

**Д. А. МОТУЗКО, А. И. СЕРЫЙ**

Беларусь, Брест, УО «БрГУ имени А. С. Пушкина»

### **О КОРРЕКТНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВОЛНОВЫХ ФУНКЦИЙ ЭКСПОНЕНЦИАЛЬНОГО ТИПА ПРИ ВЫЧИСЛЕНИИ ОСНОВНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ДЕЙТРОНА**

При описании основного состояния дейтрона используются волновые функции (далее – ВФ) различных типов, среди которых можно выделить ВФ экспоненциального типа [1, с. 34, 36]:

$$\Psi_s(r) = A \frac{\exp(-\alpha r)}{r}, \quad (1)$$

$$\Psi_D(r) = B \frac{\exp(-\beta r)}{r} \left( 1 + \frac{3}{\beta r} + \frac{3}{(\beta r)^2} \right), \quad (2)$$

где  $r$  – расстояние между протоном и нейтроном,  $A$ ,  $B$ ,  $\alpha$ ,  $\beta$  – коэффициенты, зависящие от нормировки. В простейших моделях дейтрона (в том числе без учета примеси  $d$ -волны) в правой части (1) стоит одно слагаемое [2, с. 86, 393], в [3, р. 773] используется суперпозиция четырех слагаемых типа (1) и пяти слагаемых типа (2), в случае более точных потенциалов количество слагаемых в обоих случаях может достигать до 13 [4, с. 207].

Несмотря на то что при  $r \rightarrow 0$  получается, что  $\Psi_s(r) \rightarrow \infty$ ,  $\Psi_D(r) \rightarrow \infty$  (что не согласуется с требованиями, предъявляемыми к ВФ), ВФ (1) успешно применяется при вычислении ядерного фотоэффекта на дейтроне [2, с. 398], поскольку результаты хорошо согласуются с экспериментом, а расходимостей при расчетах не возникает в силу того, что при интегрировании в сферических координатах используется объем

$$dV = 4\pi r^2 dr. \quad (3)$$

При этом использования только ВФ, содержащей слагаемые типа (1), недостаточно для вычисления вклада  $s$ -волны, радиуса дейтрона [5, р. 224] и электрического квадрупольного момента дейтрона (далее – ЭКМД) [1, с. 38; 5, р. 224], поскольку, несмотря на отсутствие расходимостей в интегралах, при вычислении указанных величин требуется также учет ВФ типа (2), отвечающих за описание  $d$ -волны. В формулах для вычисления собственного магнитного момента дейтрона ВФ типа (1) вовсе отсутствуют [1, с. 37].

Использование ВФ типа (2) не приводит к расходимостям при вычислении вклада в ЭКМД, содержащего слагаемые типа [1, с. 38]

$$Q \sim \int_0^{+\infty} r^4 \Psi_s(r) \Psi_D(r) dr, \quad (4)$$

и приводит к расходимостям на нижнем пределе при вычислении вклада в ЭКМД, содержащего слагаемые типа [1, с. 38]

$$Q \sim \int_0^{+\infty} r^4 \Psi_D^2(r) dr. \quad (5)$$

Расходимости есть и при учете вклада ВФ типа (2) в сечение ядерного фотоэффекта на дейтроне, а также при вычислении вклада  $d$ -волны:

$$p_D = \int_0^{+\infty} r^2 \Psi_D^2(r) dr. \quad (6)$$

Для устранения расходимостей можно поступить одним из следующих способов: а) сделать нижний предел в интеграле (6) и в других расходящихся интегралах конечным и равным радиусу действия тензорных сил  $r_T$  [1, с. 39]; б) использовать в пределах от 0 до  $r_T$  другие выражения для ВФ вместо (1) и (2) [1, с. 36], что приводит к затруднениям при определении нормировочных коэффициентов, если число слагаемых в (1) и (2) велико; в) использовать другие ВФ (например, типа Гаусса) вместо (1) и (2) при любых  $r$ , которые не расходятся при  $r \rightarrow 0$  [5, с. 223].

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ситенко, А. Г. Лекции по теории ядра / А. Г. Ситенко, В. К. Тартаковский. – М. : Атомиздат, 1972. – 351 с.
2. Маляров, В. В. Основы теории атомного ядра / В. В. Маляров. – М. : Физматгиз, 1959. – 471 с.
3. McGee, Ian J. Convenient Analytic Form for the Deuteron Wave Function / Ian J. McGee // Phys. Rev. – 1966. – Vol. 151, № 3. – P. 772–774.
4. Дубовиченко, С. Б. Свойства легких атомных ядер в потенциальной кластерной модели / С. Б. Дубовиченко. – 2-е изд., испр. и доп. – Алматы : Данекер, 2004. – 247 с.
5. Zhaba, V. I. Parameterization of the deuteron wave functions and form factors / V. I. Zhaba // World Scientific News. – 2017. – № 87. – P. 222–232.

**В. А. ПЛЕТЮХОВ**

Беларусь, Брест, УО «БрГУ имени А. С. Пушкина»

#### **К МЕТОДИКЕ ИЗЛОЖЕНИЯ ТЕМЫ «ПРОСТРАНСТВО И ВРЕМЯ В СПЕЦИАЛЬНОЙ ТЕОРИИ ОТНОСИТЕЛЬНОСТИ»**

В работе [1] дается критический анализ методики изложения раздела «Основы специальной теории относительности» в 11 классе средней школы [2]. Подробно рассматривается тема «Преобразования Лоренца. Релятивистский закон сложения скоростей». В настоящей работе мы покажем, как подход, предложенный в [1], можно распространить на тему «Пространство и время в специальной теории относительности» [2, § 23].