

Наука — образование

Современную периодическую систему элементов — в школьное образование

Р. С. Сайфуллин, А.Р. Сайфуллин

РЕНАТ САЛЯХОВИЧ САЙФУЛЛИН — доктор технических наук, академик АН Татарстана, профессор кафедры технологии неорганических веществ и материалов Казанского государственного технологического университета (КГТУ). Область научных интересов: прикладная неорганическая химия и электрохимия, в особенности, композиционные электрохимические покрытия и материалы; химическое образование и создание разноязычных энциклопедических лексиконов по химии и физике.

АДЕЛЬ РЕНАТОВИЧ САЙФУЛЛИН — кандидат химических наук. Специалист в области неорганической химии и электрохимии. Работает в сфере информационных технологий и маркетинга.

420015 Татарстан, Казань, ул. К. Маркса, 68, КГТУ, тел. (8432)73-05-92, E-mail rsaif@kstu.ru

В 1869 году Д.И. Менделеев открыл периодический закон, выражением которого является периодическая система элементов. В 1870 году Менделеев назвал эту систему естественной, а в 1871 году — периодической. Первую таблицу элементов (далекий прообраз современной таблицы) Менделеев представил под названием

«Опыт системы элементов, основанный на их атомном весе и химическом сходстве» (рис. 1). В 1871 году им была дана следующая формулировка периодического закона: «Свойства элементов, а потому и свойства образуемых ими простых и сложных тел, стоят в периодической зависимости от их атомного веса».

Опыт системы элементов, основанной на их атомном весе и химическом сходстве (Д. И. Менделеев, 1869 г.)

				Ti = 50		
				V = 51		
				Cr = 52		
				Mn = 55		
				Fe = 56	Zr = 90	? = 180
				Ni = Co = 59	Nb = 94	Ta = 182
				Cu = 63,4	Mo = 96	W = 186
		Mg = 24		Zn = 65,2	Rh = 104,4	Pt = 197,4
		Al = 27,4		? = 68	Ru = 104,4	Ir = 198
		Si = 28		? = 70	Pt = 106,6	Os = 199
		P = 31		As = 75	Ag = 108	Hg = 200
		S = 32		Se = 79,4	Cd = 112	
H = 1	Be = 9,4	Cl = 35,5		Br = 80	Ur = 116	Au = 197?
	B = 11	K = 39		Rb = 85,4	Sn = 118	
	C = 12	Ca = 40		Sr = 87,6	Sb = 122	Bi = 210?
	N = 14	? = 45		Ce = 92	Te = 128?	
	O = 16	?Er = 56		La = 94	J = 127	
	F = 19	?Yt = 60		Di = 95	Cs = 133	Tl = 204
Li = 7	Na = 23	?In = 75,6		Th = 118?	Ba = 137	Pb = 207

Рис. 1

Таблица состояла из шести вертикальных групп, предшественниц будущих периодов. По горизонтали прослеживались еще неполные ряды элементов, прообразов будущих подгрупп (сегодня групп) элементов. Она содержала 67 элементов, в том числе три предсказанных, впоследствии открытых и названных как «укрепители периодического закона».

Естественно, первая таблица была несовершенной, и в последующие годы Менделеев многократно дополнял ее и вносил в ее структуру изменения. В момент представления первого варианта таблицы (март 1869 г.) не были еще известны благородные (инертные) газы (He, Ne, Ar, Kr, Xe, Rn) и отсутствовали знания о внутреннем строении атомов. Лишь в 1913—1914 гг. после революционных открытий в физике, а также открытий новых элементов — благородных газов, стало возможным дать современное определение закона в соответствии с представлениями об электронном строении атома, а именно, о закономерностях заполнения электронных оболочек атомов и обусловленной ими периодической повторяемости свойств через 2 (*s*-элементы), 6 (*p*-элементы), 10 (*d*-элементы) и 14 (*f*-элементы) элементов. Тогда же в формулировке закона слова «атомный вес» элемента были заменены на «порядковый номер» элемента, что отвечает числу протонов в ядре атома и, соответственно, числу электронов в нейтральном атоме.

Подход к построению системы элементов, основанный на учете периодической повторяемости свойств *s*-, *p*-, *d*- и *f*-элементов, логически подводит к трем вариантам (формам) таблицы, состоящим из (2 + 6), (2 + 6 + 10) или (2 + 6 + 10 + 14) групп элементов. Соответственно они имеют названия: короткая, длинная и сверхдлинная форма системы (таблицы) химических элементов.

