

*Konstantin N. Novikov,  
Researcher;*

*Elena N. Novikova,  
ScD, associate professor,  
SIHE Kryvyi Rih National University*

## Model of the Fundamental Fermions Structure (First Generation)

**Key words:** *Model of the Fermions Structure, Gell-Mann–Nishijima formula,  $z$  - projection of isospin, hypercharge*

**Annotation:** *There is developed the model of fermions structure, according to which each fermions of the first generation contains six elementary electric charges, the value of which is  $1/6$  of the electron charge without consideration of the sign. There is showed the relationship between these charges and such characteristics of the particles, as the projection of the isospin (projection of weak isospin), hypercharge (weak hypercharge), and color. Visually, using the unrolling, there is defined the condition for confinement of particles, that consist of particles from the first generation. There is explored the beta decay unrolling.*

### 1 Краткий обзор существующих моделей структуры кварков и лептонов

Как отмечает Х. Харари (14), за последние 100 лет исследователи обнаружили 4 уровня организации материи:

- атомы;
- ядра и электроны;
- протоны, нейтроны, электроны;
- кварки и лептоны.

Каждый раз при обнаружении следующего уровня организации материи удавалось сократить количество фундаментальных частиц, но затем по мере их изучения — это количество возрастало. Первоначально кварков было 3, а сейчас их - по меньшей мере 18 (4, 15, 18), т.е. их опять стало много, что побуждает физиков-теоретиков искать следующий уровень организации материи, который позволит объяснить свойства всех предыдущих уровней. Как пишет Х. Харари в (13), возможно, самый прямой путь к сокращению списка фундаментальных частиц – постулировать существование еще более глубокого уровня организации материи. Тогда все кварки и лептоны окажутся составными объектами, такими же, как атомы и адроны, а их разнообразие будет определяться числом способов, которыми более мелкие компоненты могут быть соединены друг с другом. Таким образом, наблюдаемое многообразие частиц в природе окажется не фундаментальным ее свойством, а лишь следствием комбинаторики.

В настоящий момент имеются две основные модели структуры кварков и лептонов, модель преонов, предложенная в 1964 независимо друг от друга М. Гелл-Манном и Д. Цвейгом (2, 7, 9) и модель ришенов, разработанная в 1979 г Х. Харари (12, 13, 14). Коротко опишем суть этих моделей.

### 1.1 Модель преонов

В модели преонов носителями трех основных характеристик кварков и лептонов служат частицы из трех разных групп (11):

- флавоны;
- хромоны;
- сомоны.

Флавоны состоят из двух компонентов:

$t_1$  с зарядом  $+1/2$ ;

$t_2$  с зарядом  $-1/2$ .

Хромонов четыре:

$C_r$  – красный с зарядом  $+1/6$ ;

$C_y$  – зеленый с зарядом  $+1/6$ ;

$C_b$  – синий с зарядом  $+1/6$ ;

$C_o$  – бесцветный с зарядом  $-1/2$ .

Сомонов три:

$S_1$  – 1-е поколение;

$S_2$  – 2-е поколение;

$S_3$  – 3-е поколение.

Чтобы построить кварк или лептон нужно выбрать по одному преону из каждой группы. Различные комбинации преонов дают все 24 кварка и лептона трех поколений. Например, красный s-кварк составлен из компонентов:

$$t_2, C_r, S_2.$$

Чтобы получить античастицы кварков и лептонов, нужны еще и антифлавоны и антихромоны, которые по отношению к флавонам и хромонам имеют противоположные знаки электрических зарядов.

### 1.2 Модель ришенов

В модели ришонов кварки и лептоны строятся из двух видов фундаментальных частиц  $T$  и  $V$  и их античастиц  $\bar{T}$  и  $\bar{V}$  (13).

Ришон  $T$  имеет заряд  $+1/3$  и может быть красным, желтым<sup>1</sup> или синим. Ришон  $V$  имеет заряд  $0$  и может быть антикрасным, антижелтым или антисиним.

