УДК 530.1

РЕЛЯЦИОННОЕ ОБОСНОВАНИЕ ВИДОВ АДРОНОВ И ИХ ЗАРЯДОВ

Владимиров Ю. С.[a,b,1]

[a] Московский Государственный Университет им. М. В. Ломоносова, г. Москва, 119991, Россия
[b] РУДН, г. Москва, 117198, Россия

В рамках бинарной предгеометрии представлены характеристические уравнения комплексных 3×3-матриц состояний адронов (барионов и мезонов) и приведены их решения. Показано, что барионы описываются подтипом I (с тремя разными корнями решений), а мезоны подтипами D и O (с двумя или тремя совпадающими корнями) алгебраической классификации матриц состояний адронов. Продемонстрировано, что виды адронов и их электрические заряды определяются через весовые вклады корней решений характеристических уравнений.

Ключевые слова: бинарная предгеометрия, характеристические уравнения, подтипы алгебраической классификации матриц состояний, виды барионов и мезонов, электрические заряды, изотопический спин.

RELATIONAL JUSTIFICATION OF HADRON TYPES AND CHARGES

Vladimirov Yu. S.[a,b,1]

[a] Lomonosov Moscow State University, Moscow, 119991, Russia
[b] RUDN University, Moscow, 117198, Russia

In the framework of binary pre-geometry, the characteristic equations of complex 3x3-matrices for baryon and meson states with their solutions have been presented. The baryons are shown to be described by subtype I (with three different roots), and the mesons by subtypes D and O (with two or three identical ones) of the algebraic classification of hadron state matrices. The hadron types and their charges are demonstrated to be determined in terms of contribution of the roots of the characteristic equations.

Keywords: binary pre-geometry, characteristic equations, subtypes of algebraic classification of state matrices, baryon and meson types, electric charges, isotopic spin.

DOI: 10.17238/issn2226-8812.2022.4.77–90

> "Должна существовать и некоторая внутренняя структура частиц, которая определяла бы их глобальные характеристики, в том числе и те квантовые числа, которые служат характеристиками индивидуальных свойств барионов, мезонов или лептонов"(...) "Однако все же ясно, что нам нужны новые физические понятия и, соответственно, новый язык, более адекватный внутренней структуре частиц, нежели тот, которым мы сейчас располагаем".
>
> Д.И. Блохинцев [1]

Введение

Уже давно назрела проблема теоретического обоснования наблюдаемых видов адронов, значений их зарядов и масс. В данной, второй статье серии, посвященной изложению реляционной

[1] E-mail: yusvlad@rambler.ru

картины микромира (реляционной парадигмы), на базе положений бинарной предгеометрии, изложенной в наших книгах [2–4], показывается обоснование видов адронов и значений их электрических зарядов.

Кратко напомним самые необходимые положения используемого в этой статье математического аппарата [5].

1. Элементарные частицы, участвующие в сильных взаимодействиях (адроны) описываются посредством математического аппарата бинарных систем комплексных отношений (БСКО) ранга (4,4). Элементы этой теории характеризуются 3-компонентными финслеровыми спинорами, а частицы определяются тройками финслеровых спиноров, то есть их состояния описываются комплексными 3×3-матрицами.

2. Свойства элементарных частиц предлагается описывать не свойствами отдельных элементов, как ныне это принято делать в квантовой хромодинамике (через свойства трех кварков), а через корни решений кубичного характеристического уравнения их матрицы состояния:

$$\lambda^3 - b\lambda^2 + c\lambda - q^3 = 0. \tag{*}$$

3. Три финслеровы спинора, образующие элементарную частицу, не произвольны, а удовлетворяют ряду естественных условий, что сказывается на том, что из трех коэффициентов кубичного характеристического уравнения независимыми являются только два: детерминант матрицы состояния q^3 и коэффициент b, стоящий при квадрате корня (λ^2).

4. Состояния адронов описываются простейшими видами кубичного характеристического уравнения, в котором коэффициент b определяется через значение детерминанта матрицы состояния через комплексные коэффициенты с простейшими целыми числами.

5. Адроны описываются тремя подтипами первого типа алгебраической классификации комплексных 3×3-матриц Петрова. В этой и в последующих статьях данной серии используются те же названия подтипов, которые были введены Петровым. Будем называть решения с тремя разными корнями принадлежащими подтипу I, решения с двумя совпадающими корнями – подтипу D, а с тремя одинаковыми корнями – подтипу O.

В данной статье показывается, что барионы описываются решениями подтипа I, а мезоны – решениями подтипов D и O.

1. Мезонные решения характеристического уравнения

Развиваемый в нашей группе математический аппарат бинарной предгеометрии демонстрирует, что Природа проста. Производимые построения опираются на простейшие целые числа: 1, 2, 3 и их простейшие произведения. По этой причине начнем с рассмотрения простейших решений характеристического уравнения, описывающих состояния мезонов.

1.1. Две пары мезонных решений подтипа O

К самым простым относятся случаи, когда все три корня характеристического уравнения совпадают. К таковым относятся две пары решений, когда связь двух коэффициентов характеристического уравнения определяется числом 3.