Короткая форма системы (рис. 2) приводится во множестве российских справочных и учебных пособиях. Официально она отменена ИЮПАК* в 1989 году. Таблица состоит из восьми групп (I—VIII) «типических» элементов, подразделяемых на подгруппы, и семи периодов (1—7) элементов (иногда и рядов). В современной зарубежной литературе эта форма таблицы не используется, вместо нее в 1989 году введена длинная форма таблицы.

Длинная (длиннопериодная) форма системы рекомендована к всеобщему использованию ИЮПАК в 1989 году. Она состоит из 18-ти групп, обозначенных арабскими (вместо римских) цифрами, и семи периодов.

Сверхдлинная форма системы должна состоять из 32-х групп элементов и семи периодов. Официально она вряд ли будет принята в будущем, так как каждая дополнительная группа, сверх 18-ти, в этой таблице содержит лишь по два элемента (один лантаноид и один актиноид), близких по свойствам со все-

ми остальными элементами периода из-за наличия у них в основном состоянии одинакового числа (d^1s^2)-электронов, расположенных на двух валентных орбиталях.

До 80—90-х годов прошлого века были распространены две первые формы таблицы. Первая — короткая форма с «насилыственной» упаковкой элементов в восемь (I—VIII), иногда девять (0), групп, подразделенных на подгруппы, обозначаемые как А и В, или А и В, или а и б, или главная и побочная.

Была распространена также длинная форма таблицы с расположением элементов в 18-ти вертикальных столбцах, без официального указания номеров групп от 1 до 18. В этой таблице четыре декады *d*-элементов выведены из побочных подгрупп, обозначенных так в короткой таблице, и тем самым освобождены от названия «переходные элементы». Следует заметить, что термин «переходные элементы» в принципе сегодня излишен (к переходным относят *d*- или *f*-элементы). Согласно научной классификации, следовало бы характеризовать элементы именно по типу *s*, *p*, *d* или *f*.

Как отмечено выше, в 1989 году ИЮПАК утвердил длинную форму таблицы, узаконив в ней нумерацию 18-ти групп арабскими цифрами вместо прежних римских (I—VIII). При выборе и утверждении длины таблицы были соблюдены «интересы» большинства элементов и принцип «золотой середины» без нарушения основы закона Менделеева — периодичности в свойствах элементов. Расположение элементов по группам в длинной форме таблицы с точки зрения аналогии их электронной структуры атомов оправдано уже для 84-х элементов (из 112-ти известных сегодня), в то время как в короткой таблице это соответствие отвечает лишь 44-м элементам.

Таким образом, четыре декады *d*-элементов, относимые ранее к переходным или вставным элементам (между *s*- и *p*-элементами) и называемые побочными, после 1989 года перестали быть таковыми. Они стали полноправными элементами в 10-ти группах длинной периодической таблицы. С официальным принятием длинной формы таблицы исчезли (стали излишними) некоторые термины, в частности, типические элементы, подгруппа (главная и побочная), триада, ряды, семейство железа, платиновые металлы, так как все элементы одной группы (кроме H и He, которые всегда на особом положении), расположенные вертикально в один ряд, имеют одинаковые две валентные (определяющие степень окисления) *s*- + *p*- или *s*- + *d*-орбитали. Лантаноиды и актиноиды (*f*-элементы), как и раньше, остаются в 3-ей группе в соответствии с наличием на их орбиталях d^1s^2 -электронов.

Необходимость принятия рациональной формы таблицы диктовалась давно ввиду описанных несоответствий, а также других очевидных недостатков и противоречий, присущих ее короткой форме. Особенно сильно выявляются несоответствия, если провести сравнение физических и химических свойств простых веществ, соответствующих элементам в пределах каждой группы.

В I группе — это сравнительно малоактивные металлы Cu, Ag, Au и исключительно реакционноспособные щелочные металлы Li, Na, K, Rb, Cs. Аналогичная картина наблюдается и во II группе элементов.

