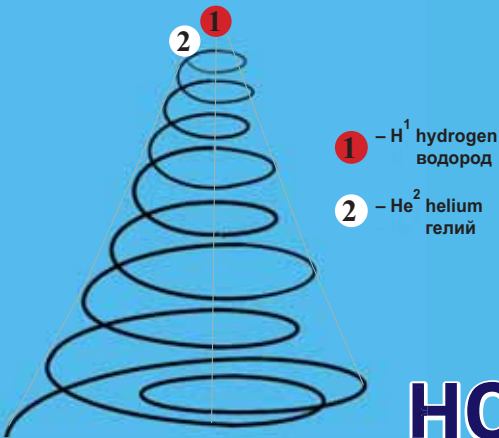


B.V. Gusev,
S.Y-L. Yin,
A.A. Speransky

Гусев Б.В.,
Ин С.И.-Л.,
Сперанский А.А.

NEW MODEL TO ARRANGE CHEMICAL ELEMENTS



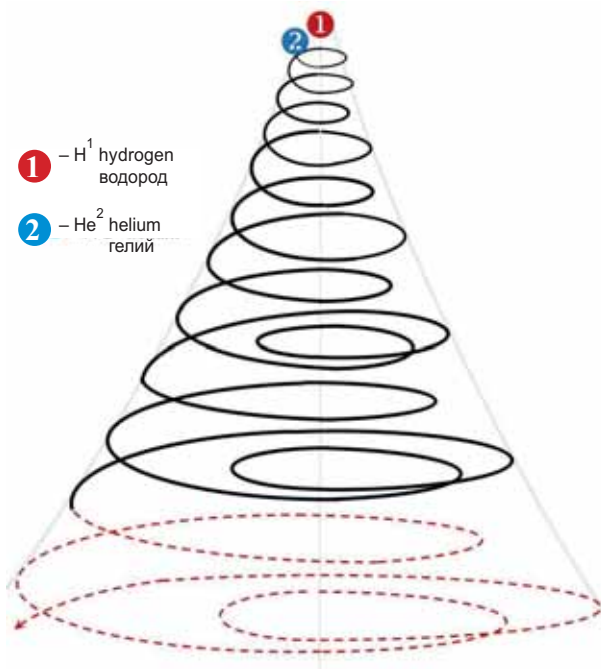
НОВАЯ МОДЕЛЬ СТРУКТУРИРОВАНИЯ ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ

**B. V. Gusev,
S.Y-L. Yin,
A. A. Speransky**

**Гусев Б.В.,
Ин С.И.-Л.,
Сперанский А.А.**

**NEW MODEL
TO ARRANGE CHEMICAL ELEMENTS**

**НОВАЯ МОДЕЛЬ СТРУКТУРИРОВАНИЯ
ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ**



**Moscow
2021**

Москва

UDC 24.1

LBC 54

Authors: B. V. Gusev, S.Y-L. Yin, A. A. Speransky

New Model to Arrange Chemical Elements M.: Publishing House «Master»
2021. 52 pages.: 22 illustrations

ISBN: 978-5-907292-46-8

The Periodic Law and its tabular representation by D.I. Mendeleev and by IUPAC are one of the outstanding discoveries of humankind. At the end of 2019, the world scientific community under the UN auspices celebrated the 150th anniversary of this discovery. The authors of the brochure took into account Nobel Prize Winner N.N. Semenov's remarks to bring the tables by D.I. Mendeleev and IUPAC up to date and proposed a new model to arrange chemical elements.

It has been proved in cosmology that chemical elements and their origin have to do with the development and Big Bang of the Universe as well as the processes that took place and keep going on in stellar systems with extreme conditions of ultra-high temperatures and pressure within these giants. The authors used the physical model of the Big Bang and expanding Universe as a basis, and set the task to describe the elements of the periodic system in the form of a three-dimensional expanding matrix of chemical elements. At the top of the matrix is hydrogen, being the basis for creating subsequent elements. The new model made it possible to present the chemical elements more clearly and consolidate new generalizations. The brochure presents the number of elements wider than the already known 118 elements and considers possible electronic structures for 100 new elements.

The book may be useful for studying the current state of the Periodic Table of Chemical Elements. It may also be of interest to scientists, chemical workers, teachers and students of chemical and associated specialties.

ISBN: 978-5-907292-46-8

@ Gusev B. V., Yin S. I.-L., Speransky A. A. 2021

@ LLC Publishing House "Master," 2021

ББК 24.1
УДК 54
Н 725

Б.В. Гусев, С.И.-Л. Ин, А.А. Сперанский

Новая модель структурирования химических элементов М.: ИД «Мастер», 2021. — 56 с.: 22 ил.

ISBN: 978-5-907292-46-8

Периодический закон и его представление в виде таблиц химических элементов Д.И. Менделеева и международной IUPAC — это одно из величайших открытий человечества. В конце 2019 года всё мировое научное сообщество под эгидой ООН отмечало 150-летие этого события. В данной брошюре авторы учли замечания Нобелевского лауреата Н.Н. Семенова по актуализации таблиц Д.И. Менделеева и IUPAC, предложив новую модель структурирования химических элементов.

В космологии доказано, что химические элементы и их происхождение связано с развитием и расширением Вселенной и теми процессами, которые происходили и продолжают происходить в звездных системах с экстремальными условиями сверхвысоких температур и давления внутри этих гигантов. Авторы взяли за основу физическую модель взрыва и расширяющейся Вселенной, и поставили перед собой задачу описать элементы периодической системы в виде Объемной расширяющейся матрицы химических элементов. В вершину матрицы поставлен водород как основа образования последующих элементов. Новая модель позволила более четко представить химические элементы и сделать новые обобщения. В брошюре представлено количество элементов за пределами известных 118 и рассмотрены возможные электронные структуры для 100 новых элементов.

Книга может быть полезна для изучения в области современного состояния периодической таблицы химических элементов, а также ученым, работникам химической промышленности, преподавателям и студентам химических и смежных специальностей.

ISBN: 978-5-907292-46-8 © Гусев Б.В., Ин С.И.-Л., Сперанский А.А. 2021
© ООО Издательский дом «Мастер», 2021

“Imagination is more important than knowledge.
For knowledge is limited, whereas imagination embraces the entire world”
Albert Einstein

PREFACE

The Periodic Law and its tabular display of the chemical elements is an outstanding discovery of humankind. At the end of 2019, the world scientific community under the auspices of the UN celebrated the 150th anniversary of this discovery. In terms of advancing knowledge on periodicity, there has been published a huge number of works, which emphasizes the importance of the discovery. Currently, the Table contains 118 elements, but not all of them are found in nature, since some have been obtained artificially. In addition, according to Nobel Prize winner **N. N. Semyonov**, the Table is far from being perfect.

Considering the concept of the Universe, the authors took the **physical model of the Big Bang and expanding Universe** as a basis and set the task to describe the elements of the Periodic Table in the form of a three-dimensional expanding matrix of chemical elements. Hydrogen (**H**) and Helium (**He**) are at the top of the matrix being the basis for the creation of subsequent elements and occupying zero and first periods. The other elements serving as facets of this structure are arranged along the expanding spiral.

Another important consideration is the idea of the **origin** and evolution of the Universe as well as the development of **all living and non-living** in it in a **spiral order**. It is obvious for the living nature; as to non-living nature, it was assumed that chemical elements might serve as the “building blocks” for this spiral. These elements will interact with each other, and, thus, form molecules. The entire material inorganic world is being generated from molecules giving rise to further natural processes of creating living nature: plants, animals and people. Thus, the entire development of the mineral and living world proceeds in spirals.

The presented generalizations show that the concept of **cyclicity and block structure of elements** is preferable for **arranging the system of chemical elements**. It becomes obvious in the process of analysing and generalizing nuclear masses in block periods, where neutrons and protons ratios are averagely equalized within the block

Such physical confirmation of cyclicity makes up the concept of block structure and harmonizes the arrangement of elements in the **Three-Dimensional Matrix of Chemical Elements (TDMCE)**. It is important not only for chemistry, but might be useful for other sciences, including cosmology.

The following concepts and definitions have been proposed in the book:

Physical model is a universal term widely used in science and technology when developing a system to assess complex properties or processes in mathematical and other types of describing (modelling) a phenomenon. For instance, when describing the structure for a set of chemical elements, the authors took the concept of an expanding conical matrix during the origin and evolution of the Universe after the Big Bang and its further expansion.

Periodicity is a sequential change of one or more indicators related to properties of chemical elements. In existing tables, all 118 elements consistently change in nuclear charge, mass and other characteristics.

Cyclicity is completion of changing key properties or recurring of these properties at a new level. In the book, along with the word “cyclicity”, the concept of “block structure” for structurally identical paired periods is used, where similar properties begin to appear at a new level.

Grouping is a set (group) of chemical elements with similar properties located, as a rule, in the same valence group. An example of grouping is lanthanides and actinides forming one of the orbitals s^2, p^6, d^{10}, f^{14} , etc.

1. D.I. Mendeleev and IUPAC systems of chemical elements and their analysis

Studies on properties of chemical elements as well as their interaction when obtaining new substances and materials lie at the very core of chemistry. In materials science, the main task of which is to obtain a substance with high performance characteristics, one inevitably has to turn to the scientific basis of natural science i.e. the Periodic Law of Chemical Elements. Various literary sources emphasize the contribution to the development of the periodic system of chemical elements by *D. I. Mendeleev, J. L. T Mayer, A. Shankurtua, J. Newlands, W. Odling*. Without limiting the preceding, it is noted that after D. I. Mendeleev the most important contribution to the study of the Periodic Law was made by H. Moseley, who established the relationship between frequencies in X-ray spectra and atomic numbers of elements and predicted the existence of previously unknown elements with atomic numbers 43, 61 and 72 [12]. As D. Mendeleev foresaw, this fundamental scientific discovery affects all areas of modern theoretical natural science: “*Keeping this track, we will inevitably come to a completely new insight into many processes and phenomena, and we might even change our ideas about the Universe*” [1].

As science develops, the law is being improved and modified, new elements are being discovered, new substances and areas of their application are being

created. In other words, the periodic table of chemical elements promoted scientific progress in all areas where chemical elements are the basis of natural or artificial processes.

At the beginning of the twentieth century, the science of matter made a big leap in connection with the development of the nuclear theory of the atom structure, the experimental determination of the charges of atomic nuclei and electron shells (*Moseley, Van der Bruck, Thompson, Rutherford, Bohr and others*, 1907–1914) [10]. Since it became clear that it is the nuclear charge that determines the individuality of chemical elements, and the atomic weight (atomic mass) of an element is a quantity that depends on the nuclear charge, the formulation of the Periodic Law has also changed. The modern formulation of the Periodic Law is the following: *the properties of simple substances as well as the forms and properties of element compounds are periodically dependent on the nuclear charge of elements' atoms, expressed in the periodic recurrence in the structure of the outer valence electron shell*. [2, 5]. Table 1 shows a short-period table of chemical elements by D. I. Mendeleev.

Currently, there are plenty of ways to present the Periodic Law. Often-times, the original authors' ways are not reasoned enough and do not reflect the patterns of changes in the properties of elements and their compounds. Naturally, the first table was not perfect either. The very version of the Periodic Table, according to which many of us studied, turned out to be very confusing, is due to the presence of main and side groups and the unrestricted designation of these subgroups with letters “**A**” and “**B**” (Table 1). In other words, the subgroups in which of us *s*- and *p*-elements are located are called principal ones, and the subgroups with *d*-elements are called secondary subgroups. The electronic structure and chemical properties of the elements in the main and secondary subgroups may not have anything in common. The coincidences are rather random. For the elements of secondary subgroups, the valence electrons are not only external, but also second to the last (second outside) levels, which is the main difference in the properties of the elements in the main and secondary subgroups. Elements of side subgroups (*d*-elements) are called transition elements or transition metals (all *d*-elements are metals). The term “transition metals” was coined due to the fact that all *d*-elements in periods serve as a kind of “transition bridge” from metallic *s*-elements to *p*-elements, among which there are already many non-metals. Sometimes the term “transition metals” is applied to *f*-elements.

All known elements occupy their definite places in the Periodic Table in accordance with the nuclear charge of their atoms and the structure of the electron shells. However, the issue of hydrogen's position (**H**), which is placed

Table 1*

Short-period table of chemical elements by D.I. Mendeleev

PERIODS	PERIODIC TABLE										A VIII B		
	A I B	A II B	A III B	A IV B	A V B	A VI B	A VII B	A VIII B	A VIII B	A VIII B	A VIII B	A VIII B	
1	(H)												
2	Li LITHIUM	Be BERYLLIUM	B BORON	C CARBON	N NITROGEN	O OXYGEN	F FLUORINE	Ne NEON					
3	Na SODIUM	Mg MAGNESIUM	Al ALUMINUM	Si SILICON	P PHOSPHORUS	S SULFUR	Cl CHLORINE	Ar ARGON					
4	K POTASSIUM	Ca CALCIUM	Sc SCANDIUM	Ti TITANIUM	V VANADIUM	Cr CHROMIUM	Mn MANGANESE	Fe IRON					
5	Rb RUBIDIUM	Sr STRONTIUM	Y YTTORIUM	Zr ZIRCONIUM	Nb NIOSBIUM	Mo MOLYBDENUM	Tc TECHNETIUM	Ru RUTHENIUM					
6	Cs CESIUM	Ba BARIUM	La LANTHANUM	Hf HAFNIUM	Ta TANTALUM	W WOLFRAM	Rh RHENIUM	Pd PALLADIUM					
7	Fr FRANCIUM	Ra RADIUM	Ac ACTINIUM	Rf RUTHENIUM	Sg SEABORGIUM	Bh BOHRIUM	Hs HASSIUM	Mt MEITNERIUM					
HIGHER OXIDE	R ₂ O	RO	R ₂ O ₃	RO ₂	R ₂ O ₃	RO ₃	RO ₂	RO ₄					
FLYING HYDROGEN JUNCTION				RH ₄	RH ₃	RH ₂	RH						
80 151.93 Ce CESIUM	81 152.07 Pr PRASEODYMIUM	82 157.25 Nd NEODYMIUM	83 158.93 Pm PROMETHIUM	84 162.50 Sm SAMARIUM	85 164.93 Eu EUROPEUM	86 167.26 Gd GADOLINIUM	87 170.26 Tb TERBBIUM	88 174.97 Dy DYSPROSIUM	89 178.49 Ho HOLMIUM	90 180.95 Er ERBIUM	91 183.85 Tm THULIUM	92 187.04 Yb YTERBIUM	93 190.23 Lu LUTETIUM
90 223.02 Th THORIUM	91 227.03 Pa PROACTINIUM	92 227.03 U URANIUM	93 231.04 Np NEPTUNIUM	94 238.03 Pu PLUTONIUM	95 244.06 Am AMERICIUM	96 247.07 Cm CURIUM	97 251.08 Bk BERKELEIUM	98 255.10 Cf CALIFORNIUM	99 262.11 Es EINSTEINIUM	100 267.12 Fm FERMIUM	101 271.10 Md MEDECIUM	102 274.11 No Nobelium	103 287.10 Lr LAWRENCIUM

* Internet resource used https://en.wikipedia.org/wiki/Periodic_table

in the 1st or 7th groups remains unsolved. **Hydrogen** in chemical reactions exhibits two opposite oxidation states: ± 1 . All modern knowledge on hydrogen chemistry objectively indicates that it is the only element that **cannot be assuredly assigned to any specific group in the system and should be presented as an independent element over periods.**

In addition, it is necessary to make a sensible decision about the position of helium (**He**) in the Periodic Table. Being *s*-element and one of the first elements of the Periodic Table, it should be placed above lithium (**Li**) and beryllium (**Be**).

A special feature is that group **III** contains a set of 14 chemically very similar *f*-elements, *lanthanides*, from **Ce** to **Lu** and 14 elements having similar properties with actinium **Ac** (thorium **Th** – **Lr** lowrencium) i.e. *actinides*. Lanthanides and actinides are plotted in a separate line at the bottom of the Table. This technique is somewhat inconvenient, since 28 elements appear to be outside the table and, in fact, two tables are used.

