
ФИЗИКА

100 ЛЕТ ФИЗИКЕ ЭЛЕМЕНТАРНЫХ ЧАСТИЦВ.А. Салеев ¹

30 апреля 1897 года профессор Джозеф Джон Томсон доложил о результатах своих последних опытов с катодными лучами на заседании Королевского Института, высказав предположение, что они являются отрицательно заряженными частицами атома. Шесть месяцев спустя он опубликовал полученные результаты в журнале "Philosophical Magazine". Эта статья стала одной из классических работ современной физики, она открыла дверь в мир субатомных явлений и определила дальнейший ход развития физики в XX столетии.

Открытый сто лет назад Д. Томсоном электрон до сих пор остается "истинно" элементарной частицей. Критерий элементарности весьма непрост, отбрасывая некоторые тонкости, можно считать элементарной частицу вещества, про которую нельзя сказать, что она "состоит из ...". Атомные ядра оказались состоящими из протонов и нейтронов, а последние - из кварков. В Стандартной Модели, подтвержденной огромным экспериментальным материалом, мир вокруг нас на 90 % состоит, в конечном итоге, из шести лептонов (электрон, мюон, τ -лептон и, соответствующие им, три типа нейтрино), шести кварков (u, d, s, c, b, t) и калибровочных бозонов, переносчиков различных типов взаимодействий (фотон, глюон, $W^\pm$ и Z^0 -бозоны). Еще 1% - это антивещество, которое состоит из антилептонов и антикварков. Последний и самый тяжелый (в 180 раз тяжелее протона) t -кварк был открыт совсем недавно (1996). Многие ожидали, что это будет последний "кирпич" Стандартной Модели, после того как на рубеже 90-х было экспериментально подтверждено существование $W^\pm$ и Z^0 бозонов, переносчиков слабого взаимодействия. Однако похоже, что десятилетие триумфа стандартной модели скоро закончится. В декабре 1996 года экспериментаторы из ДЭЗИ (Гамбург), где изучаются столкновения позитронов и протонов при рекордных на сегодня энергиях, сообщили о наблюдаемом отклонении от предсказаний Стандартной Модели. Ситуация близка к историческим опытам Резерфорда 1911 года по рассеянию α -частиц, когда было установлено, что атом состоит из очень компактного тяжелого ядра и электронов. Утверждается, что с вероятностью более 99 % в Стандартной Модели нельзя объяснить около десятка событий рассеяния позитрона на очень большие углы. Это может быть интерпретировано, в частности, как указание на составную природу кварков, на которых рассеиваются позитроны в процессах при больших передачах импульса. Более подробную информацию об этих экспериментах можно найти на WWW страницах коллабораций ZEUS и H1 (<http://www-zeus.desy.de> и <http://dice2.desy.de>).

18-19 июня этого года на физическом факультете Самарского государственного университета прошла городская научная конференция, посвященная 100-летию физики элементарных частиц. В конференции приняли участие преподаватели и сотрудники университетов Самары и Тольятти: СамГУ, СГАУ, СГПУ, ТФ СГПУ.

¹ Салеев Владимир Анатольевич. Кафедра общей и теоретической физики СамГУ

Были заслушаны оригинальные сообщения по физике элементарных частиц, квантовой теории поля и физике ускорителей. Ниже представлена программа конференции и тезисы докладов. Оргкомитет конференции (декан физического факультета доц. Ивахник В.В., профессор Ратис Ю.Л. (СГАУ), доц. Талалов С.В. (ТФ СГПУ) и д.ф.м.н. Салеев В.А.) и все ее участники отметили важное значение и актуальность подобных мероприятий для установления более тесных связей между учеными региона и развития фундаментальных исследований. Решено сделать конференцию регулярной, постепенно расширяя круг рассматриваемых проблем фундаментальной физики.