* ИЮПАК (англ. IUPAC) — Международный союз теоретической (чистой) и прикладной химии (International Union of Pure and Applied Chemistry). Организация, созданная в 1919 году. Входит в Международный совет научных союзов. Координирует исследования, требующие международного согласования, контроля и стандартизации, рекомендует (утверждает) химическую терминологию, включая названия элементов. Основные органы печати: Pure and Applied Chemistry, Chemistry International и др. Россия (ранее СССР) является полноправным членом ИЮПАК и выполняет его решения и рекомендации.

СОВРЕМЕННАЯ ПЕРИОДИЧЕСКАЯ

(на русском и
Учебное и

Период	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	1a 1 H 1s ¹ 1.00794 -259.14 -252.87 2.1/2.2 Hydrogen Водород Hydrogenium								
2	3 Li [He]2s ¹ 6.941 180.54 1347 0.96/1.0 Lithium Литий	4 Be 2s ² 9.012182 1278 2970 1.57/1.5 Beryllium Бериллий							
3	11 Na [Ne]3s ¹ 22.989770 97.86 883.15 0.93/1.0 Sodium Натрий (Natrium)	12 Mg 3s ² 24.3050 648.8 1107 1.31/1.2 Magnesium Магний							
4	19 K [Ar]4s ¹ 39.0983 63.65 774 0.82/0.9 Potassium Калий (Kalium)	20 Ca 4s ² 40.078 839 1487 1.10/1.0 Calcium Кальций	21 Sc 3d ¹ 4s ² 44.955910 1541 2831 1.3/1.2 Scandium Скандий	22 Ti 3d ² 4s ² 47.867 1670 3287 1.5/1.3 Titanium Титан	23 V 3d ³ 4s ² 50.9415 1890 3380 1.6/1.5 Vanadium Ванадий	24 Cr 3d ⁴ 4s ² 51.9961 1857 2672 1.6/1.6 Chromium Хром	25 Mn 3d ⁵ 4s ² 54.938046 1244 1962 1.5/1.6 Manganese Марганец Manganum	26 Fe 3d ⁶ 4s ² 55.845 1535 2750 1.8/1.6 Iron Железо Ferrum	27 Co 3d ⁷ 4s ² 58.933200 1495 2870 1.8/1.7 Cobalt Кобальт Cobaltum
5	37 Rb [Kr]5s ¹ 85.4678 38.89 687.2 0.82/0.9 Rubidium Рубидий	38 Sr 5s ² 87.62 769 1384 0.95/1.0 Strontium Стронций	39 Y 4d ¹ 5s ² 88.90585 1522 3337 1.2/1.1 Yttrium Иттрий	40 Zr 4d ² 5s ² 91.224 1852 4377 1.4/1.2 Zirconium Цирконий	41 Nb 4d ⁴ 5s ¹ 92.90638 2468 4742 1.6/1.2 Niobium Нйобий	42 Mo 4d ⁵ 5s ¹ 95.94 2617 4612 1.8/1.3 Molybdenum Молибден Molybdenum	43 Tc 4d ⁵ 5s ² (97) 2172 4877 1.9/1.4 Technetium Технеций	44 Ru 4d ⁷ 5s ¹ 101.07 2310 (-3900) 2.2/1.4 Ruthenium Рутений	45 Rh 4d ⁸ 5s ¹ 102.90550 1966 3727 2.2/1.5 Rhodium Родий
6	55 Cs [Xe]6s ¹ 132.90545 28.5 678.4 0.7/0.9 Caesium Цезий (Caesium)	56 Ba 6s ² 137.327 725 1640 0.9/1.0 Barium Барий	57 La 5d ¹ 6s ² 138.9055 920 3454 1.1/1.1 Lanthanum Лантан	72 Hf 4f ¹⁴ 5d ² 6s ² 178.46 2227 4602 1.5/1.2 Hafnium Гафний	73 Ta 4f ¹⁴ 5d ³ 6s ² 180.9479 2996 5425 1.5/1.3 Tantalum Тантал	74 W 4f ¹⁴ 5d ⁴ 6s ² 183.84 3410 5660 1.7/1.4 Tungsten (Wolfram) Вольфрам Wolframium	75 Re 4f ¹⁴ 5d ⁵ 6s ² 186.207 3180 5627 1.46/1.5 Rhenium Рений	76 Os 4f ¹⁴ 5d ⁶ 6s ² 190.23 3045 5027 2.2/1.5 Osmium Осмий	77 Ir 4f ¹⁴ 5d ⁷ 6s ² 192.217 2410 4130 2.2/1.6 Iridium Иридий
7	(223) 87 Fr [Rn]7s ¹ 27 677 0.7/0.9 Francium Франций	(226) 88 Ra 7s ² 700-970 1140-1500 0.97/1.1 Radium Радий	(227) 89 Ac 6d ¹ 7s ² 1050 (-3250) 1.1/1.0 Actinium Актиний	(261) 104 Rf 5f ¹⁴ 6d ² 7s ² 140.116 798 3426 -1.2/1.1 Rutherfordium Резерфордий	(262) 105 Db 5f ¹⁴ 6d ³ 7s ² 140.90765 931 3512 -1.2/1.1 Dubnium Дубний	(263) 106 Sg 5f ¹⁴ 6d ⁴ 7s ² 144.24 1021 3068 -1.2/1.1 Seaborgium Сиборгий	(264) 107 Bh 5f ¹⁴ 6d ⁵ 7s ² 145 1168 2460 1.2/1.1 Bohrium Борий	(265) 108 Hs 5f ¹⁴ 6d ⁶ 7s ² 150.36 1077 1791 -1.2/1.1 Hassium Хассий	(268) 109 Mt 5f ¹⁴ 6d ⁷ 7s ² 151.964 822 1597 -1.2/1.0 Meitnerium Мейтнерий
			(232) 90 Th 6d ² 7s ² 1750 (-3800) 1.11/1.1 Thorium Торий	(231) 91 Pa 5f ² 6d ¹ 7s ² 1572 4230-4500 1.14/1.1 Protactinium Протактиний	(238) 92 U 5f ³ 6d ¹ 7s ² 1132 3818 -1.2/1.2 Uranium Уран	(239) 93 Np 5f ⁴ 6d ¹ 7s ² 639 3902 1.22/1.2 Neptunium Нептуний	(239) 94 Pu 5f ⁶ 7s ² 641 3340 1.2/1.2 Plutonium Плутоний	(243) 95 Am 5f ⁷ 7s ² 996 2607 -1.1/1.2 Americium Америций	

