

# Приложение к Лекции 15. Структурные матрицы алгебр гипотетических фундаментальных частиц

А. А. Кецарис  
(31 июля 2005 г.)

## I. СТРУКТУРНЫЕ МАТРИЦЫ АЛГЕБРЫ ЧЕРНЫХ ЛЕПТОНОВ $\mathbb{C}_B$

Для алгебры черных лептонов  $\mathbb{C}_b$  имеют место перестановочные соотношения

$$\begin{aligned} 12 &= -21, & 13 &= -31, & 23 &= -32, \\ 14 &= 41, & 24 &= -42, & 34 &= -43. \end{aligned}$$

Они определяют структурные матрицы алгебры черных лептонов.

Компоненты векторов и матриц рассматриваются в следующей последовательности индексов

$$(32, 13, 21, 0, 42, 14, 1324, 34, 1, 2, 3, 123, 134, 234, 4, 124).$$

Переход от действительного представления к компактным представлениям осуществляется путем введения соответствующих блочных матриц. При преобразовании матриц  $C^L_{KI}$  и  $C^{IK}_L$  от действительного представления к  $iab$ -представлению использованы следующие обозначения для блоков  $2 \times 2$

$$\begin{aligned} I &= \begin{pmatrix} 1 & 1 \\ 1 & 1 \end{pmatrix}, & i &= \begin{pmatrix} 1 & 1 \\ -1 & 1 \end{pmatrix}, \\ a &= \begin{pmatrix} 1 & 1 \\ 1 & 1 \end{pmatrix}, & b &= \begin{pmatrix} -1 & 1 \\ 1 & 1 \end{pmatrix}. \end{aligned}$$

При преобразовании матриц  $C^L_{KI}$  и  $C^{IK}_L$  от  $iab$ -представления к  $IAB$ -представлению использованы следующие обозначения для блоков  $2 \times 2$

$$\begin{aligned} \mathbb{1} &= \begin{pmatrix} 1 & 1 \\ 1 & 1 \end{pmatrix}, & I &= \begin{pmatrix} 1 & 1 \\ 1 & 1 \end{pmatrix}, \\ A &= \begin{pmatrix} 1 & 1 \\ 1 & 1 \end{pmatrix}, & B &= \begin{pmatrix} -1 & 1 \\ 1 & 1 \end{pmatrix}. \end{aligned}$$

Приведем структурные матрицы алгебры  $\mathbb{C}_b$ .

## 1. Структурные матрицы контравариантной алгебры действия черных лептонов $\mathbb{C}_{bright}$

$$\begin{aligned} \varepsilon_0 &\sim \begin{array}{c} \begin{matrix} & 32 & 13 & 21 & 0 & 42 & 14 & 1324 & 34 & 1 & 2 & 3 & 123 & 134 & 234 & 4 & 124 \end{matrix} \\ \begin{matrix} 32 \\ 13 \\ 21 \\ 0 \\ 42 \\ 14 \\ 1324 \\ 34 \\ 1 \\ 2 \\ 3 \\ 123 \\ 134 \\ 234 \\ 4 \\ 124 \end{matrix} \end{array} \\ &= I \begin{array}{c} \begin{matrix} & 13 & 0 & 14 & 34 & 2 & 123 & 124 \end{matrix} \\ \begin{matrix} 13 \\ 0 \\ 14 \\ 34 \\ 2 \\ 123 \\ 234 \\ 124 \end{matrix} \end{array} = I \begin{array}{c} \begin{matrix} & 0 & 34 & 123 & 124 \end{matrix} \\ \begin{matrix} 0 \\ 34 \\ 123 \\ 124 \end{matrix} \end{array} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \varepsilon_1 &\sim \begin{array}{c} \begin{matrix} & 32 & 13 & 21 & 0 & 42 & 14 & 1324 & 34 & 1 & 2 & 3 & 123 & 134 & 234 & 4 & 124 \end{matrix} \\ \begin{matrix} 32 \\ 13 \\ 21 \\ 0 \\ 42 \\ 14 \\ 1324 \\ 34 \\ 1 \\ 2 \\ 3 \\ 123 \\ 134 \\ 234 \\ 4 \\ 124 \end{matrix} \end{array} \\ &= a \begin{array}{c} \begin{matrix} & 13 & 0 & 14 & 34 & 2 & 123 & 124 \end{matrix} \\ \begin{matrix} 13 \\ 0 \\ 14 \\ 34 \\ 2 \\ 123 \\ 234 \\ 124 \end{matrix} \end{array} = a \begin{array}{c} \begin{matrix} & 0 & 34 & 123 & 124 \end{matrix} \\ \begin{matrix} 0 \\ 34 \\ 123 \\ 124 \end{matrix} \end{array} \end{aligned}$$

$$\begin{array}{c}
\begin{array}{cccccc}
& & 13 & 0 & 14 & 34 \\
32 & 21 & 42 & 1324 & 1 & 2 \\
& & & & & 123 \\
& & & & & 234 \\
& & & & & 124
\end{array} \\
\varepsilon_4 \sim \begin{array}{|c|c|c|c|}
32			1
13			-1
21			
0			1
42		-1	
14		1	
1324			-1
34			1
1		-1	
2	1		
3		-1	
123		1	
134	1		
234	-1		
4		1	
124		-1	
\\			
\\			
= i \begin{array}{	c	c	}
13	0		
14	34		
2	123		
134	124		
\\			
\begin{array}{	c	c	}
	1		
	1		
-1	-1		
-1			
1			
1			
\\			
\\			
= i \begin{array}{	c	c	}
0	34		
123	124		
\\			
\begin{array}{	c	c	}
	1		
-1	1		
-1			
1			

\end{array}$$

$$\begin{array}{c}
\begin{array}{cccc}
32 & 13 & 0 & 42 \\
14 & 1324 & 1 & 2 \\
3 & 123 & 134 & 234 \\
4 & 124 & & 
\end{array} \\
\varepsilon_{21} \sim \begin{array}{|c|c|c|c|}
32 13 21 0	1 -1 1 -1		
42 14 1324 34		-1 1 -1 1	
1 2 3 123 134 234 4 124			1 -1 1 -1 1 -1 1
  
\begin{array}{c}
\begin{array}{cccc}
13 & 0 & 34 & 2 \\
14 & 134 & 123 & 124
\end{array} \\
= i \begin{array}{|c|c|}
| 1 1 -1 -1 |  |
|  | 1 1 -1 -1 |

\begin{array}{c}
13 \\
0 \\
14 \\
34 \\
2 \\
123 \\
234 \\
124
\end{array}
\end{array}
= i \begin{array}{|c|c|}
| 1 -1 |  |
|  | 1 -1 |

\begin{array}{c}
13 \\
0 \\
14 \\
34 \\
2 \\
123 \\
234 \\
124
\end{array}$$

$$\begin{array}{c}
\begin{array}{cccc}
32 & 13 & 0 & 14 & 34 & 2 & 123 & 234 & 124 \\
32 & 21 & 42 & 1324 & 1 & 3 & 134 & 4 & \\
\end{array} \\
\begin{array}{c}
32 \\ 13 \\ 21 \\ 0 \\ 42 \\ 14 \\ 1324 \\ 34 \\ 1 \\ 2 \\ 3 \\ 123 \\ 134 \\ 234 \\ 4 \\ 124
\end{array}
\end{array}
\sim
\begin{array}{|c|c|c|c|}
-1			
1			
-1			
	-1	1	
	1	-1	
		-1	1
		1	-1
			-1
			1
			-1

$$= b
\begin{array}{|c|c|}
1	
-1	
	1
-1	
	1
	-1
	1
	-1

= b
\begin{array}{|c|c|}
I	
I	
	I
	I

$$\begin{array}{c}
\begin{array}{cccc}
32 & 13 & 0 & 14 & 34 & 2 & 123 & 234 & 124 \\
32 & 21 & 42 & 1324 & 1 & 3 & 134 & 4 & \\
\end{array} \\
\begin{array}{c}
32 \\ 13 \\ 21 \\ 0 \\ 42 \\ 14 \\ 1324 \\ 34 \\ 1 \\ 2 \\ 3 \\ 123 \\ 134 \\ 234 \\ 4 \\ 124
\end{array}
\end{array}
\sim
\begin{array}{|c|c|c|c|}
	-1		
	1		
	-1		
-1	1		
1	-1		
			-1
			1
			1
		-1	
		1	
		-1	

$$= b
\begin{array}{|c|c|}
1	
-1	
	1
-1	
	1
	-1
	1
	-1

= b
\begin{array}{|c|c|}
I	
I	
	I
	I

$$\begin{array}{c}
\begin{array}{cccc}
32 & 13 & 0 & 14 & 34 & 2 & 123 & 234 & 124 \\
32 & 21 & 42 & 1324 & 1 & 3 & 134 & 4 & \\
\end{array} \\
\begin{array}{c}
32 \\ 13 \\ 21 \\ 0 \\ 42 \\ 14 \\ 1324 \\ 34 \\ 1 \\ 2 \\ 3 \\ 123 \\ 134 \\ 234 \\ 4 \\ 124
\end{array}
\end{array}
\sim
\begin{array}{|c|c|c|c|}
	1		
	1		
-1	-1		
-1		-1	
		-1	
	1		
			1
		-1	1
		-1	
		-1	-1
			1
			-1
			1
			1

$$= a
\begin{array}{|c|c|}
1	
-1	
	-1
1	
	1
	-1
	-1
	1

= a
\begin{array}{|c|c|}
I	
-I	
	I
	-I

$$\begin{array}{c}
\begin{array}{cccc}
32 & 13 & 0 & 14 & 34 & 2 & 123 & 234 & 124 \\
32 & 21 & 42 & 1324 & 1 & 3 & 134 & 4 & \\
\end{array} \\
\begin{array}{c}
32 \\ 13 \\ 21 \\ 0 \\ 42 \\ 14 \\ 1324 \\ 34 \\ 1 \\ 2 \\ 3 \\ 123 \\ 134 \\ 234 \\ 4 \\ 124
\end{array}
\end{array}
\sim
\begin{array}{|c|c|c|c|}
		-1	
		-1	
	1		
	1		
-1	-1		
-1			-1
			-1
			1
		1	
		-1	
		-1	
		1	
		-1	
		-1	

$$= a
\begin{array}{|c|c|}
-1	
1	
-1	
	-1
	1
	-1
	1
	-1

= a
\begin{array}{|c|c|}
-I	
I	
	-I
	I

$$\begin{array}{c}
\begin{array}{cccc}
32 & 13 & 0 & 42 \\
21 & 14 & 34 & 1324 \\
1 & 2 & 3 & 123 \\
134 & 234 & 124 & 4
\end{array} \\
\begin{array}{c}
32 \\
13 \\
21 \\
0 \\
42 \\
14 \\
1324 \\
34 \\
1 \\
2 \\
3 \\
123 \\
134 \\
234 \\
4 \\
124
\end{array}
\end{array} \sim
\begin{array}{|c|c|c|c|}
			-1
		-1	-1
		-1	-1
	1		
	1		
		1	
		1	
1			
1			
	1		
		1	

$$= I \quad
\begin{array}{c}
13 \\
0 \\
14 \\
34 \\
2 \\
123 \\
234 \\
124
\end{array}
\begin{array}{|c|c|}
	-1
	-1
1	
1	

$$= I \quad
\begin{array}{c}
13 \\
0 \\
14 \\
34 \\
2 \\
123 \\
234 \\
124
\end{array}
\begin{array}{|c|c|}
	-1
	-1
1	
1	