ПРОГРАММА КОНФЕРЕНЦИИ

1. Салдин Е.Л., Шнейдмиллер Е.А., Ульянов Ю.Н. (НПО АС), Юрков М.В. (ОИЯИ, г.Дубна). **Гамма-гамма коллайдер на ускорителе TESLA.**
2. Ратис Ю.Л. (СГАУ) **Современная квантовая теория с точки зрения "старой" квантовой теории.**
3. Ратис Ю.Л. (СГАУ) **Методы теории конечных ферми-систем в физике адронных резонансов.**
4. Молчатский Л.С.(СГПУ). **Расщепление масс частиц в изомультиплетах.**
5. Салеев В.А. (СамГУ). **Рождение пар прелестных барионов в e^+e^- -аннигиляции.**
6. Арефьева И.Ю. (МИАН, г.Москва), Зубарев А.П. (СГАУ). **Паркетное приближение в матричных теориях с большим N.**
7. Данилюк Б.В., Загороднева Е.В.(СамГУ). **Аналитические свойства и условия перенормировки однобозонных функций Грина.**
8. Талалов С.В. (ТФ СГПУ, г.Тольятти). **Скрытые размерности пространства-времени ведут к нестандартной гамильтоновой динамике ?**

СКРЫТЫЕ РАЗМЕРНОСТИ ПРОСТРАНСТВА-ВРЕМЕНИ ВЕДУТ К НЕСТАНДАРТНОЙ ГАМИЛЬТОНОВОЙ ДИНАМИКЕ?

С.В. Талалов

Тольяттинский филиал СГПУ

В докладе рассмотрено обобщение теории бозонной $D4$ струны. В качестве пространства-времени выберем пространство $E_G = E_{1,3} \oplus G_N$, где $E_{1,3}$ – обычное $1+3$ -мерное пространство Минковского, а G_N – некоторое N -мерное векторное пространство. Радиус-вектор мирового листа $Y = X + W$, где $X \in E_{1,3}$ а $W \in G_N$. Динамика определяется действием [1]:

$$S = -\frac{1}{4\pi\alpha'} \int d\xi^0 d\xi^1 \sqrt{h} \{ h^{ij} \partial_i X^\mu \partial_j X_\mu \}. \quad (1)$$

Переменные W_μ , $\mu = 1, \dots, N$ являются для (1) циклическими. Фазовое пространство $\mathcal{H}$ содержит координаты $X(\xi)$, $W(\xi)$ и сопряженные импульсы $\partial_0 X(\xi)$, $\Pi(\xi)$, подчиненные стандартным скобкам Пуассона. Гамильтоновы связи таковы: $(\partial_\pm X(\xi))^2 = 0$, $\Pi_n(\xi) = 0$. Дополнительные условия, фиксирующие калибровочный произвол, выберем в виде: $\mathbf{n}^\mu [X] \partial_\pm X_\mu(\xi) = \pm \frac{p_\pm}{2}$, $W_\mu(\xi) = F_\mu[\xi; X, \Pi]$. Если функция F зависит нетривиально от других координат фазового пространства, то скобки Дирака для независимых переменных на поверхности связей также будут зависеть от функции F . В силу структуры связей переход на их поверхность означает, в частности, переход в стандартное пространство $E_{1,3}$. В итоге мы имеем $D4$ теорию с действием (1), стандартными связями и дополнительными условиями, но со скобкой, зависящей от некоторого функционального параметра F . Отметим, что теория $D4$ струны с нестандартными гамильтоновыми переменными развивалась автором в ряде работ, в том числе [2,3].

Литература

- [1] Green M., Schwarz J., Witten E. Superstring Theory. V1. Cambr.Univ.Press, 1987.
- [2] Talalov S.V. // Journ.Phys.A. 1994. V.27, PP.2443-2455.
- [3] Талалов С.В. // ТМФ, 1996, Т.106, N2. С.182-194

ПАРКЕТНОЕ ПРИБЛИЖЕНИЕ В МАТРИЧНЫХ ТЕОРИЯХ С БОЛЬШИМ N

И.Я. Арефьева

Математический институт им. В.А. Стеклова РАН

А.П. Зубарев

Самарский государственный аэрокосмический университет

Рассматривается паркетное приближение (обобщенные лестничные диаграммы) в матричных моделях в пределе больших N . Дается общее определение планарного паркетного приближения и сравниваются решения, соответствующие планарному

паркетному и планарному приближениям в 0-мерных 1-матричных моделях. Обнаружено неожиданное совпадение этих решений для всех значений константы связи с точностью до 0,1%. Обнаружено также, что планарные паркетные решения для матричных моделей с квартическим и кубическим взаимодействием имеют точку фазового перехода, которая также существует в планарном решении. Значения точек фазового перехода оказываются очень близкими в планарном паркетном и планарном приближениях.