* Element has no stable nuclides. For radioactive elements the value in parentheses refers to the number of nucleons (mass number) of the most stable isotope (IUPAC, 1995)

* Элемент не имеет устойчивых изотопов. Для него в скобках приведено значение массового числа (число нуклонов в ядре) наиболее долгоживущего изотопа (ИЮПАК, 1995).

() Alternative english name

[] American spelling of the element's name

() Альтернативное английское название

[] Американское написание названия элемента

Атомная масса, относительная	186.207	Atomic mass, relative
Атомный номер. Обозначение	75 Re	Atomic No. Symbol
Распределение электронов	[Xe] 4f ¹⁴ 5d ⁵ 6s ²	Electron configuration
Температура плавления (°C)	3180	Melting point (°C)
Температура кипения (°C)	5627	Boiling point (°C)
Электроотрицательность (по Полингу/по Олпреду и Рохову)	1.9/1.5	Electronegativity (Pauling/Allred & Rochov)
Название	Rhenium	Name
Латинское название	Rений <i>Rhenium</i>	Latin name

СИСТЕМА ЭЛЕМЕНТОВ Д. И. МЕНДЕЛЕЕВА

английском языках)

справочное пособие

Groups 1...18 IUPAC 1989									
Groups IA...VIII...0 IUPAC 1970									
Группы 1...18 ИЮПАК, 1989									
Группы IA...VIII...0 ИЮПАК, 1970									
10	11	12	13	14	15	16	17	18	
VIII	IB	IIB	IIIA	IIVA	IIVA	IIIA	IIIA	0	
58.6934 28 Ni 3d ⁸ 4s ² 1453 2732 1.8/1.7 Nickel Никель Niccolum	63.546 29 Cu 3d ¹⁰ 4s ¹ 1083.4 2567 1.9/1.8 Copper Медь Cuprum	65.39 30 Zn 3d ¹⁰ 4s ² 419.88 907 1.6/1.7 Zinc Цинк Zincum	10.811 5 B 2s ² 2p ¹ 2084 ~3750 2.04/2.0 Boron Бор Borium	12.011 6 C 2s ² 2p ² ~3550 4827 2.55/2.5 Carbon Углерод Carboneum	14.00674 7 N 2s ² 2p ³ ~209.86 ~195.8 3.04/3.1 Nitrogen Азот Nitrogenium	15.9994 8 O 2s ² 2p ⁴ ~218.4 ~182.96 3.44/3.5 Oxygen Кислород Oxygenium	18.9984032 9 F 2s ² 2p ⁵ ~219.62 ~188.11 3.98/4.1 Fluorine Фтор Fluorium	20.1797 10 Ne 2s ² 2p ⁶ ~248.7 ~246.05 - Neon Неон	4.002602 2 He 1s ² < -272.2 -268,93 - Helium Гелий
26.981538 13 Al 3s ² 3p ¹ 660.37 2467 1.61/1.5 Aluminium [Aluminium] Алюминий	28.0855 14 Si 3s ² 3p ² 1412 3249 1.85/1.7 Silicon Кремний Silicium	30.973761 15 P 3s ² 3p ³ 44.14 3249 2.19/2.1 Phosphorus Фосфор	32.066 16 S 3s ² 3p ⁴ 112.8 444.674 280 2.58/2.4 Sulphur Сера [Sulfur]	35.4527 17 Cl 3s ² 3p ⁵ ~100.98 ~34.6 3.16/2.8 Chlorine Хлор Chlorum	39.948 18 Ar 3s ² 3p ⁶ ~189.2 ~185.7 - Argon Аргон				