$$\begin{array}{c}
\begin{array}{cccc}
32 & 13 & 21 & 0 \\
42 & 14 & 34 & 1 \\
1324 & 2 & 3 & 123 \\
34 & 234 & 4 & 124
\end{array} \\
\varepsilon_{134} \sim \begin{array}{|c|c|c|c|}
			1
			1
		-1	-1
		-1	
		1	
		1	
	-1		
-1	1		
-1			
\\			
\\			
\begin{array}{c}			
13 \quad 0 \quad 34 \quad 123 \quad 124 \\			
14 \quad 2 \quad 134			
\end{array} \\			
= a \begin{array}{	c	c	}
	1		
	-1		
	-1		
1	1		
-1			
\begin{array}{c} 13 \\ 0 \\ 14 \\ 34 \\ 2 \\ 123 \\ 234 \\ 124 \end{array} \\			
= a \begin{array}{	c	c	}
	I		
	-I		
-I			
I			
 \begin{array}{c} 0 \\ 34 \\ 123 \\ 124 \end{array}
\end{array}$$



$$\begin{array}{c}
\mathcal{E}^4 \sim \\
\begin{array}{c}
\begin{array}{cccc}
\begin{array}{c} 32 \\ 13 \\ 21 \\ 0 \\ 42 \\ 14 \\ 1324 \\ 34 \\ 1 \\ 2 \\ 3 \\ 123 \\ 134 \\ 234 \\ 4 \\ 124 \end{array} &
\begin{array}{c} 13 \quad 0 \quad 42 \quad 14 \quad 1324 \quad 1 \quad 2 \quad 3 \quad 123 \quad 134 \quad 234 \quad 4 \quad 124 \end{array} &
\begin{array}{c}
\begin{array}{|c|c|c|c|}
\hline
\begin{array}{c} \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \end{array} &
\begin{array}{c} \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \end{array} &
\begin{array}{c} \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \end{array} &
\begin{array}{c} \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \end{array} \\
\hline
\end{array}
\end{array}
\end{array}
\end{array}
\end{array}
\end{array}$$

[illegible]

[illegible]

$$\begin{array}{c}
\begin{array}{cccc}
32 & 13 & 0 & 42 \\
21 & & & 1324 \\
0 & & & 1 \\
42 & & & 1 \\
14 & & & \\
1324 & & & \\
34 & & & \\
1 & & & \\
2 & & & \\
3 & & & \\
123 & & & \\
134 & & & \\
234 & & & \\
4 & & & \\
124 & & & 
\end{array}
\sim
\begin{array}{|c|c|c|c|}
		1	
	1		
1			
			1
			1
		1	
		1	
		1	

\\
\\
\begin{array}{c}
13 \\
0 \\
14 \\
34 \\
2 \\
134 \\
124
\end{array}
\begin{array}{|c|c|}
1	
1	
1	
	1
	1
1	

\begin{array}{c}
13 \\
0 \\
14 \\
34 \\
2 \\
123 \\
234 \\
124
\end{array}
= a
\begin{array}{|c|c|}
1	
	1
	1
1	

\begin{array}{c}
0 \\
34 \\
123 \\
124
\end{array}
\begin{array}{|c|c|}
| A |  |
| A | A |

\begin{array}{c}
0 \\
34 \\
123 \\
124
\end{array}
\end{array}$$

$$\begin{array}{c}
\mathcal{E}^{34} \sim \\
\begin{array}{c}
\begin{array}{cccc}
13 & 0 & 14 & 34 \\
32 & 21 & 42 & 1324 \\
1 & 2 & 123 & 234 \\
124 & & & 
\end{array} \\
\begin{array}{|c|c|c|c|}
\hline
\begin{array}{c} 32 \\ 13 \\ 21 \\ 0 \end{array} & \begin{array}{c} -1 \\ 1 \\ -1 \\ 1 \end{array} & & \\
\hline
\begin{array}{c} 42 \\ 14 \\ 1324 \end{array} & \begin{array}{c} -1 \\ 1 \\ -1 \end{array} & & \\
\hline
\begin{array}{c} 34 \\ 1 \\ 2 \\ 3 \end{array} & & & \begin{array}{c} -1 \\ 1 \\ -1 \end{array} \\
\hline
\begin{array}{c} 123 \\ 134 \\ 234 \\ 4 \\ 124 \end{array} & & \begin{array}{c} -1 \\ 1 \\ -1 \\ 1 \end{array} & \\
\hline
\end{array}
\end{array}
\end{array}$$

$$\begin{array}{c}
\begin{array}{cccc}
32 & 13 & 0 & 42 \\
13 & 21 & 14 & 1324 \\
21 & 34 & 1 & 2 \\
0 & 123 & 134 & 234 \\
42 & 124 & 4 & \\
14 & & & \\
1324 & & & \\
34 & & & \\
1 & & & \\
2 & & & \\
3 & & & \\
123 & & & \\
134 & & & \\
234 & & & \\
4 & & & \\
124 & & & 
\end{array}
\mathcal{E}^{124} \sim
\begin{array}{|c|c|c|c|}
			$-1$   $1$   $-1$   $1$
		$-1$   $1$   $-1$   $1$	
	$1$   $-1$   $1$   $-1$		
$1$   $-1$   $1$   $-1$			

\\
\\
\begin{array}{c}
= b
\end{array}
\begin{array}{|c|c|}
|  | $1$   $1$ |
| $-1$   $-1$ | $1$ |

\begin{array}{c}
13 \\ 0 \\ 14 \\ 34 \\ 2 \\ 123 \\ 124 \\ 124
\end{array}
\\
\\
\begin{array}{c}
= b
\end{array}
\begin{array}{|c|c|}
|  | $1$   $1$ |
| $-1$   $-1$ | $1$ |

\begin{array}{c}
0 \\ 34 \\ 123 \\ 0 \\ 34 \\ 123 \\ 124
\end{array}
\end{array}$$

$$\begin{array}{c}
\begin{array}{cccccc}
& & 13 & 0 & 14 & 34 \\
32 & 21 & 42 & 1324 & 1 & 2 \\
& & & & 3 & 123 \\
& & & & & 234 \\
& & & & & 4 & 124
\end{array} \\
\mathcal{E}^{123} \sim \begin{array}{|c|c|c|c|}
32			1
13			1
21			1
0			1
42			1
14			1
1324			1
34			1
1	-1		
2	-1		
3	-1		
123	-1		
134		-1	
234		-1	
4		-1	
124		-1	
\\			
\\			
= I \begin{array}{	c	c	}
13	1		
0	1		
14	1		
34	1		
2			
123			
234			
124			
\\			
= I \begin{array}{	c	c	}
0	1		
34	1		
123	1		
124	1		
0			
34			
123			
124			

\end{array}$$

$$\begin{array}{c}
\begin{array}{cccc}
32 & 13 & 21 & 0 \\
13 & & & \\
21 & & & \\
0 & & & \\
42 & & & \\
14 & & & \\
1324 & & & \\
34 & & & \\
1 & & & \\
2 & & & \\
3 & & & \\
123 & & & \\
134 & & & \\
234 & & & \\
4 & & & \\
124 & & & 
\end{array}
\mathcal{E}^{134} \sim
\begin{array}{|c|c|c|c|}
			1
			1
		1	1
		1	
	-1		
	-1		
	-1		
-1			
-1			
-1			

\\
\\
\begin{array}{c}
= a
\end{array}
\begin{array}{|c|c|}
	1
1	1
-1	
-1	
-1	

\begin{array}{c}
13 \\
0 \\
14 \\
34 \\
2 \\
123 \\
234 \\
124
\end{array}
\\
\\
\begin{array}{c}
= a
\end{array}
\begin{array}{|c|c|}
	A
A	
-A	
-A	

\begin{array}{c}
0 \\
34 \\
123 \\
124
\end{array}
\end{array}$$



$$\begin{array}{c}
\mathcal{E}^{234} \sim \\
\begin{array}{c}
\begin{array}{cccc}
& \begin{array}{c} 13 \quad 0 \quad 14 \quad 34 \\ 32 \quad 21 \quad 42 \quad 1324 \end{array} & \begin{array}{c} 1 \quad 2 \quad 123 \quad 234 \quad 124 \\ 3 \quad 134 \quad 4 \end{array} \\
\begin{array}{c} 32 \\ 13 \\ 21 \\ 0 \\ 42 \\ 14 \\ 1324 \\ 34 \\ 1 \\ 2 \\ 3 \\ 123 \\ 134 \\ 234 \\ 4 \\ 124 \end{array} & \begin{array}{|c|c|c|c|} \hline & & & 1 \\ \hline & & & -1 \\ \hline & & 1 & -1 \\ \hline & -1 & 1 & \\ \hline -1 & 1 & & \\ \hline 1 & -1 & & \\ \hline \end{array} & & \\
\end{array} \\
= b \begin{array}{c} \begin{array}{cc} \begin{array}{c} 13 \quad 0 \quad 34 \quad 123 \quad 124 \\ 14 \quad 2 \quad 134 \end{array} & \begin{array}{c} 13 \\ 0 \\ 14 \\ 34 \\ 2 \\ 123 \\ 234 \\ 124 \end{array} \\ \begin{array}{|c|c|} \hline & -1 \\ \hline & 1 \\ \hline 1 & -1 \\ \hline -1 & \\ \hline 1 & \\ \hline \end{array} & \begin{array}{c} 13 \\ 0 \\ 14 \\ 34 \\ 2 \\ 123 \\ 234 \\ 124 \end{array} \\ \end{array} \\
= b \begin{array}{c} \begin{array}{cc} \begin{array}{c} 0 \quad 34 \quad 124 \\ 123 \end{array} & \begin{array}{c} 0 \\ 34 \\ 123 \\ 124 \end{array} \\ \begin{array}{|c|c|} \hline & -I \\ \hline -I & \\ \hline I & \\ \hline I & \\ \hline \end{array} & \begin{array}{c} 0 \\ 34 \\ 123 \\ 124 \end{array} \\ \end{array}
\end{array}
\end{array}$$

$$\begin{array}{c}
\mathcal{E}^{1324} \sim \\
\begin{array}{c}
\begin{array}{cccc}
& \begin{array}{c} 13 \quad 0 \quad 14 \quad 34 \\ 32 \quad 21 \quad 42 \quad 1324 \end{array} & \begin{array}{c} 1 \quad 2 \quad 123 \quad 234 \quad 124 \\ 3 \quad 134 \quad 4 \end{array} \\
\begin{array}{c} 32 \\ 13 \\ 21 \\ 0 \\ 42 \\ 14 \\ 1324 \\ 34 \\ 1 \\ 2 \\ 3 \\ 123 \\ 134 \\ 234 \\ 4 \\ 124 \end{array} & \begin{array}{|c|c|c|c|} \hline & -1 & & \\ \hline & -1 & & 1 \\ \hline -1 & & 1 & \\ \hline -1 & 1 & & \\ \hline & & & -1 \\ \hline & & & -1 \\ \hline & & -1 & \\ \hline & & -1 & 1 \\ \hline & & 1 & \\ \hline \end{array} & & \\
\end{array} \\
= a \begin{array}{c} \begin{array}{cc} \begin{array}{c} 13 \quad 0 \quad 34 \quad 123 \quad 124 \\ 14 \quad 2 \quad 134 \end{array} & \begin{array}{c} 13 \\ 0 \\ 14 \\ 34 \\ 2 \\ 123 \\ 234 \\ 124 \end{array} \\ \begin{array}{|c|c|} \hline -1 & \\ \hline -1 & 1 \\ \hline 1 & \\ \hline & -1 \\ \hline & -1 \\ \hline & 1 \\ \hline \end{array} & \begin{array}{c} 13 \\ 0 \\ 14 \\ 34 \\ 2 \\ 123 \\ 234 \\ 124 \end{array} \\ \end{array} \\
= a \begin{array}{c} \begin{array}{cc} \begin{array}{c} 0 \quad 34 \quad 124 \\ 123 \end{array} & \begin{array}{c} 0 \\ 34 \\ 123 \\ 124 \end{array} \\ \begin{array}{|c|c|} \hline B & \\ \hline B & \\ \hline & B \\ \hline & B \\ \hline \end{array} & \begin{array}{c} 0 \\ 34 \\ 123 \\ 124 \end{array} \\ \end{array}
\end{array}
\end{array}$$