1. Первая пара подтипа O определяется вещественными значениями коэффициентов характеристического уравнения:

$$\big(b = \pm 3q; \quad Det = \pm q^3\big) \ \rightarrow \ \lambda^3 \mp 3\lambda^2 q + 3\lambda q^2 \mp q^3 = 0. \tag{1.1}$$

Этим характеристическим уравнениям соответствуют одинаковые вещественные решения:

$$\lambda_1 = \lambda_2 = \lambda_3 = \pm q. \tag{1.2}$$

2. Вторая пара подтипа O определяется мнимыми значениями коэффициентов b и детерминанта, приводящих к характеристическому уравнению:

$$\big(b = \pm 3iq; \quad Det = (\pm iq)^3 = \mp iq^3\big) \;\to\; \lambda^3 \mp 3i\lambda^2 q - 3\lambda q^2 \pm iq^3 = 0. \tag{1.3}$$

Эти уравнения имеют тройки одинаковых мнимых корней:

$$\lambda_1 = \lambda_2 = \lambda_3 = \pm iq. \tag{1.4}$$

3. Приведенные мезонные решения подтипа O проиллюстрированы на рисунке 1, где корни, обозначенные кружками на концах диаметров, помечены символами: $d,\ u,\ v,\ w$,

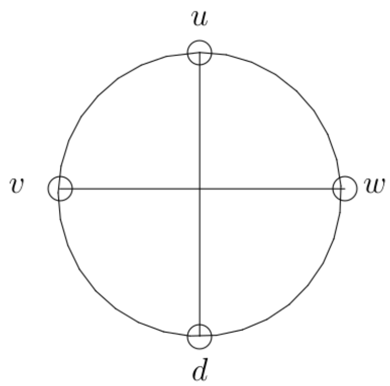

Рис. 1. Четыре вида корней мезонных решений подтипа O

1.2. Шесть пар мезонных решений подтипа *D*

Аналогичным образом определяются 6 пар мезонных решений подтипов D, определяемых комплексным значениям коэффициента $b = b_1 + ib_2$, где b_1 и b_2 являются простейшими целыми числами.

1. Начнем с рассмотрения пары вещественных мезонных решений, когда $b = \mp q$, а детерминант определяется соответственно значениями $\pm q$. Здесь и далее для обозначения пар решений этого виды будут использоваться символы $\mp$ и $\pm$, где верхний знак соответствует первому из данного вида решений, а нижний знак – второму.

Для этой пары решений характеристическое уравнение имеет вид:

$$\big(b = \mp q; \quad Det = \pm q^3\big) \;\to\; \lambda^3 \pm \lambda^2 q - \lambda \mp q^3 = 0, \tag{1.5}$$

корнями которого являются:

$$\lambda_1 = \pm q; \quad \lambda_2 = \lambda_3 = \mp q. \tag{1.6}$$

Очевидно, что эти корни лежат на окружности радиуса q. Обозначим решения этого варианта символом $D(\mp 1, 0)$, где в скобках две цифры означают вещественную и мнимую части коэффициента b.

2. Следующим рассмотрим вариант с чисто мнимыми коэффициентами b и q. Для него характеристическое уравнение имеет вид:

$$\big(b = \mp iq; \quad (\pm iq)^3 = \mp iq^3\big) \;\to\; \lambda^3 \pm iq\lambda^2 + \lambda q^2 \pm iq^3 = 0. \tag{1.7}$$

Это уравнение имеет следующие корни одинакового модуля:

$$\lambda_1 = \pm iq; \quad \lambda_2 = \lambda_3 = \mp iq. \tag{1.8}$$

Этот вариант мезонного решения обозначим символами $D(0, \mp 1)$.

3. Третий вариант значения коэффициента b приводит к характеристическому уравнению вида:

$$\big(b = \pm(1-2i)q;\ \ (\mp q)^3 = \mp q^3\big) \ \rightarrow \ \lambda^3 \mp \lambda^2 q(1-2i) - \lambda q^2(1+2i) \pm q^3 = 0. \tag{1.9}$$

Это уравнение также имеет корни одинакового модуля:

$$\lambda_1 = \pm q; \quad \lambda_2 = \lambda_3 = \mp iq. \tag{1.10}$$

Данный вариант решений обозначим символами $D(\pm 1, \mp 2)$.

4. Четвертый случай отличается от третьего тем, что коэффициент 2 в выражении для b стоит не перед мнимой, а перед вещественной частью, то есть имеем вариант характеристического уравнения:

$$\big(b = \pm(2+i)q;\ (\mp iq)^3 = \pm iq^3\big) \ \rightarrow \ \lambda^3 \mp \lambda^2 q(2+i) + i\lambda q^2(2-i) \mp iq^3 = 0, \tag{1.11}$$

решениями которого являются:

$$\lambda_1 = \pm iq; \quad \lambda_2 = \lambda_3 = \pm q, \tag{1.12}$$

5. Для следующего варианта характеристическое уравнение принимает вид:

$$\big(b = \pm(2-i)q;\ (\pm iq)^3 = \mp iq^3\big) \ \rightarrow \ \lambda^3 \mp \lambda^2 q(2-i) - i\lambda q^2(2+i) \pm iq^3 = 0, \tag{1.13}$$

решениями которого являются:

$$\lambda_1 = \mp iq; \quad \lambda_2 = \lambda_3 = \pm q. \tag{1.14}$$

6. Наконец, для последнего шестого варианта характеристическое уравнение записывается в виде:

$$\big(b = \pm(1+2i)q;\ (\mp q)^3 = \mp q^3\big) \ \rightarrow \ \lambda^3 \mp \lambda^2 q(1+2i) - i\lambda q^2(1-2i) \pm q^3 = 0, \tag{1.15}$$

решениями этого уравнения являются:

$$\lambda_1 = \pm q; \quad \lambda_2 = \lambda_3 = \pm iq. \tag{1.16}$$

Полученные решения подтипов D проиллюстрированы на рисунке 2, где черными точками отмечены корни решений, лежащие на одной окружности радиуса q. Они также характеризуются всего четырьмя значениями, лежащими на противоположных концах горизонтального и вертикального диаметров. Сами же мезонные решения подтипа D фактически характеризуются парами таких корней, один из которых учитывается дважды.

Четыре вида корней соединены парами линий, соответствующими изложенным выше 12 мезонным решениям подтипа D.

2. Барионные решения характеристического уравнения

Далее рассмотрим барионные решения с тремя разными корнями, которые относятся к подтипу I. Ограничимся двумя тройками таких простейших решений.

2.1. Решения подтипа I с вещественными коэффициентами

Начнем с рассмотрения вариантов решения с вещественными коэффициентами q, b и c.