The **VIII** group of elements occupies a special position, and its structure is extremely contradictory. It includes subgroup **VIIIb** with the triad of the “iron group” (**Fe**, **Co**, **Ni**) and the “group of platinum metals” (**Ru**, **Rh**, **Pd**, **Os**, **Ir**, **Pt**), which should include elements 108-110 (that had never been platinum ones) in the form of three vertical rows. This group also includes, contrary to common sense, subgroup **VIIIa**, which includes the noble gases **He**, **Ne** and others. We can confidently assert that historically these triad-groups were “squeezed” into the last **VIII** group out of necessity, contrary to logic, since this group according to the electronic structure of atoms is naturally meant only for the indicated gaseous elements [7].

The short form of the Table (7 periods, 8 groups, lanthanides and actinides are separately taken out) needs to be refined in accordance with the modern achievements in chemistry and physics, although it is convenient for teaching chemistry due to its seemingly rational compactness. In 1989, it was officially replaced by the International Union of Pure and Applied Chemistry, **IUPAC**. The recommended form of the periodic system includes 18 groups formed from the elements of *s*-, *d*- and *p*- orbitals (Table 2).

The order of forming long periods is as follows. Here the elements are arranged in 18 groups and 7 periods (see Table 2). The seventh period ends with element 118, and the next eighth period must begin with element 119. The groups are assigned numbers from 1 to 18 from left to right i.e. from alkali metals to noble gases. Elements of the **1st** and **2nd** groups constitute *s*-elements; groups **3** to **12** refer to *d*-elements, and from **13** to **18** to *p*-elements, which reflects the order of completing the energy levels and sublevels in the atom.

The long-period form of the Periodic Table, recommended for use at the present time, eliminated some difficulties. This form of the Periodic Table

Table 2*

Long-periodic Periodic Table of Chemical Elements IUPAC

Legend:

- Size of number below of element: 1000, 10000, 100000, 1000000
- Subgroups in the table are marked according to traditional classification:
 - Alkali earth metals
 - Transition metals
 - Post-transition metals
 - Non-transition metals
 - Metals
 - Nonmetals
 - Hydrogen
 - Other elements
- Discovery date:
 - 1868-1900
 - 1901-1950
 - 1951-2000
 - 2001-2010
 - 2011-2020
 - 2021-2030
 - 2031-2040
 - 2041-2050
 - 2051-2060
 - 2061-2070
 - 2071-2080
 - 2081-2090
 - 2091-2100
 - 2101-2110
 - 2111-2120
 - 2121-2130
 - 2131-2140
 - 2141-2150
 - 2151-2160
 - 2161-2170
 - 2171-2180
 - 2181-2190
 - 2191-2200
 - 2201-2210
 - 2211-2220
 - 2221-2230
 - 2231-2240
 - 2241-2250
 - 2251-2260
 - 2261-2270
 - 2271-2280
 - 2281-2290
 - 2291-2300
 - 2301-2310
 - 2311-2320
 - 2321-2330
 - 2331-2340
 - 2341-2350
 - 2351-2360
 - 2361-2370
 - 2371-2380
 - 2381-2390
 - 2391-2400
 - 2401-2410
 - 2411-2420
 - 2421-2430
 - 2431-2440
 - 2441-2450
 - 2451-2460
 - 2461-2470
 - 2471-2480
 - 2481-2490
 - 2491-2500
 - 2501-2510
 - 2511-2520
 - 2521-2530
 - 2531-2540
 - 2541-2550
 - 2551-2560
 - 2561-2570
 - 2571-2580
 - 2581-2590
 - 2591-2600
 - 2601-2610
 - 2611-2620
 - 2621-2630
 - 2631-2640
 - 2641-2650
 - 2651-2660
 - 2661-2670
 - 2671-2680
 - 2681-2690
 - 2691-2700
 - 2701-2710
 - 2711-2720
 - 2721-2730
 - 2731-2740
 - 2741-2750
 - 2751-2760
 - 2761-2770
 - 2771-2780
 - 2781-2790
 - 2791-2800
 - 2801-2810
 - 2811-2820
 - 2821-2830
 - 2831-2840
 - 2841-2850
 - 2851-2860
 - 2861-2870
 - 2871-2880
 - 2881-2890
 - 2891-2900
 - 2901-2910
 - 2911-2920
 - 2921-2930
 - 2931-2940
 - 2941-2950
 - 2951-2960
 - 2961-2970
 - 2971-2980
 - 2981-2990
 - 2991-3000
 - 3001-3010
 - 3011-3020
 - 3021-3030
 - 3031-3040
 - 3041-3050
 - 3051-3060
 - 3061-3070
 - 3071-3080
 - 3081-3090
 - 3091-3100
 - 3101-3110
 - 3111-3120
 - 3121-3130
 - 3131-3140
 - 3141-3150
 - 3151-3160
 - 3161-3170
 - 3171-3180
 - 3181-3190
 - 3191-3200
 - 3201-3210
 - 3211-3220
 - 3221-3230
 - 3231-3240
 - 3241-3250
 - 3251-3260
 - 3261-3270
 - 3271-3280
 - 3281-3290
 - 3291-3300
 - 3301-3310
 - 3311-3320
 - 3321-3330
 - 3331-3340
 - 3341-3350
 - 3351-3360
 - 3361-3370
 - 3371-3380
 - 3381-3390
 - 3391-3400
 - 3401-3410
 - 3411-3420
 - 3421-3430
 - 3431-3440
 - 3441-3450
 - 3451-3460
 - 3461-3470
 - 3471-3480
 - 3481-3490
 - 3491-3500
 - 3501-3510
 - 3511-3520
 - 3521-3530
 - 3531-3540
 - 3541-3550
 - 3551-3560
 - 3561-3570
 - 3571-3580
 - 3581-3590
 - 3591-3600
 - 3601-3610
 - 3611-3620
 - 3621-3630
 - 3631-3640
 - 3641-3650
 - 3651-3660
 - 3661-3670
 - 3671-3680
 - 3681-3690
 - 3691-3700
 - 3701-3710
 - 3711-3720
 - 3721-3730
 - 3731-3740
 - 3741-3750
 - 3751-3760
 - 3761-3770
 - 3771-3780
 - 3781-3790
 - 3791-3800
 - 3801-3810
 - 3811-3820
 - 3821-3830
 - 3831-3840
 - 3841-3850
 - 3851-3860
 - 3861-3870
 - 3871-3880
 - 3881-3890
 - 3891-3900
 - 3901-3910
 - 3911-3920
 - 3921-3930
 - 3931-3940
 - 3941-3950
 - 3951-3960
 - 3961-3970
 - 3971-3980
 - 3981-3990
 - 3991-4000
 - 4001-4010
 - 4011-4020
 - 4021-4030
 - 4031-4040
 - 4041-4050
 - 4051-4060
 - 4061-4070
 - 4071-4080
 - 4081-4090
 - 4091-4100
 - 4101-4110
 - 4111-4120
 - 4121-4130
 - 4131-4140
 - 4141-4150
 - 4151-4160
 - 4161-4170
 - 4171-4180
 - 4181-4190
 - 4191-4200
 - 4201-4210
 - 4211-4220
 - 4221-4230
 - 4231-4240
 - 4241-4250
 - 4251-4260
 - 4261-4270
 - 4271-4280
 - 4281-4290
 - 4291-4300
 - 4301-4310
 - 4311-4320
 - 4321-4330
 - 4331-4340
 - 4341-4350
 - 4351-4360
 - 4361-4370
 - 4371-4380
 - 4381-4390
 - 4391-4400
 - 4401-4410
 - 4411-4420
 - 4421-4430
 - 4431-4440
 - 4441-4450
 - 4451-4460
 - 4461-4470
 - 4471-4480
 - 4481-4490
 - 4491-4500
 - 4501-4510
 - 4511-4520
 - 4521-4530
 - 4531-4540
 - 4541-4550
 - 4551-4560
 - 4561-4570
 - 4571-4580
 - 4581-4590
 - 4591-4600
 - 4601-4610
 - 4611-4620
 - 4621-4630
 - 4631-4640
 - 4641-4650
 - 4651-4660
 - 4661-4670
 - 4671-4680
 - 4681-4690
 - 4691-4700
 - 4701-4710
 - 4711-4720
 - 4721-4730
 - 4731-4740
 - 4741-4750
 - 4751-4760
 - 4761-4770
 - 4771-4780
 - 4781-4790
 - 4791-4800
 - 4801-4810
 - 4811-4820
 - 4821-4830
 - 4831-4840
 - 4841-4850
 - 4851-4860
 - 4861-4870
 - 4871-4880
 - 4881-4890
 - 4891-4900
 - 4901-4910
 - 4911-4920
 - 4921-4930
 - 4931-4940
 - 4941-4950
 - 4951-4960
 - 4961-4970
 - 4971-4980
 - 4981-4990
 - 4991-5000
 - 5001-5010
 - 5011-5020
 - 5021-5030
 - 5031-5040
 - 5041-5050
 - 5051-5060
 - 5061-5070
 - 5071-5080
 - 5081-5090
 - 5091-5100
 - 5101-5110
 - 5111-5120
 - 5121-5130
 - 5131-5140
 - 5141-5150
 - 5151-5160
 - 5161-5170
 - 5171-5180
 - 5181-5190
 - 5191-5200
 - 5201-5210
 - 5211-5220
 - 5221-5230
 - 5231-5240
 - 5241-5250
 - 5251-5260
 - 5261-5270
 - 5271-5280
 - 5281-5290
 - 5291-5300
 - 5301-5310
 - 5311-5320
 - 5321-5330
 - 5331-5340
 - 5341-5350
 - 5351-5360
 - 5361-5370
 - 5371-5380
 - 5381-5390
 - 5391-5400
 - 5401-5410
 - 5411-5420
 - 5421-5430
 - 5431-5440
 - 5441-5450
 - 5451-5460
 - 5461-5470
 - 5471-5480
 - 5481-5490
 - 5491-5500
 - 5501-5510
 - 5511-5520
 - 5521-5530
 - 5531-5540
 - 5541-5550
 - 5551-5560
 - 5561-5570
 - 5571-5580
 - 5581-5590
 - 5591-5600
 - 5601-5610
 - 5611-5620
 - 5621-5630
 - 5631-5640
 - 5641-5650
 - 5651-5660
 - 5661-5670
 - 5671-5680
 - 5681-5690
 - 5691-5700
 - 5701-5710
 - 5711-5720
 - 5721-5730
 - 5731-5740
 - 5741-5750
 - 5751-5760
 - 5761-5770
 - 5771-5780
 - 5781-5790
 - 5791-5800
 - 5801-5810
 - 5811-5820
 - 5821-5830
 - 5831-5840
 - 5841-5850
 - 5851-5860
 - 5861-5870
 - 5871-5880
 - 5881-5890
 - 5891-5900
 - 5901-5910
 - 5911-5920
 - 5921-5930
 - 5931-5940
 - 5941-5950
 - 5951-5960
 - 5961-5970
 - 5971-5980
 - 5981-5990
 - 5991-6000
 - 6001-6010
 - 6011-6020
 - 6021-6030
 - 6031-6040
 - 6041-6050
 - 6051-6060
 - 6061-6070
 - 6071-6080
 - 6081-6090
 - 6091-6100
 - 6101-6110
 - 6111-6120
 - 6121-6130
 - 6131-6140
 - 6141-6150
 - 6151-6160
 - 6161-6170
 - 6171-6180
 - 6181-6190
 - 6191-6200
 - 6201-6210
 - 6211-6220
 - 6221-6230
 - 6231-6240
 - 6241-6250
 - 6251-6260
 - 6261-6270
 - 6271-6280
 - 6281-6290
 - 6291-6300
 - 6301-6310
 - 6311-6320
 - 6321-6330
 - 6331-6340
 - 6341-6350
 - 6351-6360
 - 6361-6370
 - 6371-6380
 - 6381-6390
 - 6391-6400
 - 6401-6410
 - 6411-6420
 - 6421-6430
 - 6431-6440
 - 6441-6450
 - 6451-6460
 - 6461-6470
 - 6471-6480
 - 6481-6490
 - 6491-6500
 - 6501-6510
 - 6511-6520
 - 6521-6530
 - 6531-6540
 - 6541-6550
 - 6551-6560
 - 6561-6570
 - 6571-6580
 - 6581-6590
 - 6591-6600
 - 6601-6610
 - 6611-6620
 - 6621-6630
 - 6631-6640
 - 6641-6650
 - 6651-6660
 - 6661-6670
 - 6671-6680
 - 6681-6690
 - 6691-6700
 - 6701-6710
 - 6711-6720
 - 6721-6730
 - 6731-6740
 - 6741-6750
 - 6751-6760
 - 6761-6770
 - 6771-6780
 - 6781-6790
 - 6791-6800
 - 6801-6810
 - 6811-6820
 - 6821-6830
 - 6831-6840
 - 6841-6850
 - 6851-6860
 - 6861-6870
 - 6871-6880
 - 6881-6890
 - 6891-6900
 - 6901-6910
 - 6911-6920
 - 6921-6930
 - 6931-6940
 - 6941-6950
 - 6951-6960
 - 6961-6970
 - 6971-6980
 - 6981-6990
 - 6991-7000
 - 7001-7010
 - 7011-7020
 - 7021-7030
 - 7031-7040
 - 7041-7050
 - 7051-7060
 - 7061-7070
 - 7071-7080
 - 7081-7090
 - 7091-7100
 - 7101-7110
 - 7111-7120
 - 7121-7130
 - 7131-7140
 - 7141-7150
 - 7151-7160
 - 7161-7170
 - 7171-7180
 - 7181-7190
 - 7191-7200
 - 7201-7210
 - 7211-7220
 - 7221-7230
 - 7231-7240
 - 7241-7250
 - 7251-7260
 - 7261-7270
 - 7271-7280
 - 7281-7290
 - 7291-7300
 - 7301-7310
 - 7311-7320
 - 7321-7330
 - 7331-7340
 - 7341-7350
 - 7351-7360
 - 7361-7370
 - 7371-7380
 - 7381-7390
 - 7391-7400
 - 7401-7410
 - 7411-7420
 - 7421-7430
 - 7431-7440
 - 7441-7450
 - 7451-7460
 - 7461-7470
 - 7471-7480
 - 7481-7490
 - 7491-7500
 - 7501-7510
 - 7511-7520
 - 7521-7530
 - 7531-7540
 - 7541-7550
 - 7551-7560
 - 7561-7570
 - 7571-7580
 - 7581-7590
 - 7591-7600
 - 7601-7610
 - 7611-7620
 - 7621-7630
 - 7631-7640
 - 7641-7650
 - 7651-7660
 - 7661-7670
 - 7671-7680
 - 7681-7690
 - 7691-7700
 - 7701-7710
 - 7711-7720
 - 7721-7730
 - 7731-7740
 - 7741-7750
 - 7751-7760
 - 7761-7770
 - 7771-7780
 - 7781-7790
 - 7791-7800
 - 7801-7810
 - 7811-7820
 - 7821-7830
 - 7831-7840
 - 7841-7850
 - 7851-7860
 - 7861-7870
 - 7871-7880
 - 7881-7890
 - 7891-7900
 - 7901-7910
 - 7911-7920
 - 7921-7930
 - 7931-7940
 - 7941-7950
 - 7951-7960
 - 7961-7970
 - 7971-7980
 - 7981-7990
 - 7991-8000
 - 8001-8010
 - 8011-8020
 - 8021-8030
 - 8031-8040
 - 8041-8050
 - 8051-8060
 - 8061-8070
 - 8071-8080
 - 8081-8090
 - 8091-8100
 - 8101-8110
 - 8111-8120
 - 8121-8130
 - 8131-8140
 - 8141-8150
 - 8151-8160
 - 8161-8170
 - 8171-8180
 - 8181-8190
 - 8191-8200
 - 8201-8210
 - 8211-8220
 - 8221-8230
 - 8231-8240
 - 8241-8250
 - 8251-8260
 - 8261-8270
 - 8271-8280
 - 8281-8290
 - 8291-8300
 - 8301-8310
 - 8311-8320
 - 8321-8330
 - 8331-8340
 - 8341-8350
 - 8351-8360
 - 8361-8370
 - 8371-8380
 - 8381-8390
 - 8391-8400
 - 8401-8410
 - 8411-8420
 - 8421-8430
 - 8431-8440
 - 8441-8450
 - 8451-8460
 - 8461-8470
 - 8471-8480
 - 8481-8490
 - 8491-8500
 - 8501-8510
 - 8511-8520
 - 8521-8530
 - 8531-8540
 - 8541-8550
 - 8551-8560
 - 8561-8570
 - 8571-8580
 - 8581-8590
 - 8591-8600
 - 8601-8610
 - 8611-8620
 - 8621-8630
 - 8631-8640
 - 8641-8650
 - 8651-8660
 - 8661-8670
 - 8671-8680
 - 8681-8690
 - 8691-8700
 - 8701-8710
 - 8711-8720
 - 8721-8730
 - 8731-8740
 - 8741-8750
 - 8751-8760
 - 8761-8770
 - 8771-8780
 - 8781-8790
 - 8791-8800
 - 8801-8810
 - 8811-8820
 - 8821-8830
 - 8831-8840
 - 8841-8850
 - 8851-8860
 - 8861-8870
 - 8871-8880
 - 8881-8890
 - 8891-8900
 - 8901-8910
 - 8911-8920
 - 8921-8930
 - 8931-8940
 - 8941-8950
 - 8951-8960
 - 8961-8970
 - 8971-8980
 - 8981-8990
 - 8991-9000
 - 9001-9010
 - 9011-9020
 - 9021-9030
 - 9031-9040
 - 9041-9050
 - 9051-9060
 - 9061-9070
 - 9071-9080
 - 9081-9090
 - 9091-9100
 - 9101-9110
 - 9111-9120
 - 9121-9130
 - 9131-9140
 - 9141-9150
 - 9151-9160
 - 9161-9170
 - 9171-9180
 - 9181-9190
 - 9191-9200
 - 9201-9210
 - 9211-9220
 - 9221-9230
 - 9231-9240
 - 9241-9250
 - 9251-9260
 - 9261-9270
 - 9271-9280
 - 9281-9290
 - 9291-9300
 - 9301-9310
 - 9311-9320
 - 9321-9330
 - 9331-9340
 - 9341-9350
 - 9351-9360
 - 9361-9370
 - 9371-9380
 - 9381-9390
 - 9391-9400
 - 9401-9410
 - 9411-9420
 - 9421-9430
 - 9431-9440
 - 9441-9450
 - 9451-9460
 - 9461-9470
 - 9471-9480
 - 9481-9490
 - 9491-9500
 - 9501-9510
 - 9511-9520
 - 9521-9530
 - 9531-9540
 - 9541-9550
 - 9551-9560
 - 9561-9570
 - 9571-9580
 - 9581-9590
 - 9591-9600
 - 9601-9610
 - 9611-9620
 - 9621-9630
 - 9631-9640
 - 9641-9650
 - 9651-9660
 - 9661-9670
 - 9671-9680
 - 9681-9690
 - 9691-9700
 - 9701-9710
 - 9711-9720
 - 9721-9730
 - 9731-9740
 - 9741-9750
 - 9751-9760
 - 9761-9770
 - 9771-9780
 - 9781-9790
 - 9791-9800
 - 9801-9810
 - 9811-9820
 - 9821-9830
 - 9831-9840
 - 9841-9850
 - 9851-9860
 - 9861-9870
 - 9871-9880
 - 9881-9890
 - 9891-9900
 - 9901-9910
 - 9911-9920
 - 9921-9930
 - 9931-9940
 - 9941-9950
 - 9951-9960
 - 99