## II. СТРУКТУРНЫЕ МАТРИЦЫ АЛГЕБР КВАРКИНО $\mathbb{Q}^*$

Приведем структурные матрицы алгебры  $\mathbb{Q}^*$ . Компоненты векторов и матриц рассматриваются в следующей последовательности индексов

$$(32, 13, 21, 0, 42, 14, 1324, 34, 1, 2, 3, 123, 134, 234, 4, 124).$$

Переход от действительного представления к компактным представлениям осуществляется путем введения соответствующих блочных матриц. При преобразовании матриц  $C^L_{KI}$  и  $C^{IK}_L$  от действительного представления к  $iab$ -представлению использованы следующие обозначения для блоков  $2 \times 2$

$$\begin{aligned}
l &= \begin{pmatrix} 1 & \\ & 1 \end{pmatrix}, & i &= \begin{pmatrix} & 1 \\ -1 & \end{pmatrix}. \\
a &= \begin{pmatrix} & 1 \\ 1 & \end{pmatrix}, & b &= \begin{pmatrix} -1 & \\ & 1 \end{pmatrix}.
\end{aligned}$$

При преобразовании матриц  $C^L_{KI}$  и  $C^{IK}_L$  от  $iab$ -представления к  $IAB$ -представлению использованы следующие обозначения для блоков  $2 \times 2$

$$\begin{aligned}
\mathbb{1} &= \begin{pmatrix} 1 & \\ & 1 \end{pmatrix}, & I &= \begin{pmatrix} & 1 \\ 1 & \end{pmatrix}, \\
A &= \begin{pmatrix} & 1 \\ 1 & \end{pmatrix}, & B &= \begin{pmatrix} -1 & \\ & 1 \end{pmatrix}.
\end{aligned}$$

### 1. Структурные матрицы алгебры синих кваркино $\mathbb{Q}_b^*$

Для алгебры синих кваркино  $\mathbb{Q}_b^*$  имеют место перестановочные соотношения

$$\begin{aligned}
12 &= 21, & 13 &= -31, & 23 &= 32, \\
14 &= -41, & 24 &= 42, & 34 &= -43.
\end{aligned}$$

Они определяют структурные матрицы алгебры синих кваркино.

1. Структурные матрицы контравариантной алгебры действия синих кваркино  $\mathbb{Q}_{bright}^*$

$$\rho_0 \sim$$

32	1			
13	1			
21		1		
0			1	
42			1	
14				1
1324				1
34				
1			1	
2				1
3				
123				1
134				
234				1
4				
124				1

$$= I$$

13	0	34	2	123	124
1	1				
		1			
			1		
				1	
					1

0	34	123	124
1			
	1		
		1	
			1

$$= I$$

$$\rho_1 \sim$$

32				
13				
21				
0			1	
42				
14				-1
1324				1
34				
1		1		
2		1		
3		-1		
123	-1			
134			1	
234			-1	
4				
124			-1	

$$= a$$

13	0	34	2	123	124
		-1			
		1			
			-1		
				1	
					-1

0	34	123	124
		-I	
			-I
I			
	I		

$$= a$$

$$\rho_2 \sim$$

32			1	
13				1
21			1	
0				1
42				
14				1
1324				1
34				
1	1			
2		1		
3	1			
123	1			
134			1	
234			1	
4		1		
124			1	

$$= I$$

13	0	34	2	123	124
		1			
			1		
				1	
					1

0	34	123	124
		A	
A			A

$$= I$$

$$\rho_3 \sim$$

32			1	
13			1	
21				1
0				
42				-1
14				-1
1324				-1
34				
1	1			
2	1			
3		1		
123	1			
134		-1		
234		-1		
4			-1	
124			-1	

$$= a$$

13	0	34	2	123	124
		1			
			1		
			-1		
				-1	
					-1

0	34	123	124
		I	
I			-I

$$= a$$

$$\begin{array}{c}
\begin{array}{cccccc}
& 13 & 21 & 0 & 14 & 1324 \\
32 & & & & & \\
13 & & & & & \\
21 & -1 & & & & \\
0 & & -1 & & & \\
42 & & & -1 & & \\
14 & & & & -1 & \\
1324 & & 1 & & & \\
34 & & & 1 & & \\
1 & & & & -1 & \\
2 & & & & & -1 \\
3 & & & 1 & & \\
123 & & & & 1 & \\
134 & & & & & 1 \\
234 & & & & & & 1 \\
4 & & & & & & -1 \\
124 & & & & & & -1
\end{array}
\end{array}
\sim
\begin{array}{c}
\begin{array}{cccc}
& 13 & 14 & 34 \\
0 & & & \\
13 & 1 & & \\
0 & -1 & & \\
14 & & -1 & \\
34 & & & 1 \\
2 & & -1 & \\
123 & & 1 & \\
124 & & & 1 \\
134 & & & -1
\end{array}
\end{array}
= I
\begin{array}{c}
\begin{array}{cc}
& 13 & 14 & 34 \\
0 & & & \\
13 & 1 & & \\
0 & -1 & & \\
14 & & -1 & \\
34 & & & 1 \\
2 & & -1 & \\
123 & & 1 & \\
124 & & & 1 \\
134 & & & -1
\end{array}
\end{array}
= I
\begin{array}{c}
\begin{array}{cc}
& 13 & 14 & 34 \\
0 & & & \\
13 & I & & \\
0 & & -I & \\
14 & & & -I \\
34 & & -I & \\
2 & & & I \\
123 & & & \\
124 & & & \\
134 & & &
\end{array}
\end{array}
\begin{array}{c}
0 \\
34 \\
123 \\
124
\end{array}$$

$$\begin{array}{c}
 \begin{array}{cccc}
 & 13 & 0 & 14 \\
 32 & 21 & 42 & 1324 \\
 & & 1 & 3 \\
 & & & 123 \\
 & & & 234 \\
 & & & 4
 \end{array} \\
 \rho_{32} \sim \begin{array}{c}
 \begin{array}{cccc}
 13 & & & \\
 13 & & & \\
 21 & 1 & & \\
 0 & 1 & & \\
 42 & & & -1 \\
 14 & & -1 & \\
 1324 & & -1 & \\
 34 & -1 & & \\
 1 & & & 1 \\
 2 & & 1 & \\
 3 & & 1 & \\
 123 & & 1 & \\
 134 & & & -1 \\
 234 & & & -1 \\
 4 & & & -1 \\
 124 & & -1 & 
 \end{array}
 \end{array} \\
 \\
 \begin{array}{c}
 \begin{array}{cccc}
 13 & 0 & 34 & 123 \\
 & 14 & 2 & 134 \\
 & & & 
 \end{array} \\
 \begin{array}{cc}
 \begin{array}{cc}
 13 & \\
 0 & \\
 14 & \\
 34 & \\
 2 & \\
 123 & \\
 234 & \\
 124 & 
 \end{array}
 &
 \begin{array}{cc}
 1 & \\
 & -1 \\
 & -1 \\
 & 1 \\
 1 & \\
 & -1 \\
 & -1 
 \end{array}
 \end{array}
 \end{array}
 = a
 \begin{array}{cc}
 \begin{array}{cc}
 13 & \\
 0 & \\
 14 & \\
 34 & \\
 2 & \\
 123 & \\
 234 & \\
 124 & 
 \end{array}
 &
 \begin{array}{cc}
 1 & \\
 & -1 \\
 & -1 \\
 & 1 \\
 1 & \\
 & -1 \\
 & -1 
 \end{array}
 \end{array}
 \\
 \\
 \begin{array}{c}
 \begin{array}{cccc}
 & 34 & 124 & \\
 0 & 123 & & \\
 & & & 
 \end{array} \\
 = a \begin{array}{c}
 \begin{array}{cc}
 0 & \\
 34 & \\
 123 & \\
 124 & 
 \end{array}
 \begin{array}{cc}
 A & \\
 -A & \\
 & A \\
 & -A 
 \end{array}
 \end{array}
 \end{array}
 \end{array}$$





2. Структурные матрицы ковариантной алгебры пространства-времени синих кваркино  $\mathbb{Q}_{b\text{left}}^*$

$$R^0 \sim$$

32	1			
13	1			
21		1		
0			1	
42		1		
14			1	
1324				1
34				
1			1	
2				1
3				
123				1
134				
234			1	
4				1
124				

$$= 1$$

13	0	34	123	124
1	1			
	1			
		1		
			1	
				1

$$= 1$$

0	34	123	124
1			
	1		
		1	
			1

$$R^1 \sim$$

32			1	
13			1	
21				1
0		1		
42				1
14				1
1324				1
34				
1	1			
2		1		
3	1			
123	1			
134			1	
234			1	
4				1
124		1		

$$= a$$

13	0	34	123	124
		1		
			1	
	1			
1				
				1

$$= a$$

0	34	123	124
		A	
A			
	A		

$$R^2 \sim$$

32			1	
13				1
21			1	
0				1
42				
14				1
1324				1
34				
1	1			
2		1		
3	1			
123	1			
134			1	
234			1	
4		1		
124			1	

$$= 1$$

13	0	34	123	124
		1		
			1	
1	1			
				1

$$= 1$$

0	34	123	124
		A	
A			
	A		

$$R^3 \sim$$

32			1	
13			-1	
21				-1
0			1	
42				1
14				-1
1324				-1
34				1
1	-1			
2	1			
3		1		
123	-1			
134			-1	
234		1		
4			1	
124			-1	

$$= i$$

13	0	34	123	124
		1		
		-1		
			1	
-1	1			-1
		-1		1

$$= i$$

0	34	123	124
		-B	
B			
	B		

$$R^{13} \sim$$

32	1			
13		-1		
21	-1			
0	1			
42			1	
14				-1
1324		-1		
34		1		
1				-1
2				1
3			1	
123			-1	
134				-1
234				1
4			1	
124			-1	

$$= b$$

13	-1		13
1			0
	-1		14
1			34
	1		2
		1	123
	-1		234
		1	124
		-1	

$$= b$$

0	34	124	0
-I			34
	-I		123
		I	124

$$\begin{array}{c}
\begin{array}{cccc}
32 & 13 & 0 & 42 \\
13 & 21 & 1 & 1324 \\
21 & 0 & 14 & 34 \\
0 & 1 & 2 & 134 \\
42 & 14 & 3 & 124 \\
1324 & 34 & 1 & 234 \\
34 & 1 & 2 & 4 \\
1 & 2 & 3 & 123 \\
2 & 123 & 134 & 234 \\
3 & 134 & 4 & 124 \\
123 & 124 & & 
\end{array}
\end{array}$$