Ришон  $\bar{T}$  имеет заряд  $-1/3$  и может быть антикрасным, антижелтым или антисиним. Ришон  $\bar{V}$  имеет заряд  $0$  и может быть красным, желтым или голубым. Из комбинации трех ришонов можно построить все кварки, антикварки, лептоны и антилептоны первого поколения. Например, комбинация  $TTV$  дает  $u$ -кварк с зарядом  $+2/3$ , комбинация  $\bar{T}\bar{T}\bar{V}$  дает электрон с зарядом  $-1$ .

Несмотря на то, что в вышеописанных моделях кварки и лептоны представлены составными объектами, все же на этом уровне не представляется возможным рассматривать поведение этих объектов и делать какие-либо выводы, например, при анализе реакций взаимодействия частиц. Напрашивается постулирование другого уровня организации материи, который позволит глубже изучить процессы, происходящие в микромире.

Ниже предлагается модель структуры фундаментальных фермионов, которая отличается от вышеописанных тем, что содержит всего лишь два компонента - положительные и отрицательные электрические заряды в различных комбинациях.

## 2 Модель структуры фундаментальных фермионов

### 2.1 Развертка по элементарным зарядам кварков и лептонов

Примем, априори, следующие два предложения.

- Каждый фундаментальный фермион первого поколения содержит шесть элементарных электрических зарядов, размер которых составляет, без учета знака,  $1/6$  заряда электрона.
- Заряды могут быть как положительными, так и отрицательными.

Для того чтобы отличить общепринятый заряд от вновь введенного заряда, назовем последний: «элз» (элементарный заряд). Обозначим величину заряда элза через  $q$ . Если предположить:

$$q = \pm 1, \tag{1}$$

то величина заряда элементарного фермиона равна:

---

<sup>1</sup> Х. Харари в [11] использовал набор цветов, отличный от принятого в настоящее время.

$$Q = \frac{1}{6} \sum_1^n q . \quad (2)$$

В формуле (2)  $n$  - общее количество элзов, содержащихся в частице. Для элементарных фермионов первого поколения:

$$n = 6 .$$

В первой строке табл. 1 представлена развертка электрона по элзам.

Таблица 1

Развертка фундаментальных фермионов первого поколения по элзам

Название частицы	Символ	Развертка в элзах	$\sum_1^6 q$	$Q$
электрон	$e^-$	- - - - - -	-6	-1
u-антикварк	$\bar{u}$	- - - - - +	-4	-2/3
d-кварк	$d$	- - - - + +	-2	-1/3
нейтрино, антинейтрино	$\nu_e, \bar{\nu}_e$	- - - + + +	0	0
d-антикварк	$\bar{d}$	- - + + + +	+2	+1/3
u-кварк	$u$	- + + + + +	+4	+2/3
позитрон	$e^+$	+ + + + + +	+6	+1

Для получения развертки следующей частицы в списке табл. 1 выполняется замена одного из шести отрицательных элзов развертки электрона на положительный элз. В результате развертка следующей частицы содержит пять отрицательных элзов и один положительный, сумма зарядов которых равна (-4). Расчет величины заряда частицы по формуле (2) дает:

$$Q = \frac{1}{6}(-4) = -\frac{2}{3} .$$

Это заряд u-антикварка (см. вторую строку табл. 1).

Если далее в наборе из шести элзов последовательно увеличивать количество положительных элзов, замещая ими отрицательные элзы, получим представленные в

табл. 1 комбинации элзов и соответствующие этим комбинациям фермионы первого поколения.

В табл. 1 строкой, содержащей нейтрино и антинейтрино элементарные фермионы первого поколения четко делятся на две части. В верхней части располагаются частицы с преобладанием отрицательных элзов, в нижней – положительных. Разделим все элзы на две равные части, так чтобы в первую часть попали преобладающие элзы. Так как все тройки элзов в этой части имеют один знак, просуммируем их. Обозначим сумму этих элзов  $q_{Iz}$ .