РАСЩЕПЛЕНИЕ МАСС ЧАСТИЦ В ИЗОМУЛЬТИПЛЕТАХ

Л.С. Молчатский

Самарский государственный педагогический университет

Основы теории расщепления масс в изомультиплетах (РМИ) были заложены Фейнманом и Спейсманом в 1954 году. В тот период физика элементарных частиц опиралась на единственный надежный теоретический фундамент - квантовую электродинамику. С тех пор физика элементарных частиц обогатилась такими фундаментальными теориями, как теория электрослабого взаимодействия и квантовая хромодинамика; и, тем не менее, проблема количественного описания РМИ остается актуальной и в настоящее время. Еще в исходной работе Фейнмана и Спейсмана было показано, что вычисления, учитывающие только электромагнитные вклады в разности масс, дают для протон-нейтронной разности результат, который расходится с экспериментальным значением этой величины даже по знаку. Позднее было установлено, что подобная аномалия свойственна вообще разностям масс изовекторной структуры. Однако до сих пор теория не дает определенного ответа на вопрос о природе изовекторных аномалий.

В данной работе РМИ рассматриваются как собственно-энергетические сдвиги состояний внутри изомультиплета; при этом предполагается, что аномальный характер изовекторных расщеплений обусловлен вкладом собственно-энергетических диаграмм, содержащих виртуальные состояния типа $h + \pi^0$ и $h + \eta$ и т.п. В присутствии взаимодействия, нарушающего изосимметрию, состояния π^0 и η и т.п. представляют собой суперпозицию состояний с изоспинами 0 и 1. Последнее обстоятельство влечет дополнительные сдвиги масс состояний, которые вносят вклад только в изовекторные разности. Вычисления РМИ барионного октета, учитывающие эти вклады (наряду с электромагнитными), находятся в хорошем согласии с экспериментом.

АНАЛИТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА И УСЛОВИЯ ПЕРЕНОРМИРОВКИ ОДНОБОЗОННЫХ ФУНКЦИЙ ГРИНА

Б.В. Данилюк, Е.В. Загороднева

Самарский государственный университет

Основными структурными элементами амплитуд процессов электрослабого взаимодействия, вычисляемых в стандартной модели Глэшоу-Вайнберга-Салама путем

суммирования рядов теории возмущений (ТВ), являются фурье-образы полных однобозонных функций Грина (ОБФГ) $G^{AB}(x-y) = \langle 0|T(A(x)B(y)S)|0 \rangle / \langle 0|S|0 \rangle$, где $A(x)$ и $B(y)$ - полевые операторы калибровочных бозонов γ , W и Z и бозона Хиггса H в представлении взаимодействия, S - матрица рассеяния. Явные выражения для ОБФГ, получаемые в любом приближении ТВ для массовых операторов бозонов (МОБ) и операторов переходов между бозонами (ОПМБ), зависят от схемы перенормировки и массы m_H ненаблюдаемого H -бозона, что приводит к неоднозначности теоретических предсказаний для наблюдаемых величин [1].

