DOI: 10.22363/2224-7580-2022-1-55-58

ВОЗНИКАЕТ ЛИ «ЗОЛОТОЕ СЕЧЕНИЕ» В МОДЕЛИ БАРУТА ДЛЯ СПЕКТРА МАСС ЧАСТИЦ?

Н.В. Самсоненко, Р. Хайдар, М.А. Алибин

Российский университет дружбы народов
Российская Федерация, 117198, Москва, ул. Миклухо-Маклая, д. 6

Аннотация. Изучены наиболее известные выражения для описания спектра масс частиц и осуществлена попытка описания спектра масс с помощью золотого сечения с использованием модели Барута. Была получена массовая формула, которая не исключает возможную связь с золотым сечением. Дальнейшее развитие такого подхода может не только способствовать подтверждению эффективности идеи, предложенной Барутом, но и предоставить физическую интерпретацию связи чисел Фибоначчи со спектром масс частиц.

Ключевые слова: золотое сечение, спектр масс, модель Барута, формула Варламова, числа Фибоначчи.

В работе [1] рассмотрена возможность описания спектра масс элементарных частиц с помощью последовательности чисел Фибоначчи (каждое последующее число является суммой двух предыдущих):

$$0, 1, 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, 34\ \dots . \tag{1}$$

Эта последовательность чисел (1) была известна еще в древности, но только в средние века она была изучена более детально итальянским математиком Леонардо Фибоначчи, известным как Леонардо Пизанский.

Разделив каждое число последовательности (1) на предыдущее число (исключая «0»), получим ряд Фибоначчи:

$$\frac{1}{1}, \frac{2}{1}, \frac{3}{2}, \frac{5}{3}, \frac{8}{5}, \frac{13}{8}, \frac{21}{13}, \frac{34}{21}\ \dots . \tag{2}$$

Заметим, что полученные дроби в (2) будут стремиться к числу 1,6180339…, называемому «золотым числом» или «золотым сечением». Золотое сечение давно стало синонимом слова гармония [2].

Золотое сечение использовалось в строительстве, искусстве и в других аспектах жизни человека. Приведем несколько примеров.

1. Однажды **великого Архимеда** заинтересовали моллюски со спиралевидной ракушкой, после чего он начал изучать спирали и заметил, что отношения измерений завитков раковины постоянны и приблизительно равны золотому сечению – числу 1,618.

2. Отношение длины грани (237 м) к высоте (146,6 м) у древнеегипетской пирамиды Хеопса (Хуфу) в Гизе даёт нам величину, равную 1,618. Во всех

внутренних и внешних пропорциях пирамиды число 1,618 играет центральную роль.

3. В XVIII в. немецкий **астроном Тициус** «увидел» в расстояниях между планетами Солнечной системы закономерность, имеющую связь с рядом Фибоначчи. На начальном этапе своих исследований у Тициуса было одно несоответствие, а именно: расстояние между Марсом и Юпитером отличалось от того, которое Тициус получал по своей методике. По результатам его научных исследований между планетами, упомянутыми ранее, должен был быть объект – планета, которая не была обнаружена. Однако, в начале XIX в. был открыт между ними объект – пояс астероидов.

4. В 1990 г. французский **исследователь Жан Перез** открыл математический закон, управляющий самоорганизацией оснований *T, C, A, G* внутри молекул ДНК. Он обнаружил, что последовательные множества нуклеотидов ДНК представляют собой пропорцию, обеспечивающую разделение ДНК в соответствии с числами Фибоначчи.

В работе [1] предложена эмпирическая формула для описания спектра масс частиц

$$m = m_e \cdot n \cdot 1{,}618^{\vartheta} \,. \tag{3}$$

Здесь $n = 0, 1, 2, 3, \cdots, \vartheta = 0, 1, 2, 3, \cdots$,

При $n = 0, \vartheta = 0$ получаем $m = 0$;

$n = 1,\ \vartheta = 0$ получаем $m = m_e = 0,51$ МэВ (масса электрона);

$n = 7,\ \vartheta = 7$ получаем $m_\mu = 104$ МэВ (масса мюона);

$n = 46,\ \vartheta = 9$ получаем $m_\tau = 1786$ МэВ (масса тауона).

Известны и другие формулы для описания спектра масс частиц. Например, в формуле Варламова [3]

$$m \quad = m_e \left(l + \frac{1}{2}\right)\left(i + \frac{1}{2}\right) \tag{4}$$

массу определяют параметры "l" и "i", характеризующие циклические представления группы Лоренца, при этом спин даётся формулой $s = |l - i|$.

Общим недостатком формул (3), (4) и других похожих формул является отсутствие разумных критериев выбора численных параметров n и ϑ (в формуле (3)) и l,i (в формуле (4)).

Поэтому актуальной задачей является поиск альтернативных подходов, при которых требуемые числовые значения параметров в формулах фиксировались бы автоматически, исходя из каких-либо общих принципов.

Как известно, само описание спектра масс наблюдаемых элементарных частиц включено в список Гинзбурга из 30 наиболее важных нерешенных проблем теоретической физики на сегодняшний день [4]. Существует множество подходов к её решению: групповые методы, основанные на SU(N)-симметрии (Гелл-Манн); динамический (Барут) [5; 6]; реляционный (Владимиров) [7]; геометрический (Болохов, Владимиров) [8] и многие другие [9; 10]. В результате этих и других работ были получены новые выражения, характеризующие массы лептонов и адронов. Из известных нам на сегодняшний день подходов нельзя с уверенностью утверждать, что один из методов гораздо лучше, чем другой. На наш взгляд, перспективным является подход Барута, позволяющий естественным образом распространить его идеи, использованные для описания спектра лептонов на адронный сектор, который является гораздо более богатым по числу наблюдаемых состояний [5].

