

6. Бурый Е.В., Семеренко Д.А. Применение жидких кристаллов для реализации управляемого фазового транспаранта // Вестник МГОУ. Физика-математика, 2011. – № 2. – С. 74 – 78.
7. Роджерс Д. Алгоритмические основы машинной графики. – М.: Мир, 1989. – 512с.

**CONTOUR RECONSTRUCTION OF LOCATION OBJECT USING PARAMETERS OF CORRELATION FUNCTION OF 4<sup>th</sup> ORDER SCATTERED FIELD OF LASER IRRADIATION REGISTERED WITH MATRIX PHOTO DETECTOR**

**P. Arakcheev, E. Buryi, A. Maryanina, D. Semerenko**

*Bauman Moscow State Technical University  
5, 2<sup>nd</sup> Baumanskaya st., Moscow, 105005, Russia*

*Abstract.* The method of contour reconstruction of location object was proposed and investigated with usage of a physical model. This method is based on estimation angular dimension of an object with using parameters of correlation function 4<sup>th</sup> ordered of field irradiation. Assessment of every angular dimension can be getting from position of first local minimum of the correlation function. Counts for correlation function are formed as a result of calculation of one-dimensional convolution of counts field intensity which measured with array of photo detector. The results of an experimental investigation proving opportunity of reconstruction of object contour were shown at nonequidistant spatial placement photo sensitive elements.

*Key words:* correlation function, optical location, counter reconstruction of an object.

УДК 539.183.2; 539.183.4; 004.891.2

**ФИЗИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ПРОСТЫХ ВЕЩЕСТВ И ИХ ИЗОТОПОВ И МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ИДЕНТИФИКАЦИИ ИХ СВОЙСТВ**

**А.Н. Гусев**

*Московский государственный областной университет  
105005, Москва, ул. Радио, 10а*

*Аннотация.* Физическая система простых стабильных веществ и их изотопов построена на основе известных количественных значений физических параметров: атомный номер, атомная масса, число нейтронов в ядре, ядерная схема распада, период полураспада, спин, четность, энергия вылета нейтрона в схеме распада. Математическая модель физической системы позволяет каждый физический параметр выразить как функцию в виде аналитического выражения от остальных параметров и рассчитать его значения, если оно ещё неизвестно. Приведены результаты модельных расчетов неизвестных значений периода полураспада для изотопов кислорода, аргона и ванадия, а также энергии выделения нейтрона в схемах распада изотопов водорода, гелия, лития и бора.

*Ключевые слова:* система стабильных веществ и изотопов, атомный номер, атомная масса, нейтроны, схема распада изотопов, энергия вылета электрона, спин, чет-

ность, период полураспада, математическая модель идентификации неизвестных значений параметров изотопов, результаты расчета периода полураспада и энергии выделения нейтрона.

Периодическая система химических элементов, открытая Д.И. Менделеевым, основана на валентных свойствах химических элементов, которые периодически повторяются с увеличением атомных номеров элементов. Возникновение таблицы можно проиллюстрировать преобразованием исходного одномерного массива элементов в трехмерную таблицу (рис. 1).

Каждый элемент таблицы оказывается в ячейке, характеризуемой тремя координатами двумерной таблицы: номером группы (столбца), характеризующим степень валентных свойств, номером периода (строки), а также третьей координатой, определяющей положение лантаноидов и актиноидов – веществ, с идентичными химическими свойствами для лантана и актиния соответственно.