Далее будет показано, что элзовые заряды, отнесенные к группе преобладающих, не участвуют в реакциях взаимодействия и связаны с такой характеристикой элементарных частиц, как z - проекция изоспина (19).

Оставшиеся три заряда обозначим в соответствии с координатами декартовой системы X, Y, Z, как  $q_x, q_y, q_z$ . И наконец, поместим в группу с преобладанием отрицательных элзов антинейтрино, в группу с преобладанием положительных элзов – нейтрино. Ниже будет показано, что такое положение нейтрино и антинейтрино полностью оправдано. В результате, получим табл. 2.

Таблица 2

Развертка фундаментальных фермионов первого поколения по элзам с учетом позиции и сгруппированная по знаку преобладающих элзов

Группировка по знаку преобладающих элзов	Символ	Заряд в элзах в развертке				$\sum_1^6 q$	$Q$	$T_z$	$Y_w$
		$q_{Iz}$	$q_x$	$q_y$	$q_z$				
минус	$e^-$	-3	-1	-1	-1	-6	-1	-1/2	-1
	$\bar{u}$	-3	+1	-1	-1	-4	-2/3	-1/2	-1/3
	$d$	-3	-1	+1	+1	-2	-1/3	-1/2	+1/3
	$\bar{\nu}_e$	-3	+1	+1	+1	0	0	-1/2	+1
плюс	$\nu_e$	+3	-1	-1	-1	0	0	+1/2	-1
	$\bar{d}$	+3	-1	-1	+1	+2	+1/3	+1/2	-1/3
	$u$	+3	-1	+1	+1	+4	+2/3	+1/2	+1/3
	$e^+$	+3	+1	+1	+1	+6	+1	+1/2	+1

Анализируя табл. 2, можно сделать следующие выводы. Если просуммировать заряды в колонне со значениями  $q_{Iz}$  и поделить полученную сумму на 6, то будет получено не что иное, как z -проекция слабого изоспина (17), т.е.

$$T_z = \frac{1}{6} \sum_1^n q_{Iz}. \quad (3)$$

Как и в формуле (2), суммирование выполняется по всем элзам, принадлежащим частице. Однако в итоговой сумме участвуют только элзы с зарядами  $q_{Iz}$ .

Аналогично просуммировав заряды по осям X,Y,Z, т.е. величины  $q_x, q_y, q_z$  и поделив сумму на 3, получим значение слабого гиперзаряда (17):

$$Y_w = \frac{1}{3} \sum_1^n (q_x + q_y + q_z). \quad (4)$$

Если разделить формулу (4) на 2 и просуммировать полученное выражение с формулой (3), будет получен заряд частицы, определенный с помощью формулы (2), а именно:

$$T_z + \frac{1}{2} Y_w = \frac{1}{6} \sum_1^n q_{Iz} + \frac{1}{6} \sum_1^n (q_x + q_y + q_z) = \frac{1}{6} \sum_1^n q = Q,$$

или

$$Q = T_z + \frac{1}{2} Y_w. \quad (5)$$

Как известно (15, 17, 19), формула (5) является формулой Гелл-Манна — Нисидзимы для слабого взаимодействия. Таким образом, формула Гелл-Манна – Насидзимы отображает связь между общим количеством элзов элементарной частицы и суммой изоспиновых элзов и элзов по осям X, Y, Z.

Отметим некоторые особенности расположения элзов в правой группе частиц, в позициях X,Y,Z.