1. Самым простейшим вариантом является случай нулевых значений двух коэффициентов ($b = c = 0$), когда характеристическое уравнение принимает вид:

$$b = c = 0 \ \rightarrow \ \lambda^3 - q^3 = 0. \tag{2.1}$$

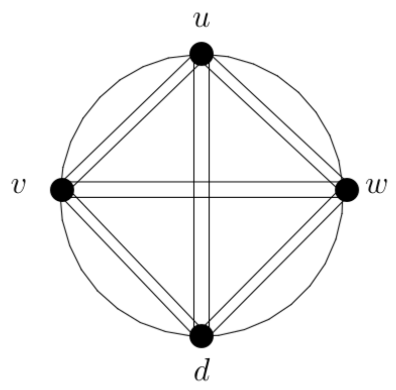

Рис. 2. Четыре вида мезонных корней и соответствующие им решения подтипа D

Его решениями являются

$$\lambda_1 = q; \quad \lambda_2 = -\frac{q}{2}(1 + i\sqrt{3}); \quad \lambda_3 = -\frac{q}{2}(1 - i\sqrt{3}). \tag{2.2}$$

Все эти три корня имеют одинаковый модуль. Обозначим это решение подтипа I алгебраической классификации 3×3-матриц символом $I(0; 0)$.

2. В качестве второго простейшего варианта естественно выбрать случай, когда коэффициент b равен q, что соответствует следующему виду характеристического уравнения:

$$(b = q, \quad c = q^2) \;\; \rightarrow \;\; \lambda^3 - q\lambda^2 + q^2\lambda - q^3 = 0. \tag{2.3}$$

Решениями этого уравнения являются:

$$\lambda_1 = q; \quad \lambda_2 = iq; \quad \lambda_3 = -iq. \tag{2.4}$$

В этом случае также все три различные корни имеют одинаковый модуль. Обозначим это решение подтипа I символом $I(1; 0)$.

3. Третий характерный случай соответствует условию $b = 2q$. В этом случае имеем

$$(b = 2q, \quad c = 2q^2) \;\; \rightarrow \;\; \lambda^3 - 2q\lambda^2 + 2q^2\lambda - q^3 = 0. \tag{2.5}$$

Решениями этого уравнения являются:

$$\lambda_1 = q; \quad \lambda_{2,3} = \frac{q}{2}(1 \pm i\sqrt{3}). \tag{2.6}$$

Эти корни отличаются от (1.9) лишь знаками второго и третьего корней. Обозначим этот вариант решения символом $I(2; 0)$.

4. Дальнейшее увеличение ($b = 3q$) или уменьшение ($b = -q$) целочисленного значения коэффициента b приводит к ранее рассмотренным решениям подтипов O или D.

5. На рисунке 3 проиллюстрированы три пары найденных решений. Корни λ_s этих решений обозначены черными точками на окружностях одинакового радиуса q. При этом белыми точками обозначены сопряженные по знаку q решения.

При отрицательных значениях q получаются сопряженные графики (треугольники), где линиями соединяются белые точки, сопряженные черным точкам. (В средней картинке черные точки на вертикальном диаметре совпадают с белыми точками.)

2.2. Решения с мнимыми коэффициентами

Рассмотрим простейшие решения характеристического уравнения, когда коэффициенты b и $q \;\rightarrow\; iq$ мнимы, а коэффициент c находится из условия связи коэффициентов. В этом случае

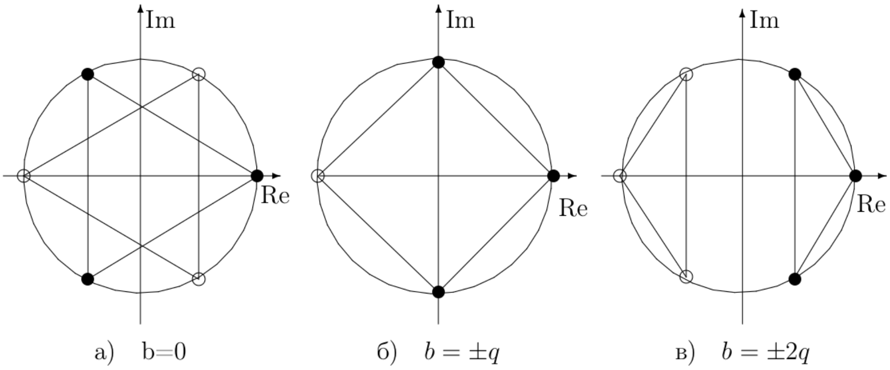

Рис. 3. Три пары вещественных решений подтипа I

характеристическое уравнение принимает вид:

$$\lambda^3 - \lambda^2 b + \lambda c + iq^3 = 0. \tag{2.7}$$

Здесь опять возникают три вида ключевых решений, которые изложим по аналогии с предыдущим разделом.

1. Простейший вид уравнения, как и ранее, соответствует случаю $b = 0$. Тогда характеристическое уравнение принимает вид:

$$b = 0 \ \rightarrow \ \lambda^3 + iq^3 = (\lambda - iq)(\lambda^2 + i\lambda q - q^2) = 0. \tag{2.8}$$

Этот вариант характеристического уравнения имеет следующие корни:

$$\lambda_1 = iq; \qquad \lambda_2 = \frac{q}{2}(-i + \sqrt{3}); \qquad \lambda_3 = -\frac{q}{2}(i + \sqrt{3}), \tag{2.9}$$

опять равные друг другу по модулю и лежащие на окружности радиуса q. Обозначим этот вид решения символом $I'(0;0)$.

2. Второй характерный случай соответствует $b = iq$, когда характеристическое уравнение имеет вид:

$$b = iq \ \rightarrow \ \lambda^3 - i\lambda^2 q - \lambda q^2 + iq^3 = (\lambda - iq)(\lambda^2 - q^2) = 0, \tag{2.10}$$

Этот вариант характеристического уравнения имеет корни:

$$\lambda_1 = iq; \qquad \lambda_2 = +q; \qquad \lambda_3 = -q. \tag{2.11}$$

Обозначим этот вариант решения символом $I'(0;1)$.

