

О статье “О возможном механизме возникновения правила $\Delta I = 1/2$ в нелептонных распадах странных частиц”

[Вайнштейн А.И., Захаров В.И., Шифман М.А. \(1975\)](#)

M.A. Shifman

*School of Physics and Astronomy, University of Minnesota, Minneapolis, MN
55455, USA*

*William I. Fine Theoretical Physics Institute, University of Minnesota,
Minneapolis, MN 55455, USA*

Пингвинный механизм, или пингвинная диаграмма, представляет собой класс диаграмм Фейнмана, имеющих огромное значение для понимания слабых распадов с изменением аромата. В то время как в оригинальной работе [1] рассматривались только распады частиц, содержащих странный кварк, сама идея была затем обобщена на широкий класс других приложений, например, на процессы с нарушением СР-чётности в распадах В мезонов, электрослабые пингвинные диаграммы и многие другие. (Сам термин “пингвинная диаграмма” был предложен Джоном Эллисом несколько позднее - см. ниже). Первые приложения данного механизма были опубликованы авторами в работе [2]. В В-физике “пингвины” чувствительны к новой физике, особенно это касается редких распадов, в которых пингвинные диаграммы доминируют. Такие распады были непосредственно измерены в 1991 и 1994 годах коллаборацией CLEO.

Пингвинный механизм в физике высоких энергий был обнаружен [1] в 1974 году. Это было самое начало эры квантовой хромодинамики (КХД). В 1973 году мы занялись изучением взаимного влияния сильных и слабых взаимодействий. Наиболее загадочным в распадах странных частиц казалось необъяснимое усиление амплитуд с $\Delta I = 1/2$ в распадах каонов и барионов по сравнению с амплитудами с $\Delta I = 3/2$. Загадка, известная как “правило $\Delta I = 1/2$ ”, обсуждалась Дж. Швингером ещё в 1964 году. Появление КХД породило новые надежды на объяснение данного явления. Публикация [4] Гайар и Ли, дошедшая до ИТЭФ в виде препринта, послужила для нас стимулом. В частности, авторы заметили, что обмены глюонами по-разному действуют в амплитудах с $\Delta I = 1/2$ и с $\Delta I = 3/2$: в первом случае они имеют тенденцию усиливать эффект, а во втором - ослаблять [5]. Тем не менее, одной этой тенденции было недостаточно для объяснения эффекта. Когда мы обнаружили пингвинные диаграммы и осознали, что их появление возможно лишь в части амплитуды распада странного кварка с $\Delta I = 1/2$, мы поняли, что находимся на правильном пути. Специфические киральные свойства присущие только пингвинам привели в конечном итоге к успешному завершению вывода правила $\Delta I = 1/2$ (см. обзор [3]). Летом 1974 года этот результат был доложен на международной конференции.

За четыре десятилетия, прошедших с момента появления пингвинных диаграмм, их развитие в приложении к различным процессам с изменением аромата было просто поразительным. Публикуя свою работу в “Письмах в ЖЭТФ” мы, конечно же, не могли этого предположить. В то время недавно открытые (SVZ) диаграммы ещё не выглядели похожими на пингвинов. Форму, напоминающую пингвина, им придал Джон Эллис.

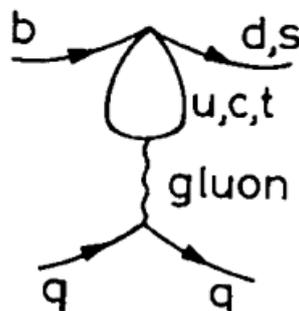


Диаграмма SVZ в “пингвинном” исполнении Джона Эллиса

Вот как выглядит история Джона, путешествующая теперь с одного вебсайта на другой (впервые она опубликована в [6]): “Мэри К. [Гайар], Димитрий [Нанопулос] и я впервые заинтересовались тем, что теперь называется пингвинными диаграммами, в процессе изучения нарушения CP инвариантности в стандартной модели в 1976. Название пингвин появилось в 1977 году следующим образом. Весной 1977 года Майк Чановиц, Мэри К. и я опубликовали статью, в которой из теории великого объединения предсказали массу b кварка до того, как он был найден. Сразу же после его обнаружения несколькими неделями позднее Мэри К., Димитрий, Серж Руда и я немедленно принялись за работу над его феноменологией. В то лето аспиранткой в ЦЕРН была Мелисса Франклин -- в настоящее время профессор Гарварда, экспериментатор. Как-то вечером она, Серж и я зашли в паб, и мы с ней стали играть в дарты. Мы договорились, что в случае проигрыша я должен буду в своей следующей статье использовать слово пингвин. Вообще говоря, она покинула игру ещё до её окончания, и за неё доигрывал Серж, который у меня выиграл. Тем не менее, я чувствовал себя обязанным выполнить условие пари. В течение некоторого времени мне было неясно, каким образом можно включить слово пингвин в статью про b кварк, которую мы в тот момент писали. Затем однажды вечером, возвращаясь домой после работы в ЦЕРН, я заглянул к друзьям, жившим в Мейране, у которых я покурил какую-то травку. Позднее, когда я уже вернулся домой и продолжил работу над статьёй, меня внезапно осенило, что на пингвинов похожи известные диаграммы. Так мы ввели это имя в нашу работу, а остальное, как говорится, история.”

Литература

- [1] A.I. Vainshtein, V.I. Zakharov, M.A. Shifman, Pisma ZhETF 22, **123** (1975) [JETP Lett. **22**, 55 (1975)].
- [2] M. A. Shifman, A. I. Vainshtein and V. I. Zakharov, Nucl. Phys. **B120** 316 (1977) Non-leptonic decays of K-mesons and hyperons. ZhETF **72** 1275 (1977) [JETP **45** 670 (1977)].
- [3] A. I. Vainshtein, Int. J. Mod. Phys. **A 14**, 4705 (1999) [hep-ph/9906263].
- [4] M.K. Gaillard and B. Lee, Phys. Rev. Lett. **33**, 108 (1974).
- [5] Mary K. Gaillard, A Singularly Unfeminine Professions, (World Scientific, Singapore, 2015), p. 59.
- [6] M. Shifman, IТEP Lectures in Particle Physics, (World Scientific, Singapore, 1999), Vol. 1, p. x [hep-ph/9510397].