106.42 46 Pd 4d ¹⁰ 1552 3140 2.2/1.4 Palladium Палладий	107.8682 47 Ag 4d ¹⁰ 5s ¹ 961.93 2212 1.9/1.4 Silver Серебро Argentum	112.411 48 Cd 4d ¹⁰ 5s ² 320.9 765 1.7/1.5 Cadmium Кадмий	114.818 49 In 4d ¹⁰ 5s ² 5p ¹ 156.78 2080 1.78/1.5 Indium Индий	118.710 50 Sn 4d ¹⁰ 5s ² 5p ² 231.88 2270 1.96/1.7 Tin Олово Stannum	121.760 51 Sb 4d ¹⁰ 5s ² 5p ³ 630.5 1750 2.05/1.8 Antimony Сурьма [Stibium]	127.60 52 Te 4d ¹⁰ 5s ² 5p ⁴ 630.5 1750 2.05/1.8 Tellurium Теллур	126.90447 53 I 4d ¹⁰ 5s ² 5p ⁵ 113.5 184.35 2.66/2.2 Iodine Иод Iodum	131.29 54 Xe 4d ¹⁰ 5s ² 5p ⁶ ~111.9 ~107.1 - Xenon Ксенон	
195.078 78 Pt 4f ¹⁴ 5d ⁹ 6s ¹ 1773.5 3830 2.2/1.4 Platinum Платина	196.96655 79 Au 4f ¹⁴ 5d ¹⁰ 6s ¹ 1064 2807 2.4/1.4 Gold Золото Aurum	200.59 80 Hg 4f ¹⁴ 5d ¹⁰ 6s ² ~38.86 356.6 1.9/1.5 Mercury Ртуть [Hydragyrum]	204.3833 81 Tl 4f ¹⁴ 5d ¹⁰ 6s ² 6p ¹ 303.5 1457 1.8/1.4 Thallium Таллий	207.2 82 Pb 4f ¹⁴ 5d ¹⁰ 6s ² 6p ² 327.5 1740 1.8/1.6 Lead Свинец [Plumbum]	208.98038 83 Bi 4f ¹⁴ 5d ¹⁰ 6s ² 6p ³ 271.3 1564 1.9/1.7 Bismuth Висмут [Bismutum]	208.98038 84 Po 4f ¹⁴ 5d ¹⁰ 6s ² 6p ⁴ 254 962 2.0/1.8 Polonium Полоний	(210) 85 At 4f ¹⁴ 5d ¹⁰ 6s ² 6p ⁵ 302 337 2.2/2.0 Astatine Астат [Astatium]	(222) 86 Rn 4f ¹⁴ 5d ¹⁰ 6s ² 6p ⁶ ~71.0 ~61.8 - Radon Радон	
(269) 110 Uun 5f ¹⁴ 6d ⁷ 7s ² Ununnilium Унуннилий	() 111 Uuu 5f ¹⁴ 6d ⁷ 7s ² Unununium Унунний	(277) 112 Uub 5f ¹⁴ 6d ⁷ 7s ² Ununbium Унунбий	() 113 5f ¹⁴ 6d ⁷ 7s ² 7p ¹	(289) 114 5f ¹⁴ 6d ⁷ 7s ² 7p ²	© Р.С. Сайфуллин, А.Р. Сайфуллин, 2003				
157.25 64 Gd 4f ⁷ 5d ¹ 6s ² 1312 3250 ~1.2/1.1 Gadolinium Гадолиний	158.92534 65 Tb 4f ⁹ 6s ² 1356 3123 ~1.2/1.1 Terbium Тербий	162.50 66 Dy 4f ¹⁰ 6s ² 1409 2562 ~1.2/1.1 Dysprosium Диспрозий	164.93032 67 Ho 4f ¹¹ 6s ² 1474 2695 ~1.2/1.1 Holmium Гольмий	167.26 68 Er 4f ¹² 6s ² 1529 2863 ~1.2/1.1 Erbium Эрбий	168.93421 69 Tm 4f ¹³ 6s ² 1545 1947 ~1.2/1.1 Thulium Тулий	173.04 70 Yb 4f ¹⁴ 6s ² 819 1193 ~1.2/1.1 Ytterbium Иттербий	174.967 71 Lu 4f ¹⁴ 5d ¹ 6s ² 1663 3302 ~1.2/1.1 Lutetium Лютеций		
(247) 96 Cm 5f ⁶ 6d ⁷ 7s ² 1340 3110 1.2/1.2 Curium Кюри	(247) 97 Bk 5f ⁷ 7s ² 1050 2630 ~1.1/1.2 Berkelium Берклий	(252) 98 Cf 5f ¹⁰ 7s ² 900 1227 1.2/1.2 Californium Калифорний	(251) 99 Es 5f ¹¹ 7s ² 860 - - Einsteinium Эйнштейний	(257) 100 Fm 5f ¹³ 7s ² - - -1.2 Fermium Фермий	(258) 101 Md 5f ¹³ 7s ² - - 1.2/1.2 Mendelevium Менделеев	(259) 102 No 5f ¹⁴ 7s ² - - - Nobelium Нобелий	(260) 103 Lr 5f ¹⁴ 6d ¹ 7s ² - - - Lawrencium Лоуренсий		

