

УДК 539.143/144

*Р. М. ДЮСЕМБАЕВА, Г. НУРБАКЫТ, Ж. МУКАН*

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ МАССОВОГО СПЕКТРА МЕЗОНОВ С УЧЕТОМ РЕЛЯТИВИСТСКИХ ЭФФЕКТОВ

КазНУ им. аль-Фараби, г. Алматы

*Описание массового спектра адронов с орбитальными и радиальными возбуждениями является одной из фундаментальных проблем сильных взаимодействия. При изучении свойств адронов, состоящих из разных масс кварков, требуется учет релятивистического, непертурбативного характера взаимодействия и нарушение криальной симметрии.*

В релятивистской квантовой теории поля (КТП) образование и описание связанных состояний до сих пор не является хорошо поставленной задачей (см. [1-3]). КТП описывает упругое и неупругое рассеяния свободных релятивистских частиц, находящихся на больших расстояниях друг от друга в состоянии плоских волн. При этом сама формулировка КТП проводится в рамках теории возмущений, т.е. в разложении по степеням взаимодействия, где никакие связанные состояния принципиально возникнуть не могут. Таким образом, возможная постановка задачи на связанные состояния требует выхода за рамки теории возмущений, где имеющиеся методы исследования по сути дела не развиты должным образом.

С другой стороны известно, что энергетический спектр связанного состояния может быть определен с хорошей точностью в рамках нерелятивистской квантовой механики при надлежащем подборе потенциала взаимодействия. Тем не менее, нерелятивистское уравнение Шредингера, дающее математически корректное описание связанных состояний, уже не является достаточным, так как требуется учет релятивистского характера взаимодействия, поскольку для описания современных экспериментальных результатов, полученных как в атомной [4], так и в адронной физиках [5] требуется учет релятивистских поправок.

В работе [6] предложен метод вычисления энергетического спектра на основе исследования асимптотического поведения вакуумного среднего (функции Грина) от токов заряженных скалярных частиц во внешнем калибровочном поле. При определении асимптотического поведения корреляционной функции используется представление в форме функционального интеграла, так что усреднение по внешнему калибровочному полю может быть выполнено точно. Полученное представление похоже на фейнмановский функциональный интеграл по путям [7] в нерелятивистской квантовой механике.

В данной работе вычислены массовый спектр и энергетический спектр мезонов, состоящих из  $(c\bar{c})$ ,  $(b\bar{b})$  кварков с учетом релятивистского характера взаимодействия. Полученные численные результаты приведены в табл. 1 и 2. Также определено расщепление массового спектра этих мезонов спин-синглетного и спин-триплетного состояния для орбитального и радиально возбужденного состояния. Полученные результаты хорошо согласуются с существующими экспериментальными данными.

Таблица 1. Энергетический спектр и массовый спектр мезонов, состоящих из  $(c\bar{c})$  кварков при  $\alpha_s = 0.2$ ,  $\sigma = 0.24 \text{ GeV}^2$  значениях

	$\ell$	0	1	2	3
$S = 0$	$\rho_S$	0.817	0.604	0.584	0.584
	$u_S$	0.7491	1.2042	1.3621	1.3987
	$E_S$	0.5943	1.0983	1.3923	1.59824
	$x_S$	1.4561	1.5107	1.5661	1.5863
	$z_S$	1.9168	1.3981	1.2186	1.1627
	$\mu_{qs}$	1.5018	1.5713	1.6123	1.659
	$M_{sp}$	3.1072	3.3691	3.7649	4.1682
	Exp [8]	$2.9798 \pm 0.0018$	$3.4150 \pm 0.0008$	$3.840 \pm 0.02$	4.090
$S = 1$	$\rho_t$	0.621	0.529	0.576	0.576
	$u_t$	1.1962	1.9267	1.3871	1.4312
	$E_t$	0.7283	1.1257	1.4286	1.5319
	$x_t$	1.5084	1.5418	1.5869	1.6451
	$z_t$	1.1727	1.1621	1.1492	1.1092
	$\mu_{qt}$	1.5242	1.5651	1.6175	1.6581
	$M_{pt}$	3.1584	3.499	3.8489	4.2079
	Exp [8]	$3.09687 \pm 0.00004$	$3.5105 \pm 0.00012$	4.090	

Таблица 2. Энергетический спектр и массовый спектр мезонов, состоящих из  $(b\bar{b})$  кварков при  $\alpha_s = 0.19$ ,  $\sigma = 0.23 \text{ GeV}^2$  значениях

	$\ell$	0	1	2	3
$S = 0$	$\rho_S$	0.698	0.618	0.604	0.587
	$u_S$	1.6415	2.5476	2.6714	2.7246
	$E_S$	0.4241	0.7148	0.9564	1.2341
	$x_S$	4.5942	4.6731	4.7048	4.734
	$z_S$	2.68	1.8476	1.7724	1.6798
	$\mu_{qs}$	4.7389	4.7548	4.7895	4.8261
	$M_{sp}$	9.5349	9.8046	10.1962	10.2861
	Exp [8]	$9.300 \pm 0.02$	$9.8598 \pm 0.0013$	10.161	
$S = 1$	$\rho_t$	0.643	0.619	0.589	0.567
	$u_t$	2.0986	2.4394	2.6591	2.7986
	$E_t$	0.4183	0.7041	0.8745	1.1715
	$x_t$	4.6601	4.6745	4.7067	4.7345
	$z_t$	2.1978	1.8947	1.7648	1.6451
	$\mu_{qt}$	4.7434	4.7704	4.7247	4.8197
	$M_{pt}$	9.5172	9.9147	10.1047	10.284
	Exp [8]	$9.4603 \pm 0.00021$	$9.8919 \pm 0.7$		10.2325

## ЛИТЕРАТУРА

- 1 Боголюбов Н.Н., Ширков Д.В. Введение в теорию квантовых полей. – М.: Наука, 1976.
- 2 Weinberg S. The quantum theory of fields. – Cambridge University: Press Cambridge, 1995.
- 3 Itzykson C. and Zuber J.B. Quantum field theory. – McGraw-Hill: New-York, 1980.
- 4 Eides M.I. et al. // Phys. Repor. – 2001. – Vol. 342. – P. 61.
- 5 Amsler C. et al. Review of Particle Physics // Phys. Lett. – 2008. – V. B667. – P. 1.
- 6 Динейхан М., Жаугашева С.А. // ЭЧАЯ. – 2011. – Т. 42. – С. 729-801,
- 7 Feynman R.P. and Hibbs A.P. Quantum Mechanics and Path Integrals (Mc Graw-Hill, New York, 1963).
- 8 Amsler C., et al. Particle Data Group // Phys. Lett. – B. 2008. – V. 667. – P. 1-1340.