичного світла, які, наприклад, проявляються у разі стискання [4–6]. До того ж, від'ємність у деяких функціях фазового простору безпосередньо вказує на квантові властивості світла (див., наприклад, [7–12]). З наведених причин представлення квантового світла у фазовому просторі є одним із методів, які найчастіше застосовуються для отримання характеристик некласичного світла. Проте оцінювання розподілів у фазовому просторі за експериментальними даними є складним завданням. Отже, ця проблема реконструкції стала поштовхом до