$$R^{34} \sim$$

	-1		
-1			
1			
1			
-1			
-1			
1			
1			1
			1
			-1
		1	
		1	
		-1	
		-1	

$$= I$$

-1	
1	
	1
	-1
1	
-1	

$$= I$$

$B$	
$B$	$-B$
	$-B$

[illegible]



$$\begin{array}{c}
 \begin{array}{cccc}
 & 13 & 21 & 0 \\
 & 42 & 1324 & 34 \\
 & 1 & 23 & 123 \\
 & 3 & 134 & 234 \\
 & 4 & 124 & 
 \end{array} \\
 R^{234} \sim \begin{array}{|c|c|c|c|}
 \hline
 & & & \begin{array}{c} -1 \\ -1 \end{array} \\
 \hline
 & & \begin{array}{c} -1 \\ -1 \end{array} & \\
 \hline
 & & 1 & 1 \\
 \hline
 & \begin{array}{c} 1 \\ -1 \end{array} & 1 & \\
 \hline
 \begin{array}{c} 1 \\ -1 \end{array} & 1 & & \\
 \hline
 \end{array} \\
 \\
 \begin{array}{c}
 = \quad I \quad \begin{array}{|c|c|}
 \hline
 & \begin{array}{c} -1 \\ -1 \end{array} \\
 \hline
 \begin{array}{c} 1 \\ -1 \end{array} & \\
 \hline
 \begin{array}{c} 1 \\ -1 \end{array} & \\
 \hline
 \end{array}
 \end{array}
 \quad
 \begin{array}{c}
 \begin{array}{cccc}
 & 13 & 14 & 0 \\
 & 2 & 134 & 34 \\
 & 13 & 124 & 
 \end{array} \\
 = \quad I \quad \begin{array}{|c|c|}
 \hline
 & \begin{array}{c} -I \\ -I \end{array} \\
 \hline
 \begin{array}{c} I \\ I \end{array} & \\
 \hline
 \end{array}
 \end{array}
 \end{array}$$

[illegible]

## 2. Структурные матрицы алгебры желтых кваркино $\mathbb{Q}_y^*$

Для алгебры желтых кваркино  $\mathbb{Q}_y^*$  имеют место перестановочные соотношения

$$\begin{aligned} \mathbf{12} &= \mathbf{21}, & \mathbf{13} &= -\mathbf{31}, & \mathbf{23} &= \mathbf{32}, \\ \mathbf{14} &= -\mathbf{41}, & \mathbf{24} &= \mathbf{42}, & \mathbf{34} &= \mathbf{43}. \end{aligned}$$

Они определяют структурные матрицы алгебры желтых кваркино.

## 1. Структурные матрицы контравариантной алгебры действия желтых кваркино $\mathbb{Q}_y^*$

$$\rho_0 \sim \begin{array}{c} \begin{array}{cccc} & \begin{array}{cccc} 32 & 13 & 21 & 0 \end{array} & \begin{array}{cccc} 42 & 14 & 34 & 1 \end{array} & \begin{array}{cccc} 2 & 3 & 123 & 234 \end{array} & \begin{array}{cccc} 124 & 134 & 4 & 124 \end{array} \\ \begin{array}{c} 32 \\ 13 \\ 21 \\ 0 \\ 42 \\ 14 \\ 1324 \\ 34 \\ 1 \\ 2 \\ 3 \\ 123 \\ 134 \\ 234 \\ 4 \\ 124 \end{array} & \begin{array}{|c|c|c|c|} \hline 1 & & & \\ \hline & 1 & & \\ \hline & & 1 & \\ \hline & & & 1 \\ \hline \end{array} & \begin{array}{|c|c|c|c|} \hline & & & \\ \hline & & & \\ \hline & & & \\ \hline & & & \\ \hline \end{array} & \begin{array}{|c|c|c|c|} \hline & & & \\ \hline & & & \\ \hline & & & \\ \hline & & & \\ \hline \end{array} & \begin{array}{|c|c|c|c|} \hline & & & \\ \hline & & & \\ \hline & & & \\ \hline & & & \\ \hline \end{array} \\ \hline \end{array} \end{array}$$

$$= \begin{array}{c} \begin{array}{cccc} 13 & 0 & 34 & 123 \end{array} & \begin{array}{cccc} 14 & 2 & 134 & 124 \end{array} \\ \begin{array}{c} 13 \\ 0 \\ 14 \\ 34 \\ 2 \\ 123 \\ 234 \\ 124 \end{array} & \begin{array}{|c|c|} \hline 1 & \\ \hline & 1 \\ \hline & & 1 \\ \hline & & & 1 \\ \hline \end{array} \end{array}$$

$$= \begin{array}{c} \begin{array}{cccc} 0 & 34 & 123 & 124 \end{array} \\ \begin{array}{c} 0 \\ 34 \\ 123 \\ 124 \end{array} & \begin{array}{|c|c|} \hline \mathbb{1} & \\ \hline & \mathbb{1} \\ \hline & & \mathbb{1} \\ \hline & & & \mathbb{1} \\ \hline \end{array} \end{array}$$

$$\rho_1 \sim \begin{array}{c} \begin{array}{cccc} & \begin{array}{cccc} 32 & 13 & 21 & 0 \end{array} & \begin{array}{cccc} 42 & 14 & 34 & 1 \end{array} & \begin{array}{cccc} 2 & 3 & 123 & 234 \end{array} & \begin{array}{cccc} 124 & 134 & 4 & 124 \end{array} \\ \begin{array}{c} 32 \\ 13 \\ 21 \\ 0 \\ 42 \\ 14 \\ 1324 \\ 34 \\ 1 \\ 2 \\ 3 \\ 123 \\ 134 \\ 234 \\ 4 \\ 124 \end{array} & \begin{array}{|c|c|c|c|} \hline & & & -1 \\ \hline & & & -1 \\ \hline & & 1 & \\ \hline & & & -1 \\ \hline \end{array} & \begin{array}{|c|c|c|c|} \hline & & & \\ \hline & & & \\ \hline & & & \\ \hline & & & \\ \hline \end{array} & \begin{array}{|c|c|c|c|} \hline & & & \\ \hline & & & \\ \hline & & & \\ \hline & & & \\ \hline \end{array} & \begin{array}{|c|c|c|c|} \hline & & & \\ \hline & & & \\ \hline & & & \\ \hline & & & \\ \hline \end{array} \\ \hline \end{array}$$

$$= \begin{array}{c} \begin{array}{cccc} 13 & 0 & 34 & 123 \end{array} & \begin{array}{cccc} 14 & 2 & 134 & 124 \end{array} \\ \begin{array}{c} 13 \\ 0 \\ 14 \\ 34 \\ 2 \\ 123 \\ 234 \\ 124 \end{array} & \begin{array}{|c|c|} \hline & -1 \\ \hline & 1 \\ \hline & & -1 \\ \hline & & 1 \\ \hline \end{array} \end{array}$$

$$= \begin{array}{c} \begin{array}{cccc} 0 & 34 & 123 & 124 \end{array} \\ \begin{array}{c} 0 \\ 34 \\ 123 \\ 124 \end{array} & \begin{array}{|c|c|} \hline & -I \\ \hline & -I \\ \hline I & \\ \hline I & \\ \hline \end{array} \end{array}$$

$$\begin{array}{c}
\rho_4 \sim \\
\begin{array}{c}
\begin{array}{cccc}
\begin{array}{c}
32 \\ 13 \\ 21 \\ 0 \\ 42 \\ 14 \\ 1324 \\ 34 \\ 1 \\ 2 \\ 3 \\ 123 \\ 134 \\ 234 \\ 4 \\ 124
\end{array}
&
\begin{array}{c}
\begin{array}{c}
13 \\ 21 \\ 0 \\ 42 \\ 14 \\ 1324 \\ 34 \\ 1 \\ 2 \\ 3 \\ 123 \\ 134 \\ 234 \\ 4 \\ 124
\end{array}
\end{array}
\end{array}
\end{array}$$

$$\rho_{21} \sim \begin{array}{c} \begin{array}{cccc} & 32 & 13 & 21 & 0 & 42 & 14 & 1324 & 34 & 1 & 2 & 3 & 123 & 234 & 124 \\ \begin{array}{c} 32 \\ 13 \\ 21 \\ 0 \\ 42 \\ 14 \\ 1324 \\ 34 \\ 1 \\ 2 \\ 3 \\ 123 \\ 134 \\ 234 \\ 4 \\ 124 \end{array} & \begin{array}{|c|c|c|c|} \hline \begin{array}{c} -1 \\ -1 \\ \\ 1 \\ 1 \end{array} & & & \\ \hline \begin{array}{c} \\ -1 \\ -1 \\ 1 \end{array} & \begin{array}{c} \\ \\ \\ 1 \end{array} & & \\ \hline \begin{array}{c} \\ \\ \\ 1 \\ 1 \end{array} & & \begin{array}{c} 1 \\ 1 \\ \\ -1 \end{array} & \\ \hline & & & \begin{array}{c} 1 \\ 1 \\ \\ -1 \\ -1 \end{array} \\ \hline \end{array} \\ \end{array} \sim \begin{array}{c} \begin{array}{cc} 13 & 0 & 34 & 2 & 123 & 124 \\ & 14 & & 134 & & \end{array} \\ \begin{array}{|c|c|} \hline \begin{array}{c} -1 \\ 1 \\ -1 \\ 1 \end{array} & \begin{array}{c} \\ \\ \\ 1 \end{array} \\ \hline \begin{array}{c} \\ \\ -1 \\ 1 \\ -1 \end{array} & \begin{array}{c} 1 \\ -1 \\ 1 \\ -1 \end{array} \\ \hline \end{array} \end{array} \begin{array}{c} 13 \\ 0 \\ 14 \\ 34 \\ 2 \\ 123 \\ 234 \\ 124 \end{array}$$

[illegible]

$$\rho_{42} \sim \begin{array}{c} \begin{array}{cccc} & 32 & 13 & 0 \\ & 21 & 42 & 14 \\ & 1324 & 34 & 1 \\ & 2 & 3 & 123 \\ & 234 & 124 & 4 \end{array} \\ \begin{array}{|c|c|c|c|} \hline & & -1 & \\ \hline & & -1 & \\ \hline & & -1 & \\ \hline & & & \\ \hline 1 & 1 & & \\ \hline 1 & & & \\ \hline & & & -1 \\ \hline & & & -1 \\ \hline & & & -1 \\ \hline & & 1 & \\ \hline & & 1 & \\ \hline & & 1 & \\ \hline & & 1 & \\ \hline \end{array} \end{array}$$

$$\begin{array}{c}
\rho_{124} \sim \\
\begin{array}{c}
\begin{array}{cccc}
\begin{array}{c} 32 \\ 13 \\ 21 \\ 0 \\ 42 \\ 14 \\ 1324 \\ 34 \end{array} & \begin{array}{c} 13 \quad 0 \\ 42 \end{array} & \begin{array}{c} 14 \quad 34 \\ 1324 \end{array} & \begin{array}{c} 1 \quad 2 \\ 3 \end{array} \\
\begin{array}{c} 1 \\ 2 \\ 3 \\ 123 \\ 134 \\ 234 \\ 4 \\ 124 \end{array} & \begin{array}{c} \begin{array}{c} -1 \\ -1 \\ 1 \\ 1 \end{array} \\ \begin{array}{c} 1 \\ -1 \\ 1 \end{array} \end{array} & \begin{array}{c} \begin{array}{c} 1 \\ 1 \\ -1 \\ -1 \end{array} \\ \begin{array}{c} 1 \\ -1 \\ 1 \end{array} \end{array} & \begin{array}{c} \begin{array}{c} -1 \\ -1 \\ 1 \\ 1 \end{array} \\ \begin{array}{c} 1 \\ -1 \\ 1 \end{array} \end{array}
\end{array}
\end{array}
\end{array}$$

$$\begin{array}{c}
\begin{array}{cccc}
32 & 13 & 0 & 42 \\
21 & & & 1324 \\
14 & & & 34 \\
1324 & & & 1 \\
34 & & & 2 \\
1 & & & 3 \\
2 & & & 123 \\
3 & & & 134 \\
123 & & & 124 \\
134 & & & \\
234 & & & \\
4 & & & \\
124 & & & 
\end{array}
\end{array}
\rho_{134} \sim
\begin{array}{|c|c|c|c|}
			1
			1
			-1
		-1	
		1	
		1	
		-1	
		1	
	1		
	1		
	-1		
-1			