Рис. 3

Дисгармония свойств элементов, входящих в одну группу, прослеживается по всем остальным группам. Покажем это на примерах VI—VIII групп. В VI группе два «типических» (?) элемента — кислород и сера и ее аналоги Se, Te, Po размещаются вместе с тугоплавкими металлами Cr, Mo, W; VII группу составляют элементы, представляющие агрессивные летучие галогены F, Cl, Br, I вместе с металлами Mn, Tc, Re.

Наиболее противоречива по структуре VIII группа, включающая триаду (семейство) железа Fe, Co, Ni, семейство платиновых металлов Ru, Rh, Pd, Os, Ir, Pt, элемент № 108 и последующие, располагаемые в пределах одной подгруппы в виде трех вертикальных рядов вместе с благородными газами (гелий, неон и др.). С уверенностью можно сказать, что триады-семейства металлов были «втиснуты в прокрустово ложе» последней (VIII) группы вынужденно, вопреки логике, так как эта группа в соответствии с электронной структурой атомов должна быть предназначена только благородным газам. Такое расположение элементов можно объяснить тем, что четырем триадам при искусственной компоновке короткой таблицы (во 2-ом и 3-м периоде два *s*-элемента и шесть *p*-элементов) не хватило места в предшествующих семи группах.

С введением длинной формы периодической системы элементов логически должны исчезнуть или принять новое содержание сами понятия «семейство железа» и «семейство платиновых металлов». К этим элементам можно присоединить «соседей» по таблице справа и слева (на основании общих их признаков — свойств, совместного распространения в природе, изоморфизма и последовательного изменения электронной структуры). Иными словами, первое семейство можно расширить, например, до хрома и цинка, а во второе — включить другие благородные металлы — серебро, золото, — и ртуть.