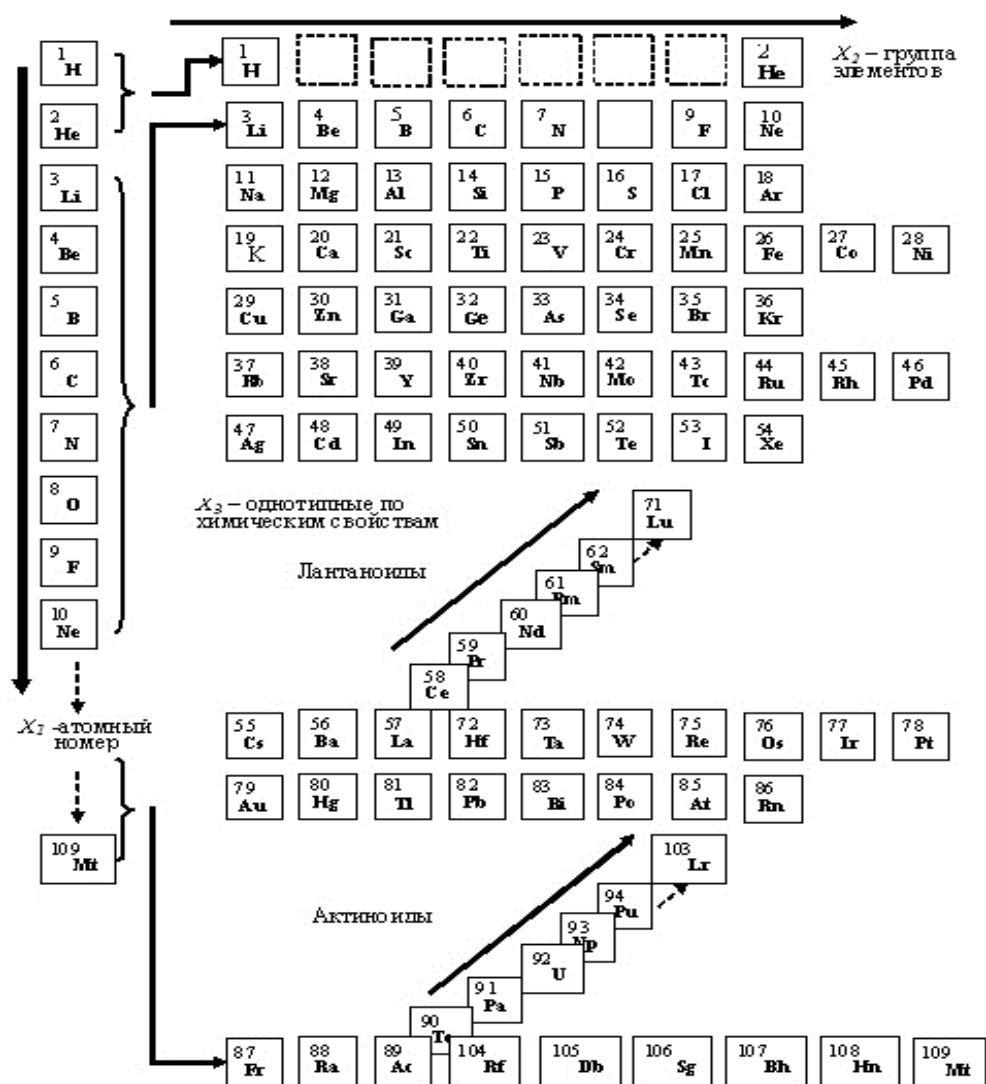


Рис. 1. Преобразование структуры периодической системы химических элементов из линейной в трехмерную

Как известно из истории науки открытие периодического закона предопределило бурное развитие химии и физики. Были уточнены характеристики известных веществ, открыты новые простые химические элементы, разработаны новые методы исследования, позволившие выявить новые типы химических реакций, открыть явление радиоактивности и новые типы ядерных реакций, обнаружить существование изотопов химических элементов. Решающее значение при этом имело создание модели атома как совокупности положительно заряженного ядра и структурированного электронного облака, состоящего набора оболочек с определенным количеством электронов на каждой из них.

Вместе с тем периодический закон так и не нашел своего полного математического выражения. До сих пор употребляется авторская словесная формулировка закона: «свойства простых тел, а также формы и свойства соединений элементов, а потому и свойства образуемых ими простых и сложных тел, стоят в периодической зависимости от их атомного веса» [1]. Остро стоит проблема открытия новых химических элементов, связанная с проблемой конечности или бесконечности числа простых химических элементов, входящих в таблицу периодической системы химических элементов. Наконец постоянно делаются попытки создать новые модели взаимодействия ядра с электронным облаком за счет предложения других структур облака, которые чаще всего выливаются в модификации известной интерпретации, которые не дают новых результатов [2].

