

Т. В. Обиход

## Спектры суперструн

*(Представлено академиком НАН Украины О. С. Парасюком)**Spectra of closed superstrings are calculated in terms of the  $SU(4) \times U(1)$ -formalism.*

В работе [1] получена классификация Др-бран типа ПВ. Эта классификация приведена в табл. 1, где функтор  $\tilde{K}(S^k)$  описывает топологические заряды Др-бран.

Функтор  $\tilde{K}(S^k)$  является модулем Клиффорда над алгеброй Клиффорда [2]. Список алгебр Клиффорда и модулей Клиффорда приведен в табл. 2.

Рассмотрим D1-брану, которая представляет собой замкнутую суперструну типа ПВ. Ассоциированные с этой суперструной алгебра Клиффорда  $\mathbb{C}(16)$  и модуль Клиффорда  $\tilde{K}(S^8)$  фигурируют в последней строке табл. 2. Генераторами алгебры  $\mathbb{C}(16)$  являются шестнадцатирядные гамма-матрицы Дирака, удовлетворяющие антикоммутационным соотношениям

$$\{\gamma_i, \gamma_j\} = 2\delta_{ij}.$$

Комбинации  $J_{ij} = [\gamma_i, \gamma_j]/4$  определяют генераторы группы  $SO(8)$ .

Группа  $SO(8)$  имеет три восьмимерных представления [3, 4]. Приведем содержание этих представлений по подгруппе  $SU(4) \times U(1)$ :

$$\mathbf{8}_v = \mathbf{6}_0 + \mathbf{1}_1 + \mathbf{1}_{-1},$$

$$\mathbf{8}_c = \mathbf{4}_{1/2} + \bar{\mathbf{4}}_{-1/2},$$

$$\mathbf{8}_s = \mathbf{4}_{-1/2} + \bar{\mathbf{4}}_{1/2},$$

где подгруппа  $SU(4)$  описывает изоспин, странность и шарм, а подгруппа  $U(1)$  описывает спиральность.

Таблица 1

Dp	D9	D8	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	D(-1)
$S^{9-p}$	$S^0$	$S^1$	$S^2$	$S^3$	$S^4$	$S^5$	$S^6$	$S^7$	$S^8$	$S^9$	$S^{10}$
$\tilde{K}(S^{9-p})$	$\mathbb{Z}$	0	$\mathbb{Z}$	0	$\mathbb{Z}$	0	$\mathbb{Z}$	0	$\mathbb{Z}$	0	$\mathbb{Z}$

Таблица 2

$k$	$C_k^c$	$\tilde{K}(S^k)$
1	$\mathbb{C} \oplus \mathbb{C}$	0
2	$\mathbb{C}(2)$	$\mathbb{Z}$
3	$\mathbb{C}(2) \oplus \mathbb{C}(2)$	0
4	$\mathbb{C}(4)$	$\mathbb{Z}$
5	$\mathbb{C}(4) \oplus \mathbb{C}(4)$	0
6	$\mathbb{C}(8)$	$\mathbb{Z}$
7	$\mathbb{C}(8) \oplus \mathbb{C}(8)$	0
8	$\mathbb{C}(16)$	$\mathbb{Z}$

Таблица 3

---

$1_2$
$4_{3/2} + 4_{3/2}$
$10_1 + 6_1 + 6_1 + 6_1$
$20_{1/2} + 20_{1/2} + \bar{4}_{1/2} + \bar{4}_{1/2} + \bar{4}_{1/2} + \bar{4}_{1/2}$
$20_0 + 15_0 + 15_0 + 15_0 + 1_0 + 1_0 + 1_0 + 1_0 + 1_0$
$\bar{20}_{-1/2} + \bar{20}_{-1/2} + 4_{-1/2} + 4_{-1/2} + 4_{-1/2} + 4_{-1/2}$
$\bar{10}_{-1} + 6_{-1} + 6_{-1} + 6_{-1}$
$\bar{4}_{-3/2} + \bar{4}_{-3/2}$
$1_{-2}$

---

Таблица 4

---

$1_2$
$\bar{4}_{3/2} + 4_{3/2}$
$15_1 + 6_1 + 6_1 + 1_1$
$20_{1/2} + \bar{20}_{1/2} + \bar{4}_{1/2} + \bar{4}_{1/2} + 4_{1/2} + 4_{1/2}$
$20_0 + 15_0 + 10_0 + \bar{10}_0 + 6_0 + 6_0 + 1_0 + 1_0 + 1_0$
$\bar{20}_{-1/2} + 20_{-1/2} + 4_{-1/2} + 4_{-1/2} + \bar{4}_{-1/2} + \bar{4}_{-1/2}$
$15_{-1} + 6_{-1} + 6_{-1} + 1_{-1}$
$\bar{4}_{-3/2} + 4_{-3/2}$
$1_{-2}$

---

Для нахождения спектра безмассовых мод замкнутой суперструны типа IIВ необходимо вычислить тензорное произведение  $(\mathbf{8}_v + \mathbf{8}_c) \otimes (\mathbf{8}_v + \mathbf{8}_c)$ . Результат вычислений приведен в табл. 3.

Аналогичным образом можно найти спектр безмассовых мод замкнутой суперструны типа IIА. Для этого следует вычислить тензорное произведение  $(\mathbf{8}_v + \mathbf{8}_c) \otimes (\mathbf{8}_v + \mathbf{8}_s)$ . Результат вычислений приведен в табл. 4.

1. *Olsen K., Szabo R. J.* Constructing D-branes from K-theory, hep-th/9907140.
2. *Хьюзмоллер Д.* Расслоенные пространства. – Москва: Мир, 1985. – 443 с.
3. *Грин М., Шварц Дж., Виттен Э.* Теория суперструн. Т. 1. – Москва: Мир, 1990. – 520 с.
4. *Грин М., Шварц Дж., Виттен Э.* Теория суперструн. Т. 2. – Москва: Мир, 1990. – 656 с.

*Институт ядерных исследований  
НАН Украины, Киев*

*Поступило в редакцию 24.04.2007*