## 2. Структурные матрицы ковариантной алгебры пространства-времени желтых кваркино $Q_{yellow}^*$

$$\begin{array}{c}
 \begin{array}{cccc}
 & 32 & 21 & 0 \\
 & 13 & & \\
 & 21 & & \\
 & 0 & & \\
 & 42 & & \\
 & 14 & & \\
 1324 & & & \\
 34 & & & \\
 1 & & & \\
 2 & & & \\
 3 & & & \\
 123 & & & \\
 134 & & & \\
 234 & & & \\
 4 & & & \\
 124 & & & 
 \end{array}
 \rho_{234} \sim 
 \begin{array}{|c|c|c|c|}
 \hline
 & & & \begin{array}{c} -1 \\ -1 \end{array} \\
 \hline
 & & \begin{array}{c} 1 \\ 1 \end{array} & \\
 \hline
 & \begin{array}{c} -1 \\ -1 \end{array} & & \\
 \hline
 \begin{array}{c} 1 \\ 1 \end{array} & & & 
 \end{array}
 \end{array}$$

$$\begin{array}{c}
 \begin{array}{cccc}
 & \begin{array}{c} 13 \\ 32 \end{array} & \begin{array}{c} 0 \\ 21 \end{array} & \begin{array}{c} 4 \\ 42 \end{array} & \begin{array}{c} 123 \\ 1324 \end{array} & \begin{array}{c} 1 \\ 1 \end{array} & \begin{array}{c} 2 \\ 3 \end{array} & \begin{array}{c} 123 \\ 134 \end{array} & \begin{array}{c} 234 \\ 4 \end{array} & \begin{array}{c} 124 \\ 124 \end{array}
 \end{array} \\
 R^0 \sim \begin{array}{|c|c|c|c|}
 \hline
 \begin{array}{c} 32 \\ 13 \\ 21 \\ 0 \end{array} & \begin{array}{c} 1 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \end{array} & \begin{array}{c} \\ \\ \\ \end{array} & \begin{array}{c} \\ \\ \\ \end{array} \\
 \hline
 \begin{array}{c} 42 \\ 14 \\ 1324 \end{array} & \begin{array}{c} 1 \\ \\ 1 \\ 1 \end{array} & \begin{array}{c} \\ 1 \\ \\ \end{array} & \begin{array}{c} \\ \\ \\ \end{array} \\
 \hline
 \begin{array}{c} 34 \\ 1 \\ 2 \\ 3 \end{array} & \begin{array}{c} \\ \\ \\ \end{array} & \begin{array}{c} \\ \\ \\ \end{array} & \begin{array}{c} 1 \\ 1 \\ 1 \end{array} \\
 \hline
 \begin{array}{c} 123 \\ 134 \\ 234 \\ 4 \\ 124 \end{array} & \begin{array}{c} \\ \\ \\ \\ \end{array} & \begin{array}{c} \\ \\ \\ \\ \end{array} & \begin{array}{c} 1 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \end{array} \\
 \hline
 \end{array}
 \end{array}$$

$$\begin{array}{c}
\begin{array}{cccc}
32 & 13 & 0 & 42 \\
13 & & & 14 \\
21 & & & 1324 \\
0 & & & 1 \\
42 & & & 2 \\
14 & & & 123 \\
1324 & & & 234 \\
34 & & & 124 \\
1 & & & \\
2 & & & \\
3 & & & \\
123 & & & \\
134 & & & \\
234 & & & \\
4 & & & \\
124 & & & 
\end{array}
\sim
\begin{array}{|c|c|c|c|}
	1		
	1	-1	
-1			
1			
			-1
			1
		1	
		1	
			-1
		-1	

\\
\\
\begin{array}{c}
\begin{array}{cccc}
13 & 0 & 34 & 123 \\
14 & & & 124 \\
2 & & & 134 \\
13 & & & 
\end{array}
\begin{array}{|c|c|}
1	-1
-1	
1	
	-1
	1
1	-1

\\
\\
\begin{array}{c}
\begin{array}{ccc}
0 & 34 & 124 \\
13 & & 123 \\
14 & & \\
34 & & \\
2 & & \\
123 & & \\
234 & & \\
124 & & 
\end{array}
\begin{array}{|c|c|}
-B	
B	B
	-B

\end{array}
= a
\begin{array}{|c|c|}
| -B |  |
| B | B |
|  | -B |$$

[illegible]

$$\begin{array}{c}
\begin{array}{cccc}
32 & 13 & 0 & 42 \\
21 & 14 & 34 & 1324 \\
0 & 1 & 2 & 3 \\
42 & 123 & 134 & 234 \\
14 & 124 & 4 & \\
1324 & & & \\
34 & & & \\
1 & & & \\
2 & & & \\
3 & & & \\
123 & & & \\
134 & & & \\
234 & & & \\
4 & & & \\
124 & & & 
\end{array}
R^4 \sim
\begin{array}{|c|c|c|c|}
			1
		-1	-1
		1	1
	-1		
1	1		
-1			
	-1		
1			

\\
\\
\begin{array}{c}
13 \quad 0 \quad 34 \quad 123 \quad 124 \\
2 \quad 134
\end{array}
\begin{array}{|c|c|}
	1
-1	-1
-1	1
1	
-1	

\\
\\
\begin{array}{c}
13 \quad 0 \quad 34 \quad 123 \quad 124 \\
2 \quad 134
\end{array}
\begin{array}{|c|c|}
	-B
B	
-B	

\end{array}$$

[illegible]

$$\begin{array}{c}
 \begin{array}{cccc}
 & 13 & 0 & 34 \\
 32 & 21 & 42 & 14 \\
 & 1324 & 34 & 1 \\
 & 2 & 3 & 123 \\
 & 234 & 124 & 4
 \end{array} \\
 R^{14} \sim \begin{array}{|c|c|c|c|}
 \hline
 & & 1 & \\
 & & -1 & \\
 & -1 & & \\
 & 1 & & \\
 \hline
 1 & & & \\
 & -1 & & \\
 \hline
 & & & -1 \\
 & & & 1 \\
 \hline
 & & 1 & \\
 & & -1 & \\
 & -1 & & \\
 & 1 & & 
 \end{array} \\
 \\
 \begin{array}{c}
 13 \quad 0 \quad 34 \quad 123 \quad 124 \\
 13 \quad 14 \quad 2 \quad 134
 \end{array}
 \begin{array}{|c|c|}
 \hline
 & -1 \\
 & 1 \\
 -1 & \\
 & 1 \\
 \hline
 & \\
 & -1 \\
 -1 & \\
 1 & 
 \end{array}
 \begin{array}{c}
 13 \\
 0 \\
 14 \\
 34 \\
 2 \\
 123 \\
 234 \\
 124
 \end{array}
 = b
 \begin{array}{|c|c|}
 \hline
 & -I \\
 & I \\
 I & \\
 & -I \\
 \hline
 & \\
 & I \\
 -I & 
 \end{array}
 \begin{array}{c}
 0 \\
 34 \\
 123 \\
 124
 \end{array}
 \end{array}$$

$$\begin{array}{c}
\begin{array}{cccc}
32 & 13 & 0 & 14 \\
21 & 42 & 1324 & 34 \\
1 & 2 & 3 & 123 \\
134 & 234 & 4 & 124
\end{array} \\
R^{42} \sim \begin{array}{|c|c|c|c|}
		1	
	-1		
	-1		
1			
	-1		
1			
			-1
			1
			1
		1	
		-1	
		-1	
		1	

\end{array}$$



$$R^{124} \sim$$

			1
		-1	-1
		1	1
	-1		-1
1	-1		
-1			

$$= b$$

	-1	1
1	-1	
-1		
1		

$$= b$$

	B
-B	

$$\begin{array}{c}
\begin{array}{cccc}
32 & 13 & 21 & 0 \\
13 & & & \\
21 & & & \\
0 & & & \\
42 & & & \\
14 & & & \\
1324 & & & \\
34 & & & \\
1 & & & \\
2 & & & \\
3 & & & \\
123 & & & \\
134 & & & \\
234 & & & \\
4 & & & \\
124 & & & 
\end{array}
R^{134} \sim 
\begin{array}{|c|c|c|c|}
			1
			1
			1
		-1	
		-1	
		-1	
	1		
	1		
	1		
-1			
-1			
-1			

\\
\\
\begin{array}{c}
13 \\
0 \\
14 \\
34 \\
2 \\
123 \\
134 \\
124
\end{array}
\begin{array}{|c|c|}
	1
	1
	-1
-1	
1	
-1	
-1	

\\
\\
\begin{array}{c}
0 \\
34 \\
123 \\
124
\end{array}
\begin{array}{|c|c|}
|  | A |
| A |  |

\end{array}
= a
\begin{array}{|c|c|}
|  | A |
| A |  |$$

### 3. Структурные матрицы алгебры красных кваркино $\mathbb{Q}_r^*$

Для алгебры красных кваркино  $\mathbb{Q}_r^*$  имеют место перестановочные соотношения

$$\begin{array}{lll} 12 = 21, & 13 = -31, & 23 = 32, \\ 14 = 41, & 24 = 42, & 34 = 43. \end{array}$$

Они определяют структурные матрицы алгебры красных кваркино.

$$\begin{array}{c}
\begin{array}{cccc}
32 & 13 & 0 & 42 \\
13 & 21 & 14 & 1324 \\
21 & 34 & 1 & 2 \\
0 & 123 & 134 & 234 \\
42 & 4 & 124 & \\
14 & & & \\
1324 & & & \\
34 & & & \\
1 & & & \\
2 & & & \\
3 & & & \\
123 & & & \\
134 & & & \\
234 & & & \\
4 & & & \\
124 & & & 
\end{array} \\
R^{234} \sim \\
\begin{array}{|c|c|c|c|}
			1
			1
		-1	1
		-1	
	1	1	
	1		
-1	-1		
-1			

\end{array}$$

$$\begin{array}{c}
\begin{array}{cccc}
32 & 13 & 0 & 14 \\
21 & 42 & 1324 & 34 \\
1 & 2 & 3 & 123 \\
134 & 234 & 124 & 4
\end{array} \\
\begin{array}{c}
32 \\
13 \\
21 \\
21 \\
0 \\
42 \\
14 \\
1324 \\
34 \\
1 \\
2 \\
3 \\
123 \\
134 \\
234 \\
4 \\
124
\end{array}
\end{array}
\sim
\begin{array}{|c|c|c|c|}
	1		
	1	1	
-1			
-1	-1		
			1
			1
		-1	
		-1	-1
		-1	