В табл. 2 в столбце " Заряд в элзах в развертке " три правых заряда в элзах расположены в позициях X,Y,Z. Рассмотрим развертку u-кварка:

+3	-1	+1	+1
----	----	----	----

Элзовый заряд развертки со знаком минус расположен в позиции X. Но этот заряд можно расположить в позициях Y или Z. При этом параметры кварка не изменятся. Таким образом, мы имеем три одинаковых u - кварка. По сути дела это цветные кварки (9, 18)

и их можно было бы обозначить как к - красный, з - зеленый, с – синий. Но цвет в данном случае абстрактное понятие, а X, Y, Z - пространственные координаты. По крайней мере, в дальнейшем это дает возможность говорить о пространственной симметрии.

Как можно заметить цвет кварка определяется комбинацией элзов  $q_x, q_y, q_z$ . Определим цвета, так как это представлено в табл. 3.

Таблица 3

Связь цвета фермиона с величиной заряда  $q_x, q_y, q_z$

Величина заряда			Цвет
$q_x$	$q_y$	$q_z$	
-1	-1	-1	белый
+1	+1	+1	черный
-1	+1	+1	красный
+1	-1	-1	антикрасный
+1	-1	+1	зеленый
-1	+1	-1	антизеленый
+1	+1	-1	синий
-1	-1	+1	антисиний

## 2.2 Развертка по элементарным зарядам частиц, состоящих из нескольких кварков первого поколения

Определим элзовую развертку частиц, состоящих из более чем одного кварка. Это адроны, которые делятся на две группы (7):

- мезоны;
- барионы.

Рассмотрим только те мезоны и барионы, которые образуются с помощью кварков первого поколения. Это  $\pi$ -мезоны или пионы и нуклоны. Их кварковый состав (17) представлен в первой колонке таблиц 4-9.

Таблица 4

Развертка по элзам пиона  $\pi^+$  ( $I_Z = +1, Y = 0, Q = +1$ )

Кварки	Развертка по зарядам в элзах				$\sum_1^6 q$
	$q_{I_z}$	$q_X$	$q_Y$	$q_Z$	
$u_X$	+3	-1	+1	+1	+4
$\bar{d}_X$	+3	+1	-1	-1	+2
Сумма	+6	0	0	0	+6

Таблица 5

Развертка по элзам пиона  $\pi^-$  ( $I_Z = -1, Y = 0, Q = -1$ )

Кварки	Развертка по зарядам в элзах				$\sum_1^6 q$
	$q_{I_z}$	$q_X$	$q_Y$	$q_Z$	
$\bar{u}_Z$	-3	-1	-1	+1	-4
$d_Z$	-3	+1	+1	-1	-2
Сумма	-6	0	0	0	-6

Таблица 6

Развертка по элзам пиона  $\pi^0$ , вариант  $u \cdot \bar{u}$  ( $I_Z = 0, Y = 0, Q = 0$ )

Кварки	Развертка по зарядам в элзах				$\sum_1^6 q$
	$q_{I_z}$	$q_X$	$q_Y$	$q_Z$	
$u_X$	+3	-1	+1	+1	+4
$\bar{u}_X$	-3	+1	-1	-1	-4
Сумма	0	0	0	0	0



Таблица 7

Развертка по элсам пиона  $\pi^0$ , вариант  $d \cdot \bar{d}$  ( $I_z = 0$ ,  $Y = 0$ ,  $Q = 0$ )

Кварки	Развертка по зарядам в элзах				$\sum_1^6 q$
	$q_{I_z}$	$q_X$	$q_Y$	$q_Z$	
$d_z$	-3	+1	+1	-1	-2
$\bar{d}_z$	+3	-1	-1	+1	+2
Сумма	0	0	0	0	0

Таблица 8

Развертка по элсам протона  $p$  ( $I_z = +1/2$ ,  $Y = +1$ ,  $Q = +1$ )

Кварки	Развертка по зарядам в элзах				$\sum_1^6 q$
	$q_{I_z}$	$q_X$	$q_Y$	$q_Z$	
$u_x$	+3	-1	+1	+1	+4
$d_y$	-3	+1	-1	+1	-2
$u_z$	+3	+1	+1	-1	+4
Сумма	+3	+1	+1	+1	+6