Исследования свойств элементов подтвердили периодичность и их физических свойств, например, энергии ионизации атомов (удаления валентных электронов из атомов в ходе химических реакций) от атомного номера, орбитальных радиусов атомов от порядкового номера элемента, изменение окислительных потенциалов простых веществ в зависимости от порядкового номера элемента и т.д. [3].

Существование изотопов каждого элемента в таблице периодической системы не раскрывается, т.к. считается, что все изотопы элемента обладают теми же химическими свойствами, поэтому они скрыты в одной ячейке с основным элементом, хотя известно, что изотопы сильно различаются по своим физическим свойствам.

На современном этапе исследования простых веществ и изотопов позволили определить большое количество физических параметров, количественные значения которых достоверно измерены в физических экспериментах. В данной статье предлагается новая физическая система, в основу которой заложен набор физических параметров, которые для каждого элемента системы достоверно измерены. Такая система вообще не требует никаких умозрительных моделей, хотя изменяемое число нейтронов в ядре изотопов одного элемента наводит на варианты структурирования ядра по аналогии со структурированием электронной оболочки.

На сайте Национальной лаборатории им. Лоуренса (Беркли, США) [4] приведены сведения по следующим параметрам стабильных веществ и их изотопов:

- A - атомный номер;
- M - атомная масса;
- N - число нейтронов в ядре;
- $T_{1/2}$  - период полураспада;
- D (Decay) - тип схемы распада;
- S - спин ядра, используемый для описания углового момента ядра;

-  $Par$  - четность ядра, который имеет отрицательное (-1) значение, если его волновая функция изменяет знак, когда все пространство координат меняется, или положительное значение (+1), если его волновая функция не изменяет знак;

-  $Q$  - значение энергии распада;

-  $S_n$  – значение энергии выделения (поглощения) нейтрона в схемах распада изотопов;

-  $S_p$  – значение энергии выделения (поглощения) протона в схемах распада изотопов.

На сайте экспериментального проекта [5] приводятся сведения по большему количеству изотопов, некоторые из которых отсутствуют на сайте Национальной лаборатории им. Лоуренса, т.к. там некоторые изотопы считают курьезами, и не рассматривают как объект изучения.

Как оказалось, полных данных по всем 10 параметрам для ряда изотопов нет, поэтому в физическую систему были включены изотопы, для которых известны экспериментальные значения восьми параметров:  $A$ ,  $M$ ,  $N$ ,  $T_{1/2}$ ,  $D$ ,  $S$ ,  $Par$ ,  $S_n$ . Значения перечисленных физических параметров для изотопов водорода и гелия, взятых с [4], приведены в табл. 1.

Таблица 1.

Экспериментальные данные параметров изотопов водорода и гелия

$A$	$M$	$T_{1/2}$	$N$	$D$	$S$	$Par$	$S_n$ (keV)
1	1	стаб	0		0,5	+	
1	2	стаб	1		1	+	2224,57
1	3	12,32 года	2	$\beta^-$	0,5	+	6257,25
2	3	стаб	1		0,5	+	5493,49
2	4	стаб	2		0	+	20577,62
2	5	0,60 MeV	3	n	1,5	-	2,183E4
2	6	806,7 ms	4	$\beta^-$	0	+	1863
2	7	150 keV	5	n	1,5	-	2,30E4
2	8	119,1 ms	6	$\beta^-$	0	+	2584
2	10	0,17 MeV	8	n	0	+	8

В данной таблице в первой строке для стабильного водорода отсутствует значение  $S_n$ , поэтому она была исключена из физической системы.