appeared only after the electronic structure of atoms was clarified and the differences between *s*-, *p*- and *d*-elements became clear. The idea is explicitly presented in Table 3.

There are no subgroups here, but only 18 groups (according to the IUPAC rules, they are numbered not in Roman, but in Arabic numerals). Ten *d*-elements are arranged in 10 independent groups. Together with two groups for *s*-elements and six groups of *p*-elements, the total number of groups is 18. In the long form, each period occupies only one line, and there are seven of them in total.

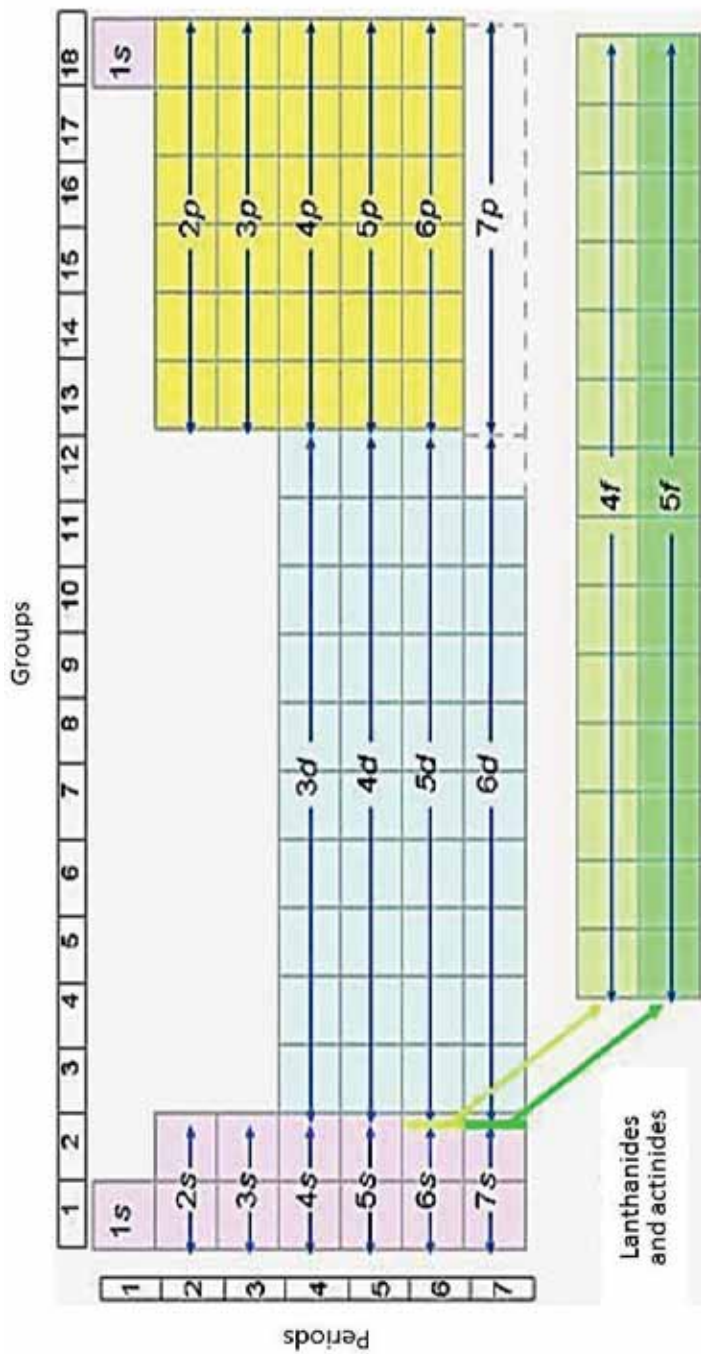
In the long form of the Table, all sublevels go strictly one after the other from top to bottom: under *1s* there are *2s*, *3s*, and so on; under *2p* there go *3p*, *4p*, etc.; under *3d* there go *4d*, *5d* and so on. Following this, the sequence of completing all electronic levels of any element becomes clear. It is only necessary to remember that after *6s*-sublevel *4f*-sublevel is completed, and after *7s*-sublevel *5f*-sublevel is completed; *f*-elements are arranged in separate rows at the bottom of the Table so as not to make it “extra-long”. The long version of the Periodic Table did not solve the problem of arranging *f*-elements in the Table, but removed the inconvenience when using main groups and subgroups [11].

Currently, various authors have proposed many forms, which are mainly aimed at didactic presentation of the material, since not all correlations between chemical elements are visible from the standard Periodic System [8, 9, 11]. However, all these proposals do not allow us to get an answer to the question of where the boundaries of the periodic system are and what the reasons for the rhythmically repetitive disturbance in the arrangement of elements in the Table are, when a large number of elements are arranged into separate groups, for example, actinides and lanthanides [13].

Numerous unsuccessful attempts to improve the Periodic Table of chemical elements by D.I. Mendeleev demonstrate the extreme complexity of the task set in 1951 by the Nobel Prize winner Academician *N. N. Semyonov* to eliminate at least five shortcomings that gave rise to its unsystematic and asymmetric nature:

1. Rows (the so-called half-periods in the newly designated periods) have different lengths, and in this case there appear 37 unfilled places i.e. free cells.
2. There are only two elements in the first row; moreover, hydrogen does not occupy a constant place, and these two elements of the same row make up the whole period (there can be no half-periods here).
3. Lanthanides and actinides were taken out of the table.
4. A group of inert gases was added later by the scientists who discovered them on behalf of Ramsay.
5. The long-period Table introduced later does not save the situation as a whole and remains too asymmetric.

Table 3*

Arrangement of *s*-, *p*-, *d*- and *f*-elements in the long-periodic Periodic Table* Internet resource used https://en.wikipedia.org/wiki/Periodic_table

Despite this, the system had been the foundation for scientific research, engineering solutions and chemical education for over 80 years. According to N. N. Semyonov, “... *after eliminating the shortcomings, new properties and interrelationships of elements will be discovered, which will allow most scientific research to be carried out at a new, higher level and to solve the engineering problems faced by not only physicists, but all scientists, engineers and practitioners*” [3].

2. General prerequisites to develop a new model of arranging chemical elements

The rapid development of the natural sciences at the beginning of the 19th century was marked by the active desire of scientists to understand the fundamental laws and regularities of the material basis of the world i.e. matter. The medieval empiricism of alchemical knowledge is being replaced by the era of the cyclical ordering of chemical elements in accordance with their natural properties. In 1817, the German chemist *Johann Debereiner* anticipated the predictive properties of chemical elements with common chemical properties. In Debereiner’s triads, with an increase in atomic masses, the chemical properties of the middle element between similar ones turned out to be averaged relative to the sum of the properties of the two boundary elements of this triad [15]. This scientific fact is the first predictive method to determine properties of undiscovered chemical elements.

One of the first systemic ideas about the arrangement of elements in a spiral was made by the outstanding Russian mathematician *Nikolai Ivanovich Lobachevsky*, who did not stay indifferent to the natural systemic harmony of elements. He presented a sketch for the system of chemical elements in the form of a nonlinear expanding cylindrical spiral (Fig. 1).

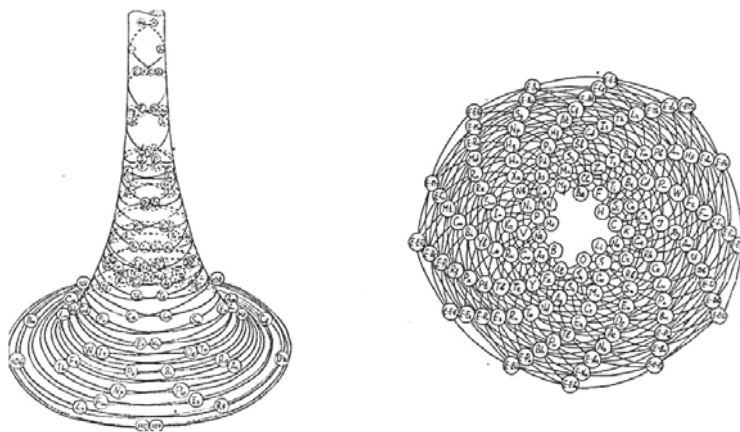


Fig. 1. Sketch of the system of chemical elements by N.I. Lobachevsky

In 1862, the French scientist *Alexandre Chancourtois* made the first attempt to systematize chemical elements as their atomic masses increased. The spiral representation of the periodically repeating properties of chemical elements, called the “earth spiral”, is located on a cylindrical surface of 16 evenly distributed verticals, forming a straight line with an intersection at an angle of $\pi / 4$ to them, on which there are points proportionally located to the atomic masses of the elements. Elements which atomic weights differed by a multiple of 16 had similar properties and turned out to be located on the verticals of the cylinder. The explanation for the discovery was given more than half a century after the experimental determination of the nucleus structure.

In 1868, the Periodic Table of Chemical Elements by D. I. Mendeleev was published in a two-dimensional form. Later, he expressed the idea of a **spiral form** for the Table of chemical elements in the final article “Periodic Order of Chemical Elements”: “*Practically speaking, the entire distribution of elements is continuity and corresponds to a certain extent to a spiral function ...*”. Now it is obvious that all intuitive ideas of the author of the Periodic Law can be realized in the three-dimensional spiral form of the Periodic Law. The prophetic words belong to him: “*The future does not threaten the Periodic Law with destruction, but only promises superstructuring and development ...*”. S. A. Shchukarev correctly noted that the system of elements is too complex in its content “for a single canonical representation in the form of a generally acknowledged Table” [7].

The formulated idea of the Three-dimensional matrix [14, 17] was based on fairly obvious propositions about the Universe [15, 16], and chemical elements were considered from the standpoint of their origin as “building blocks” of the Universe. The next assumption was that the formation of elements proceeded in the same way as the Universe developed and is developing. The imposition of a natural periodic sequence of chemical elements on the 3D matrix provides a more complete display of their properties, taking into account their valence. The matrix includes all known natural elements, and is a harmoniously organized three-dimensional model for studying the laws of matter, predicting new elements that are still unknown to science. The three-dimensional matrix of chemical elements is shown in Fig. 2.

In comparison with the tabular form the three-dimensional spiral provides a sequential continuous arrangement of elements with the possibility of including isotopes, lanthanides and actinides. This will make it possible to create a digital model to calculate the interaction processes of chemical elements with each other throughout the spiral as well as to forecast methods for obtaining new substances.

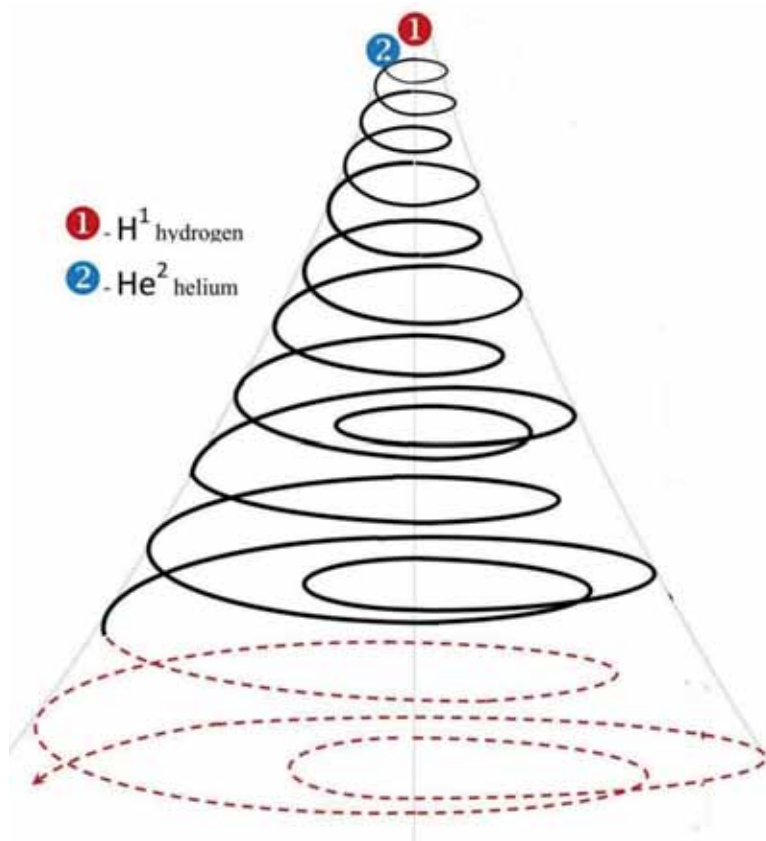


Fig. 2. Scheme of the three-dimensional matrix of chemical elements (TDMCE)

Thus, it becomes possible to identify the main prerequisites to create Three-dimensional periodic matrix of chemical elements:

- based on the laws of the Universe evolution, the authors propose to consider the arrangement of chemical elements in the form of an expanding conical spiral. Primary elements hydrogen and helium are placed at the top of the spiral;
- in comparison with the tabular form the three-dimensional spiral provides a sequential continuous arrangement of elements with the possibility of including lanthanides and actinides and all discovered and predicted groups. By means of the thorough study of the short and long-period tables by D. I. Mendeleev and IUPAC, taken as a basis in different countries, all known structures should find their reflection on the spiral.

3. Three-dimensional periodic matrix of chemical elements

Basing on the two-dimensional periodic table of chemical elements by D. I. Mendeleev the authors present by far informative three-dimensional form, achieving a more complete mapping of properties, taking into account the structures of the electron shells of chemical elements located in a natural continuous order of its expansion [18-20].

