

точно сильно; отсутствуют к тому же сокращения между разл. диаграммами (такие сокращения происходят в случае взаимодействия с нейтральным векторным бозоном), и теория оказывается неперенормируемой. По аналогичной причине (неубывание пропагатора при больших импульсах), вообще говоря, неперенормируемы взаимодействия для частиц со спином $S = 3/2$ и 2. В рамках суперсимметрии перенормируемость таких взаимодействий возможна. Но даже в суперсимметричных обобщениях не видно способа добиться перенормируемости для теорий, содержащих частицы со спином $S > 2$.

Т. о., именно неперенормируемость является наиб. общей ситуацией, а класс перенормируемых взаимодействий сравнительно узок. Поэтому требование перенормируемости является чрезвычайно сильным ограничением на структуру теории.

Существуют надежды, что нек-рые варианты Н. к. т. п. благодаря высокой симметрии, содержащейся в исходном, классич. лагранжиане, могут иметь смысл вне рамок теории возмущений. Но обычно, практически во всех случаях, неперенормируемость является чрезвычайно серьёзным пороком теории, и распространена точка зрения, что Н. к. т. п. вообще не существуют как последовательные квантовые теории.

Тем не менее законно использование неперенормируемых взаимодействий (с размерной константой связи) в феноменологич. эфф. лагранжианах (см. *Лагранжиан эффективный*). К классу таких взаимодействий относится гравитация при импульсах $p \ll M_p \sim 10^{19}$ ГэВ, слабое взаимодействие при импульсах $p \ll M_W \sim 300$ ГэВ, киральное взаимодействие псевдоскалярных мезонов (см. *Киральная симметрия*) при $p \ll M_\rho \sim 1$ ГэВ (здесь M_p — т. н. планковская масса, M_W , M_ρ — массы W -бозона и ρ -мезона). Неперенормируемый эфф. лагранжиан непоследовательно итерировать при построении ряда теории возмущений, как это происходит с обычным лагранжианом в квантовой теории поля: при больших импульсах (масштаб всегда определяется величиной обратной константы связи) эфф. лагранжиан существенно модифицируется, если теория имеет смысл; становится существенным учёт новых взаимодействий или составного характера полей в исходном неперенормируемом лагранжиане. Так, неперенормируемое четырёхфермионное взаимодействие при $p \sim M_W$ переходит в перенормируемое *электрослабое взаимодействие* с участием векторных бозонов и *Хиггса полей*. При $p \sim M_\rho$ в неперенормируемых киральных лагранжианах становится существенной составная, кварковая структура псевдоскалярных мезонов. Не известно, как модифицируется гравитационное взаимодействие при $p \sim M_p$, но в любом варианте эта модификация не играет никакой роли в классич. приложениях эйнштейновской теории *тяготения*, для к-рой характерный масштаб импульсов $p \sim 1/10^6$ км $\sim 10^{-24}$ ГэВ.

Лит.: А х и з е р А. И., Б е р е с т е ц к и й В. Б., Квантовая электродинамика, 4 изд., М., 1981, гл. 3; Б о г о л ю б о в Н. Н., Ш и р к о в Д. В., Введение в теорию квантованных полей, 4 изд., М., 1984, гл. 5; О к у н ь Л. Б., Лептоны и кварки, 2 изд., М., 1990. М. К. Волков, М. В. Терентьев.

НЕПОЛИНОМИАЛЬНЫЕ КВАНТОВЫЕ ТЕОРИИ ПОЛЯ — *нелинейные квантовые теории поля*, в к-рых лагранжиан взаимодействия имеет неполиномиальную по полям форму.

В традиц. квантовой теории поля (КТП) обычно используются полиномиальные лагранжианы (т. е. представляемые в виде многочлена от ф-ций поля и их первых производных), описывающие взаимодействия полей простейшим способом с мин. числом производных. Такие лагранжианы могут приводить к перенормируемым теориям взаимодействия элементарных частиц (см. *Перенормируемость*). Наиб. типичный пример таких теорий — *квантовая электродинамика*.

