

Теорема Голдстоуна и сигма-модель для спонтанно нарушенных пространственно-временных симметрий.И.В. Харук^{1,2}, А.В. Шкерин³¹Московский физико-технический институт (государственный университет)²Институт ядерных исследований РАН³Федеральная политехническая школа Лозанны

Спонтанное нарушение пространственно-временных (ПВ) симметрий качественно отличается от спонтанного нарушения внутренних симметрий из-за наличия двух характерных особенностей. Первая из них, описанная в [1,2], заключается в том, что в некоторых случаях количество Намбу-Голдстоуновских (НГ) полей в низкоэнергетическом лагранжиане оказывается меньшим, чем количество нарушенных генераторов. Вторая отличия состоит в том, что [3,4] некоторые НГ поля при этом могут оказаться массивными. По этим причинам пока не удалось сформулировать аналог теоремы Голдстоуна для спонтанного нарушения ПВ симметрий – для этого требуется более глубокое понимание стоящей за этим физики и математического аппарата.

В частности, косет-конструкция [5], используемая в сигма-моделях, является мощным инструментом для построения низкоэнергетических лагранжианов, требующая знания только паттерна спонтанного нарушения. В частности, в существующей литературе считается, что наложение так называемых обратных условий Хиггса [6] позволяет реализовать заданный паттерн спонтанного нарушения симметрии с помощью меньшего количества НГ полей [6,7]. Однако, на примере скалярной доменной стенки мы показываем, что данная прискрипция неверна и требует пересмотра.

Детальное изучение этого вопроса позволяет нам однозначно ответить на вопрос в каком случае некоторые из НГ полей являются нефизическими и должны быть исключены из сигма-модели. При этом оказывается важным также то, какому представлению ПВ группы принадлежит параметра порядка. Также, из этого результата немедленно следует аналог теоремы Голдстоуна для нарушенных ПВ симметрий. Мы иллюстрируем её на нескольких примерах, в каждом из которых она даёт верный результат.

В частности, это позволяет нам дать нам иную интерпретацию работы [8], в которой утверждалось, что ультра-фиолетовое пополнение сигма-модельных лагранжианов может существенно отличаться от аналогичной процедуры для внутренних симметрий. Мы показываем, что это не так и имеется полная аналогия. Наконец, из наших результатов также следует, что НГ бозоны, соответствующие ПВ операторам размерности 1 и более, всегда нефизичны, что совпадает с выводами в [9].

Литература

- [1] *I. Low and A. V. Manohar* Spontaneously broken space-time symmetries and Goldstone's theorem // Phys. Rev. Lett. 88 (2002) 101602
- [2] *H. Watanabe and H. Murayama* Unified Description of Nambu-Goldstone Bosons without Lorentz Invariance // Phys. Rev. Lett. 108 (2012) 251602
- [3] *A. Nicolis, R. Penco, F. Piazza, and R. A. Rosen* More on gapped Goldstones at finite density: More gapped Goldstones // JHEP 11 (2013) 055
- [4] *H. Watanabe, T. Brauner, and H. Murayama* Massive Nambu-Goldstone Bosons // Phys. Rev. Lett. 111 no. 2, (2013) 021601
- [5] *V. Ogievetsky* Nonlinear realization of internal and space-time symmetries // X-th winter school of theoretical physics in Karpacz, Poland. 1974.
- [6] *E. A. Ivanov and V. I. Ogievetsky* The Inverse Higgs Phenomenon in Nonlinear Realizations // Teor. Mat. Fiz. 25 (1975).

- [7] *T. Brauner and H. Watanabe* Spontaneous breaking of spacetime symmetries and the inverse Higgs effect // *Phys. Rev. D*89 no. 8, (2014) 085004
- [8] *S. Endlich, A. Nicolis, and R. Penco* Ultraviolet completion without symmetry restoration // *Phys. Rev. D*89 no. 6, (2014) 065006
- [9] *Y. Hidaka, T. Noumi, and G. Shiu* Effective field theory for spacetime symmetry breaking // *Phys. Rev. D*92 no. 4, (2015) 045020