Задачей данной работы является изложение и рассмотрение возможной связи чисел Фибоначчи со спектром масс частиц путем использования нестандартной и перспективной модели Барута, выступающей в качестве инструмента для анализа и поиска ограничений спектра масс частиц. Теория модели Барута сфокусирована на трёх частицах, связанных между собой на малых расстояниях в основном магнитными силами. В модели Барута [5] все элементарные частицы рассматриваются как возбужденные состояния (резонансы) связанных систем, состоящих из базовых фундаментальных стабильных частиц – протонов, электронов, нейтрино и их античастиц.

Гамильтониан взаимодействия в модели Барута записывается исходя из общих принципов (релятивистской инвариантности, калибровочной инвариантности и добавления Паулевских членов в уравнение Дирака).

В нерелятивистском пределе в случае проблемы двух тел он имеет вид

$$H = \frac{1}{2m_1}\left(\overrightarrow{P_1} - e_1\vec{A}(r_1)\right)^2 + \frac{1}{2m_2}\left(\overrightarrow{P_2} - e_2\vec{A}(r_2)\right)^2 + \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{e_1 e_2}{|r_1 - r_2|} + $$
$$+ s_{12}(\overrightarrow{r_1} - \overrightarrow{r_2})\,. \qquad (5)$$

В приближении центрального поля (в действительности это не так) для радиальной функции $R = X/r$ получим уравнение вида

$$\frac{\ddot{X}}{X} = E + \frac{a}{r} + \frac{b}{r^{\ 2}} + \frac{c}{r^{\ 3}} + \frac{d}{r^{\ 4}}\,. \qquad (6)$$

Параметры *a,b,c,d* автоматически фиксируются в модели. При $E < 0$ имеем обычные связанные состояния, масса которых меньше на величину энергии связи (дефекта масс). При $E > 0$ возможно образование квазисвязанных состояний в ямах с потенциальными барьерами и эти состояния интерпретируются как резонансы с полной массой больше суммы масс составляющих объектов.

Анализ уравнения (6) показал, что для таких квазисвязанных состояний с большими массами справедлива приближенная массовая формула

$$m = B_n \frac{4}{\alpha} n\sqrt{l(l+1)}m_e\,. \qquad (7)$$

Здесь $\alpha = \frac{e^2}{\hbar c}$, $n = 2, 3, 4, \dots$, $l = 1, 2, \dots, n-1$. Для простейшего случая $n = 2$, $l = 1$ параметр B_2 заключен в интервале

$$1 < \mathrm{B}_2 < 2{,}598 \qquad (8)$$

и по порядку величины близок к золотому сечению 1,618.

Литература

1. *Хайдар Р.Н., Прадхан Б.Г.* Золотое сечение и спектр масс элементарных частиц. LVI Всероссийская конференция по проблемам динамики, физики частиц, физики плазмы и оптоэлектроники. М.: РУДН, 2020. С. 59–63.
2. *Панчелюга В.А., Панчелюга М.С.* Принцип Маха и универсальный спектр периодов: комплементарные фрактальные распределения как следствие рациональных и иррациональных отношений между частями целостной системы // Метафизика. 2021. DOI: 10.22363/2224-7580-2021-2-39-56
3. *Varlamov V.V.* Mass quantization and Lorentz group // Mathematical Structures and Modeling. 2017. 2 (42). P. 11–28.
4. *Гинзбург В.Л.* Какие проблемы физики и астрофизики представляются сейчас особенно важными и интересными // УФН. 1999. Т. 169. С. 419–441.
5. *Barut A.O.* Surveys in High Energy Physics. 1980. Vol. 1 (2). P. 113–140.
6. *Barut A.O.* Lepton Mass Formula // Phys. Rev. Lett. 1979. P. 1251. Doi: 10.1103/PhysRevLett.42.1252.
7. *Владимиров Ю.С., Ромашка М.Ю.* Принцип Маха в теории Хойла–Нарликара и в унарном реляционном подходе. Часть I // Вестник РУДН. Серия «Математика. Информатика. Физика». 2011. № 1. С. 121–133.
8. *Болохов С.В.* К некоторым аспектам реляционного подхода в физике // Метафизика. 2014. № 2 (12). С. 29–48.
9. *Nambu Y.* An empirical mass spectrum of elementary particles // Prog. Theor. Phys. 7. 1952. P. 595–596.
10. *Koide Y.* New view of quark and lepton mass hierarchy // Physical Review. 1983. D28. P. 252–254.

DOES THE “GOLDEN RATIO” ARISE IN BARUT MODEL FOR THE PARTICLE MASS SPECTRUM?

N.V. Samsonenko, R. Haidar, M.A. Alibin

Peoples’ Friendship University of Russia (RUDN University)
6 Miklukho-Maklaya St, Moscow, 117198, Russian Federation

Abstract. The most well-known expressions for describing the mass spectrum of particles are studied and an attempt is made to describe the mass spectrum using the golden ratio using the Barut model. A mass formula was obtained, which does not exclude a possible connection with the golden ratio. Further development of this approach can not only confirm the effectiveness of the idea proposed by Barut, but also provide a physical interpretation of the relationship between Fibonacci numbers and the particle mass spectrum.

Keywords: Golden ratio, mass spectrum, Barut model, Varlamov formula, Fibonacci numbers