1. Структурные матрицы контравариантной алгебры действия красных кваркино  $\mathbb{Q}_{right}^*$

$$\rho_0 \sim$$

32	1			
13	1			
21		1		
0			1	
42			1	
14				1
1324				1
34				
1			1	
2				1
3				
123				1
134				
234				1
4				
124				1

$$= I$$

13	0	34	123	124
1				
	1			
		1		
			1	
				1

0	34	123	124
	1		
		1	
			1

$$= I$$

$$\rho_1 \sim$$

32				
13				
21				
0			1	
42				1
14				
1324				
34				
1		1		
2				
3		1		
123				
134				
234				
4				
124				

$$= a$$

13	0	34	123	124

0	34	123	124

$$= a$$

$$\rho_2 \sim$$

32				
13				
21				
0			1	
42				1
14				
1324				
34				
1		1		
2			1	
3	1			
123				
134			1	
234				1
4				
124				

$$= I$$

13	0	34	123	124

0	34	123	124

$$= I$$

$$\rho_3 \sim$$

32				
13				
21				
0			1	
42				1
14				
1324				
34				
1		1		
2			1	
3	1			
123				
134			1	
234				1
4				
124				

$$= a$$

13	0	34	123	124

0	34	123	124

$$= a$$

[illegible]

$$\begin{array}{c}
 \begin{array}{cccc}
 & 13 & 21 & 0 \\
 32 & & 42 & 14 \\
 & 1324 & & 3 \\
 & & & 123 \\
 & & & 234 \\
 & & & 4
 \end{array} \\
 \rho_{32} \sim \begin{array}{c}
 \begin{array}{cccc}
 32 & 13 & 21 & 0 \\
 42 & 14 & & \\
 1324 & & & \\
 34 & & & \\
 1 & & & \\
 2 & & & \\
 3 & & & \\
 123 & & & \\
 134 & & & \\
 234 & & & \\
 4 & & & \\
 124 & & & 
 \end{array}
 \end{array}
 \end{array}$$



$$\begin{aligned}
\rho_{124} &\sim \begin{array}{c} \begin{array}{cccc} & 32 & 13 & 0 \\ & 21 & 42 & 14 \\ & 1324 & 34 & 1 \\ & 1 & 2 & 3 \end{array} \begin{array}{cccc} & 123 & 234 & 124 \\ & 134 & 4 & \end{array} \\ \begin{array}{c} 32 \\ 13 \\ 21 \\ 0 \\ 42 \\ 14 \\ 1324 \\ 34 \\ 1 \\ 2 \\ 3 \\ 123 \\ 134 \\ 234 \\ 4 \\ 124 \end{array} \end{array} \\
&= 1 \begin{array}{c} \begin{array}{cc} 13 & 0 \\ 14 & 34 \\ 2 & 123 \\ 134 & 124 \end{array} \\ \begin{array}{cc} & 1 \\ & -1 \\ -1 & 1 \\ -1 & 1 \end{array} \end{array} = 1 \begin{array}{c} \begin{array}{cc} 0 & 34 \\ 123 & 124 \end{array} \\ \begin{array}{cc} & -B \\ -B & 0 \\ B & 34 \\ B & 123 \\ B & 124 \end{array} \end{array}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\rho_{234} &\sim \begin{array}{c} \begin{array}{cccc} & 32 & 13 & 0 \\ & 21 & 42 & 14 \\ & 1324 & 34 & 1 \\ & 1 & 2 & 3 \end{array} \begin{array}{cccc} & 123 & 234 & 124 \\ & 134 & 4 & \end{array} \\ \begin{array}{c} 32 \\ 13 \\ 21 \\ 0 \\ 42 \\ 14 \\ 1324 \\ 34 \\ 1 \\ 2 \\ 3 \\ 123 \\ 134 \\ 234 \\ 4 \\ 124 \end{array} \end{array} \\
&= 1 \begin{array}{c} \begin{array}{cc} 13 & 0 \\ 14 & 34 \\ 2 & 123 \\ 134 & 124 \end{array} \\ \begin{array}{cc} & -1 \\ & 1 \\ -1 & 1 \\ -1 & 1 \end{array} \end{array} = 1 \begin{array}{c} \begin{array}{cc} 0 & 34 \\ 123 & 124 \end{array} \\ \begin{array}{cc} & -A \\ -A & 0 \\ A & 34 \\ A & 123 \\ A & 124 \end{array} \end{array}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\rho_{134} &\sim \begin{array}{c} \begin{array}{cccc} & 32 & 13 & 0 \\ & 21 & 42 & 14 \\ & 1324 & 34 & 1 \\ & 1 & 2 & 3 \end{array} \begin{array}{cccc} & 123 & 234 & 124 \\ & 134 & 4 & \end{array} \\ \begin{array}{c} 32 \\ 13 \\ 21 \\ 0 \\ 42 \\ 14 \\ 1324 \\ 34 \\ 1 \\ 2 \\ 3 \\ 123 \\ 134 \\ 234 \\ 4 \\ 124 \end{array} \end{array} \\
&= a \begin{array}{c} \begin{array}{cc} 13 & 0 \\ 14 & 34 \\ 2 & 123 \\ 134 & 124 \end{array} \\ \begin{array}{cc} & -1 \\ & 1 \\ -1 & 1 \\ -1 & 1 \end{array} \end{array} = a \begin{array}{c} \begin{array}{cc} 0 & 34 \\ 123 & 124 \end{array} \\ \begin{array}{cc} & -I \\ -I & 0 \\ I & 34 \\ I & 123 \\ I & 124 \end{array} \end{array}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\rho_{1324} &\sim \begin{array}{c} \begin{array}{cccc} & 32 & 13 & 0 \\ & 21 & 42 & 14 \\ & 1324 & 34 & 1 \\ & 1 & 2 & 3 \end{array} \begin{array}{cccc} & 123 & 234 & 124 \\ & 134 & 4 & \end{array} \\ \begin{array}{c} 32 \\ 13 \\ 21 \\ 0 \\ 42 \\ 14 \\ 1324 \\ 34 \\ 1 \\ 2 \\ 3 \\ 123 \\ 134 \\ 234 \\ 4 \\ 124 \end{array} \end{array} \\
&= a \begin{array}{c} \begin{array}{cc} 13 & 0 \\ 14 & 34 \\ 2 & 123 \\ 134 & 124 \end{array} \\ \begin{array}{cc} & -1 \\ & 1 \\ -1 & 1 \\ -1 & 1 \end{array} \end{array} = a \begin{array}{c} \begin{array}{cc} 0 & 34 \\ 123 & 124 \end{array} \\ \begin{array}{cc} & B \\ B & 0 \\ B & 34 \\ -B & 123 \\ -B & 124 \end{array} \end{array}
\end{aligned}$$

2. Структурные матрицы ковариантной алгебры пространства-времени красных кваркино  $\mathbb{Q}_{left}^*$

$$R^0 \sim$$

32	1			
13	1			
21		1		
0			1	
42		1		
14			1	
1324				1
34			1	
1				1
2			1	
3				1
123				1
134			1	
234				1
4				
124				1

$$= I$$

13	0	34	2	123	124
1	1				
	1				
		1			
			1		
				1	
					1

$$= I$$

0	34	123	124
1			
	1		
		1	
			1

$$R^1 \sim$$

32			1	
13			1	
21			1	
0		1		
42				1
14				1
1324				1
34			1	
1	1			
2	1			
3	1			
123	1			
134		1		
234			1	
4				1
124				

$$= a$$

13	0	34	2	123	124
		1			
		1			
			1		
				1	
					1

$$= a$$

0	34	123	124
		A	
A			

$$R^2 \sim$$

32			1	
13			1	
21		1		
0			1	
42				1
14				1
1324				1
34			1	
1	1			
2		1		
3	1			
123	1			
134		1		
234			1	
4		1		
124			1	

$$= I$$

13	0	34	2	123	124
		1			
		1			
			1		
				1	
					1

$$= I$$

0	34	123	124
		A	
A			

$$R^3 \sim$$

32			1	
13			-1	
21			-1	
0		1		
42				1
14				-1
1324				-1
34				1
1	-1			
2	1			
3		1		
123	-1			
134		-1		
234		1		
4			1	
124			-1	

$$= i$$

13	0	34	2	123	124
		1			
		-1			
			1		
				-1	
					1

$$= i$$

0	34	123	124
		-B	
B			

$$\begin{array}{c}
R^4 \sim \\
\begin{array}{c}
\begin{array}{cccc}
32 & 13 & 0 & 42 \\
13 & 21 & 14 & 1324 \\
21 & 42 & 34 & 1 \\
0 & 1 & 2 & 3 \\
42 & 134 & 234 & 124 \\
14 & 34 & 4 & \\
1324 & & & \\
34 & & & \\
1 & & & \\
2 & & & \\
3 & & & \\
123 & & & \\
134 & & & \\
234 & & & \\
4 & & & \\
124 & & & 
\end{array}
\end{array}
\end{array}$$

$$\begin{array}{c}
\begin{array}{cccc}
13 & 0 & 14 & 34 \\
32 & 21 & 42 & 1324 \\
1 & 2 & 3 & 123 \\
134 & 234 & 124 & 4
\end{array} \\
R^{13} \sim
\begin{array}{c}
\begin{array}{cccc}
13 & 0 & 14 & 34 \\
32 & 21 & 42 & 1324 \\
1 & 2 & 3 & 123 \\
134 & 234 & 124 & 4
\end{array} \\
\begin{array}{|c|c|c|c|}
1	-1		
-1	1		
		1	-1
	-1	1	
			-1
		1	1
			-1
			1
			-1

\end{array}
\\
\\
\begin{array}{c}
= b
\end{array}
\begin{array}{c}
\begin{array}{cccc}
13 & 0 & 14 & 34 \\
32 & 21 & 42 & 1324 \\
1 & 2 & 3 & 123 \\
134 & 234 & 124 & 4
\end{array} \\
\begin{array}{|c|c|c|c|}
-1			
1	-1		
	1		
		1	-1
		-1	1
			-1

\end{array}
\\
\\
\begin{array}{c}
= b
\end{array}
\begin{array}{c}
\begin{array}{cccc}
13 & 0 & 14 & 34 \\
32 & 21 & 42 & 1324 \\
1 & 2 & 3 & 123 \\
134 & 234 & 124 & 4
\end{array} \\
\begin{array}{|c|c|c|c|}
-I			
-I			
	I		
	I		