Подобно тому, как были присвоены количественные значения для спина  $S$  и четности  $Par$ , были присвоены количественные значения и для схем распада. Стабильному состоянию было присвоено значение  $-1$ ,  $\alpha$  – распаду – значение  $3$ ,  $\epsilon$  – распад с поглощением электронов – значение  $5$ ,  $\beta^-$  – распад с выделением электронов – значение  $7$ ,  $n$  – распад с выделением нейтронов – значение  $11$ . Вторым дополнением является принятие для стабильного состояния, количественной оценки, равной  $3,1536E+15$  сек. Таким образом, для всех изотопов и стабильных элементов, включенных в физическую систему, мы имеем полный набор параметров со своими количественными значениями.

С учетом принятых дополнений часть системы для водорода, гелия и лития приведена в табл. 2.

Таблица 2.

Начальный фрагмент таблицы физической системы с полностью определенными значениями параметров

№	<i>A</i>	<i>M</i>	$T_{1/2}$ , сек	<i>N</i>	<i>D</i>	<i>S</i>	<i>Par</i>	$S_n$ , keV	<i>T(j)</i>
1	1	2	3,1536E+15	1	1	1	1	2224,57	85140725,83
2	1	3	388523520	2	7	0,5	1	6257,25	85141249,56
3	2	3	3,1536E+15	1	1	0,5	1	5493,49	85140778,24
4	2	4	3,1536E+15	2	1	0	1	20577,62	85140852,44
5	2	5	600000	3	11	1,5	-1	2,183E4	85141650,71
6	2	6	0,8067	4	7	0	1	1863	85141191,61
7	2	7	150000	5	11	1,5	-1	23000	85141724,25
8	2	8	0,1191	6	7	0	1	2584	85141288,47
9	2	10	170000	8	11	0	1	8	85141183,32
10	3	5	1500000	2	3	1,5	-1	21710	85141032,02
11	3	6	3,1536E+15	3	1	1	1	5664	85140970,45
12	3	7	3,1536E+15	4	1	1,5	-1	7249,96	85140850,14
13	3	8	0,8398	5	7	2	-1	2032,80	85141323,04
14	3	9	0,1783	6	7	1,5	-1	4063,6	85141343,96
15	3	11	0,00859	8	7	1,5	-1	326	85141199,04

Построенная физическая система имеет восемь измерений и для создания её математической модели применим информационную технологию построения математических моделей по экспериментальным данным [6].

Для синтеза математического описания объекта необходимо определение на этапе анализа двух групп инвариантов: группы коэффициентов  $I_1 - k_1, k_2, b_1, b_2$ , а также группы значений нормы преобразованного пространства для имеющихся статистических экспериментальных данных  $I_2 - T(j)$ .

Первая группа инвариантов получается с помощью базового преобразования каждой переменной табл. 2, составляющего основу информационной технологии [6], в которой каждая переменная разложена на две линейные составляющие:

$$x_i = (k_1 \cdot x_i + b_1) + (-k_2 \cdot x_i - b_2), \quad (1)$$

где  $k_1 = \frac{b}{b-a}, b_1 = -\frac{a \cdot b}{b-a}, k_2 = \frac{a}{b-a}, b_2 = -\frac{a \cdot b}{b-a}, b = \max b_i, a = \min a_i$ .

В итоге все множество линейных составляющих экспериментальных значений, приведенных в табл. 2, оказывается внутри ограниченного параллелепипеда с размерами по каждой стороне  $(b-a)$ , и пространство объекта становится компактным.

Наши дальнейшие преобразования осуществляются с использованием нормы в виде мультипликативно-аддитивной функции  $T(j)$ , значения которой вычисляются с использованием экспериментальных статистических данных для каждого  $j$ -го измерения, т.е. в пространстве размерности  $n+1$ :

$$T(j) = ((k_1 \cdot f(x_1, x_2, \dots, x_n)_j + b_1) + (-k_2 \cdot f(x_1, x_2, \dots, x_n)_j - b_2)) \cdot \left[ \prod_{i=1, n} ((k_1 \cdot x_{ij} + b_1) + (-k_2 \cdot x_{ij} - b_2)) \right]. \quad (2)$$



Рис. 2. Структура процесса установления математического описания

Значения для соответствующих строк табл. 2 приведены в ней в крайнем правом столбце. Равенство всех  $T(j)$  до 4 –го значащего разряда определяется фундаментальными свойствами базового преобразования [6]. Уравнение (2) можно ассоциировать с гиперсферой, радиус которой остается практически постоянным для всех точек. Таким образом, многомерный кусок поверхности, образованной экспериментальными данными из табл. 2 оказался спроецированным на замкнутую гиперсферу, которую можно считать образом пространства исследуемого объекта – физической системы стабильных веществ и их изотопов.

