**І. Загладько, А. Дувіряк**
*Інститут фізики конденсованих систем НАН України,*
*м. Львів, Україна*

# МОДЕЛЬ ТИПУ ЮКАВИ В ТЕОРІЇ ПРЯМИХ ВЗАЄМОДІЙ: ПРОБЛЕМИ ПУАНКАРЕ-ІНВАРІАНТНОСТІ ТА УНІТАРНОСТІ МАТРИЦІ РОЗСІЯННЯ

Застосування методів релятивістичної теорії прямих взаємодій [1] до квантово-польових моделей дозволяє здійснити їх канонічне квантування без необхідності перенормувань (принаймні у нижчих пертурбативних наближеннях), і досить просто отримати оператор розсіяння та рівняння на зв’язані стани. Як приклад розглядається скалярна модель типу моделі Юкави. Вона описує динаміку двох комплексних скалярних полів, що взаємодіють за посередництвом дійсного скалярного поля. Розгляд ведеться у формалізмі частково редукованої теорії поля. Редукція поля-посередника у вихідному лагранжіані приводить до ефективного лагранжіану з нелокальним членом:

$$L = \sum_{r=1}^{2} \left\{ (\partial_\mu \phi_r^*)(\partial^\mu \phi_r) - m_r^2 \phi_r^* \phi_r \right\} + \frac{1}{2}\int d^4 x \rho(x) K(x - x') \rho(x').$$

Перехід до гамільтонового формалізму в такому випадку є нетривіальної задачею і здійснюється за схемою, запропонованою в роботі [2]. Ця схема спирається на розвинуту для нелокальних лагранжіанів в механіці [3]. Така процедура здійснюється методом послідовних наближень і приводить до втрати явної коваріантності опису. Чи втрачається при цьому релятивістична інваріантність моделі – питання лишалось відкритим.

Ми розглядаємо гамільтонове формулювання редукованої теоретико-польової моделі в найнижчому наближенні (квадратичному за константою взаємодії) і доводимо її пуанкаре-інваріантність. Для цього, на основі знайдених раніше [2] нелокальних нетериних інтегралів руху, будуємо їхні гамільтонові відповідники та здійснюємо їх квантування.

Для гарантування Пуанкаре-інваріантності знайдені оператори повинні задовольняти комутаційні співвідношення алгебри Пуанкаре. Після перевірки з’ясовується, що в даному наближенні знайдені величини справді є генераторами цієї групи, тобто можна говорити про релятивістичну інваріантність розглядуваної моделі.

В ході обрахунків також зауважено, що наявність чи відсутність нормального впорядкування у виразах для генераторів не впливає на результат обчислення їх комутаторів. А комутаційні співвідношення зберігаються навіть коли у канонічних генераторах враховувати лише члени взаємодії з даним фіксованим числом операторів народження і знищення. Це можна інтерпретувати таким чином: Пуанкаре-інваріантність зберігається як у кожній задачі про зв’язані стани, так і в кожному каналі задачі розсіяння.

Вартим уваги є також питання побудови унітарної матриці розсіяння для такої моделі. Вважається, що через нелокальність у лагранжіані взаємодії така задача є проблематичною. Для даної роботи ми будували матрицю розсіяння так, як це робиться у квантовій механіці та отримали для неї такий вираз:

$$S = 1 + \frac{i}{2}\sum_{ab}\sum_{ABCD}\int d^3k d^3q d^3u d^3v T_{ab}^{ABCD}(\vec{k},\vec{q},\vec{u},\vec{v})\delta(Ak_{a0} + Bq_{a0} + Cu_{b0} + Dv_{b0}) : a_{ka}^A a_{qa}^B a_{ua}^C a_{va}^D :$$

Її унітарність доводимо, показуючи ермітовість так званого оператора фази, що стоїть після уявної одиниці в другому доданку. Обрахунки свідчать, що така матриця справді унітарна.

1. *Relativistic Action at a Distance: Classical and Quantum Aspects*. Llosa J. ed. (Springer, Berlin, 1982)
2. A. Duviryak and J.W. Darewych, J Phys. A: Math. Gen. **37,** 8365 (2004).
3. J. Llosa and J. Vives, J. Math. Phys. **35,** 2856 (1994).