\end{array}$$

$$\begin{array}{c}
\begin{array}{cccc}
32 & 13 & 0 & 42 \\
14 & 34 & 1 & 2 \\
3 & 123 & 234 & 124
\end{array} \\
R^{21} \sim \begin{array}{|c|c|c|c|}
\hline
\begin{array}{c} 32 \\ 13 \\ 21 \\ 0 \end{array} & \begin{array}{c} 1 \\ 1 \\ 1 \end{array} & & \\
\hline
\begin{array}{c} 42 \\ 14 \\ 1324 \end{array} & \begin{array}{c} 1 \\ 1 \\ 1 \end{array} & & \\
\hline
\begin{array}{c} 34 \\ 1 \\ 2 \\ 3 \end{array} & & \begin{array}{c} 1 \\ 1 \\ 1 \end{array} & \\
\hline
\begin{array}{c} 123 \\ 134 \\ 234 \\ 4 \\ 124 \end{array} & & & \begin{array}{c} 1 \\ 1 \\ 1 \end{array} \\
\hline
\end{array} \\
\\
= a \begin{array}{|c|c|}
\hline
\begin{array}{c} 13 \\ 0 \\ 14 \\ 34 \\ 2 \end{array} & \begin{array}{c} 34 \\ 123 \\ 124 \end{array} \\
\hline
\begin{array}{c} 1 \\ 1 \\ 1 \end{array} & \begin{array}{c} 1 \\ 1 \\ 1 \end{array} \\
\hline
\end{array} = a \begin{array}{|c|c|}
\hline
\begin{array}{c} 0 \\ 34 \\ 123 \end{array} & \begin{array}{c} 124 \end{array} \\
\hline
\begin{array}{c} \mathbb{1} \\ \mathbb{1} \end{array} & \begin{array}{c} \mathbb{1} \\ \mathbb{1} \end{array} \\
\hline
\end{array}
\end{array}$$

$$\begin{array}{c}
\begin{array}{cccc}
32 & 13 & 21 & 0 \\
14 & 34 & 1 & 2 \\
123 & 234 & 124 & \\
\end{array} \\
R^{32} \sim \begin{array}{|c|c|c|c|}
32 13 21 0 1	1 -1		
42 14 1324		1 -1 -1	
34 1 2 3	1		-1 1 1
123 134 234 4 124			-1 1 1 -1
\\			
= i \begin{array}{	c	c	}
13 & 0 \\ 14 & 34 \\ 2 & 123 \\ 134 & 124 \\ \end{array} \begin{array}{	c	c	}



$$R^{34} \sim$$

	1		
	-1		
		-1	
			1
-1			
1			
	1		
	-1		
			-1
			1
			1
			-1
		1	
		-1	
			-1
			1

$$= b$$

	-1		
		1	
1			
	-1		
			1
			-1
		-1	
			1

$$= b$$

	B		
-B			
		-B	
		B	

$$\begin{array}{c}
 \begin{array}{cccc}
 & 32 & 13 & 0 \\
 & 21 & 42 & 14 \\
 & 1324 & 34 & 1 \\
 & 2 & 3 & 123 \\
 & 234 & 124 & 4
 \end{array} \\
 R^{123} \sim \begin{array}{|c|c|c|c|}
 \hline
 & & 1 & \\
 \hline
 & & -1 & \\
 \hline
 & & -1 & \\
 \hline
 & & 1 & \\
 \hline
 \end{array} \\
 \begin{array}{cccc}
 & 42 & 14 & \\
 & 14 & & \\
 & 1324 & & \\
 & 34 & & \\
 & 1 & & \\
 & 2 & & \\
 & 3 & & \\
 & 123 & & \\
 & 134 & & \\
 & 234 & & \\
 & 4 & & \\
 & 124 & &
 \end{array} \\
 \begin{array}{|c|c|c|c|}
 \hline
 & & & \\
 \hline
 & & & \\
 \hline
 & & & \\
 \hline
 & & & \\
 \hline
 \end{array} \\
 \begin{array}{cccc}
 & 13 & 0 & 34 \\
 & 14 & 2 & 123 \\
 & 134 & 124 & \\
 & 13 & & \\
 & 0 & & \\
 & 14 & & \\
 & 34 & & \\
 & 2 & & \\
 & 123 & & \\
 & 234 & & \\
 & 124 & &
 \end{array} \\
 \begin{array}{|c|c|}
 \hline
 & -1 \\
 \hline
 & 1 \\
 \hline
 & -1 \\
 \hline
 & 1 \\
 \hline
 \end{array} \\
 \begin{array}{|c|c|}
 \hline
 1 & \\
 \hline
 -1 & \\
 \hline
 1 & \\
 \hline
 -1 & \\
 \hline
 \end{array} \\
 = b \quad \begin{array}{|c|c|}
 \hline
 & \\
 \hline
 & \\
 \hline
 & \\
 \hline
 & \\
 \hline
 \end{array} \\
 \begin{array}{cccc}
 & 0 & 34 & 124 \\
 & 123 & & \\
 & 0 & & \\
 & 34 & & \\
 & 123 & & \\
 & 234 & & \\
 & 124 & &
 \end{array} \\
 \begin{array}{|c|c|}
 \hline
 & B \\
 \hline
 -B & B \\
 \hline
 \end{array} \\
 = b \quad \begin{array}{|c|c|}
 \hline
 & \\
 \hline
 & \\
 \hline
 & \\
 \hline
 & \\
 \hline
 \end{array}
 \end{array}$$

$$\begin{array}{c}
\begin{array}{cccc}
32 & 13 & 21 & 0 \\
13 & & & \\
21 & & & \\
0 & & & \\
42 & & & \\
14 & & & \\
1324 & & & \\
34 & & & \\
1 & & & \\
2 & & & \\
3 & & & \\
123 & & & \\
134 & & & \\
234 & & & \\
4 & & & \\
124 & & & 
\end{array}
R^{234} \sim 
\begin{array}{|c|c|c|c|}
			1
			-1
		-1	1
		1	
	-1	1	
1			
-1			
1			

\\
\\
\begin{array}{c}
13 \\
0 \\
34 \\
2 \\
123 \\
124 \\
134
\end{array}
= b
\begin{array}{|c|c|}
	-1
1	1
-1	
1	
-1	
-1	
1	

\\
\\
\begin{array}{c}
13 \\
0 \\
14 \\
34 \\
2 \\
123 \\
234 \\
124
\end{array}
= b
\begin{array}{|c|c|}
	-I
I	
-I	

\end{array}$$

$$\begin{array}{c}
\begin{array}{cccc}
32 & 13 & 0 & 42 \\
13 & & & 14 \\
21 & & & 34 \\
0 & & & 1 \\
42 & & & 23 \\
14 & & & 3 \\
1324 & & & 123 \\
34 & & & 234 \\
1 & & & 4 \\
2 & & & 124 \\
3 & & & \\
123 & & & \\
134 & & & \\
234 & & & \\
4 & & & \\
124 & & & 
\end{array}
\end{array}
\begin{array}{|c|c|c|c|}
	1		
	-1		
		-1	
		1	
-1			
1			
	1		
	-1		
			-1
			1
			-1
		1	
		-1	
			-1
			1

\sim
\begin{array}{|c|c|c|c|}
	1		
	-1		
		-1	
		1	
-1			
1			
	1		
	-1		
			-1
			1
			-1
		1	
		-1	
			-1
			1

\\
= i
\begin{array}{|c|c|}
1	
-1	
	-1
1	
	-1
	1
	-1

\\
= i
\begin{array}{|c|c|}
-B	
B	
	B
	-B

\end{array}$$

### III. СТРУКТУРНЫЕ МАТРИЦЫ АЛГЕБРЫ ЧЕРНЫХ ЛЕПТИНО $\mathbb{C}_B^*$

Для алгебры черных лептино  $\mathbb{C}_b^*$  имеют место перестановочные соотношения

$$\begin{aligned} 12 = 21, \quad 13 = 31, \quad 23 = 32, \\ 14 = -41, \quad 24 = 42, \quad 34 = 43. \end{aligned}$$

Они определяют структурные матрицы алгебры черных лептино.

Компоненты векторов и матриц рассматриваются в следующей последовательности индексов

$$(32, 13, 21, 0, 42, 14, 1324, 34, 1, 2, 3, 123, 134, 234, 4, 124).$$

Переход от действительного представления к компактным представлениям осуществляется путем введения соответствующих блочных матриц. При преобразовании матриц  $C_{KI}^L$  и  $C_{KL}^{IK}$  от действительного представления к  $iab$ -представлению использованы следующие обозначения для блоков  $2 \times 2$

$$\begin{aligned} I &= \begin{pmatrix} 1 & 1 \\ 1 & 1 \end{pmatrix}, \quad i = \begin{pmatrix} 1 & 1 \\ -1 & 1 \end{pmatrix}, \\ a &= \begin{pmatrix} 1 & 1 \\ 1 & 1 \end{pmatrix}, \quad b = \begin{pmatrix} -1 & 1 \\ 1 & 1 \end{pmatrix}. \end{aligned}$$

При преобразовании матриц  $C_{KI}^L$  и  $C_{KL}^{IK}$  от  $iab$ -представления к  $IAB$ -представлению использованы следующие обозначения для блоков  $2 \times 2$

$$\begin{aligned} \mathbb{1} &= \begin{pmatrix} 1 & 1 \\ 1 & 1 \end{pmatrix}, \quad I = \begin{pmatrix} 1 & 1 \\ 1 & 1 \end{pmatrix}, \\ A &= \begin{pmatrix} 1 & 1 \\ 1 & 1 \end{pmatrix}, \quad B = \begin{pmatrix} -1 & 1 \\ 1 & 1 \end{pmatrix}. \end{aligned}$$

Приведем структурные матрицы алгебры  $\mathbb{C}_b^*$ .

### 1. Структурные матрицы контравариантной алгебры действия черных лептино $\mathbb{C}_{b\text{right}}^*$

$$\begin{aligned} \kappa_0 \sim & \begin{array}{c} \begin{matrix} 32 & 13 & 21 & 0 & 42 & 14 & 1324 & 34 & 1 & 2 & 3 & 123 & 134 & 234 & 4 & 124 \end{matrix} \\ \begin{matrix} 32 \\ 13 \\ 21 \\ 0 \\ 42 \\ 14 \\ 1324 \\ 34 \\ 1 \\ 2 \\ 3 \\ 123 \\ 134 \\ 234 \\ 4 \\ 124 \end{matrix} \end{array} \\ & \begin{array}{|c|c|c|c|} \hline \begin{matrix} 1 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \end{matrix} & & & \\ \hline & \begin{matrix} 1 \\ 1 \\ 1 \end{matrix} & & \\ \hline & & \begin{matrix} 1 \\ 1 \\ 1 \end{matrix} & \\ \hline & & & \begin{matrix} 1 \\ 1 \\ 1 \end{matrix} \\ \hline \end{array} \\ \\ & \begin{array}{c} \begin{matrix} 13 & 0 & 14 & 34 & 2 & 123 & 134 & 124 \end{matrix} \\ \begin{matrix} 13 \\ 0 \\ 14 \\ 34 \\ 2 \\ 123 \\ 234 \\ 124 \end{matrix} \end{array} \\ & \begin{array}{|c|c|} \hline \begin{matrix} 1 \\ 1 \\ 1 \end{matrix} & \begin{matrix} 1 \\ 1 \\ 1 \end{matrix} \\ \hline & \begin{matrix} 1 \\ 1 \\ 1 \end{matrix} \\ \hline \end{array} \\ & \begin{array}{c} \begin{matrix} 0 & 34 & 123 & 124 \end{matrix} \\ \begin{matrix} 0 \\ 34 \\ 123 \\ 124 \end{matrix} \end{array} \\ & \begin{array}{|c|c|} \hline \begin{matrix} \mathbb{1} \\ \mathbb{1} \\ \mathbb{1} \end{matrix} & \begin{matrix} \mathbb{1} \\ \mathbb{1} \\ \mathbb{1} \end{matrix} \\ \hline & \begin{matrix} \mathbb{1} \\ \mathbb{1} \\ \mathbb{1} \end{matrix} \\ \hline \end{array} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \kappa_1 \sim & \begin{array}{c} \begin{matrix} 32 & 13 & 21 & 0 & 42 & 14 & 1324 & 34 & 1 & 2 & 3 & 123 & 134 & 234 & 4 & 124 \end{matrix} \\ \begin{matrix} 32 \\ 13 \\ 21 \\ 0 \\ 42 \\ 14 \\ 1324 \\ 34 \\ 1 \\ 2 \\ 3 \\ 123 \\ 134 \\ 234 \\ 4 \\ 124 \end{matrix} \end{array} \\ & \begin{array}{|c|c|c|c|} \hline & & & \begin{matrix} 1 \\ 1 \\ 1 \end{matrix} \\ \hline & & & \begin{matrix} 1 \\ 1 \\ 1 \end{matrix} \\ \hline & & & \begin{matrix} -1 \\ -1 \\ -1 \end{matrix} \\ \hline & & & \begin{matrix} -1 \\ -1 \\ -1 \end{matrix} \\ \hline \end{array} \\ \\ & \begin{array}{c} \begin{matrix} 13 & 0 & 14 & 34 & 2 & 123 & 134 & 124 \end{matrix} \\ \begin{matrix} 13 \\ 0 \\ 14 \\ 34 \\ 2 \\ 123 \\ 234 \\ 124 \end{matrix} \end{array} \\ & \begin{array}{|c|c|} \hline & \begin{matrix} 1 \\ 1 \\ 1 \end{matrix} \\ \hline & \begin{matrix} -1 \\ -1 \\ -1 \end{matrix} \\ \hline \end{array} \\ & \begin{array}{c} \begin{matrix} 0 & 34 & 123 & 124 \end{matrix} \\ \begin{matrix} 0 \\ 34 \\ 123 \\ 124 \end{matrix} \end{array} \\ & \begin{array}{|c|c|} \hline & \begin{matrix} A \\ -A \end{matrix} \\ \hline & \begin{matrix} -A \\ A \end{matrix} \\ \hline \end{array} \end{aligned}$$