Таблица 9

Развертка по элсам нейтрона  $n$  ( $I_z = -1/2$ ,  $Y = +1$ ,  $Q = 0$ )

Кварки	Развертка по зарядам в элзах				$\sum_1^6 q$
	$q_{I_z}$	$q_X$	$q_Y$	$q_Z$	

$d_x$	-3	-1	+1	+1	-2
$u_y$	+3	+1	-1	+1	+4
$d_z$	-3	+1	+1	-1	-2
Сумма	-3	+1	+1	+1	0

Аналогично вышеприведенному в разд. 2.1, итоговые суммы по развертке каждой частицы удовлетворяют следующим соотношениям:

$$I_z = \frac{1}{6} \sum_1^n q_{Iz}, \quad (6)$$

$$Y = \frac{1}{3} \sum_1^n (q_x + q_y + q_z). \quad (7)$$

где  $I_z$ ,  $Y$  - z - проекция изоспина и гиперзаряд частицы, соответственно. Как известно (7, 17, 18), эти величины удовлетворяют формуле Гелл-Манна – Насидзимы:

$$Q = I_z + \frac{1}{2} Y. \quad (8)$$

Таким образом, можно утверждать, что как проекция изоспина, так и проекция слабого изоспина отражают одно явление: общее количество изоспиновых эльзов частицы. Аналогичное утверждение можно сформулировать для гиперзаряда и слабого гиперзаряда.

Анализируя итоговые суммы в табл. 4-9, а также данные табл. 2, можно сформулировать следующие условия:

1. Равенство суммы зарядов по осям X, Y, Z, которое можно записать так:

$$\sum_1^n q_x = \sum_1^n q_y = \sum_1^n q_z. \quad (9)$$

Для протона и нейтрона это равенство выглядит так:

$$\sum_1^n q_x = \sum_1^n q_y = \sum_1^n q_z = +1.$$

По-видимому, данное условие является необходимым для жизнеспособности частиц. Если вернуться к табл. 2, то можно отметить, что стабильными являются те частицы, которые имеют равные эльзовые заряды по осям X, Y, Z (электрон, позитрон, нейтрино,

антинейтрино). Обратим внимание, что с учетом знаков плюс и минус у отдельно взятого кварка, это равенство не выполняется.

Согласно (7, 17), это условие называется условием конфайнмента.

2. Совершенно одинаковый элзовый состав кварков, как у протона, так и у нейтрона по каждой из колонн X, Y, Z: один отрицательный элз и два положительных. Это значит, что они могут обмениваться этими зарядами в сильных взаимодействиях в ядрах атомов.

Аналогичные развертки можно получить для любой частицы, состоящей из фермионов первого поколения.

### 3 Бета распад

Рассмотрим бета плюс/минус распад. Для бета - плюс распада, согласно (2), имеются два варианта формул, а именно:

- прямой бета – минус распад, описываемый формулой:

$$n \rightarrow p + e^{-} + \bar{\nu}_e, \quad (10)$$

предложенной еще в 1930 г. В .Паули (7),

- обратный бета-минус распад, описываемый формулой:

$$n + \nu_e \rightarrow p + e^{-}. \quad (11)$$

Аналогично, для бета – плюс распада формулы прямого и обратного распада выглядят так (3):

- прямой бета – плюс распад:

$$p \rightarrow n + e^{+} + \nu_e, \quad (12)$$

- обратный бета-плюс распад:

$$p + \bar{\nu}_e \rightarrow n + e^{+}. \quad (13)$$

#### 3.1 Прямой бета распад

Согласно (2), прямой бета распад имеет место в момент самопроизвольного взаимного превращения внутриядерных нейтронов и протонов. Формулы (10) и (12) не удовлетворяют условию симметрии U(1) (8, 15). В левой части этих формул имеется один нуклон, в правой – нуклон и два лептона, что позволяет сделать вывод о том, что до реакции лептонное число равнялось 0, после - 2. Как указывается в (4), Ферми процесс бета распада понимал, как возбуждение из состояния вакуума пары нейтрино и антинейтрино, причем нейтрино с положительной энергией превращается в электрон, несущий отрицательный электрический заряд, с одновременной передачей положительного электрического заряда нуклону, в результате чего нейтрон превращается в протон.