There has been proposed a three-dimensional coordinate system of a spatial expanding matrix with an attempt to eliminate the disadvantages formulated by academician *N. N. Semyonov*. Distinctive features of this classification system are the following: the central symmetry of the known elements with respect to hydrogen and helium, the linear symmetry of the main and secondary subgroups along the coordinate axes, as well as the compact placement of transition elements triads in the table, as well as lanthanides, actinides, which is due to the spiral arrangement of the elements by their serial numbers (Fig. 3). Long and short periods of the elements have a ring configuration, thereby simulating the structure of the electronic shells of atoms according to *N. Bohr*. Lanthanides, actinides and transactinides are placed in the sixth and seventh periods also according to the spiral principle up to element 118 (analogue of radon **Rn**), completing the seventh period.

Thus, the three-dimensional matrix is based on:

- arrangement of all known elements along cylindrical coordinates, which forms a planetary model of their structure. Atomic numbers n with the dimension of a continuous series of natural numbers from 1 to 118 (and more) are evenly arranged along the spiral from top to bottom.
- The ordinal number of the element coincides with the magnitude of the nuclear charge (Z) and with the same total number of energetically balancing electrons in the orbitals of the shells. The approach is universal both for the short-period table by D. I. Mendeleev as well as for the long-period **IUPAC** Table.
- An exponential increase in the number of elements in periods is shown, which forms a Three-dimensional spiral system of chemical elements [20].

The proposed representation of the three-dimensional periodic matrix of chemical elements in the form of an expanding conical spiral is a universal tool that makes it possible to study a wide variety of physical and chemical properties of already known and not yet discovered elements and their compounds. The versatility of the three-dimensional matrix also lies in the fact that, in addition to the mandatory serial number and strict coordinate binding of chemical elements to the groups, there appears a tremendous potential to structurally analyse physical and chemical properties of elements as well as the laws of their interaction.

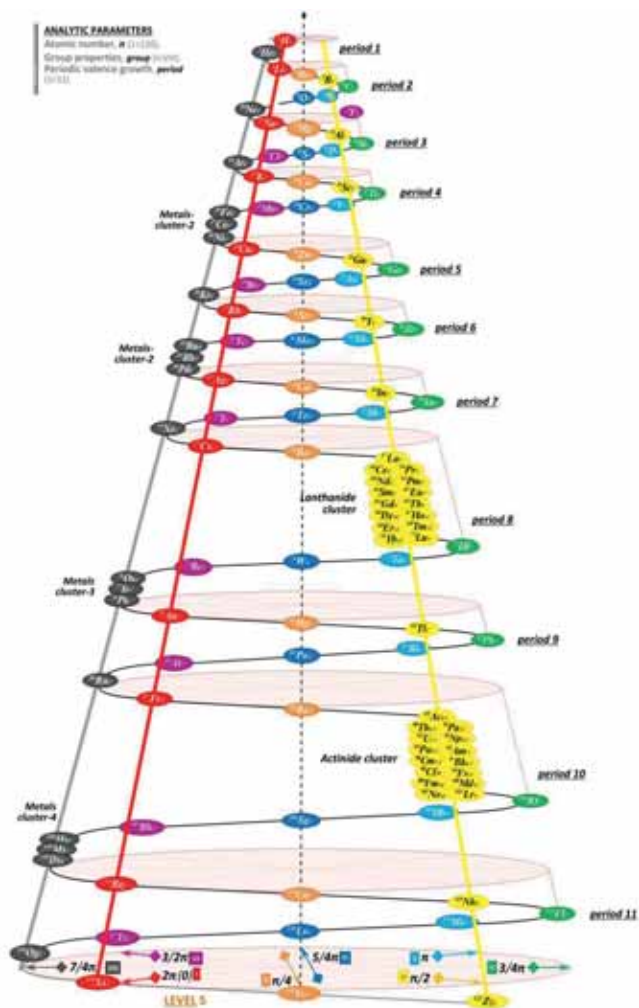


Fig. 3. Three-dimensional matrix of chemical elements

4. Cyclicity and block structure of chemical elements

The modern Periodic System is based on the nuclear charge (Z), which determines the place of an element in the system. Nuclear periodicity is expressed in a periodic change in the properties of atomic nuclei. The main parameter that determines this periodicity is the number of protons (P) and neutrons (N) in the nucleus. Figure 4 shows the dependence of nucleus mass of elements (protons and neutrons) and the mass of neutrons for the discovered 118 chemical elements.

The authors have calculated the ratio of neutrons and protons in the nuclei of chemical elements. In the short-period table 4a the averaged indicators of these ratios for the blocks are presented. It should be noted that these averaged values for blocks are equal, both in the short-period table and in the IUPAC Table (Table 4 b). Therefore, the block structure, in our opinion, corresponds to the concept of cyclicity i.e. the completeness of the periodicity for two periods, including the groups of lanthanides and actinides.

The study on the Three-dimensional periodic matrix of chemical elements based on a multiparameter coordinate system clearly demonstrates the stable formation of block patterns in the cyclic periodicity of the elements' properties in periods and blocks with an increase in their ordinal numbers and unites all the previously described periodicity options [4, 7]. It should be noted that the concepts of "period" in two types of tables are identical (there are 7 of them each), but an important circumstance that requires special attention is the obvious discrepancy between the "rows" and the group valence principle of periodicity in a long-period table.

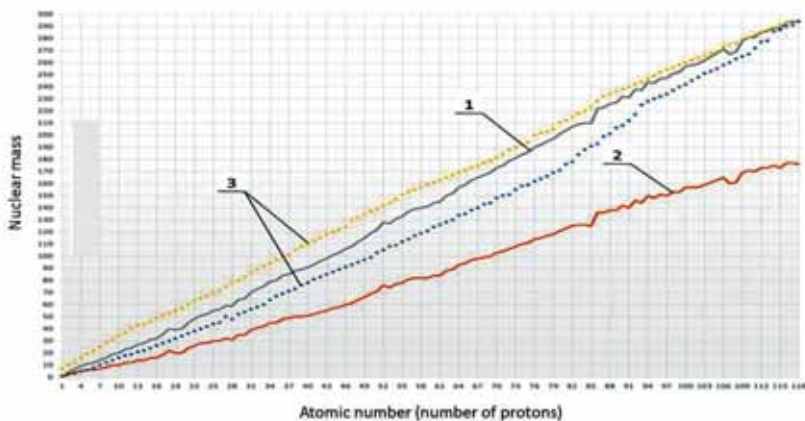


Fig. 4. Dependences of nuclear masses (protons and neutrons) and mass neutrons (neutrons) for 118 chemical elements

1 — the number of protons and neutrons; 2 — the number of neutrons; 3 — isotopes

In [18, 19], it was concluded that the three-dimensional spirally diverging system of the chemical elements matrix has 4 periodicity blocks and 7 periods. Structural analysis of period formation confirms that periods can be simple, in which one element is formed in each group (2 elements with an external signal orbital and 6 elements with an external valence orbital, 8 in total) and more complex ones containing grouped "family" elements within one group (III or VIII). Thus, in blocks, everything can be represented as follows (Table 4).

Table 4

The ratio of neutrons and protons in the nuclei of chemical elements
a) Mendeleev Table

Ratio of neutrons (n) to / protons (p)	Blocks, periods / rows	I II III IV V VI VII VIII																	
		1 H 1 A 1,008 1 He 2 4 1,0																	
Less than 1,1	B 2	3 Li 4 Be 5 B 6 C 7 N 8 O 9 F 10 Ne 10																	
	B 2	7 1,33 9 1,25 11 1,20 12 1,0 14 1,0 16 1,0 17 1,0 18 1,0 20 1,0																	
	B 3	11 12 12 12 13 14 14 15 16 16 17 18 18 18 22																	
Less than 1,3	C 4/4-5	19 20 20 20 21 24 22 26 23 28 24 28 25 30 26 30 27 32 28 31																	
	C 4/4-5	29 35 30 35 31 39 32 41 33 42 34 45 35 45 36 48																	
	C 4/4-5	63 1,21 65 1,17 70 1,26 73 1,28 75 1,27 79 1,32 80 1,29 84 1,33																	
	C 5/6-7	37 49 38 50 39 50 40 51 41 52 42 54 43 55 44 57 45 58 46 60																	
	C 5/6-7	85 1,32 88 1,32 89 1,28 91 1,28 93 1,27 96 1,29 96 1,28 101 1,30 103 1,29 106 1,30																	
Less than 1,55	D 6/8-9	47 61 48 64 49 66 50 69 51 71 52 76 53 74 54 77																	
	D 6/8-9	87 136 88 138 89 138 104 161 105 163 106 165 107 167 108 161 109 169 110 171																	
	D 6/8-9	133 1,42 137 1,45 139 1,44 179 1,49 181 1,48 184 1,49 186 1,48 190 1,50																	
	D 6/8-9	79 118 80 121 81 123 82 125 83 126 84 126 85 125 86 136																	
	D 6/8-9	108 1,30 112 1,33 115 1,35 119 1,38 122 1,39 128 1,46 127 1,40 131 1,43																	
Less than 1,55	D 7/9-11	87 136 88 138 89 138 104 161 105 163 106 165 107 167 108 161 109 169 110 171																	
	D 7/9-11	223 1,56 226 1,57 227 1,55 265 1,55 268 1,55 271 1,56 267 1,50 269 1,49																	
	D 7/9-11	111 170 112 173 113 173 114 175 115 173 116 177 117 177 118 176																	
D 7/9-11	281 1,53 285 1,54 286 1,53 289 1,54 288 1,50 293 1,53 294 1,51 294 1,49																		

56	82	89	82	60	84	61	84	62	88	63	89	64	93	65	94	66	97	67	98	68	99	69	100	70	103	71	104
Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	La	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
140	141	141	139	144	140	145	138	150	142	152	141	157	145	159	145	163	147	165	146	167	146	169	145	173	147	175	146
86	142	91	140	92	146	93	144	94	150	95	148	96	151	97	150	98	153	99	153	100	157	101	157	102	157	103	159
Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
232	158	231	153	238	159	237	155	244	160	243	156	247	157	247	155	251	156	252	155	257	157	258	155	259	154	261	154

The ratio of neutrons and protons in the nuclei of chemical elements
b) IUPAC Table

n/p ratio	Block, period	I II III IV V VI VII VIII IX X XI XII XIII XIV XV XVI XVII XVIII																	
		1 H 1 A 1,008 1 He 2 4 1,0																	
Less than 1,1	B 2	3 Li 4 Be 5 B 6 C 7 N 8 O 9 F 10 Ne 10																	
	B 2	7 1,33 9 1,25 11 1,20 12 1,0 14 1,0 16 1,0 17 1,0 18 1,0 20 1,0																	
	B 3	11 12 12 12 13 14 14 15 16 16 17 18 18 18 22																	
Less than 1,3	C 4	19 20 20 20 21 24 22 26 23 28 24 28 25 30 26 30 27 32 28 31																	
	C 4	29 35 30 35 31 39 32 41 33 42 34 45 35 45 36 48																	
	C 4	63 1,21 65 1,17 70 1,26 73 1,28 75 1,27 79 1,32 80 1,29 84 1,33																	
	C 5	37 49 38 50 39 50 40 51 41 52 42 54 43 55 44 57 45 58 46 60																	
	C 5	85 1,32 88 1,32 89 1,28 91 1,28 93 1,27 96 1,29 96 1,28 101 1,30 103 1,29 106 1,30																	
Less than 1,55	D 6	47 61 48 64 49 66 50 69 51 71 52 76 53 74 54 77																	
	D 6	87 136 88 138 89 138 104 161 105 163 106 165 107 167 108 161 109 169 110 171																	
	D 6	133 1,42 137 1,45 139 1,44 179 1,49 181 1,48 184 1,49 186 1,48 190 1,50																	
	D 7	79 118 80 121 81 123 82 125 83 126 84 126 85 125 86 136																	
	D 7	108 1,30 112 1,33 115 1,35 119 1,38 122 1,39 128 1,46 127 1,40 131 1,43																	

— The first block A corresponds to short single-element periods (and rows 0-1) of the matrix, where the first elements are hydrogen and helium (H¹-hydrogen and He²-helium). For the first block, the neutrons (N) — protons (P) ratio can be taken equal to 1.

- The second block **B** structurally postures the completeness of the cyclic eight-element periodicity, which corresponds to simple periods (or rows) **2** (includes 8 elements from **Li**³ to **Ne**¹⁰) and **3** matrices (includes 8 elements from **Na**¹¹ to **Ar**¹⁸). For the second block the N : P ratio is less than 1.1.
- The third block **C** structurally represents the completeness of the cyclic 10- and 8-element periodicity in the block, two additional “families” have appeared: from iron (**Fe**) to platinum (**Pt**), from ruthenium (**Ru**) to palladium (**Pd**). The third block **C** presents the first short pair of rows **4** (includes 10 elements from **K**¹⁹ to **Ni**²⁸) and 5 of the short-period table (includes 8 elements from **Cu**²⁹ to **Kr**³⁶) and the second short pair of rows **6** (includes 10 elements from **Rb**³⁷ to **Pd**⁴⁶) and 7 short-period tables (includes 8 elements from **Ag**⁴⁷ to **Xe**⁵⁴). In the long-period table, a pair of rows **4** and **5** corresponds to period **4**, and a pair of rows **6** and **7** corresponds to period **5**. For the third block, the N : P ratio is less than 1 : 1,3.
- The fourth block **D** structurally represents the completeness of the cyclic 24 and 8-element periodicity as a block of chemical elements **D**, which additionally included the “families” of lanthanides (**La**) and actinides (**Ac**), as well as two “families”: osmium (**Os**), iridium (**Ir**), platinum (**Pt**) and hassium (**Hs**), mendelevium (**Mt**), darmstadtium (**Ds**).

The fourth block corresponds to the first pair of the long row of lanthanides **8** (includes **24** elements from **Cs**⁵⁵ to **Pt**⁷⁸) and the short row **9** of the short-period table (includes 8 elements from **Au**⁷⁹ to **Rn**⁸⁶) and the second pair of the long row of actinides **10** (includes 24 elements from **Fr**⁸⁷ to **Ds**¹¹⁰) and short row **11** of the short-period table (includes 8 elements from **Rg**¹¹¹ to **Og**¹¹⁸). In the long-period table, a pair of rows **8** and **9** corresponds to period **6**, and a pair of rows **10** and **11** corresponds to period **7**. “Families” of lanthanides, actinides and some grouped metals require special study and attention of researchers. For the fourth block, the N : P ratio is less than 1.55.

Thus, in comparison with the short-period and long-period tables of chemical elements, the block structure of the Three-dimensional matrix of chemical elements using a three-dimensional coordinate system can significantly boost the informational value (multidimensionality).

5. Electronic characteristics of elements and analysis of their cyclicity in the structure of TDMCE

The spatial form of the three-dimensional periodic matrix made it possible to structure the anomalous groups of **III** (lanthanides and actinides) and **VIII** (metalloids) groups of the third **C** and fourth **D** levels of block

periodicity, and the level formulas of electron shells facilitate the study of systemic regularities of periodicity, including the mechanisms of saturation and transition electrons at different energy levels (orbital) of electron shells. The consistency of the periodicity is relevant when studying nuanced mechanisms of interlevel transitions and consistent interruption of synthesis of electron orbitals (Table 5).

The arrangement of electrons on energy levels (states) of shells **K, L, M, N, O, P, Q, X (EL)**, consisting of sublevels (orbitals) *s-, p-, d-, f-, g-, h-* at each level, satisfies the principle of minimum potential energy.