В данной работе изучены свойства симметрии и общая структура ОБФГ, МОБ и ОПМБ и выведена система уравнений Дайсона, с помощью которой найдены явные зависимости формфакторов ОБФГ от формфакторов МОБ и ОПМБ в импульсном представлении. В однопетлевом приближении ТВ вычислены перенормированные формфакторы МОБ, ОПМБ и ОБФГ и установлена структура их сингулярностей в комплексной плоскости кинематического инварианта $r = k^2$ (k - 4-импульс виртуального бозона). Предложена схема перенормировки ОБФГ, основанная на предположении о том, что аналитическое продолжение точного пропагатора любой нестабильной частицы B в нижнюю комплексную r -полуплоскость имеет полюс первого порядка в точке $r_B = (m_B - i\Gamma_B/2)^2$, где m_B и Γ_B - масса и полная ширина распада частицы B . Условия перенормировки ОБФГ сформулированы в виде уравнений, связывающих константы перенормировки с элементарным электрическим зарядом, массами лептонов и кварков, а также массами и шириной распадов бозонов W , Z и H в любом приближении ТВ. В однопетлевом приближении с помощью условия перенормировки точного пропагатора H -бозона (и с учетом приведенных в [2] эмпирических значений масс частиц) исследованы зависимости параметров m_H и Γ_H от координат точки вычитания расходимостей в r -плоскости и получены следующие ограничения на эти параметры: $947\text{Гэв} \leq m_H \leq 1032\text{Гэв}$, $0 \leq \Gamma_H \leq 563\text{Гэв}$.

Литература

- [1] Bohm M., Spiesberger H., Hollik W. // Fortschr. Phys. 1986. V.34. P.687-751.
- [2] Particle Data Group. // Phys. Rev. D. 1992. V.45. Number 11, Part II.

РОЖДЕНИЕ ПАР ПРЕЛЕСТНЫХ БАРИОНОВ В ЭЛЕКТРОН-ПОЗИТРОННОЙ АННИГИЛЯЦИИ

В.А. Салеев

Самарский государственный университет

В рамках нерелятивистской дикварковой модели тяжелых барионов [1,2] и теории возмущений КХД предсказываются величина и энергетическая зависимость сечений рождения пар прелестных барионов спина $1/2$ и $3/2$ ($\Lambda_b \bar{\Lambda}_b$, $\Sigma_b^* \bar{\Sigma}_b^*$) в электрон-позитронной аннигиляции при энергиях коллайдеров КЕКВ и РЕР-II [3].

Литература

- [1] Martynenko A.P., Saleev V.A. // Phys.Lett., 1996, B385, 297; Ядерная физика, 1997, 60, 517.
- [2] Saleev V.A. // Preprint НЕР-РН 9702370, 1997.
- [3] Салеев В.А. // Ядерная физика (в печати).

ON POSSIBILITY TO CONSTRUCT GAMMA-GAMMA COLLIDER AT TESLA

E.L. Saldin, E.A. Schneidmiller, Yu.N. Ulyanov

Automatic Systems Corporation, Samara

and

M.V. Yurkov

Joint Institute for Nuclear Research, Dubna

This report (see, also refs. [1-3]) presents the conceptual project of a 2×250 GeV photon collider at TESLA. The main idea of the proposal is to use the beam of the linear collider to generate FEL radiation. At an intermediate phase of acceleration ($\mathcal{E}=10$ GeV) the electron beam passes the undulator of the FEL amplifier the optical radiation of the master oscillator ($\lambda = 1.053 \mu\text{m}$, peak power 100 MW). An output radiation of 350 GW peak power is produced at the amplifier exit. After that the electron and optical bunches are separated. The electron bunch is accelerated up to the final energy of 250 GeV and the optical bunch is transported to the conversion point via an open optical waveguide which has the form of a diaphragm focusing line and is placed in parallel with the main accelerator. At the conversion point the optical beam is focused on the electron beam and after the conversion point the gamma quanta follow on the initial electron trajectory and meet at the interaction point with the gamma-beam produced by another part of the collider. The integral luminosity of the colliding γ -beams is $\mathcal{L}_{\gamma\gamma} \approx 1.5 \times 10^{33} \text{ cm}^{-2}\text{s}^{-1}$.

Литература

- [1] Saldin E.L. et al. // Nucl. Instr. and Methods. 1994, A339, 583.
- [2] Saldin E.L. et al. // Preprint DESY 94-243, 1994.
- [3] Saldin E.L. et al. // Optics Communications, 1993, 9, 272.