Следуя Ферми, добавим в левые части формул (10, 12) нейтрино и антинейтрино. Получим, для прямого бета – минус распада:

$$n + \nu_e + \bar{\nu}_e \rightarrow p + e^- + \bar{\nu}_e, \quad (14)$$

для прямого бета-плюс распада:

$$p + \nu_e + \bar{\nu}_e \rightarrow n + e^+ + \nu_e. \quad (15)$$

Использование элзов позволяет рассмотреть обе реакции наглядно. В частности, на рис. 1 представлена развертка по элзам прямого бета – минус распада.

	<i>Iz</i>	<i>X</i>	<i>Y</i>	<i>Z</i>		<i>Iz</i>	<i>X</i>	<i>Y</i>	<i>Z</i>		
<i>n</i> {	$\nu_e$	+3	-	-	-		-3	-	-	-	<i>e</i> <sup>-</sup> <i>u</i> <sub><i>X</i></sub> <i>d</i> <sub><i>Y</i></sub> <i>u</i> <sub><i>Z</i></sub> $\bar{\nu}_e$ } <i>p</i>
	$d_X$	-3	-	+	+		+3	-	+	+	
	$d_Y$	-3	+	-	+	→	-3	+	-	+	
	$u_Z$	+3	+	+	-	→	+3	+	+	-	
	$\bar{\nu}_e$	-3	+	+	+	→	-3	+	+	+	
<b>Сумма +</b>	<b>+6</b>	<b>+3</b>	<b>+3</b>	<b>+3</b>		<b>+6</b>	<b>+3</b>	<b>+3</b>	<b>+3</b>		
<b>Сумма -</b>	<b>-9</b>	<b>-2</b>	<b>-2</b>	<b>-2</b>		<b>-9</b>	<b>-2</b>	<b>-2</b>	<b>-2</b>		

Рис. 1 Элзовая схема прямого бета минус распада

Горизонтальными стрелками на рис. 1 показаны не изменяющиеся в процессе реакции компоненты. В частности, из рис. 1 видно, что два кварка  $d_Y, u_Z$  остались без изменений. В результате обмена элзами разных зарядов между нейтрино и кварком  $d_X$  (обведены на схеме прямоугольником) образовались две частицы кварк  $u_X$ , и электрон. Развертка по элзам позволяет проконтролировать количество элзов до и после реакции.

На рис. 2 дана развертка бета-плюс прямого распада.

	<i>Iz</i>	<i>X</i>	<i>Y</i>	<i>Z</i>		<i>Iz</i>	<i>X</i>	<i>Y</i>	<i>Z</i>		
<i>p</i> {	$\bar{\nu}_e$	-3	+	+	+		+3	+	+	+	<i>e</i> <sup>+</sup> <i>d</i> <sub><i>X</i></sub> <i>d</i> <sub><i>Y</i></sub> <i>u</i> <sub><i>Z</i></sub> $\nu_e$ } <i>n</i>
	$u_X$	+3	-	+	+		-3	-	+	+	
	$d_Y$	-3	+	-	+	→	-3	+	-	+	
	$u_Z$	+3	+	+	-	→	+3	+	+	-	
	$\nu_e$	+3	-	-	-	→	+3	-	-	-	
<b>Сумма +</b>	<b>+9</b>	<b>+3</b>	<b>+3</b>	<b>+3</b>		<b>+9</b>	<b>+3</b>	<b>+3</b>	<b>+3</b>		
<b>Сумма -</b>	<b>-6</b>	<b>-2</b>	<b>-2</b>	<b>-2</b>		<b>-6</b>	<b>-2</b>	<b>-2</b>	<b>-2</b>		

Рис. 2 Элловая схема прямого бета плюс распада

### 3.2 Обратный бета распад

Обратный бета – плюс распад был получен в 1956 г. К. Коуэном и Ф. Райнесом (2, 5) в эксперименте, подтвердившем существование антинейтрино - нейтрально заряженных субатомных частиц с очень малой массой.