3. Наконец, третий вариант соответствует значению $b = 2iq$, когда характеристическое уравнение имеет вид:

$$b = 2iq \ \rightarrow \ \lambda^3 - 2i\lambda^2 q - 2\lambda q^2 + iq^3 = (\lambda - iq)(\lambda^2 - i\lambda q - q^2) = 0, \tag{2.12}$$

корнями которого являются значения:

$$\lambda_1 = iq; \qquad \lambda_2 = \frac{q}{2}(i + \sqrt{3}); \qquad \lambda_3 = \frac{q}{2}(i - \sqrt{3}). \tag{2.13}$$

Следуя ранее использованным правилам, данный вариант решения следует обозначить символом $I'(0;2)$.

Аналогичные решения имеют место и для отрицательных значений q. Корни трех решений (для отрицательных значений q) изображены на рисунке 4.

Коэффициент q опять может быть разных знаков, что соответствует двум вариантам рисунков перевернутым относительно горизонтальной оси.

Из рисунка видно, что эти решения соответствуют решениям, изображенным на рисунке 3, повернутым на 90 градусов в ту или иную сторону так, что мнимые корни стали вещественными, а вещественный корень мнимым.

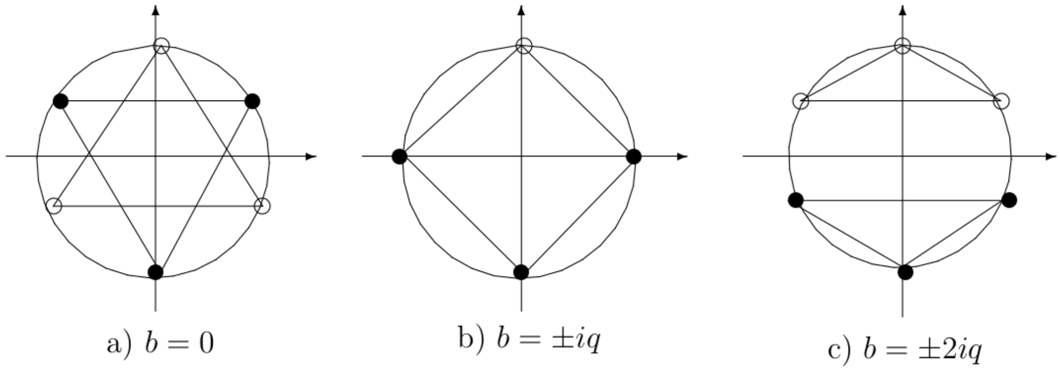

Рис. 4. Решения характеристического уравнения с мнимыми коэффициентами.

3. Иллюстрация совокупности адронных решений

На рисунке 5 проиллюстрированы рассмотренные виды адронных решений по значениям комплексного коэффициента b в соответствующих характеристических уравнениях. На этом рисунке горизонтальная ось соответствует вещественным проекциям коэффициента b, а вертикальная ось мнимым проекциям. На рисунке малыми черными точками обозначены барионные решения, а крупными черными точкам (сплошными кружками) отмечены мезонные решения подтипа D. Обычными кружками изображены мезонные решения подтипа O.

Решения подтипа O соединены линиями, так что получился большой квадрат, внутри которого и на его границах изображаются все рассмотренные выше барионные и мезонные решения. При этом получилось так, что четыре мезонных решения подтипа D образуют еще один малый квадрат внутри, а остальные 8 мезонных решения этого подтипа симметричным образом расположены на сторонах большого квадрата.

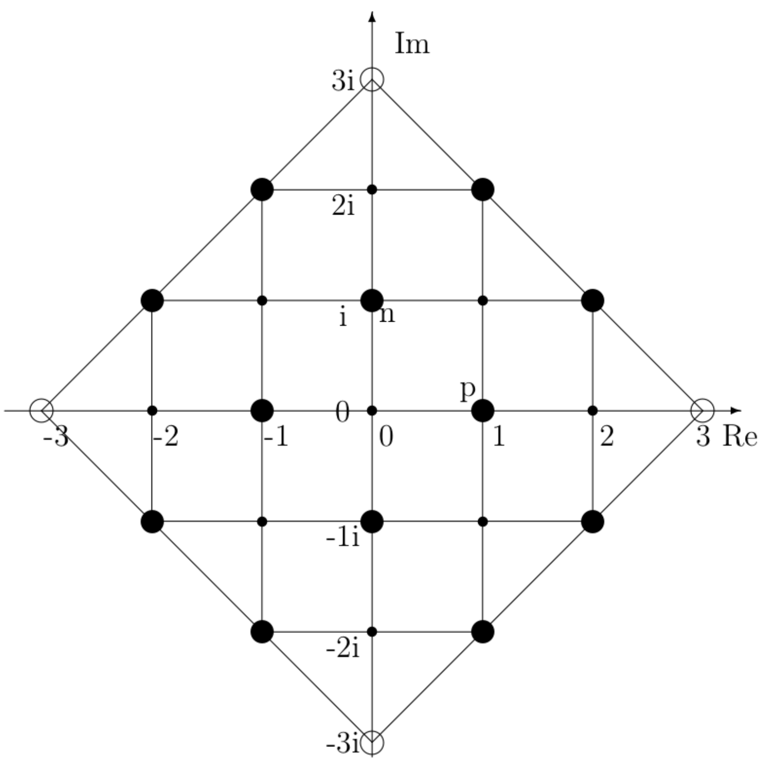

Рис. 5. Соотношение ключевых решений, описывающих состояния адронов в сильных взаимодействиях.

Весь график симметричен относительно как горизонтальной (вещественной), так и вертикальной (мнимой) осей.

4. Зарядовая структура адронов

Имеются три тесно связанные друг с другом структуры адронов: зарядовая, видовая и массовая. Начнем с рассмотрения наиболее зримых представлений зарядовой структуры сначала барионов, а затем мезонов.