Выражение (2) позволяет аналитически выразить любую переменную исходного пространства через остальные переменные этого пространства и значения функции  $T(j)$ . Получим аналитическое выражение функции  $\{x_{1j}, x_{2j}, x_{3j}, x_{4j}, x_{5j}, x_{6j}, x_{7j}, S_n = f(x_{1j}, x_{2j}, x_{3j}, x_{4j}, x_{5j}, x_{6j}, x_{7j})_j\}$ , где  $x_{1j}=A, x_{2j}=M, x_{3j}=T_{1/2}, x_{4j}=N, x_{5j}=D, x_{6j}=S, x_{7j}=Par, j=1, 2, \dots, N$  – номер эксперимента,  $x_{1j}, x_{2j}, x_{3j}, x_{4j}, x_{5j}, x_{6j}, x_{7j}, S_n = f(x_{1j}, x_{2j}, x_{3j}, x_{4j}, x_{5j}, x_{6j}, x_{7j})_j$  – экспериментальные значения переменных исходного восьмимерного экспериментального пространства (для  $j$  – го эксперимента) (табл. 2).

Значения  $S_n = f(x_{1j}, x_{2j}, x_{3j}, x_{4j}, x_{5j}, x_{6j}, x_{7j})_j$  в  $j$  - м узле рассчитываются по формуле:

$$S_n = f(x_{1j}, x_{2j}, x_{3j}, x_{4j}, x_{5j}, x_{6j}, x_{7j})_j = \left( \frac{T(j)}{\prod_{i=1,7} ((k_1 \cdot x_{ij} + b_1) + (-k_2 \cdot x_{ij} - b_2))} + (b_2 - b_1) \right) \cdot \frac{1}{k_1 - k_2}. \quad (3)$$

Для произвольных значений  $x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6, x_7$  можно применить следующую формулу, имеющую структуру симплекса, натянутого на экспериментальные точки табл. 2:

$$S_n = f(x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6, x_7) = \left( \frac{\sum_{j=1, N} \frac{1/\delta(j)}{\Delta} T(j)}{\prod_{i=1, 7} ((k_1 \cdot x_i + b_1) + (-k_2 \cdot x_i - b_2))} + (b_2 - b_1) \right) \times \frac{1}{k_1 - k_2}, \quad (4)$$

где

$$\delta(j) = \prod_{i=1, 7} ((k_1 \cdot x_{ij} + b_1) + (-k_2 \cdot x_{ij} - b_2)) - \prod_{i=1, 7} ((k_1 \cdot x_i + b_1) + (-k_2 \cdot x_i - b_2)), \quad (5)$$

$$\Delta = \sum_{j=1, N} 1/\delta(j). \quad (6)$$

Полученные аналитические соотношения (3-6) позволяют рассчитать значения  $S_n = f(x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6, x_7)$ , если известны значения переменных  $x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6, x_7$ . В частности в систему не были включены данные для изотопов, приведенных в табл. 3, по которым неизвестны значения  $S_n$ .

Таблица 3.