На рис. 3 представлена элловая схема обратного бета – плюс распада.

	<i>Iz</i>	<i>X</i>	<i>Y</i>	<i>Z</i>		<i>Iz</i>	<i>X</i>	<i>Y</i>	<i>Z</i>	
$\bar{\nu}_e$	-3	+	+	+	$\times$	+3	+	+	+	$e^+$
$u_X$	+3	-	+	+	$\times$	-3	-	+	+	$d_X$
$d_Y$	-3	+	-	+	$\longrightarrow$	-3	+	-	+	$d_Y$
$u_Z$	+3	+	+	-	$\longrightarrow$	+3	+	+	-	$u_Z$
Сумма +	+6	+3	+3	+3		+6	+3	+3	+3	
Сумма -	-6	-1	-1	-1		-6	-1	-1	-1	

Рис. 3 Элловая схема обратного бета – плюс распада

Аналогичный результат получается для варианта бета распада, называемого электронным захватом, формула которого выглядит так (5, 17):



	<i>Iz</i>	<i>X</i>	<i>Y</i>	<i>Z</i>		<i>Iz</i>	<i>X</i>	<i>Y</i>	<i>Z</i>	
$e^-$	-3	-	-	-	$\times$	+3	-	-	-	$\nu_e$
$u_X$	+3	-	+	+	$\times$	-3	-	+	+	$d_X$
$d_Y$	-3	+	-	+	$\longrightarrow$	-3	+	-	+	$d_Y$
$u_Z$	+3	+	+	-	$\longrightarrow$	+3	+	+	-	$u_Z$
Сумма +	+6	+2	+2	+2		+6	+2	+2	+2	
Сумма -	-6	-2	-2	-2		-6	-2	-2	-2	

Рис. 4 Элловая схема электронного захвата

На рис. 5 представлена развертка обратного бета – минус распада.

	$I_z$	$X$	$Y$	$Z$		$I_z$	$X$	$Y$	$Z$	
$v_e$	+3	-	-	-	$\searrow$	-3	-	-	-	$e^-$
$d_x$	-3	-	+	+	$\swarrow$	+3	-	+	+	$u_x$
$d_y$	-3	+	-	+	$\longrightarrow$	-3	+	-	+	$d_y$
$u_z$	+3	+	+	-	$\longrightarrow$	+3	+	+	-	$u_z$
Сумма +	+6	+2	+2	+2		+6	+2	+2	+2	
Сумма -	-6	-2	-2	-2		-6	-2	-2	-2	

Рис. 5 Элзовая схема обратного бета минус распада

Учитывая рис. 1-5, можно сформулировать следующие правила взаимодействия.

1. Количество кварков и лептонов до и после реакции должно сохраняться (условие симметрии U(1) (8)).
2. Количество элзов обеих полярностей для  $q_{I_z}$  и  $q_X, q_Y, q_Z$  по отдельности должны сохраняться.

Анализируя схему взаимодействия, можно сформулировать еще одно правило:

3. Взаимодействие выполняется путем обмена координатными элзами между фермионами.

#### 4 Выводы и направление дальнейших исследований

Элзовая модель фермионов позволяет на элементарном уровне, наглядно, не прибегая к дополнительным условиям, объяснить такие свойства частиц как заряд, гиперзаряд, проекцию изоспина, цвет. Она показывает, что в основе таких параметров частицы как проекция изоспина и проекция слабого изоспина, лежит одно их свойство – количество изоспиновых элзов частицы, т.е., элзов, не участвующих во взаимодействиях. Аналогичное утверждение, но уже по отношению к координатным элзам формулируется для таких параметров частицы, как гиперзаряд и слабый гиперзаряд.