Table 5

The structure of energy levels and sublevels (orbitals) for blocks

Block A – 1	energy level ($K^s \equiv 1s^2$) ends with Helium (He)
Block B – 3	energy levels $K^s L^{s-p} M^{s-p} (M^{2-6} \equiv 3s^2 3p^6)$ ends with Argon (Ar)
Block C – 5	energy levels $K^s L^{s-p} M^{s-p-d} N^{s-p-d} O^{s-p} (valence\ orbital\ O^{2-6} \equiv 5s^2 5p^6)$ ends with Xenon (Xe)
Block D – 7	energy levels $K^s L^{s-p} M^{s-p-d} N^{s-p-d-f} O^{s-p-d-f} P^{s-p-d} Q^{s-p} (valence\ orbital\ Q^{2-6} \equiv 7s^2 7p^6)$ ends with Oganesson (Og) Predicted energy levels and electronic structure of the sublevels of Block E
Block E –	has to have 9 energy levels from element 119 to 218 $K^s L^{s-p} M^{s-p-d} N^{s-p-d-f} O^{s-p-d-f-g} P^{s-p-d-f-g} Q^{s-p-d-f} R^{s-p-d} X^{s-p} (valence\ orbital\ X^{2-6} \equiv 9s^2 9p^6)$ ends with element №218

The maximum number of electrons at the energy level is calculated by the formula $R = 2n^2$, where n is the level number or the principal quantum number (1, 2, 3, etc.). Each filled level corresponds to a certain set of sublevels (orbitals) (Table 6).

The sequence of filling the orbitals with electrons is determined by the Madelung rule [5, 7]. Periodicity, as a valence cycle in the system of chemical

elements, manifests itself during the formation of two successive orbitals — the initial *s*-orbital and the valence *p*-orbital with the number of valence electrons continuously increasing within the periods.

Table 6

Principal quantum number, types and number of orbitals, maximum number of electrons at sublevels and levels

Energy level (n)	Number of sublevels (n)	Orbital type	Number of orbitals		Maximum number of electrons	
			In sublevel	In level, equals to n^2	In sublevel	In level, equals to $2n^2$
K (n = 1)	1	1s	1	1	2	2
L (n = 2)	2	2s	1	4	2	8
		2p	3		6	
M (n = 3)	3	3s	1	9	2	18
		3p	3		6	
		3d	5		10	
N (n = 4)	4	4s	1	16	2	32
		4p	3		6	
		4d	5		10	
		4f	7		14	

Two groups of elements are initial. The first group of chemical elements with one electron at s^1 sublevel is **Li**³ — **Fr**⁸⁷, and so on. The filling of s^1 — sublevel with the first electron indicates (signals) the completion of the valence shell of the previous period. The **II** group of chemical elements with two electrons at s^2 — sublevel is made up of **Be**⁴ — **Ra**⁸⁸, etc. The filling of s^2 -sublevel with two electrons shows its saturation and the forthcoming formation of the *p*-valence shell sublevel, starting with the first electron of p^1 -sublevel and the subsequent set of sublevels of the valence period. For clarity and convenience of analysis, electronic formulas of chemical elements were used.

Thus, grouping of elements into new periods starts with a systemically bound pair of chemical elements from groups **I** and **II**, which show the completion of the valence electron shells of elements' atoms in the previous period as well as the readiness to form the valence electron shell of a new period. In this case, in chemical elements of group **I**, there forms a new two-electron initial orbital of the sublevel ns of the corresponding energy level (from **K**, **L**, **M**, **N**, **P**, **O**, **Q**, **X**) by filling the formed energy shell with the first electron (ns^1 , electronic symbol

K1, L1, M1, etc.), and in the subsequent chemical element of group **II**, the same atomic orbital is filled with a second saturating electron (ns^2 , electronic symbol *K2, L2, M2*, etc.), which forms a consistent pair of the external electrons atomic orbital. This initial pair completes the filling of Is^2 sublevel, after which the next layers of the corresponding energy level of the periodic sequence of chemical elements in the three-dimensional matrix are filled.

On the other hand, the filling of the outer atomic orbital with a consistent pair of electrons is always preceded by the formation of a new layer of the valence shell in the atom. The initial elements in all periods of the matrix form new periods on a new valence orbital (np^1) by filling the corresponding energy level with the first electron and reflect the periodic patterns of the elements formation in material world. The mechanism of block periodicity to fill atomic orbitals is present at all levels of the three-dimensional periodic matrix of chemical elements.

Speaking from the perspective of the periodicity laws of the formation of chemical elements, there is a clear evidence for the special role of the initial atomic orbitals of the two successive elements. The first element of the pair demonstrates the completion of the stable state formation of the electronic layers structure in the previous, fully completed period, consisting of elements with maximum filling of energy level shells with electrons. All first elements are odd ones. Best practices confirm that electronic layers of elements shells of a fully completed period have a high degree of resistance to external energy influences and have a pronounced attraction to stationary interaction with the energy field of the atomic nucleus. Such consistent pattern implies the indifference of the electronic layers e of the maximum filled atomic shells to the valence (chemical interaction).

The second element is a formation signicator of new electronic layers for the elements of the subsequent (forming) period, consisting of electrons of new shells of energy levels. All second elements are even. The electronic layers of the shells of the elements of the forming period do not have a high degree of resistance to external energy influences and have a lesser tendency to interact with the energy field of the atomic nucleus. Such consistent pattern implies the ability of the outer electronic layers of the unfilled atom shells to show polyvalence when combined into molecules.

The first elements of the valence p -orbitals of the new period in each energy level form elements with a p^1 -orbital with one valence electron ($B^5 - Nh^{113}$, etc.). All such elements are odd and belong to the **III** group of chemical elements. The second element is the element with two valence electrons of the p^2 -orbital in each energy level ($C^6 - Fl^{114}$, etc.). All elements are even and

belong to the **IV** group of chemical elements. Subsequent elements with three valence electrons of the p^3 -orbital and a different number of electrons of the valence orbital in each energy level are structured similarly, belonging to the **V**, **VI**, **VII** and **VIII** groups of chemical elements, respectively.

Consistent patterns to form electron atom shells using electronic-level formulas make it possible, on the basis of the block approach and structural analysis, to predict chemical elements outside the 118th element as well as to form the structure of new periods, starting with the chemical elements of the 11th period of D.I. Mendeleev Table or the 8th period of the IUPAC Table. Electron-orbital formulas is an extremely short description of the structure of chemical elements.

6. Detailed record on electronic structure and valence of Chemical elements

To characterize the ability of atoms to bind with each other there are used the following concepts: valence (covalence), ionization potential, etc. Valence as a number (bonds of atoms) is to some degree formalized in any of its electronic form [6]. The periodic dependence of the ionization potentials of atoms on the ordinal number of an element is well known and is presented in many publications and reference books [12].

Physical and chemical properties of elements have multiple variability when chemical elements interact with each other. Models of interelectronic interactions based on the **natural property of polyvalence** make it possible to consolidate all knowledge available for analysis and synthesis. Examination of chemical bonds of interacting elements at the electronic level convinces us that the decisive factor is the relative electron donation of the atoms involved in reactions. An element with a higher donor characteristic with more mobile electrons of the outer layers acts as a positive one. The mobility depends on the type of the outer layer of the sublevels s -, p -, d -, f -, g -, h -orbitals of the energy levels K , L , M , N , O , P , Q , X , the electron shell, which manifests itself in the cyclic periodicity inside the sublevels in the system of chemical elements [7]. At the same time, electronic interactions in chemical reactions do not change the atom nuclei, the study of the internal structure of which is engaged in physics.

In general, the commonly accepted structure of the electron shell of an atom gives an idea of the physical meaning of valence, which changes with the development of the electronic theory of chemical bonds and the atom structure. Valence, as a very important characteristic of elements' chemical activity

and the formation of stable molecules is not a definitive characteristic, but is of great applied importance for high-quality analysis and effective synthesis of chemical elements and their compounds [6]. This implies the exceptional role of energy models of chemical reactions for the reasoned control of the “affinity energy” to the atom of external electrons, alongside with an understanding of the theory of chemical bonds, mechanisms and the physics of the obtained result.

The block structure of the polyvalent matrix is presented on the basis of the IUPAC long-period Periodic Table. Both in the short-period table and in the long-period table of the international community of IUPAC chemists, the group principle (introduced by D. I. Mendeleev) to differentiate the properties of chemical elements of the main (*a*) and secondary (*b*) subgroups is used. Analysis of periodicity on the basis of polyvalence for all known chemical elements is fairly informative in the matrix coordinate system (Fig. 5). The structuring of the energy levels of the polyvalence matrix is as follows:

- period **0-1** corresponds to block **A**;
- periods **2** and **3** correspond to block **B**;
- periods **4** and **5** correspond to block **C**;
- periods **6** and **7** correspond to block **D**.

In this case the cyclic periodicity is clearly in evidence in the electronic structure of the atom shells of chemical elements as well as in its maximum and minimum valences for each block. Thus, for block **A** there is one maximum valence, for block **B** there are two maximum valences, for block **C** there are four, and for block **D** there are six maximum valences. There are also negative valences from -4 and -3.

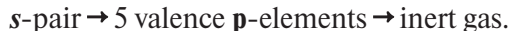
Consistent patterns of filling the electronic levels and orbitals of the electron shell become more sophisticated with the distance from the atomic nucleus, which leads to disruptions in filling the levels and sublevels. The reason may be the alignment of the energy levels of neighbouring sublevels, at which the electrons begin to jump between the sublevels and even to the neighbouring level without changing their total number in the atom. The results of polyvalences presented on the graph (Fig. 5) summarize the available knowledge about the energetic activity (valence) of elements in each period as well as show the cyclic nature of the build-up of the electron cloud.

The shortened periods 0 and 1 are formed by the pair of elements $\mathbf{H}^1 - \mathbf{He}^2$ of the lower energy level $\mathbf{K}1$, the maximum filling of the *s*-orbital of which indicates the readiness for the beginning of the formation of chemical elements of the second energy level $\mathbf{L}2$ of the next period **2**. The filling of the small period is carried out in relation to the electron-orbital formulas (*EOF*) of the

elements that form periods and blocks. The first *s*-element with one electron in the outer orbital exhibits the maximum valence +1, and is included in the main subgroup **Ia** and indicates the completed formation cycle of the previous energy level period. The second *s*-element with two electrons in the outer maximum filled orbital exhibits a maximum valence of +2, which indicates the beginning of the formation cycle of the next energy level. The maximum filled *s*-orbital (*s*-pair of elements), formed by the elements of groups **I** and **II** is the start of the forthcoming cycle of periodicity of the outer valence orbitals at all energy levels.

In each of the subsequent energy levels *M*, *N*, *O*, *P*, *Q*, *X*, after the initial signal *s*-pair of period elements, there is a build-up of electrons of the outer “valence” *p*-orbitals, after which there continues the filling of *d*-, *f*-, *g*- orbitals in reverse order. Similar initial *s*-pairs of elements are formed in each period: **Li**³ — **Be**⁴ (period 2), **Na**¹¹ — **Mg**¹² (period 3), **K**¹⁹ — **Ca**²⁰ (period 4), **Rb**³⁷ — **Sr**³⁸ (period 5), **Cs**⁵⁵ — **Ba**⁵⁶ (period 6), **Fr**⁸⁷ — **Ra**⁸⁸ (period 7) in short period table numbering.

Despite the continuous increase in the number of electrons in the electron shells of chemical elements, an **identical structure of periodicity** is observed in periods **2** and **3**:



For elements of period **2**, the structure is described by the following sequence:



For elements of period **3**, the structure is described by the following sequence:



Period **4** begins with *s*-pair **K**¹⁹ — **Ca**²⁰ with the further build-up of electrons of the outer valence *d*-orbitals **Sc**²¹ — **Ni**²⁸ of the energy level *M3*. The subsequent structural transition of the formed elements of *d*-sublevel in the specified period in the sequence of the outer valence elements of *p*-sublevel **Ga**³¹ — **Br**³⁵ and inert **Kr**³⁶ corresponds to the new energy level *N4*.

In the structure of the fourth period of chemical elements of *p*-sublevel, one pair **Cu**²⁹ — **Zn**³⁰ precedes, which indicates the completion of the formation of *d*-sublevel of the energy level *M* and the beginning of the formation of a sequence of external valence elements of *p*-sublevel of the new energy level *N*. Formally belonging to the *d*-sub-level, they are initial with respect to the subsequent *p*-sub-level of the new energy level *N*. This is the development of a different structure of cyclic periodicity in relation to periods **2** and **3**.

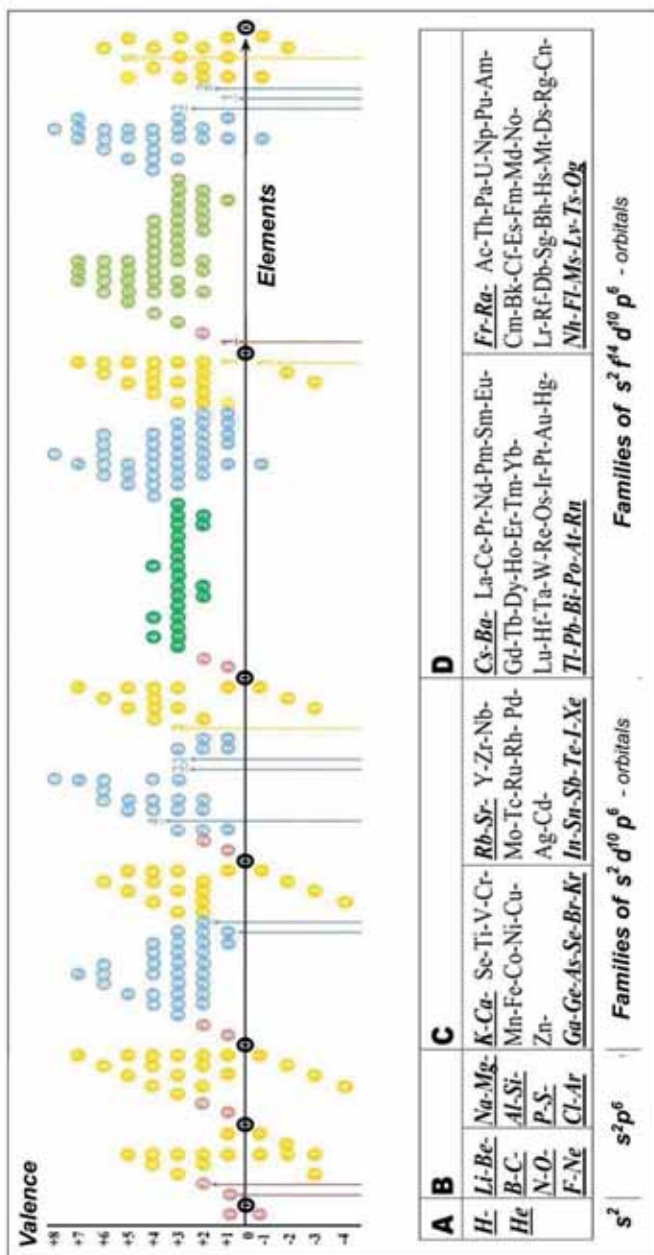
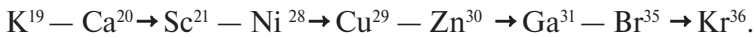


Fig 5. Polyvalences and orbitals of chemical elements

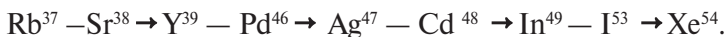
For elements of period **4**, the structure is described by the following sequence:



Period **5** begins with *s*-pair **Rb**³⁷ — **Sr**³⁸ with the further build-up of electrons of the outer valence *d*-orbitals **Y**³⁹ — **Pd**⁴⁶ of the energy level *N*.

The subsequent structural transition of the formed elements of the *d*-sublevel in the sequence of external valence elements of the *p*-sublevel **In**⁴⁹ — **I**⁵³ and inert **Xe**⁵⁴ corresponds to a new energy level *O*.

In the structure of the fifth period of chemical elements of *p*-sublevel, the pair **Ag**⁴⁷ — **Cd**⁴⁸ from the subgroup of metals precedes the formation of *d*-sublevel of the energy level *N* and the formation of external valence elements of *p*-sublevel of the new energy level *O* begins. Officially belonging to *d*-sublevel, they perform a signal function with respect to the next *p*-sublevel of the new energy level *O*. For period **5**, in the nomenclature of chemical elements, the structure is described by the following sequence:



Period **6** begins with *s*-pair **Cs**⁵⁵ — **Ba**⁵⁶ of the main subgroups **Ia** and **IIa** of the energy level *P* with the further build-up of electrons of the outer valence *f*-orbitals **La**⁵⁷ — **Yb**⁷⁰ of the energy level *N*. The formed elements of *f*-sublevel as a part of the specified period are structurally transferred to the external valence chemical elements of *d*-sublevel **Lu**⁷¹ — **Pt**⁷⁸ of the energy level *O* and *p*-sublevel **Tl**⁸¹ — **At**⁸⁵ together with inert **Rn**⁸⁶, corresponding to the new energy level *P*. For period **6**, in the nomenclature of chemical elements, the structure is described by the following sequence:



Period **7** begins with *s*-pair **Fr**⁸⁷ — **Ra**⁸⁸ of the energy level *Q* with the further build-up of electrons of the outer valence *f*-orbitals **Ac**⁸⁹ — **Lr**¹⁰³ of the energy level *O*. The specified period shows the subsequent structural transition from the formed elements of *f*-sublevel to the external valence elements of *d*-sublevel **Rf**¹⁰⁴ — **Ds**¹¹⁰ of the energy level *P* and *p*-sublevel **Nh**¹¹³ — **Ts**¹¹⁷ in the element **Og**¹¹⁸ of the energy level *Q*.