1. Электрические заряды барионов. Ограничимся рассмотрением совокупностей Λ-, N-, Σ-, Δ- и Ξ- барионов (гиперонов). Как известно, Λ-барионы характеризуются нейтральным электрическим зарядом, N-барионы обладают нулевым (например, нейтрон) или отрицательным (в частности, протон) зарядами, Σ-барионы могут иметь единичный отрицательный, нулевой или единичный положительный заряды, Δ-барионы обладают четырьмя видами зарядов (тремя как и Σ-барионы и плюс двойным положительным зарядом), а Ξ-барионы обладают двумя зарядами, как и N-барионы. Необходимо обосновать как эти 5 видов барионов, так и значения их электрических зарядов.

Сразу же нужно отметить, что количество из 12 видов решений, проиллюстрированных на рисунках 3 и 4, соответствует числу возможных значений зарядов у 5 названных видов видов гиперонов.

Из представленных выше иллюстраций на рисунках 3 и 4 следует вывод, что значения электрических зарядов барионов естественно определить через сумму проекций трех корней на вещественную или на мнимую оси. При этом за единичный заряд естественно принять радиус окружности. Это означает, что для всех решений имеются два возможных значения электрического заряда. Для ряда из них эти значения совпадают.

В соответствии с этим простейшие вещественные решения, изображенные в левых частях рисунков 3 и 4, следует сопоставить нейтральным барионам, причем их нейтральность одинакова в двух определениях зарядов. Решения, соответствующие средней части рисунка 3, с позиций вещественных проекций следует трактовать представляющими положительно или отрицательно заряженные барионы (с единичным зарядом), а решения в правой части рисунка 3 следует сопоставить гиперонам с двойным электрическим зарядом.

При этом для нескольких решений следует отметить некоторые особенности в сопоставлении им конкретных зарядов, связанные с указанной двойственностью.

2. Электрические заряды мезонов. Известно, что мезоны делятся на нейтральные и "заряженные". Они описываются изложенными выше 12+4=16 видами решений подтипов D и O характеристического уравнения. Для определения их зарядов естественно опираться на те же соображения, которые были использованы при определении зарядов барионов. При этом опять в ряде случаев возникает проблема двойственности. Анализ показывает, что имеются упрощения в тех случаях, когда все корни имеют либо чисто вещественные, либо сугубо мнимые корни.

Так, исходя из этого критерия и анализа экспериментальных данных, к нейтральным мезонам относятся, во-первых, чисто вещественные и чисто мнимые решения подтипов D: ($D(1,0)$, $D(-1,0)$), ($D(0,-1$, $D(0,1)$) и, во-вторых, все четыре решения подтипа O: ($O(3,0)$, $O(-3,0)$) и ($O(0,3)$, $O(0,-3)$). Это означает, что для вещественных решений используется критерий проекций на мнимую ось, а для чисто мнимых решений – критерий проекции на вещественную ось.

Экспериментально установлено, что имеются следующие виды нейтральных мезонов: h, ω, η, f_0, f_1, f_2, f_s. Кроме того еще упоминаются нейтральные φ-мезоны.

Все оставшиеся 8 комплексных решений подтипа D оказываются соответствующими "заряженным" мезонам, точнее, – мезонам, обладающими зарядами трех значений $Q=-1,\ 0,\ +1$.

5. Видовая структура адронов

Очевидно, что изложенная зарядовая структура адронов еще не обосновывает их виды. Это достигается введением весовых вкладов корней полученных решений. Эти весовые вклады, во-первых, обосновывают известные виды барионов и мезонов и, во-вторых, позволяют записать формулы для значений масс известных видов адронов. (Последнее будет обсуждено в следующей статье.)

5.1. Обоснование видов мезонов

Начнем с обоснования видовой мезонной структуры, которая хотя и более обширна, однако описывается более простым образом.

Принципиально важным свойством мезонных решений является то, что их корни могут принимать всего 4 значения. Как видно из рисунков 1 и 2, они лежат в двух концах либо вертикального, либо горизонтального диаметров.

Удивительным свойством Природы является тот факт, что 4 корня мезонных решений обладают весовыми вкладами, определяемыми первыми 4 вещественными целыми числами n_2. Эти весовые вклады обозначены четырьмя символами: d, u, v, w на рисунке 6, которым соответствуют следующие весовые вклады:

$$n_2(d) = 0; \quad n_2(u) = 1; \quad n_2(v) = 2; \quad n_2(w) = 3. \tag{5.1}$$

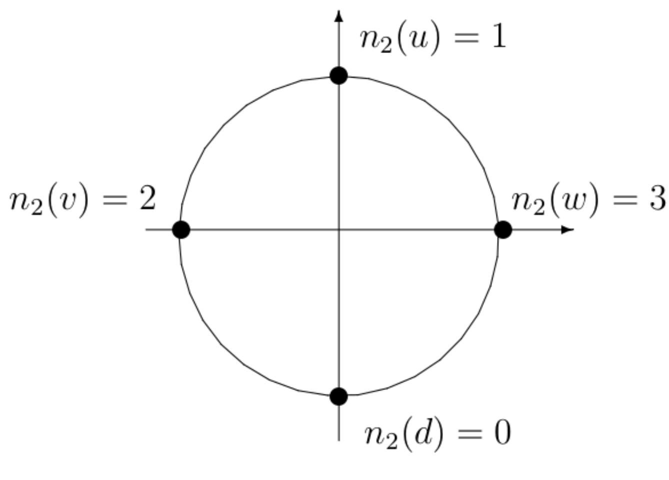

Рис. 6. Четыре вида корней характеристического уравнения для мезонов

Примечательным свойством мезонных весовых вкладов является строгое возрастание их значений на единицу. При определениях значений масс или других свойств допустимо сдвигать все значения вправо или влево на некоторые значения [5].