$$\begin{array}{c}
\begin{array}{cccc}
& 13 & 0 & 34 \\
32 & 21 & 42 & 1324 \\
& 1 & 2 & 3 \\
& & 123 & 234 \\
& & & 124
\end{array} \\
\kappa_4 \sim \begin{array}{c}
\begin{array}{cccc}
32 & & & -1 \\
13 & & & -1 \\
21 & & & \\
0 & & & -1 \\
42 & & 1 & \\
14 & & 1 & \\
1324 & & & 1 \\
34 & & 1 & \\
1 & -1 & & \\
2 & -1 & & \\
3 & & -1 & \\
123 & & -1 & \\
134 & 1 & & \\
234 & 1 & & \\
4 & & 1 & \\
124 & & 1 &
\end{array}
\end{array} \\
= a \begin{array}{c}
\begin{array}{cc}
13 & 0 \\
0 & 14 \\
14 & 34 \\
34 & 2 \\
2 & 123 \\
123 & 234 \\
234 & 124
\end{array} \\
\begin{array}{cc}
\begin{array}{cc}
& -1 \\
& -1 \\
1 & \\
& 1
\end{array} & \begin{array}{cc}
& \\
& \\
& \\
&
\end{array}
\end{array}
\end{array}
= a \begin{array}{c}
\begin{array}{ccc}
& 0 & 34 \\
0 & & 123 \\
14 & & 124 \\
34 & & \\
2 & & \\
123 & & \\
234 & & \\
124 & &
\end{array} \\
\begin{array}{cc}
\begin{array}{cc}
& -1 \\
& 1 \\
-1 & \\
1 &
\end{array} & \begin{array}{cc}
& \\
& \\
& \\
&
\end{array}
\end{array}
\end{array}
\end{array}$$

$$\kappa_{21} \sim$$

32	1			
13	1			
21		1		
0		1		
42		-1		
14		-1		
1324			-1	
34		-1		
1			1	
2			1	
3				1
123			1	
134				-1
234				-1
4				-1
124				-1

$$= a$$

13	1		13
0	1		0
14	-1		14
34	-1		34
2		1	2
123		1	123
234		-1	234
124		-1	124

$$= a$$

0	1	0
34	-1	34
123		123
124	-1	124

$$\begin{array}{c}
 \begin{array}{cccc}
 & 13 & 0 & 14 \\
 32 & 21 & 42 & 1324 \\
 & 1 & 2 & 3 \\
 & 123 & 234 & 124 \\
 & 134 & 4 & 
 \end{array} \\
 \kappa_{14} \sim \begin{array}{|c|c|c|c|}
 \hline
 & & 1 & \\
 \hline
 & 1 & & 1 \\
 \hline
 & & 1 & \\
 \hline
 1 & & & \\
 \hline
 14 & 1 & & \\
 \hline
 34 & 1 & & \\
 \hline
 1 & & & 1 \\
 \hline
 2 & & & 1 \\
 \hline
 3 & & & \\
 \hline
 123 & & & 1 \\
 \hline
 134 & & 1 & \\
 \hline
 234 & & & 1 \\
 \hline
 4 & & 1 & \\
 \hline
 124 & & 1 & 
 \end{array} \\
 \\
 = 1 \begin{array}{|c|c|}
 \hline
 13 & 0 \\
 \hline
 14 & 34 \\
 \hline
 2 & 123 \\
 \hline
 134 & 124 \\
 \hline
 \end{array} \begin{array}{|c|c|}
 \hline
 13 & 1 \\
 \hline
 0 & 1 \\
 \hline
 14 & \\
 \hline
 34 & \\
 \hline
 1 & 1 \\
 \hline
 \end{array} \\
 \\
 = 1 \begin{array}{|c|c|}
 \hline
 0 & 34 \\
 \hline
 123 & 124 \\
 \hline
 \end{array} \begin{array}{|c|c|}
 \hline
 0 & A \\
 \hline
 A & \\
 \hline
 \end{array} \begin{array}{|c|c|}
 \hline
 0 & 34 \\
 \hline
 123 & 124 \\
 \hline
 A & A \\
 \hline
 \end{array}
 \end{array}$$

$$\begin{array}{c}
\begin{array}{cccc}
13 & 0 & 14 & 34 \\
32 & 21 & 42 & 1324 \\
1 & 2 & 3 & 123 \\
134 & 234 & 4 & 124
\end{array} \\
\kappa_{42} \sim \begin{array}{|c|c|c|c|}
		-1	
		-1	
		-1	
	-1		
	1		
	1		
1			
			-1
			-1
			-1
		1	
		1	
		1	
		1	

\end{array}$$

[illegible]

[illegible]



$$\begin{array}{c}
\begin{array}{ccccccccc}
& & 13 & & 0 & & 34 & & 123 & & 124 \\
32 & & 21 & & 42 & & 1324 & & 1 & & 2 & & 3 & & 134 & & 234 & & 4
\end{array} \\
\begin{array}{c}
32 \\
13 \\
21 \\
0 \\
42 \\
14 \\
1324 \\
34 \\
1 \\
2 \\
3 \\
123 \\
134 \\
234 \\
4 \\
124
\end{array}
\end{array}
\sim
\begin{array}{|c|c|c|c|}
			1
		-1	-1
		1	1
	-1		
1	1		
-1			
	-1		
1			

[illegible]



$$\begin{array}{c}
\begin{array}{cccc}
32 & 13 & 0 & 42 \\
13 & 21 & 14 & 34 \\
21 & 42 & 1324 & 1 \\
0 & 1 & 2 & 3 \\
42 & -1 & 123 & 234 \\
14 & 1 & 134 & 4 \\
1324 & 1 & 124 & \\
34 & -1 & & \\
1 & & & -1 \\
2 & & & 1 \\
3 & & & \\
123 & & & \\
134 & & 1 & -1 \\
234 & & -1 & \\
4 & & -1 & \\
124 & & 1 & 
\end{array}
\end{array}
\sim
\begin{array}{c}
\begin{array}{cccc}
13 & 0 & 34 & 2 \\
0 & 14 & 123 & 124 \\
13 & 1 & 134 & \\
-1 & -1 & & \\
1 & & & 1 \\
-1 & & & -1 \\
1 & & & -1 \\
-1 & & & 1 \\
1 & & & 
\end{array}
\end{array}
= b
\begin{array}{c}
\begin{array}{cc}
\begin{array}{cc}
13 & 0 \\
0 & 14 \\
14 & 34 \\
34 & 2 \\
123 & 124 \\
234 & 124
\end{array}
&
\begin{array}{cc}
13 & 0 \\
0 & 14 \\
14 & 34 \\
34 & 2 \\
123 & 124 \\
234 & 124
\end{array}
\end{array}
&
\begin{array}{cc}
\begin{array}{cc}
0 & 34 \\
34 & 123 \\
123 & 124
\end{array}
&
\begin{array}{cc}
0 & 34 \\
34 & 123 \\
124 & 124
\end{array}
\end{array}
\end{array}$$

$$\begin{array}{c}
\begin{array}{cccccc}
32 & 13 & 0 & 42 & 1324 & 1 \\
& & & & & 2 \\
& & & & & 3 \\
& & & & & 123 \\
& & & & & 234 \\
& & & & & 124
\end{array} \\
\begin{array}{c}
32 \\
13 \\
21 \\
0 \\
42 \\
14 \\
1324 \\
34 \\
1 \\
2 \\
3 \\
123 \\
134 \\
234 \\
4 \\
124
\end{array}
\end{array}
\sim
\begin{array}{|c|c|c|c|}
		1	
		-1	
		-1	
	1		
	-1		
			-1
			1
			1
			-1
		1	
		-1	
		1	

$$K^{34} \sim$$

$K^{124}$

$K^{123} \hookrightarrow$

$K^{134}$

$$\begin{array}{c}
\begin{array}{cccc}
& & 13 & 0 \\
& 32 & 21 & 42 \\
& & 14 & 34 \\
& & 1324 & 1 \\
& & & 2 \\
& & & 3 \\
& & & 123 \\
& & & 234 \\
& & & 4 \\
& & & 124
\end{array}
\end{array}$$

			1
			-1
		-1	1
		1	-1
	-1	1	
1	-1		
-1	1		

$$\begin{array}{c}
\begin{array}{cccc}
& & 13 & 0 \\
& 13 & 14 & 34 \\
& & 2 & 123 \\
& & & 134
\end{array}
\end{array}$$

	-1
1	1
-1	
1	
-1	
1	

$$\begin{array}{c}
\begin{array}{cccc}
& & 0 & 34 \\
& & & 123 \\
& & & 124
\end{array}
\end{array}$$

	-I
I	
-I	

$$\begin{array}{c}
\begin{array}{cccc}
& & 13 & 0 \\
& 32 & 21 & 42 \\
& & 14 & 34 \\
& & 1324 & 1 \\
& & & 2 \\
& & & 3 \\
& & & 123 \\
& & & 234 \\
& & & 4 \\
& & & 124
\end{array}
\end{array}$$

	1		
	-1	-1	
-1		1	
1			
	1		
	-1		
			-1
		1	1
		-1	
		1	
		-1	
		1	
		-1	
		1	
		-1	
		1	
		-1	

$$\begin{array}{c}
\begin{array}{cccc}
& & 13 & 0 \\
& 13 & 14 & 34 \\
& & 2 & 123 \\
& & & 134
\end{array}
\end{array}$$

1	-1
-1	
1	
	-1
	1
	-1

$$\begin{array}{c}
\begin{array}{cccc}
& & 0 & 34 \\
& & & 123 \\
& & & 124
\end{array}
\end{array}$$

-B	
B	
	B
	-B