In the structure of the seventh period, elements of the *p*-sublevel are preceded by elements **Rg**¹¹¹ — **Cn**¹¹² of metal subgroups, which indicate the completion of the formation of *d*-sublevel of the energy level *O* and the beginning of the formation of external valence elements of *p*-sublevel of the new energy level *P*. They perform a signalling function in relation to the next *p*-sublevel of the new energy level *Q*. For period **7**, in the nomenclature of chemical elements, the structure is described by the following sequence:



There can be laid an emphasis on some consistent patterns related to the valence of chemical elements [13]:

- elements of a group (subgroup) have a similar configuration of external electronic shells and the same valence in compounds;
- *s*-elements have the same valence as the group number;
- *p*-elements have the highest valence equal to the group number, and can also have a valence equal to the difference between number 8 and the number of their group;
- *d*-elements have different valences that do not coincide with the group numbers.

The cyclic nature of the electronic saturation of elements is also manifested in the fact that after a certain number of elements in the periodic table, *s*-, *p*-, *d*- and other orbitals with the same configurations of electronic sub-levels are repeated. This entails a periodic change in chemical and physical properties of the elements. It means that any chemical element consisting of a nucleus and the corresponding configuration of the electron shell of an atom can be structurally represented in the form of four systemically related parts of chemical elements, individual for each element:

a) *nuclear structure of the atom* is its proton-neutron structure, which has a charge, an energetically balanced field of the electron shell and mass characteristic depends on the structure of the nucleus and does not directly affect the chemical interactions of the atom;

b) *lower energy levels of the shell* which are maximum filled with electrons do not directly affect the chemical interactions of the atom;

c) non-valence orbitals of *middle energy levels* cyclically built up by electrons which are formed in the elements of group **III** do not directly affect the chemical interactions of the atom;

d) valence orbitals of *external energy levels* which are periodically built up by electrons and formed in all chemical elements form the basis of the mechanism of chemical interactions; the structure is variable up to the maximum filling of the external energy level with electrons, after which it moves to a new (higher) energy level.

The existing practice of using the formula for the energy level of the shell and the electron-orbital structure (**EOS**) can be used as a systematic tool to describe and predict the structures of the electron distribution over orbitals-sublevels (*s*-, *p*-, *d*-, *f*-, *g*-, *h*- ...) in energy levels (**K**, **L**, **M**, **N**, **O**, **P**, **Q** ...) of chemical elements (Table 7). However, as the charge of the atomic nucleus increases, the orbital representation becomes cumbersome [3, 5].

It is advisable to write down the formulas for the energy level of the shell in abbreviated form by replacing the EOS orbitals filled with electrons only by the symbols of the corresponding energy levels without indicating the orbital structures. Such nomenclature can be valid only to analyse shell structures for periods in which there are no families of elements of the third group.

Table 7

**Electronic structure of the last elements in blocks,
including external (valence) orbitals**

Block	Closing element	Energy levels			
		<u>Filled / completed</u>	<u>incomplete</u>	Number	<u>External</u>
A	He ²	K^s	—	1	1s ²
B	Ar ¹⁸	$K^s L^{s-p}$	M^{s-p}	3 (2+1)	3s ² 3p ⁶
C	Xe ⁵⁴	$K^s L^{s-p} M^{s-p-d}$	$N^{s-p-d} O^{s-p}$	5 (3+2)	5s ² 5p ⁶
D	Og ¹¹⁸	$K^s L^{s-p} M^{s-p-d} N^{s-p-d-f}$	$O^{s-p-d-f} P^{s-p-d} Q^{s-p}$	7 (4+3)	7s ² 7p ⁶
E	218	$K^s L^{s-p} M^{s-p-d} N^{s-p-d-f}$ $O^{s-p-d-f-g}$	$P^{s-p-d-f-g} Q^{s-p-d-f}$ $R^{s-pd} X^{s-p}$	9 (5+4)	9s ² 9p ⁶

The relationship between the electronic structure of an element or material and its functional properties is an issue of the utmost importance. It opens up the possibility to predict these properties by its electronic structure. Due to the scarcity of the available knowledge, for more than a century and a half it was impossible to explain and apply the periodicity of the system from the standpoint of predicting new and unknown chemical elements. The ratio of block structures, periods and energy levels in the three-dimensional matrix of chemical elements with boundary elements completing the energy levels is shown in Fig. 6.

The concept of **cyclicity**, introduced by the authors, as a property of the regular build-up of electrons of the inner shells **d-, f-, g-, h-...** in relation to valence orbitals, is repeated for families of chemical elements of the third group. The minimum valence of chemical elements, which is observed at the boundary of orbital cycles is analogous to the zero valence of neutral gases at the boundaries of the periods. Formulation of the consistent pattern of cyclic filling of non-valence internal orbitals in the periodicity structure makes it possible to predict new chemical elements and create a digital platform in materials science [20].

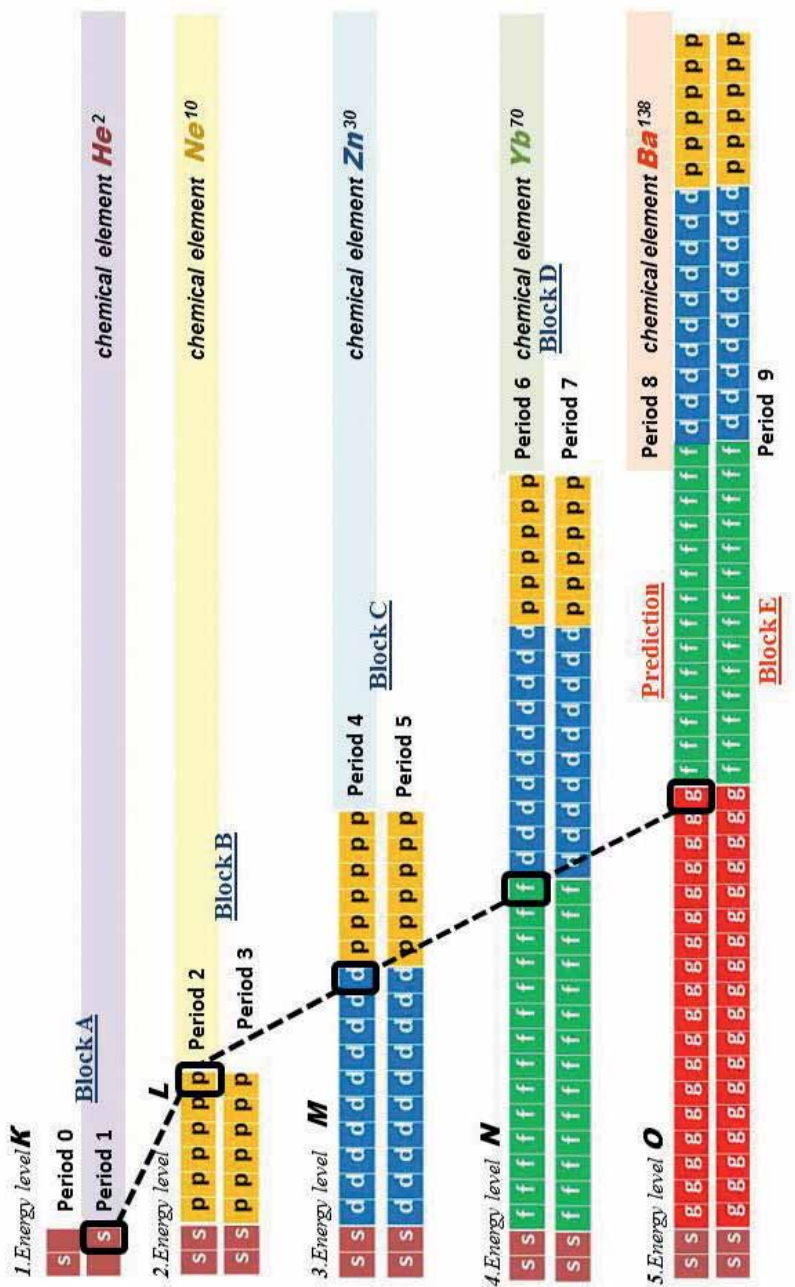


Fig. 6. Cyclicity of orbitals and boundary elements of the matrix

7. Structural analysis of cyclicity in the Three-dimensional periodic matrix of chemical elements

To analyse the structure of the table of chemical elements, the authors proposed the method of **Structural Analysis (SA)**. This method allows not only to eliminate the drawbacks noted by academician *N. N. Semenov*, but also to create a universal model of the structure of energy levels (*K, L, M, N, O, P, Q ...*) and orbital electronic sublevels (*s-, p-, d-, f-, g-, h-, q -...*), chemical elements when filling the electron shells of the nuclei of chemical elements. The analysis of block structures, periods and energy levels with their boundary elements and cyclicity in the three-dimensional matrix of chemical elements is shown in Fig. 7. Structural analysis of the discovered 118 chemical elements makes it possible to formulate a consistent pattern of block structure for the *pairing of orbital structures of odd and even periods in a block*. Block structure confirms all generally accepted laws, patterns and rules in chemistry, including Madelung's rule. The pattern of block structure is valid for all tabular forms of the Periodic Law and is most notably manifested, starting with the family cycles of *f*-elements of block **D** and all subsequent *g*-, *h*-elements of block **E** in group **III**. Pairing in block periods does not contradict the regular increase in the number of elements in periods. An important circumstance is the natural order i.e. the pattern of the cyclic build-up of electrons from the lower orbital sublevel to the next. The maximum filling of the lower orbital sublevels with electrons brings them to the area of chemically passive electron shells of these energy levels.

It is necessary to distinguish between non-periodic and periodic properties of chemical elements. Non-periodic properties of chemical elements are characteristic of the atom nuclei i.e. they are the nuclear charge, the number of electrons, the mass of atoms, the stability or radioactivity of chemical elements. The periodic properties of chemical elements are interrelated with the **cyclic** structure of filling nuclear shells with electrons. There take place changes in physical and chemical properties of elements due to the periodicity of the structure of the electron shells of atoms. The physics of the chemical periodicity is driven by the repetition of the configuration of the valence electrons of the external energy level of atoms with an increase in nuclear charge. In this regard, the following definition was formulated [25]: “*in s-, p-, (s + p)-, d- and f-elements there is a clear periodic dependence of the properties of elements and compounds on the number of their corresponding s-, or p-, or (s + p)-, or d-, or f-electrons in atoms.*” [19, 23].

The observed features of changes in the properties of the known chemical elements at the end of the periodic system and the prediction of the prop-

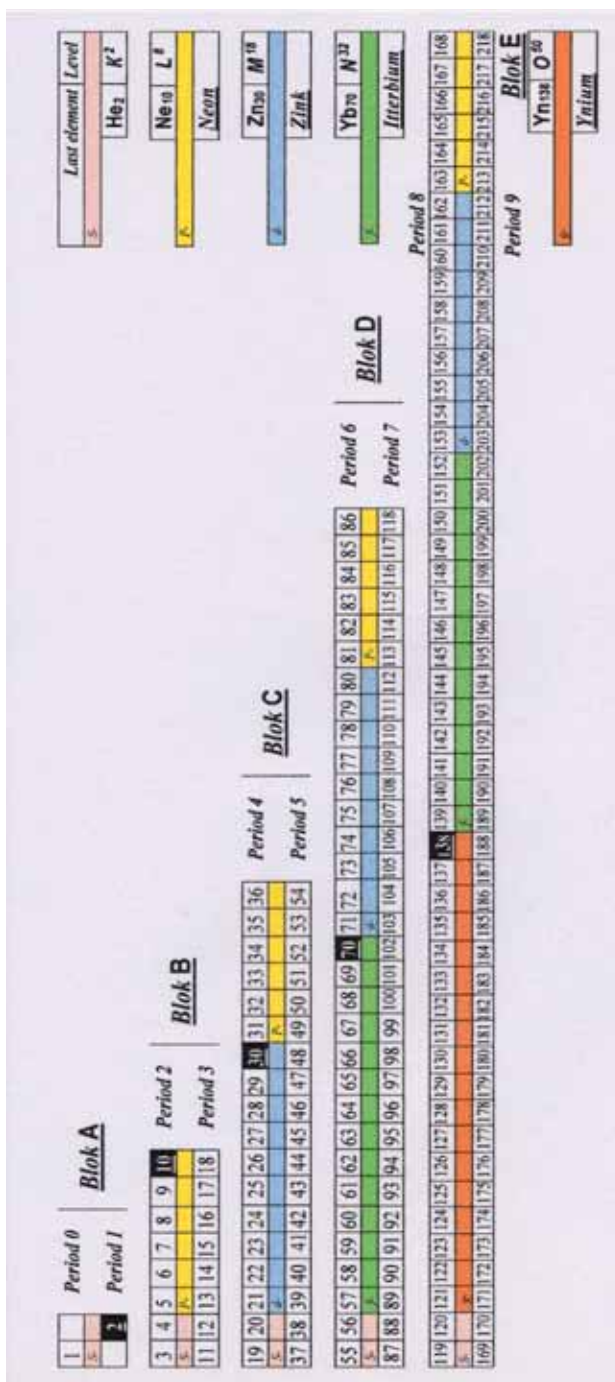


Fig. 7. Cyclicity (block structure) of the three-dimensional matrix of chemical elements

erties of elements with large ordinal numbers indicate that the phenomenon of periodicity turns out to be much more complex than it seemed on the basis of tabular knowledge of the chemistry of elements from the first to the seventh period inclusive.

The theory of the atom structure explained the reason for binding atoms into molecules as the tendency to form a stable two- or eight-electron outer shell. The formation of a stable electronic configuration can be achieved in various ways: by electron loss, attachment, or collectivization of electrons. Thus, by chemical binding we mean various types of interactions that determine the stable existence of bi- and polyatomic compounds: ions, molecules, and other structures.

The main parameters of the chemical binding between atoms and molecules are the following:

- a) decrease in the total energy of a bi- or polyatomic system in comparison with the total energy of isolated particles from which this system is formed;
- b) redistribution of the electron density of the chemical binding in comparison with a simple arrangement of unbound atoms when approaching at a binding distance.

The periodicity of the electronic structure is manifested in the fact that after a certain number of elements in the periodic table *s*-, *p*-, *d*- and other orbitals with stable configurations of electronic sublevels are repeated. This entails a periodic change in the chemical and physical properties of the elements. So, the functional difference in the property of periodicity of chemical elements reflects the pattern and mechanism of recurrence during the formation of the outer valence orbitals of the nuclear shells. As part of the development of chemical sciences, researchers are attracted by the ideas of searching for universal chemical constants, the influence of energy fields on the structure of periodicity and its relation to the structure of the Universe [24].

Some physical and chemical properties of atoms (ionization potential, atomic radius, etc.) of simple and complex substances can be not only qualitatively, but also quantitatively presented in the form of mathematical dependences on the ordinal number of an element with periodic maxima and minima.

The periodicity of the electronic structure of chemical elements from group **I** to **VIII** for *s*- and *p*-sublevels and families of orbitals of *d*-, *f*-, *g*-, *h*- and *q*-sublevels is presented in Table 8.

The properties of the group periodicity are the first in the periodic table to represent the 8-group even (shortened) period **2** of the block structure **B**. The period forms two orbitals of the initial energy sublevels s^2 (groups **I** and **II**) and six orbitals of the final energy sublevels p^6 (groups **III** to **VIII**). In this case,

the “range” of polyvalences is 8, from +5 to -3, depending on the chemical elements involved in the reactions, with subsequent zeroing of the valence by the end of the periods in inert gases. The order, consisting in a continuous increase in the number of electrons in the outer orbital of period **2**, extends to the next odd period **3** of the block structure **B**.