На основе указанных значений мезонных вкладов предлагается обоснование имеющихся видов как нейтральных, так и заряженных мезонов. Это показано на следующих двух таблицах для нейтральных и заряженных мезонов. Эти таблицы имеют по 8 столбцов и по пять строк. В первых строках таблиц указаны виды мезонных решений, во вторых строках приведены виды сумм весовых вкладов, в третьих строках указаны сами значения параметра n_2, в четвертых строках приведены двойственные значения электрических зарядов, а в последних строках указаны общепринятые наименования мезонов, описываемых соответствующими видами мезонных решений.

Первая таблица соответствует нейтральным мезонам, описываемым решениями подтипов D и O:

$D(0,+1)$	$D(0,-1)$	$D(-1,0)$	$D(1,0)$	$O(0,-3)$	$O(0,+3)$	$O(-3,0)$	$O(3,0)$
$u+2d$	$2u+d$	$2v+w$	$2w+v$	$3d$	$3u$	$3v$	$3w$
1	2	7	8	0	3	6	9
$0(+1)$	$0(-1)$	$-1(0)$	$+1(0)$	$0(+3)$	$0(-3)$	$-3(0)$	$+3(0)$
h_1	ω	η	η	f_0	f_1	f_2	f_s

(5.2)

Вторая таблица соответствует заряженным мезонам, описываемым решениями подтипа D:

$D(-2,+1)$	$D(-2,-1)$	$D(-1,2)$	$D(1,-2)$	$D(1,2)$	$D(1,-2)$	$D(2,1)$	$D(2,-1)$
$2v+u$	$2v+d$	$2u+v$	$2d+v$	$2d+w$	$2u+w$	$2w+u$	$2w+d$
5	4	4	2	3	5	7	6
$-2(-1)$	$-2(+1)$	$-1(-2)$	$-1(+2)$	$+1(+2)$	$+1(-2)$	$+2(-1)$	$+2(+1)$
a_s	a_0	a_2	π	a_1	ρ	ρ_s	ρ

(5.3)

Из приведенных данных о видах мезонов следует ряд важных следствий.

1. Из третьих строк двух таблиц видно, что всего имеются 10 значений параметра n_2, которые представлены в виде ряда:

$$n_2 = 0,\ 1,\ (2,2),\ (3,3),\ (4,4),\ (5,5),\ (6,6),\ (7,7),\ 8,\ 9. \tag{5.4}$$

Здесь в скобках указано, что соответствующие значения параметра n_2 встречаются дважды.

2. Из первой таблицы видно, что крайние значения параметра $n_2 = 0$ и $n_2 = 9$ соответствуют решениям подтипа O. Это означает, что число значений параметра n_2, соответствующих решениям подтипа D, равно 8.

Забегая вперед, отметим, что целым числам количеств весовых вкладов (10 и 8) соответствуют числа элементов в основных рядах таблицы Менделеева [5], что будет отдельно обсуждено в одной из статей данной серии.

3. Из первой таблицы следует, что к нейтральным мезонам относятся те, у которых максимальные модули зарядовых проекций равны либо 1, либо 3.

4. В теории сильных взаимодействий наибольший интерес представляют π-мезоны, обладающие тремя видами электрических зарядов: нулевым или единичными положительным или отрицательным зарядом. Во второй таблице они характеризуются значением $n_2 = 2$ и зарядовыми проекциями -1(+2). Однако тому же значению $n_2 = 2$ соответствует ω-мезон с нулевым зарядом. Это свидетельствует о том, что естественно этот вид мезонов отнести к π^0-мезонам.

5. Аналогичная ситуация имеет место и для ρ-мезонов, также обладающих теми же значениями зарядов, что и π-мезоны. Во второй таблице к таковым мезонам отнесены заряженные ρ_s-мезоны со значением $n_2 = 7$ и зарядовыми проекциями +1(-2), а также нейтральные η-мезоны с тем же значением $n_2 = 7$. Это свидетельствует о целесообразности их объединения в один вид ρ-мезонов.

6. Отметим, что π- и ρ-мезоны расположены симметрично в ряду (5.4) значений n_2 третьими слева и справа.

7. В целом из описания мезонов следует, что значения зарядов адронов определяются более сложно, нежели это отмечалось для простейших видов барионов.

8. Особо отметим тот факт, что указанные в последних строках двух таблиц виды мезонов обосновываются в рамках массовой структуре мезонов, приведенной в третьей статье данной серии.

5.2. Обоснование видов барионов

I. Для барионных решений ситуация с введением весовых значений для корней значительно сложнее, поскольку барионные решения характеризуются тройками разных корней. В этом случае учитываются весовые вклады для большего числа корней. Эти корни изображены на рисунке 7, где кроме прежних 4 обозначений (d, u, v, w) введены еще 4 весовых фактора (x, y, a_1, a_2), соответствующие парам корней, не лежащих на краях горизонтального и вертикального диаметров. Новая система весовых вкладов корней находится из ряда естественных условий. Перечислим главные из них.

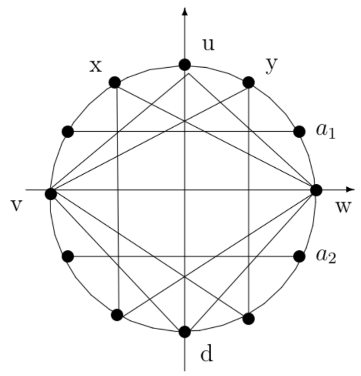

Рис. 7. Совокупность корней барионных решений характеристического уравнения

1. Как уже отмечалось, параметры n_2 характеризуют не только вид барионов, но и определяют значения масс барионов. При этом оказывается, что массы адронов определяются через массу единственного устойчивого бариона – протона. Как будет показано в следующей статье, для протона значение n_2 полагается равным нулю, а поскольку значение этого параметра слагается из трех весовых вкладов, то теперь весовые вклады корней имеют дробные значения, определяемые простейшими целыми числами.