К 1970-м гг. было установлено, что т. н. динамические симметрии — киральная, калибровочная (см. *Ки-*

ральная симметрия, Калибровочная инвариантность) — играют важную роль в физике элементарных частиц и существенно ограничивают возможные формы их взаимодействий. Выяснилось, в частности, что простейшие полиномиальные лагранжианы не всегда удовлетворяют требованию необходимой динамической симметрии и их следует заменять на более сложные неполиномиальные выражения, если ограничиваться мин. числом интересующих нас полей [напр., если в кирально-симметричном случае сильного взаимодействия рассматривать только нуклонные и пионные поля без введения дополнит. полей (т. н. скалярных сигма-полей)]. Н. к. т. п. тем самым встали в один ряд с полиномиальными теориями. Они успешно описывают сильное взаимодействие адронов при низких энергиях. Неполиномиальная форма взаимодействия встречается и в гравитации.

Провести строгую с физ. точки зрения границу между полиномиальными и неполиномиальными теориями иногда очень трудно. Одни и те же виды взаимодействия элементарных частиц, удовлетворяющие одной и той же динамической симметрии, могут описываться как полиномиальными, так и неполиномиальными КТП (т. н. линейные и нелинейные реализации динамической симметрии). В неполиномиальных моделях возникают трудности с устранением бесконечностей. Обычный метод перенормировок квантовополевой теории возмущений здесь неприменим, но в нек-рых вариантах Н. к. т. п. удаётся использовать спец. способы для получения однозначных результатов.

Это обстоятельство привело к тому, что в настоящее время неполиномиальные теории поля используются чаще всего лишь для построения феноменологических (или эффективных) лагранжианов (см. *Лагранжиан эффективный*). Такие лагранжианы обычно рассматриваются только в древесном (не содержащем замкнутых петель) приближении, в к-ром бесконечностей нет. Особенно широко известны феноменологич. неполиномиальные киральные лагранжианы, описывающие сильное взаимодействие адронов и на достаточном простом языке воспроизводящие результаты т. н. *алгебры токов*.

В 60—70-х гг. появилось направление, связанное с поисками классич. решений нелинейных и неполиномиальных ур-ний. Вместо обычного пути, т. е. квантования ур-ний линейного приближения и последующего учёта нелинейных членов по теории возмущений, здесь пытаются учесть нелинейные эффекты ещё до квантования. Интересные результаты получены для нек-рых неполиномиальных *двумерных моделей* КТП — киральных, а также модели синус-Гордона, описываемой двумерным ур-нием типа *Клейна — Гордона уравнения*, в к-ром линейный по полевой ф-ции $\phi(x)$ член $m^2 c^2 \phi(x)$ заменён на $m^2 c^2 \sin \phi(x)$ (m — масса частицы, x — точка пространства-времени). Оказалось, что среди решений подобных нелинейных ур-ний важную роль играют решения, локализованные в небольшой области пространства, — т. н. солитоны. Эти решения напоминают волновые пакеты, отвечающие протяжённым частицам, и поэтому наз. *частицеподобными*. Т. о., нелинейные ур-ния, в отличие от линейных, в принципе могут описывать физ. частицеподобные объекты до проведения квантования. В этом направлении получены первые физ. результаты в теории поля, а именно: с помощью солитонных решений — *скирмионов*, извлечённых из неполиномиальных мезонных лагранжианов кирального типа, описаны разл. физ. свойства баронов (нуклонов и Δ -резонансов). (См. *Солитон* в квантовой теории поля.)

Лит.: Токи в физике адронов, пер. с англ., М., 1976, гл. 5; Волков М. К., Первушин В. Н., Существенно нелинейные квантовые теории, динамические симметрии и физика мезонов, М., 1978. М. К. Волков.

НЕПРЕРЫВНЫЙ ОПТИЧЕСКИЙ РАЗРЯД — см. в ст. *Оптические разряды*.
НЕПРЕРЫВНЫЙ СПЕКТР — то же, что *сплошной спектр*.