Table 8

Electronic structure and features of group III in TDMCE

No. of periods	No. of elements	Groups	Orbitals
0	1	I	s-
1	1	VIII	
2	8	I - II, - - III - IV - V - VI - VII - VIII	s, p
3	8	I - II, - - III - IV - V - VI - VII - VIII	
4	18	I - II, - <i>d</i> -III - IV - V - VI - VII - VIII	s, p, <i>d</i>
5	18	I - II, - <i>d</i> -III - IV - V - VI - VII - VIII	
6	32	I - II, - <i>f, d</i> -III - IV - V - VI - VII - VIII	s, p, <i>d, f</i>
7	32	I - II, - <i>f, d</i> -III - IV - V - VI - VII - VIII	
8	50	I - II, - <i>g, f, d</i> -III - IV - V - VI - VII - VIII	s, p, <i>d, f, g</i>
9	50	I - II, - <i>g, f, d</i> -III - IV - V - VI - VII - VIII	
10	72	I - II, - <i>h, g, f, d</i> -III - IV - V - VI - VII - VIII	s, p, <i>d, f, g, h</i>
11	72	I - II, - <i>h, g, f, d</i> -III - IV - V - VI - VII - VIII	
12	98	I - II, - <i>q, h, g, f, d</i> -III - IV - V - VI - VII - VIII	s, p, <i>d, f, g, h, q</i>
13	98	I - II, - <i>q, h, g, f, d</i> -III - IV - V - VI - VII - VIII	

Starting from the fourth period **C** of the block structure, another pattern can be seen in the system of chemical elements i.e. the formation of an internal sequence of orbitals of sublevels *d*-, *f*-, *g*-, *h*-, *q*- ..., fundamentally changing the eight-group structure of periodicity (see Table 9).

From the standpoint of element “families”, it is advisable to consider the families of three metals placed by D. I. Mendeleev in group **VIII**, which are artificially put in the group of inert gases, although they have their place in the table and the corresponding chemical properties, in the first of the inner orbitals of the lowest *d*-sublevel. In addition, the average valence of chemical elements of *d*-orbitals is +3 as well as the dominant valence of all elements of *f*-orbital of lanthanides which is also +3 and this **confirms the authors’ opinion** that **all families of internal non-valence orbitals**, starting with block **C**,

(families of *d*-sublevel and subsequent internal block structures), **must belong to group III of the Table.**

Subsequent families of inner d^{l^0} — orbitals of the sublevel of higher energy levels and all subsequent orbitals of *f*-, *g*-, *h*-, *q*- higher sublevels, similar to f^4 -lanthanides and f^4 -actinides of block **D**, do not fit into tabular forms (including IUPAC). Moreover, structurally they should precede the s^l orbitals of all levels, in group **III** with valency +3. The unjustified extension of family formations outside of any tabular forms is their disadvantage, fundamentally violating the conditions of continuity, including the **processes of energy interactions.**

Table 9

Polyvalence of TDMCE element families

Periods	Number of elements	Polyvalence	Polyvalence interval
0	1	± 1	2
1	1	0	0
2	8	from +1 to +5 (-3); 0	1-8 max
3	8	from +1 to +7 (-4); 0	1-8 max
4	2 {10} — with the metals family	from +1 to +7	1-7, 6 max
	6	from +2 to +6 (-4); 0	1-6, 8 max
5	2 {10} — with the metals family	from +1 to +8	1-8, 6 max
	6	from +2 to +7 (-3); 0	1-7, 6 max
6	2 {14} — with lanthanides	from 1 to +4	1-4, 3 max
	{10} — with the metals family	from 1 to +8 (-1)	1-8, 8 max
	6	from 1 to +7 (-3); 0	1-7, 8 max
7	2 {14} — actinides	from 1 to +7	1-7, 6 max
	{10} — with the metals family	from 1 to +8 (-1)	1-8, 8 max
	6	from 1 to +6 (-2); 0	1-6, 8 max
8	50: 2 {18} {14} {10} 6	from 1 to +8	
9	50: 2 {18} {14} {10} 6	from 1 to +8; 0	
10	72: 2 {22} {18} {14} {10} 6	from 1 to +8	1-8, 8 max
11	72: 2 {22} {18} {14} {10} 6	from 1 to +8; 0	1-8, 8 max
12	98: 2 {26} {22} {18} {14} {10} 6	from 1 to +8	
13	98: 2 {26} {22} {18} {14} {10} 6	from 1 to +8; 0	

The arrangement of the three-dimensional periodic matrix determines the place of family orbitals in group periodicity of the relationship of families of the discovered 118 chemical elements, which is presented in Table 9. The table shows the correspondence of periods, distribution of valence orbitals and {internal families}, practical manifestation of many possible valences (poly-

valence), their ranges and confirmed maximum. The elements of group **VIII** correspond to zero chemical activity.

From the eighth period of block **E**, the family structure and predicted valence limits for the new predicted elements are presented. An important feature of the block formation of families of chemical elements is noted, both in the short-period table and in the long-period IUPAC table. In the current understanding presented above, with the exception of the shortened periods **0** and **1** of block **A**, between the two outer valence orbitals of the *s*- and six orbitals of the *p*-sublevels in two periods **2** and **3** of block **B**, there are no elements with electronic orbitals of a higher sublevel of the group periodicity.

In the next two periods **4** and **5** of the **C** block, between the orbitals of the *s*- and *p*- “outer” valence energy sublevels, there are 10 chemical elements of the *d*-sublevel family of orbitals sequentially filled with electrons. And in two periods **6** and **7** of the **D** block, after two elements of the *s*- orbitals, the orbitals are sequentially filled with electrons of the *f*-sublevel family of orbitals (the lanthanide and actinide families), after which the filling with electrons of the orbitals of 10 chemical elements of the *i* sublevel family continues, preceding the six chemical elements of the outer valence closing orbitals of the *p*-sublevel in each period.

In all subsequent paired periods, the block structures also lack the correspondence of the preferred mono valence to a particular group. There is a special pattern of further structural build-up of “internal” energy sublevels. The peculiarity consists in the regularity of the periodic formation of orbital electronic energy sublevels *f*-, *g*-, *h*-, *q*- ... in sequence from the “senior” orbital of the higher sublevel to the “junior”, lower sublevel. The consistent pattern of filling the nuclei shells: first the outer valence *s*²-sublevel, and then (... *q*-, *h*-, *g*-, *f*-, *d*-) levels, ending with a sequence of *p*⁶-orbitals.

The pattern to cyclically fill the electron shell orbitals of chemical elements' energy levels of the block pair periods for blocks **A**, **B**, **C** and **D** begins with a pair of chemical elements of the initial valence *s*-orbitals (group **I** with valence +1 and group **II** with valence +2) and ends with six valence *p*-orbitals (groups **III** to **VIII** with corresponding valences). Boundary elements of periods are considered to be the first chemical elements with valence *s*¹-sublevels and the last chemical elements with energy sublevels of *p*⁶-orbitals.

The structure of the cyclicity of the internal family orbitals of the three-dimensional periodic matrix is presented in Table 10. The block structures of the electron shells are brought in accordance with the number of chemical elements, the structure of the cyclicity of internal non-valence orbitals, the ordinal numbering of energy sublevels and the ordinal structure of cyclic elements in non-valence orbitals. Structural analysis of block correspondence of higher sublevels and boundary elements of energy levels is presented in Table 11.

Table 10

Groups and structure of chemical elements orbitals

P/ №	Blocks	No. of elements in blocks	Groups in blocks	Orbital shells	Inner orbitals
1	A	2	none	(s^2)	none
2	B	8 x 2	none	s^2p^6	none
3	C	18 x 2	10 x 2	$s^2d^{10}p^6$	d-
4	D	32 x 2	(14+10) x 2	$s^2f^4d^{10}p^6$	f-d-
5	E	50 x 2	(18+14+10) x 2	$s^2g^{18}f^{14}d^{10}p^6$	g-f-d-
6	F	72 x 2	(22+18+14+10) x 2	$s^2h^{22}g^{18}f^{14}d^{10}p^6$	h-g-f-d-
7	G	98 x 2	(26+22+18+14+10) x 2	$s^2q^{26}h^{22}g^{18}f^{14}d^{10}p^6$	j-h-g-f-d-

This analysis showed a stable exponentially diverging nature of the ratio of underfilled cyclic and valence orbitals relative to passive energy sublevels filled with electrons in the structure of the block periodic sequence of 118 discovered and predicted chemical elements. If in the first four blocks **A**, **B**, **C** and **D** this divergence indicator of the three-dimensional periodic matrix relative to block **B** increases by 4 times, then in the next three predicted blocks **E**, **F** and **G** the divergence increases up to 8 times, which is due to the chemical elements of the third group.

Table 11

Energy levels and boundary elements

Blocks	Periods	Energy levels	Boundary shells	Boundary element	No. in period	Position in block
A	0	<i>1-st K</i>	(s^2)	He² Helium	(2)	(1 : 1)
B	2	<i>2- nd L</i>	p^6	Ne¹⁰ Neon	8	1 : 2
C	4	<i>3-rd M</i>	d^{10}	Zn³⁰ Zinc	12	1 : 3
D	6	<i>4-th N</i>	f^4	Yb⁷⁰ Ytterbium	16	1 : 4
E	8	<i>5-th O</i>	g^{18}	Yn¹³⁸ Yinium	20	1 : 5
F	10	<i>6-th P</i>	h^{22}	Gu²⁴²	24	1 : 6
G	12	<i>7-th Q</i>	q^{26}	An³⁹⁰	28	1 : 7

Block structures of even periods are brought in line with the boundary orbitals of energy levels. In these orbitals, a special role belongs to the final, extremely saturated with electrons, boundary chemical elements, the serial numbers of which make it possible to distinguish between the physical and chemical characteristics of the preceding and subsequent elements in the corresponding periods.

For the maximum filled first energy level **K**, such element is helium **He**² of an energy level **K2**. For the maximum filled second energy level **L**, such element is neon **Ne**¹⁰ with an energy level **L6**. For the maximum filled third energy level **M**, such element is zinc **Zn**³⁰ with an energy level **M10**. For the maximum filled fourth energy level **N**, such element is ytterbium **Yb**⁷⁰ with an energy level **N14**. The stable pattern of the location of the maximum filled orbitals of chemical elements gives grounds to predict the cyclic filling of energy levels. The boundary elements of the maximum filled energy levels, with the exception of helium **He**², the first energy level, are the last elements of the maximum filled with electrons higher orbital of the completed energy level of the first even period in each block. Their ordinal place within the indicated periods is determined by the formula:

$$\{2 \cdot (N_{\text{of period}}) + 4\}.$$

The developed formula is confirmed in all other periods **2–3** of block **B**, in periods **4–5** of block **C** of the third level, in periods **6–7** of block **D** of the fourth level for the discovered 118 chemical elements. The structural analysis makes it possible to forecast the predicted chemical elements for new periods **8–9** of block **E**, periods **10–11** of block **F**, periods **12–13** of block **G**, and so on. The result of applying the formula for both 118 chemical elements and predicted blocks is presented in Table 12. The above structural analysis indicates that the cyclic sequence exponentially increases in paired periods **D, E, F, G**.

The structural analysis method allows to determine the position of the boundary chemical element of the eighth period in the fifth block **E**, completing the fifth energy level at number 138. The boundary chemical element of the tenth period of the sixth block **F** will complete the sixth energy level at number 242, and the boundary chemical element of the future paired periods **12** and **13** of the block **G** will complete the seventh energy level under the number of 390, etc.

For the first time there has been presented a structural internal block analysis of chemical elements of maximum filled orbitals in a completed energy level to the total number of chemical elements of incomplete cyclic and valence orbitals.

Within the discovered 118 chemical elements in the short-period tabular version, eight paired periods for four blocks (**A, B, C** and **D**) correspond to four maximum filled energy levels (**K, L, M** and **N**). In this case, the boundaries of the periods do not coincide with the boundaries of the energy levels. The cyclicity manifests itself starting from period **4** of block **C** and in period **5** in groups of 10 elements of the energy **d**-sublevel, which back in the day led

to the introduction of the concept of “half-periods” in long periods, starting with paired periods **4** and **5** of block **C**. As further structural analysis shows, for the sake of preserving the “harmony” of the table, D. I. Mendeleev decided to include two additional metals of the energy *d*-sublevel in group **VIII** of the first “half-period” and replaced the chemical elements of two *s*-sublevels of groups **I** and **II** with two metals of the energy *d*-sublevel before six chemical elements of *p*-sublevels of the second “half-period”. The structure of “families” of group **III** is clearly shown in Table 12.

If the “harmony” of the short-period table had not been preserved, then two families of chemical elements of *d*-sublevels of two “half-periods” in paired periods **4** and **5** of block **C** would have fallen outside of it. The cyclicity was more clearly exhibited in even period **6** and in period **7** of block **D** in groups of 14 chemical elements of the energy *f*-sublevel of the previous fourth energy level *N* and in groups of 10 elements of *d*-sublevels of the subsequent fifth energy level *O*, which caused the groups of “lanthanides” and “actinides” to be removed from the tabular forms of *f*-sublevel.

The above analysis allows us to assert that the long-period IUPAC table pushed the above problem of “harmony” to one block **E**, in which the discovery of new chemical elements confirms the need to withdraw 64 elements in the existing 18-group structure outside the table, and in block **F** outside the table there will be 108 chemical elements and so on in an increasing progression.

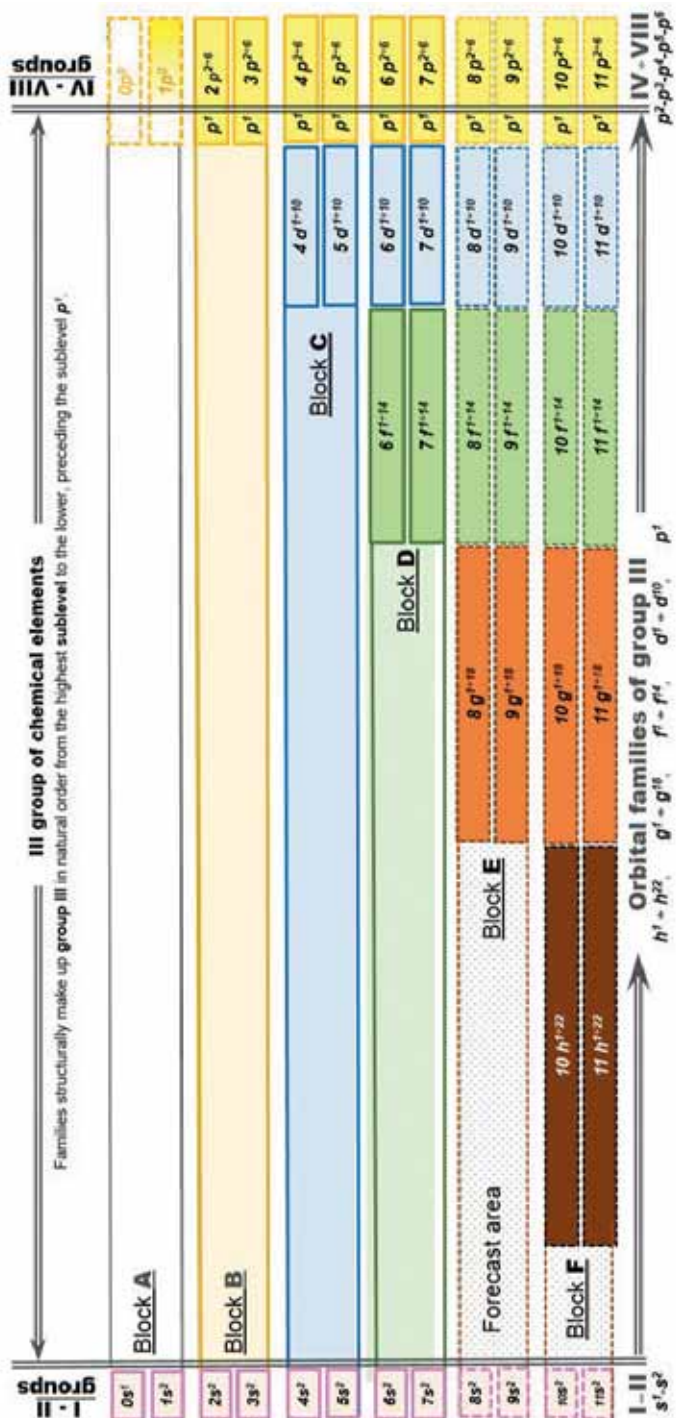
Thus, the authors have systematized the formation of new chemical elements due to the structural mechanism of the electronic build-up of the elements energy sublevels, which do not directly affect the processes of chemical interaction.