Таким образом, рекомендации ИЮПАК 1989 года об использовании рациональной формы периодической системы элементов имеют серьезные обоснования, позволившие разрешить давно назревшую проблему. К сожалению, надо признать неоправданным запаздывание данных рекомендаций в России (а также в странах СНГ). Длинная форма таблицы элементов мало используется в российских публикациях, а следовательно, в образовании и в науке. Однако есть и оптимистические исключения: информационно расширенный новый вариант таблицы элементов, предложенный авторами настоящей статьи, опубликован издательствами «Логос» и «Магариф» («Просвещение») [1, 2], а упрощенный вариант длинной формы таблицы — издательствами «Мир», «Дрофа» [3—6], «Химиздат» [7]. Современная длинная форма таблицы упомянута также в пособии для абитуриентов [8]. В отличие от российской стороны, зарубежные образование и наука приняли к исполнению решение ИЮПАК незамедлительно ([9—11], известная фирма «Merck» и др.).

Отметим, что в основе «привязанности» многих российских изданий к короткой форме периодической системы элементов лежат, на наш взгляд, следующие причины: а) кажущаяся компактность короткой формы таблицы (плотное заполнение прямоугольного пространства), основанная на принятии во внимание периодичности свойств элементов первых трех периодов; б) совпадение (но не всегда) некоторых степеней

окисления атомов резко разнородных по электронной структуре элементов, входящих в одну группу, например, щелочные металлы вместе с элементами подгруппы меди (Cu, Ag, Au); в) неполнота учета сведений о структуре атомов и перспективе открытия новых элементов, а также и о возможном предельном их числе; г) инерция знаний (наличие привычек и стереотипов мышления) и невосприятие современной (международной) информации; д) приверженность к методически устоявшимся научным понятиям и издательским текстам; е) дань в какой-то мере исторической традиции.

Сохранению архаичности структуры периодической системы элементов способствует затянувшееся на более чем десятилетие «информирующее торможение» (неприятие) современных сведений крупнейшим российским издательством «Большая Российская Энциклопедия». Издательство консервирует представления 20—30-летней давности путем многократных переизданий Больших энциклопедических словарей «Химия» и «Физика» выпусков 1983 г. Более того, в новых 5-томных «Химической энциклопедии» и «Физической энциклопедии» сохранены старая форма таблицы элементов и отмененные в 1997 г., бывшие предварительными названия ряда элементов. Последние издания: «Новый политехнический словарь» (2000 г.), «Новый энциклопедический словарь» (2002 г.), «Естествознание» (2002 г.) с ориентацией на указанные тематические энциклопедии, также содержат короткую форму таблицы, хотя и с дополнением ее клетками с новыми элементами. Издательство учло решение ИЮПАК от 1997 г., но пренебрегло его важнейшим предшествующим решением от 1989 г. о кардинальном изменении формы таблицы, а также Международной таблицей уточненных относительных атомных масс 1995 года. И как следствие, немало отечественных издательств и фирм, выпускающих учебную литературу, и сегодня продолжают множить давно отмененную во всем мире короткую форму таблицы элементов.

С целью введения в сферу образования и в научно-техническую область в России длинной формы периодической системы элементов авторами данной статьи составлена, предложена и опубликована [1, 2 и др.] универсальная периодическая система элементов учебно-справочного назначения, отвечающая международным стандартам (рис. 3). Немаловажная особенность ее: двух(трех) язычность с дополнительным написанием латинских названий элементов (в случае отличия их от английских названий), а также альтернативных англо-американских (Na, K, W, Hg) и американских (Al, Cs, S) названий.

Таблица дает распределение элементов № 1—№ 109 по 18-ти группам (1—18 в соответствии с рекомендациями ИЮПАК «Номенклатура неорганической химии», 1989 г.). Для элементов № 101—№ 109 приведены названия, утвержденные ИЮПАК в 1997 году. Значения относительных атомных масс указаны по Международной таблице 1995 года.

В предложенную систему (таблицу) введены для каждого элемента две альтернативные величины относительной электроотрицательности атомов и основные физические параметры соответствующих простых веществ (температуры плавления и кипения). Использование значений электроотрицательности важно, в ча-

стности, для исключения и исправления устаревших ошибочных названий и написаний химических формул бинарных соединений. Например, водородные соединения элементов второго периода H_4C , H_3N , H_2O , HF согласно значениям относительной электроотрицательности атомов (для водорода около 2,0, для других элементов — от 2,5 для углерода до 4,0 для фтора) являются соответственно карбидом, нитридом, оксидом и фторидом водорода. Поэтому приведенные написания формул аммиака и метана более справедливы, нежели традиционные (NH_3 и CH_4).