2. Исходя из ранее данного определения зарядов, естественно протону сопоставить решение с единичным положительным зарядом, соответствующее формуле (2.4) и проиллюстрированное в средней части рисунка 3. Это означает следующее соотношение весовых вкладов корней

$$d + u + w = 0. \tag{5.5}$$

3. Равенство нулю параметра n_2 для протона означает, что это значение соответствует всем N-барионам, в том числе и нейтрону, обладающему нулевым электрическим зарядом. Это означает, что нейтрон должен описываться одним из 4 решений с нулевым зарядом. Анализ показывает, что таковым должно быть решение вида $\tilde{I}(0,0)$, приводящее к соотношению:

$$u + a_2 = 0. \tag{5.6}$$

4. Анализ значений масс показывает, что для Σ-барионов $n_2 = 1$, для Δ-барионов $n_2 = 2$, для Ξ-барионов $n_2 = 3$, а для Λ-барионов $n_2 = -1$. Это означает, что опять в Природе выделяется совокупность простейших целых чисел.

5. Как уже отмечалось, решение характеристического уравнения с вещественными коэффициентами (2.6), соответствующее удвоенному положительному заряду, следует сопоставить Δ-бариону. Это означает соотношение:

$$w + y = 2. \tag{5.7}$$

6. Учитывая, что для Σ-барионов $n_2 = 1$, естественно этому виду барионов сопоставить два решения с вещественными коэффициентами $I(0,0)$ и $I'(-1,0)$, характеризуемые нулевым и единичным отрицательным зарядом. Это означает соотношения весовых вкладов:

$$w + x = 1; \quad d + u + v = 1. \tag{5.8}$$

Совокупность выписанных соотношений и ряд других естественных условий приводят к следующей совокупности весовых вкладов:

$$d=-\frac{2}{3};\quad u=\frac{1}{3};\quad v=\frac{4}{3};\quad w=\frac{1}{3};\quad x=\frac{2}{3};\quad y=\frac{5}{3};\quad a_1=\frac{8}{3};\quad a_2=-\frac{1}{3}. \tag{5.9}$$

7. Полученные результаты для барионов проиллюстрированы двумя таблицами, соответствующими решениям характеристического уравнения с вещественными и с мнимыми значениями коэффициента b. В первых строках этих таблиц указаны кодовые названия $I(a,b)$ полученных решений, во вторых строках показаны соответствующие им суммы весовых вкладов корней, в третьих строках приведены значения параметра n_2, в четвертых строках указаны пары значений электрических зарядов Q, а в заключительных пятых строках названы стандартные обозначения соответствующих видов барионов.

Первая таблица для решений с вещественными коэффициентами b имеет вид:

$I(a,0)$	$I(0,0)$	$I'(0,0)$	$I(+1,0)$	$I'(-1,0)$	$I(2,0)$	$I'(-2,0)$
Весовые вклады	$x+w$	$v+y$	$u+d+w$	$v+u+d$	$y+w$	$v+x$
n_2	1	3	0	1	2	2
Q	$0(0)$	$0(0)$	$+1(0)$	$-1()$)	$+2(0)$	$-2(0)$
Барионы	Σ	Ξ	N	Σ	Δ	Δ

(5.10)

Как уже отмечалось, указанные в нижней строке общепринятые виды барионов обоснованы значениями масс.

Вторая таблица для решений с мнимыми коэффициентами b имеет аналогичный вид:

$I(0,b)$	$\tilde{I}(0,0)$	$\tilde{I}'(0,0)$	$I(0,+1)$	$I'(0,-1)$	$I(0,2)$	$I'(0,-2)$
Весовые вклады	$u+a_2$	$d+a_1$	$u+v+w$	$d+v+w$	$u+a_1$	$d+a_2$
n_2	0	2	2	1	3	-1
Q	$(0)0$	$(0)0$	$(0)-1$	$(0)+1$	$(0)-2$	$(0)+2$
Барионы	N	Δ	Δ	Σ	Ξ	Λ

(5.11)

8. Из таблиц видно, что 12 указанным решениям характеристического уравнения соответствуют следующие кратные значения коэффициента n_2: одно значение $n_2=-1$, два значения $n_2=0$, три значения $n_2=1$, четыре значения $n_2=2$ и два значения $n_2=3$.

Кратные числа количеств одинаковых значений параметра n_2 следует сопоставить с общепринятыми значениями квантового числа – *изотопического спина* I, которое определяет число изотопических мультиплетов, то есть число подвидов соответствующего вида барионов согласно формуле

$$n=2I+1. \tag{5.12}$$

Это означает, что

1) два значения параметра $n_2=0$ соответствуют изотопическому спину $I=1/2$, что характерно для N-барионов;

2) три значения параметра $n_2=1$ соответствуют изотопическому спину $I=1$, что характерно для Σ-барионов;

3) четыре значения параметра $n_2=2$ соответствуют изотопическому спину $I=3/2$, что характерно для Δ-барионов;

4) еще два значения параметра $n_2=3$ соответствуют изотопическому спину $I=1/2$, что следует сопоставить Ξ- барионам.

5) Имеется еще одно значение параметра $n_2=-1$, что должно быть сопоставлено изотопическому спину $I=0$. Такой характеристикой обладает Λ-барион, однако в этом случае имеется особенность в определении электрического заряда.

9. Из приведенных таблиц следует ряд особенностей в определении зарядов барионов.

1) Для четырех подвидов барионов $I(0,0)$, $I'(0,0)$, $\tilde{I}(0,0)$, $\tilde{I}'(0,0)$ проблем не возникает, поскольку значения сумм проекций на вещественную и на мнимую оси равны нулю. Эти варианты соответствуют первым парам частиц в двух таблицах.

2) Еще для четырех подвидов барионов $I(+1,0)$, $I'(-1,0)$, $I(0,+1)$, $I'(0,-1)$ электрический заряд определяется отличным от нуля значением проекции на ту или иную оси.

3) Для решения $I(2,0)$, соответствующего Δ-бариону с двойным положительным зарядом, а также для решения $I'(0,-2)$, соответствующего Λ-гиперону с нулевым зарядом, в качестве значения электрического заряда используется сумма вещественные проекций корней.