Наглядно, с помощью элзовой развертки, формируется условие конфинмента для частиц, состоящих из частиц первого поколения, благодаря которому количество элзов по осям X, Y, Z должно быть одинаковым.

Анализ элзовой развертки бета распада позволил подтвердить условие симметрии U(1), согласно которому количество кварков и лептонов до и после реакции должно сохраняться, а также сформулировать правила, которому должны удовлетворять элзы, а именно:

- Количество элзов обеих полярностей для  $q_{I_z}$  и  $q_X, q_Y, q_Z$  по отдельности должны сохраняться.

- Взаимодействие выполняется путем обмена координатными элзами между фермионами.

Есть основание полагать, что фермионы второго и третьего поколения имеют, структуру, подобную фермионам первого поколения. Построение непротиворечивой и жизнеспособной модели фермионов второго и третьего поколения будет выполнено в ближайшем будущем.

### **References:**

1. *Belokurov VV, Shirkov LV. The theory of particle interaction. Moscow, 1986; 160.*
2. *Gottfried K, Weisskopf B. Concepts of elementary particle physics. Moscow, 1988; 240.*
3. *Zeldovich YB, Blinnikov SI, Shakur NI. Physical fundamentals of the structure and evolution of stars. Moscow, 1981; 150.*
4. *Ogawa S., Sawada S., Nakagawa M. Composite Model of elementary particles: trans. from Japanese. Moscow, 1983; 286.*
5. *Raines F. Neutrinos from the particle poltergeist (Nobel lecture in Stockholm, 1995.): Successes of physical sciences, 1996, Volume 166, number 12; 1362- 1369.*
6. *Basdevant J-L, Rich J, Spiro M. Fundamentals In Nuclear Physics From Nuclear Structure to Cosmology, Springer Science+Business Media, Inc, 2004; 515.*
7. *Bettini A. Introduction to Elementary Particle Physics (Second Edition), University Printing House, Cambridge CB2 8BS, United Kingdom, 2014; 493.*
8. *Diaz-Cruz JL, Rosado A. Symmetry principles and observation laws: Fundamentals of physics, 2013, Vol. 1; 1-7.*
9. *Fritzsch H. Elementary Particles. Building Blocks of Matter, World Scientific Publishing Co. Pte. Ltd. Singapore, 2005; 118.*
10. *Gell-Mann M. A schematic Model of Baryons and Mesons. Physics Letters, 1964, v. 8, № 3; 214-215.*
11. *Grinstein B. TASI-2013 Lectures on Flavor Physics. San Diego, 2014; 74.*
12. *Harari H. A schematic model of quarks and leptons: Physics Letters B, 1979, v. 86; 83–86.*
13. *Harari H, Seiberg N. The Rishon model: Nuclear Physics B, 1982, v. 204; 141-167.*
14. *Harari H. The Structure of Quarks and Leptons: Scientific American, 1983, № 1 (April); 56-64.*
15. *Iliopoulos J. Introduction to the STANDARD MODEL of the Electro-Weak Interactions, Paris, France, CERN Summer School, 2012; 44.*
16. *Lawrie IDA. Unified Grand Tour of Theoretical Physics Second Edition Published by Institute of Physics Publishing, wholly owned by The Institute of Physics, London, 2002; 580.*
17. *Martin BR, Shaw G. Particle physics: Third Edition, JohnWiley & Sons Ltd, The Atrium, Southern Gate, Chichester, West Sussex, U. K., 2008; 442.*
18. *Nambu Y. Quarks. Frontiers in Elementary particle Physics, World Scientific Publishing Co. Pte. Ltd. Philadelphia, Singapore, 1985; 243.*
19. *Walet N. P615: Nuclear and Particle Physics. UMIST, Manchester, U.K., 2001; 78.*