

**МОДИФИКАЦИЯ РАДИАЛЬНЫХ ФУНКЦИЙ МОДЕЛИ ОБЛОЧЕК ДЛЯ ГАЛО И СКИН СОСТОЯНИЙ ЯДРА <sup>13</sup>C**

**Н.В.Афанасьева<sup>1,2</sup>, Н.А.Буркова<sup>2,3</sup>, Д.Н.Шарафутдинова<sup>2,3</sup>**

<sup>1</sup>Институт ядерной физики МЭ РК, Алматы, Казахстан,  
<sup>2</sup>НИИ экспериментальной и теоретической физики, Алматы, Казахстан,  
<sup>3</sup>КазНУ им. аль-Фараби, Алматы, Казахстан

Представлены результаты расчетов модифицированных радиальных волновых функций в координатном представлении для состояний ядра <sup>13</sup>C только положительной четности с полным моментом J и четностью π: J<sup>π</sup> = 1/2<sup>+</sup>, 3/2<sup>+</sup> и 5/2<sup>+</sup>. Выбор этих состояний обусловлен тем, что они являются реальными кандидатами на проявление скин или гало структур по таким признакам как большие среднеквадратичные радиусы r<sub>rms</sub>, малые энергии связи валентных нуклонов

Для первого возбужденного состояния ядра <sup>13</sup>C положительной четности с J<sup>π</sup> = 1/2<sup>+</sup> и энергией возбуждения E<sub>exc</sub> = 3,089 МэВ использовалась осцилляторная функция R<sub>2d</sub>. Для описания двух других возбужденных состояний J<sup>π</sup> = 5/2<sup>+</sup> и 3/2<sup>+</sup> с энергиями возбуждения E<sub>exc</sub> = 3,854 и 7,67 МэВ, соответственно, использовались осцилляторные волновые функции R<sub>3d</sub>.  
 Определим, каким образом восстанавливаются соответствующие необходимые параметры для проведения процедуры модификации.

Способ №1 обоснован тем, что считается известным параметр k<sub>0</sub>: используем значение ρ<sub>0</sub> (2.3) и связь ρ<sub>0</sub> = k<sub>0</sub>r<sub>m</sub>, находим радиус сшивания r<sub>m</sub>. Значение осцилляторного параметра находится из соотношения r<sub>0</sub> = 1/k<sub>0</sub>.

Способ №2 определения осцилляторного параметра основан на использовании известного соотношения для трёхмерного гармонического осциллятора  $\overline{r^2} = r_0^2 \cdot (n + 3/2)$ . Зная значение среднеквадратичного радиуса r<sub>rms</sub>, находим r<sub>0</sub>. Используем соотношение ρ<sub>0</sub> = r<sub>m</sub>/r<sub>0</sub>, находим радиус сшивания r<sub>m</sub>.

Ранее были получены численные значения: ρ<sub>0</sub> = 2,474556 для случая R<sub>2s</sub> сшиваемых функций и ρ<sub>0</sub> = 2,513260 для – R<sub>3d</sub>.

В таблице 1 приводятся все необходимые данные по энергиям возбуждения E<sub>exc</sub>, среднеквадратичным радиусам r<sub>rms</sub>, радиусам сшивания r<sub>m</sub> и осцилляторным параметрам r<sub>0</sub>. В последнем столбце обозначен способ восстановления осцилляторного параметра.