4) Сложности с определением электрических зарядов, соответствующих общепринятым значениям, возникают с оставшимися двумя решениями $I(0,+2)$ и $I'(-2,0)$.

10. В общепринятой теории используется еще ряд квантовых чисел, связанных с определением электрического заряда гиперонов. К таковым числам, принимающим целочисленные значения, относятся: B – барионный заряд, S – странность, C – очарованность, b – прелестность (красота). Через эти числа определяется гиперзаряд:

$$Y = B + S + C + b, \tag{5.13}$$

а гиперзаряд вместе с проекцией изотопического спина характеризует значение электрического заряда барионов:

$$Q = I_3 + Y/2. \tag{5.14}$$

Для рассматриваемых частиц $B = 1$, $C = b = 0$, $S = 0$ для N и Δ-барионов, $S = -1$ для Σ и Λ-барионов. Для Ξ-барионов $S = -2$. Из приведенных данных следуют соответствующие значения зарядов гиперонов.

Заключение

1. В данной статье предложено теоретическое обоснование известных видов адронов на основе принципиально нового подхода к описанию состояний элементарных частиц, участвующих в сильных взаимодействиях. Это сделано в рамках бинарной предгеометрии, на основе решений характеристического уравнения комплексных 3×3-матриц. Показано, что барионы описываются решениями подтипа I (с тремя различными корнями), а мезоны описываются решениями подтипов D (с двумя совпадающими корнями) и O (с тремя совпадающими корнями).

2. Показано, что 12 решений подтипа I характеристического уравнения с простейшими комплексными коэффициентами определяют 5 видов барионов: Λ, N, Σ, Δ, Ξ. При этом, в соответствии с общепринятыми данными Λ-гипероны имеют один подвид, N-гипероны характеризуются двумя подвидами (с нулевым и отрицательным единичным зарядом), Σ-гипероны определяются тремя подвидами (с нулевым и единичными зарядами двух знаков), Δ-гипероны характеризуются четырьмя подвидами, а Ξ-гипероны состоят из двух подвидов.

3. Показано, что 12 решений подтипа D и 4 решения подтипа O характеристического уравнения также с простейшими видами коэффициентов определяют известные виды легких безцветных нейтральных и заряженных мезонов.

4.Для более веского обоснования изложенных в этой статье результатов необходимо опереться на массовую структуру адронов. Эта структура изложена в следующей статье данной серии, где на основе приведенного в этой статье параметра n_2 и массы протона предложена теоретическая формула для масс различных видом адронов (для барионов и мезонов) и произведено сопоставление теоретически предсказанных и экспериментально наблюдаемых масс адронов.

5. Следует особо подчеркнуть, что все изложенные в этой и в предыдущей статьях результаты получены без использования априорно заданных пространственно-временных представлений и без общепринятых дифференциальных уравнений на их фоне.

Список литературы

1. Блохинцев Д.И. Проблемы структуры элементарных частиц. // Сб. "Философские проблемы физики элементарных частиц". М.: Наука, 1964, с. 47-59.

2. Владимиров Ю.С. Реляционная картина мира. Книга 1. Реляционная концепция геометрии и классической физики. М.: ЛЕНАНД, 2021.

3. Владимиров Ю.С. Реляционная картина мира. Книга 2. От бинарной предгеометрии микромира к геометрии и физике макромира. М.: ЛЕНАНД, 2021.

4. Владимиров Ю.С. Реляционная картина мира. Книга 3. От состояний элементарных частиц к структурам таблицы Менделеева. М.: ЛЕНАНД, 2022.

5. Владимиров Ю.С. Бинарная предгеометрия микромира (Алгебра физики микромира). *Пространство-время и фундаментальные взаимодействия*, № 41, 2022, с. 64–76.

References

1. Blokhintsev D.I. Problems of the Structure of Elementary Particles. In *Philosophical Problems of Elementary Particle Physics*, Moscow, AN SSSR, 1963, pp. 47–59. (in Russ.)

2. Vladimirov Yu.S. *Relational picture of world. Book 1. Relational concept of geometry and classical physics.* Moscow, LENAND Publ., 2020. (in Russ.)

3. Vladimirov Yu.S. *Relational picture of world. Book 2. From the binary pregeometry of the microcosm to the geometry and physics of the macrocosm.* Moscow, LENAND Publ., 2021. (in Russ.)

4. Vladimirov Yu.S. *Relational picture of world. Book 3. From the states of elementary particles to the structures of the periodic table.* Moscow, LENAND Publ., 2022. (in Russ.)

5. Vladimirov Yu.S. Binary Pre-geometry of Microworld (Microworld Physics Algebra). Space, Time and Fundamental Interactions, 2022, no. 4, pp. 64–76. (in Russ.)

Авторы

Владимиров Юрий Сергеевич, профессор, д.ф.-м.н., профессор кафедры теоретической физики, Московский Государственный Университет им. М. В. Ломоносова, ул. Ленинские горы, д. 1, стр. 2, г. Москва, 119991, Россия; Институт гравитации и космологии РУДН, ул. Миклухо-Маклая, д. 6, г. Москва, 117198, Россия.
E-mail: yusvlad@rambler.ru

Просьба ссылаться на эту статью следующим образом:
Владимиров Ю. С. Реляционное обоснование видов адронов и их зарядов. *Пространство, время и фундаментальные взаимодействия.* 2022. № 41. С. 77–90.

Authors

Vladimirov Yuriy Sergeevich, Professor, Doctor of Physics and Mathematics, professor at the Department of Physics, Lomonosov Moscow State University, Leninskie Gory, 1-2, Moscow, 119991, Russia; Institute of Gravitation and Cosmology, RUDN University, Miklukho-Maklaya str. 6, Moscow, 117198, Russia.
E-mail: yusvlad@rambler.ru

Please cite this article in English as:
Vladimirov Yu. S. Relational Justification of Hadron Types and Charges. *Space, Time and Fundamental Interactions*, 2022, no. 41, pp. 77–90.