Исходные данные и результаты расчета  $S_n$

$S_n = f(x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6, x_7)$	$x_1$	$x_2$	$x_3$	$x_4$	$x_5$	$x_6$	$x_7$
$S_n$ - расчет	Ат №	Ат мас- са	$T_{1/2}$	Кол нейт р	Схе- ма расп	Спин	Чет- ность
0.318950687671142E+05	1	1	0.31536E+16	0	1	0,5	1
0.137523502919945E+04	1	4	4600000	3	11	2	-1
0.126276763449837E+05	2	9	300000	7	11	0.5	-1
0.656534877984486E+04	3	4	6030000	1	3	2	-1
0.109375485523146E+05	5	7	1400000	2	3	1.5	-1
0.585373552703492E+04	24	66	0.01	42	7	0	1
0.678912736506548E+04	24	67	0.05	43	7	0.5	-1
0.102751034968815E+05	25	69	0.014	44	7	2.5	-1

Для удобства приведем расчетные результаты в табл. 4 с окружением параметров других изотопов.

Таблица 4.

Данные для изотопов водорода, гелия, лития и бора

Ат номер	Ат. Масса	Число нейтронов	$S_n$ (keV) [Беркли]	Расчет $S_n$
1	2	1	2224,57	
1	3	2	6257,25	
1	4	3	-	1,3752350E+03
2	3	1	5493,49	
2	4	2	20577,62	
2	5	3	2,183E4	
2	6	4	1863	
2	7	5	2,30E4	
2	8	6	2584	
2	9	7	-	1,26E+04
2	10	8	8	
3	4	1	-	6,57E+03
3	5	2	2,171E4	
3	6	3	5664	
3	7	4	7249,96	
3	8	5	2032,80	
3	9	6	4063,6	
3	11	8	326	
5	7	2		1,09E+04
5	8	3	13018	
5	9	4	18576,6	
5	10	5	8436,3	
5	11	6	11454,1	
5	12	7	3370,4	
5	13	8	4878,0	
5	14	9	970	

Данные табл. 4 представлены на рис. 3.

Из рис. 3 хорошо видно, как на экспериментальные очевидные периодические изменения параметра  $S_n$  органично накладываются и расчетные точки, полученные с помощью математической модели. Количественно оценить точность работы модели в данном случае не представляется возможным.

Кстати, если в модель ввести значения переменных, совпадающие с экспериментальными значениями из табл. 2, то модель по формуле (3) даст расчетное значение  $S_n$ , с высокой точностью совпадающее с экспериментальным значением  $S_n$  из табл. 2 для соответствующих значений переменных, поэтому все точки зависимостей рис. 3 можно считать и расчетными.

Также был проведен расчет параметра  $T_{1/2}$  для изотопов, у которых этот параметр определен диапазоном. Аналогично по формулам (3-6) была построена функция  $T_{1/2} = f(x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6, x_7)$ , где  $x_{1j} = A$ ,  $x_{2j} = M$ ,  $x_{3j} = N$ ,  $x_{4j} = D$ ,  $x_{5j} = S$ ,  $x_{6j} = Par$ ,  $x_{7j} = S_n$ ,  $j = 1, 2, \dots, N$  – номер эксперимента.

Расчетные данные  $T_{1/2}$  приведены в табл. 5.



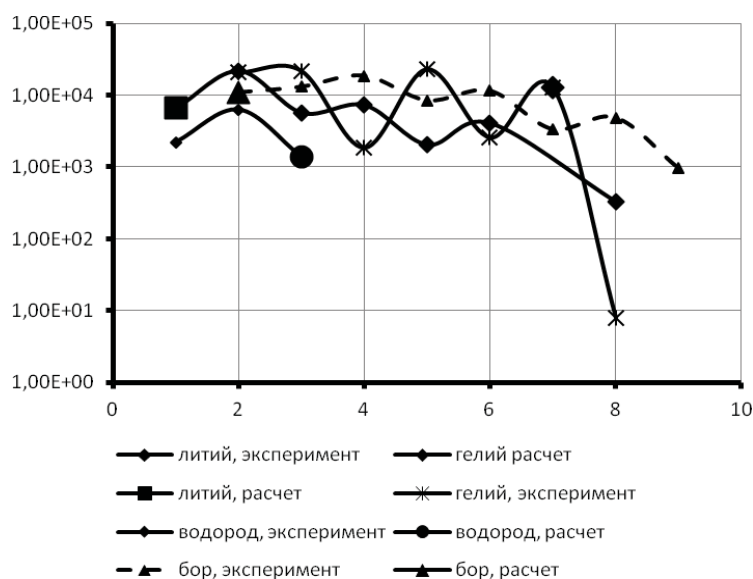


Рис.3. Экспериментальные зависимости и расчетные точки параметра  $S_n$  для водорода, гелия, лития и бора

Таблица 5.