Таблица 1 – Параметры возбужденных состояний J<sup>π</sup> = 1/2<sup>+</sup>, 5/2<sup>+</sup>, 3/2<sup>+</sup> ядра <sup>13</sup>C

J <sup>π</sup>	E <sub>exc</sub> , МэВ	r <sub>rms</sub> , фм	r <sub>m</sub> , фм	r <sub>0</sub> , фм	№2
1/2 <sup>+</sup>	3,089	5,04 ± 0,75	6,669	2,695	2
			8,604	3,477	1
5/2 <sup>+</sup>	3,874	3,68 ± 0,4	4,946	1,968	2
			11,393	4,533	1
3/2 <sup>+</sup>	7,67	-	7,218	2,872	1

Для удобства применения полученных модифицированных функций возбужденных состояний ядра <sup>13</sup>C с J<sup>π</sup> = 1/2<sup>+</sup>, 3/2<sup>+</sup> и 5/2<sup>+</sup> в дальнейших расчетах была проведена параметризация данных функций гауссоидами с использованием стандартной программы APR-GA. В итоге, параметризованная нормированная функция R<sub>2s</sub><sup>mod</sup>(r) для состояния J<sup>π</sup> = 1/2<sup>+</sup> имеет вид:

$$\tilde{R}_{2s}^{mod}(r) = \sum_{n=1}^{15} B_n \cdot e^{-r/r^2} \quad (1)$$

Параметризация радиальных нормированных функций R<sub>3d</sub><sup>mod</sup>(r) состояний J<sup>π</sup> = 5/2<sup>+</sup> и 3/2<sup>+</sup> имеет вид:

$$\tilde{R}_{3d}^{mod}(r) = r^2 \sum_{l=1}^{15} D_l \cdot e^{-r/r^2} \quad (2)$$

Таблица 2 – Характеристики модифицированных волновых функций R<sub>2s</sub><sup>mod</sup>(r)

J <sup>π</sup> , R <sub>2s</sub> <sup>mod</sup> (r)	r <sub>m</sub> , фм	C <sub>2s</sub>	N	P <sub>om</sub> , %
1/2 <sup>+</sup> , R <sub>2s</sub> <sup>mod</sup> (r)	6,669	0,278476	0,940277	24,9
	8,604	0,181369	0,967572	20,1
5/2 <sup>+</sup> , R <sub>3d</sub> <sup>mod</sup> (r)	4,946	3,759468	0,979647	15,7
	11,393	0,584071	0,958564	10,5
3/2 <sup>+</sup> , R <sub>3d</sub> <sup>mod</sup> (r)	7,218	0,584214	0,986567	10,8

В таблице 2 суммированы основные характеристики всех рассчитанных модифицированных функций R<sub>2s</sub><sup>mod</sup>(r). Принимая во внимание значения P<sub>om</sub>(%), можно однозначно сделать вывод, что 1/2<sup>+</sup> состояние имеет гало-структуру.

Состояния 5/2<sup>+</sup> и 3/2<sup>+</sup>, скорее всего, относятся к скин-состояниям. Тем не менее, все полученные результаты могут служить некоторой отправной точкой для более сложных модельных расчетов.

В силу соотношения неопределенностей Гейзенберга “координата-импульс” все модификации волновых функций на больших расстояниях должны, в первую очередь отражаться в импульсных распределениях при малых значениях q.

Действительно, в области малых переданных импульсов q → 0 импульсные распределения для всех полученных функций кардинально отличаются. Таким образом, наши предположения, что именно эта характеристика чувствительна к модификациям асимптотике полностью подтверждается. Безузловые R<sub>2d</sub> функции точно равны нулю при q = 0. Такие импульсные распределения сравниваются по такой известной характеристике как ширина на полувысоте – Γ. Именно по значениям Γ можно судить о широкости или узкости импульсных распределений, а следовательно, и делать выводы о протяженности асимптотики в координатном представлении, которая ассоциируется с гало или скин структурой.

Разные версии модификаций №1 и 2, а также чисто осцилляторные функции заметно дистанцируются в импульсном представлении. Для решения вопроса выбора достоянных функций необходимо в последующем сравнить полученные результаты с имеющимися экспериментальными данными по другим и другим формфакторам, данным по рассеянию протонов и α частиц, по которым накоплен большой экспериментальный материал.

Работа выполнена в рамках проекта 3094/ГФЭ грантового финансирования МОН РК.