Для преимущества использования приведенной таблицы в ней, как и в ее первых зарубежных аналогах [10, 11, таблица фирмы «Merck»], новые номера групп элементов согласованы со старыми (римскими) номерами групп и подгрупп. В этой связи отметим, что зарубежные издания [5, 9, 12, 13] уже не указывают бывшие обозначения групп элементов I—VIII (*a* или *b*), а дают только номера от 1 до 18.

Авторы благодарны профессорам С.Г. Дьяконову, Н.В. Коровину, А.М. Кочневу, А.М. Кузнецову, Г.В. Лисичкину, А.И. Михайленко, Ю.И. Сальникову, С.Н. Соловьёву, Н.А. Улаховичу, А.И. Хацринову и др., поддержавшим высказанные выше идеи и доводы или давшим полезные советы при разработке современной универсальной периодической системы химических элементов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Сайфуллин Р.С., Сайфуллин А.Р. Универсальный лексикон: химия, физика и технология. М.: Логос, 2001, 2002, 548 с.
2. Хисамиев Г.Г. Общая химия, задачи и упражнения (для вузов). Казань: Магариф, 1999, 368 с.
3. Химия. Справочник школьника и студента. Колл. авт. Пер. с нем. Изд. 2-е. М.: Дрофа, 2000, 384 с.
4. Лидин Р.А. и др. Химия в помощь абитуриенту. М.: Дрофа, 2001, 576 с.
5. Хаускрофт К., Констебле Э. Современный курс общей химии. Пер. с англ. М.: Мир, 2002, т. 1, 252 с.; т. 2, 250 с.
6. Эмсли Дж. Элементы. Пер. с англ. М.: Мир, 1993, 258 с.
7. Никольский А.Б., Суворов А.В. Химия. С-Пб: Химиздат, 2001, 512 с.
8. Хомченко Г.П. Пособие для поступающих в вузы. М.: Новая волна, 2002, 480 с.
9. Oxford Dictionary of Science. Ed. A. Isaacs, J. Daintith, E. Martin. Oxford University Press. N.Y. Oxford, 1999, 858 p.
10. The New Encyclopedia Britannica, 15-th Ed., Encyclopedia Britannica, Inc. Chicago, 1974—1994.
11. Hawley's Condensed Chemical Dictionary, 11-nd Ed. Rev. N.I. Sax, R.J. Lewis, Sr. Van Nostrand Rheinhold Co., N.Y., 1987, 1303 p.
12. WebElements™ Periodic table (professional edition) (<http://www.webelements.com/>).
13. Krzysztof M. Pazdro. Chemia dla licealistow (Budowa materii w oachach chemika), Wyd. II. Oficyna Edukacyjna, Warszawa, 1996, 246 p.

Современный вариант периодической системы в электронном виде хранится у авторов и может быть представлен по E-mail или получен непосредственно от авторов.

Фундаментальное материаловедение в классическом университете

И. В. Архангельский, В. В. Ключарев

ИГОРЬ ВАЛЕНТИНОВИЧ АРХАНГЕЛЬСКИЙ — кандидат химических наук, ведущий научный сотрудник Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова. Область научных интересов: общая и неорганическая химия, углеродные материалы, термический анализ.

119899 Москва, Воробьевы горы, Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, Химический факультет, тел. (095) 939-36-83.

ВАЛЕНТИН ВИКТОРОВИЧ КЛЮЧАРЕВ — старший научный сотрудник Института проблем химической физики РАН. Область научных интересов: теория превращений, общая и неорганическая химия, термический анализ.

142432 Черноголовка, Институт проблем химической физики РАН, тел. (09652) 2-16-57, E-mail vvk@icp.ac.ru

Междисциплинарная наука о материалах как отдельная область знаний начала формироваться в середине 50-х годов XX века [1]. В 1961 году благодаря содействию президента Джона Кеннеди работам в этом направлении был придан статус стратегической научно-технической программы США. В том же году при Массачусетском технологическом институте открыли первый учебный центр для подготовки материаловедов принципиально новой формации [2].

Как известно, понятие «материал» в узком смысле слова означает сырье, т.е. то, из чего можно что-то сделать. В русском языке это также тканая материя или информация о чем-нибудь или о ком-нибудь [3]. Утилитарный подтекст формирует отношение к материаловедению как к прикладной дисциплине. В фундаментальной науке о материалах предмет изучения имеет иное содержание. Это не утилитарная функция и способы ее исполнения, а базовые закон