Исходные данные и результаты расчета  $T_{1/2}$

$T_{1/2} = f(x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6, x_7)$	$x_1$	$x_2$	$x_3$	$x_4$	$x_5$	$x_6$	$x_7$
$T_{1/2}$ – расчет, сек	Ат №	Ат мас- са	Кол нейтр	Схе- ма расп	Спин	Чет- ность	$S_n$
35,96642 (известно > 800 ms)	23	43	20	5	3.5	-1	17900
0.994486E-05 (известно < 40ns)	8	26	18	11	0.0	1	1.0
0.89946E-06 (известно $\geq$ 170 ns)	18	50	32.0	7.0	0.0	1	4600
0.19297E-07 (известно < 120 ns)	22	38	16	3	0.0	1	1000

Полученные расчетные данные за исключением второй строки попали в экспериментально известные диапазоны, хотя они существенно отличаются от границ диапазонов.

Построенная на экспериментальных данных система стабильных элементов и их изотопов и математическая модель этой системы позволяют количественно оценивать недостающие для ряда изотопов экспериментальные данные своих физических параметров, что показано на примерах расчетов параметров  $S_n$  и периода полураспада  $T_{1/2}$ .

ЛИТЕРАТУРА

1. Менделеев Д. И. Периодический закон. Основные статьи. — М.: Изд-во АН СССР, 1958, с. 111.
2. Беляев М.И. Моя творческая лаборатория. Об эволюции химических элементов. [Электронный ресурс]. - URL: <http://www.milogiya2007.ru> (дата обращения: 06.04.2012).
3. Корольков Д. В. Основы неорганической химии. — М.: Просвещение, 1982. — 271 с.
4. Сайт Национальной лаборатории им. Лоуренса (г. Беркли США). The Berkeley Laboratory Isotopes Project's. [Электронный ресурс]. - URL: <http://ie.lbl.gov/education/isotopes.htm> (дата обращения: 06.04.2012).
5. Портал естественных наук. Химические элементы, изотопы, соединения. Химические элементы. [Электронный ресурс]. - URL: <http://elm.e-science.ru/table.html> (дата обращения: 06.04.2012).
6. Гусев А.Н. Информационная технология сопровождения многомерных объектов: идентификация, прогнозирование, оптимизация, управление, обеспечение качества. Монография. Изд. 2-е перераб. и дополн. - М.: МГОУ, 2011, 274 с.

**PHYSICAL SYSTEM OF SIMPLE SUBSTANCES  
AND THEIR ISOTOPES AND MATHEMATICAL MODEL  
OF PROPERTIES IDENTIFICATION**

**A. Gusev**

*Moscow state regional university  
10a, Radio st., Moscow, 105005, Russia*

*Abstract:* Physical system of simple substances and their isotopes is formed on the basis of known quantitative values of physical parameters: the atomic number, atomic mass, the number of neutrons in the nucleus, nuclear pattern of decomposition, half-life period, spin, parity, neutron energy in allocation. A mathematical model of a physical system allows to express each physical parameter as a function in the form of an analytical expression of the remaining parameters and to calculate their values, even if it is unknown. They are given the results of model calculations of unknown values for half-life isotopes of oxygen, argon and vanadium, and neutron energy in allocation of isotopes of hydrogen, helium, lithium and boron.

*Keywords:* stable system of isotopes and substances, atomic number, atomic mass, neutrons, scheme of isotopes decomposition, energy of electron allocation, spin, parity, half-life period, mathematical model of unknown parameter values identification, results of half-life period calculation and neutron energy in allocation.