However, being internal in relation to external valence, they should affect the physical properties of the substance, which for the discovered chemical elements is confirmed by the knowledge on “lanthanides” and “actinides” taken out from the Table. Structural analysis, in accordance with the above formula, makes it possible not only to formalize the position of boundary elements completing energy levels, but also to predict the structures of periods and energy levels of undiscovered chemical elements for new paired periods **8** and **9** of block **E**, paired periods **10** and **11** block **F**, and so on.

The method of Structural Analysis applied by the authors made it possible to formulate new patterns indicated in the Three-dimensional matrix of chemical elements and which allowed to eliminate the shortcomings of the existing tabular forms.

Table 12

The structure and orbital structure of the families of the III group of chemical elements



The generalized concept of cyclicity in the structure of the Three-dimensional periodic matrix is given in Table 13. The Table analysis suggests that the three-dimensional matrix has practically eliminated the shortcomings in all five points, formulated by *N. N. Semyonov*. The mechanisms of energy interactions between the shells of chemical elements in the process of molecules formation from homogeneous and heterogeneous atoms are fundamental in materials science.

Table 13

General structural analysis of cyclicity and periodicity

STRUCTURE	Mendeleev Table	IUPAC Table	Three dimensional Matrix / GYS
Blocks	A-B-C-D-	A-B-C-D-	A-B-C-D-(E-F-G-)
Periods	0-1, 2-3, 4-5, 6-7	1, 2, 3, 4	0-1, 2-3, 4-5, 6-7, (8-9, 10-11, 12-13)
Groups	I ÷ VIII	I ÷ XVIII	I ÷ VIII
Element families	{metals VIIIgr}, {La}, {Ac}	{La}, {Ac}	in group III
Energy levels	K-L-M-N-	K-L-M-N-	K-L-M-N- (O-P-Q-)
Valent orbitals	s^2, p^6	s^2, p^6	s^2, p^6
Boundary elements	He ² , Ne ¹⁰ , Zn ³⁰ , Yb ⁷⁰	He ² , Ne ¹⁰ , Zn ³⁰ , Yb ⁷⁰	He ² , Ne ¹⁰ , Zn ³⁰ , Yb ⁷⁰ , (Yn ¹³⁸)
External families	{ d^{10} }, {La}, {Ac}	{La}, {Ac}	—
Forecasting of elements	Unavailable	Unavailable	Available

It should be noted that most of the elements, stable and unstable ones, can consistently exist under special physical conditions, including high pressures and temperatures, strong and weak fields of various energetic nature, significantly different from the “normal” living conditions on the Earth, and they also show new still unknown to science properties and energy states of elementary particles, chemical elements and materials.

Table 14 provides comparisons, and points out the novelty of the three-dimensional periodic matrix of chemical elements in comparison with the tables by D. I. Mendeleev and IUPAC. Figure 8 shows the Three-dimensional periodic matrix of chemical elements with analytical parameters, and Fig. 9 illustrates a full view of the three-dimensional matrix.

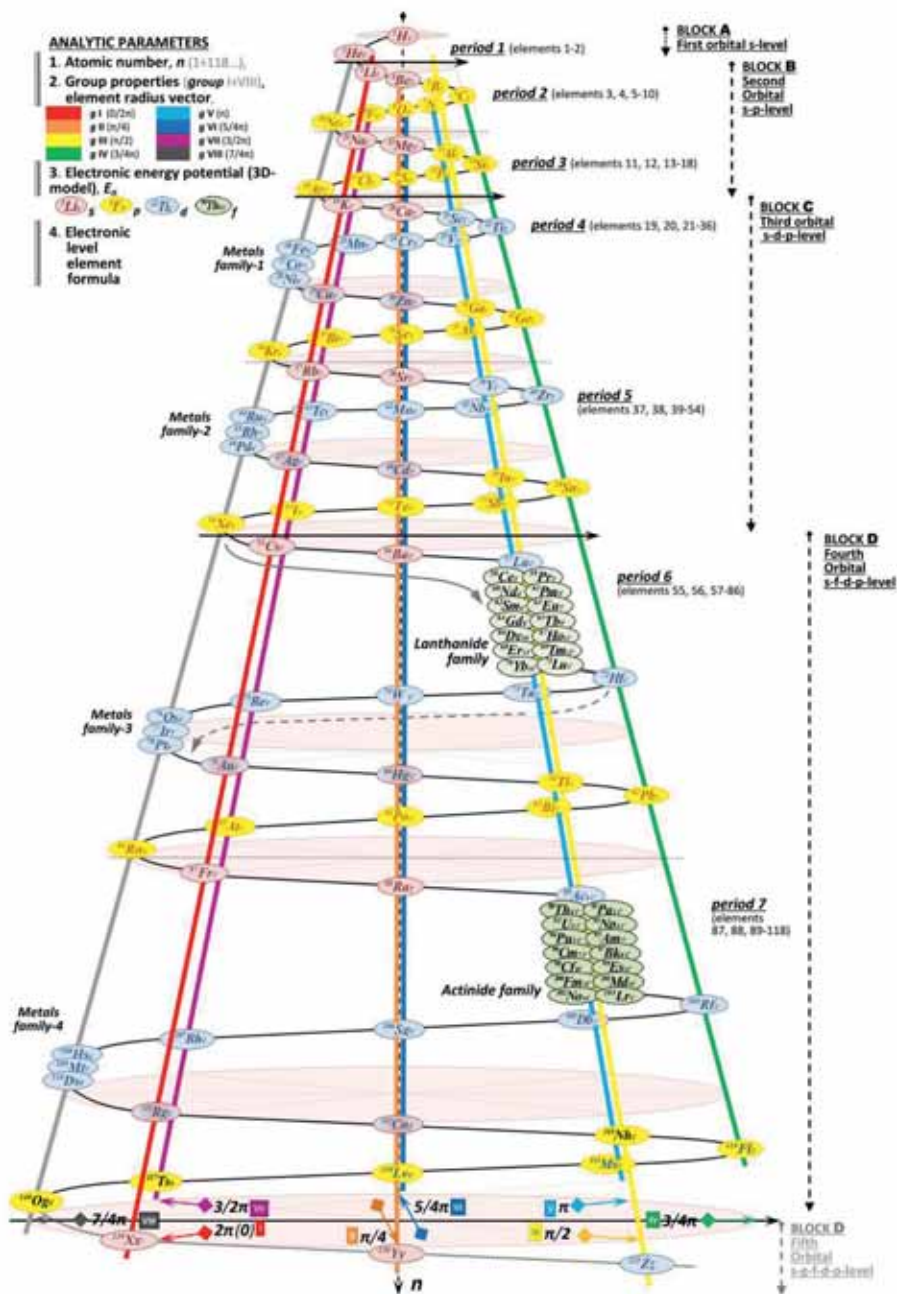


Fig. 8. Three-dimensional matrix of chemical elements with analytical parameters

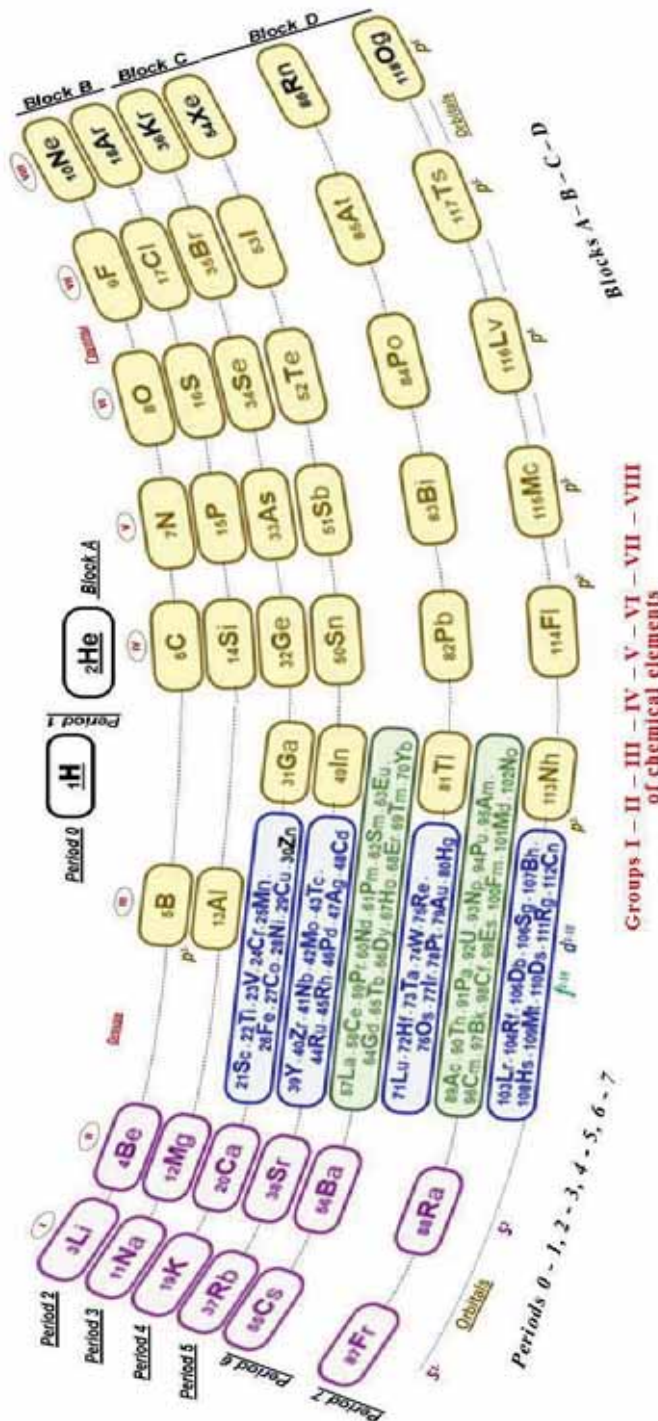


Fig. 9. Flat drawing of the three-dimensional system of chemical elements

Comparison of the tables by D. I. Mendeleev, IUPAC and TDMCE

Mendeleev Table	IUPAC Table	TDMCE/ GYS	Novelty
no cell continuity		complete continuity (no empty cells)	Three-dimensional Matrix model - continuously expanding eight-sector spiral
I - II - III ÷ VIII	I ÷ XVIII	I - II - III - IV ÷ VIII	is based on 8 valence groups of elements
lanthanides and actinides are taken out of the tables		families of group III are part of matrices and are presented in table 2	all families of chemical elements are included in group III
{La}, {Ac}	{La}, {Ac}		
Mendeleev Table	IUPAC Table	TDMCE/ GYS	Novelty
<i>K-L-M-N-</i>	<i>K-L-M-N-</i>	<i>K-L-M-N-</i> and new levels (<i>O-P-Q-</i>)	energy levels of chemical elements
He², Ne¹⁰, Zn³⁰, Yb⁷⁰	He², Ne¹⁰, Zn³⁰, Yb⁷⁰	He², Ne¹⁰, Zn³⁰, Yb⁷⁰, (Yn¹³⁸)	boundary elements with complete electronic structure
no forecast of new elements		structural ordinal analysis is not limited	forecasting of new chemical elements

8. Prediction of new chemical elements

Of the known chemical elements of the short-period system, only 83 are found on Earth, the lightest of which is hydrogen (its atomic number is $Z = 1$), and the heaviest is uranium ($Z = 92$). In fact, only those elements survived in the solar system and on the planet Earth, the lifetime of which is longer than the age of the Earth (4.5 billion years). Others broke up and did not survive to this day. Uranium, which has a half-life of about 4.5 billion years, is still decaying. It is a radioactive element [21]. In nature, stable formations (elements nuclei, consisting of different number of protons and neutrons) exist only up to lead and bismuth, followed by a small area that includes thorium and uranium found on Earth. But as soon as the ordinal number of an element exceeds the number of uranium, its lifetime decreases sharply. For example, the nucleus of element 100 is by 20 times less stable than the nucleus of uranium, and this instability only intensifies further due to the spontaneous nuclear fission. With further attempts to obtain new elements, scientists around the

world face the increasing difficulty of synthesis. And only a tiny part of nuclear research ends with the successful synthesis of a new element. No laboratory can be compared with a neutron star, which can create other forms of matter. During the life of stars, there take place nuclear reactions which are beyond the human's power. Scientists are trying to find new types of elements, but experiments in search of "natural" superheavy elements still continue [22]. There arises a question: What is the practical use of such a pricey event to create new unstable elements? Despite this, the development of experimental methods to obtain elements led to the expansion of the periodic tables due to transuranic elements, and the problem of the table boundary remains one of the most fundamental in modern theoretical chemistry [24].

The representation of the nuclear-shell (orbital) structures (NOS) formulated by the authors makes it possible to predict the block pattern for the emergence of new elements, with the formation of families of *d*-, *f*-, *g*-, *h*-orbitals in the reverse order between *s*- and *p*-orbitals in the third group. There is a special prospect to predict chemical elements of the families of group **III** outside block **D**. The reason is that if the cyclic families of lanthanides and actinides of the **III** group in the paired block **D** consist of 14 *f*-elements in each period, then the families of elements in the paired block **E** will consist of 32 *g-f*-elements in each period, and the families of elements in the paired block **F** will consist of 54 *g-f*-elements in each period, and so on. The issues that determine the possibility of the existence of predicted elements in special physical conditions have not been considered yet. However, taking into account the "theory of stability areas" supported by the discoverer of the element **Og**¹¹⁸, Academician of the Russian Academy of Sciences *Yu. Ts. Oganessian*, such existence of potential chemical elements is possible [21, 22], and the question of predicting new elements arises again. The structural analysis NOS makes it possible to predict the structure of so far unknown elements in the periodic system within 119–168 elements of the 8th period and within 169–218 elements of the 9th period of the block structure **E**, as well as within 219–290 elements of the **10**th period and within 291–362 elements of the **11**th period of the block structure **F** and subsequent blocks.

For the first time, a preliminary structural analysis of the short-period table is presented based on the forecast of four new periods of predicted chemical elements (Tables 15, 16). Thus, the idea of block structure made it possible to substantiate electronic-level formulas, including the alleged new chemical elements of the **5th** block **E** with numbers 119 to 218.

In the future, the use of digital models for chemical research will be considered, which can significantly increase the effectiveness of computer mo-

Table 15

Extrapolation of the Periodic Table by D. I. Mendeleev (proton charge and nuclear mass $N+MP$) for block E

(proton charge and nuclear mass Z and A)

Block	Period	Groups of chemical elements										IX	X						
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII										
D	6	Cs55	Ba56	175	71Lu	179	72Hf	181	73Ta	184	74W	186	75Re	190	76Os	192	77Ir	195	78Pt
		197	79Au	80Hg	Tl81	204	Pb82	207	Bi83	209	Po84	210	At85	210	Rn86	222			
E	7	Fr87	Ra88	262	103Lr	265	104Rf	268	105Db	271	106Sg	268	107Bh	269	108Xs	278	109Mt	280	110Ds
		281	111Rg	112Cn	Nh113	286	F114	290	Mc115	288	Lv116	293	Ts117	294	Og118	294			
E	8	119/336	120/338	153/435	154/437	155/440	156/442	157/445	158/449	159/452	160/454								
		161/457	162/460	163/463	164/465	165/468	166/473	167/475	168/478										
E	9	169/483	170/487	203/582	204/585	205/586	206/590	207/593	208/600	209/578	210/581								
		211/605	212/608	213/609	214/614	215/616	216/619	217/622	218/625										

Legend:

s-	p-	d-	f-	g-
1-2 max	1-6 max	0-10 max	0-14 max	1-22 max
Element field color				
Orbital				
Number of electrons				

For block E
 $n = m$
 $m_1 / m_{max} = 1,75$

Element families in group III ($g=18, f=14$), block E ($2x32$ elements)

121	122	123	124	125	126	127	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137	138
346	349	352	355	358	361	364	367	370	373	376	378	381	384	387	390	393	396
139	140	141	142	143	144	145	146	147	148	149	150	151	152				
399	402	404	407	410	413	415	418	421	424	427	430	433	436				
171	172	173	174	175	176	177	178	179	180	181	182	183	184	185	186	187	188
490	493	496	499	502	505	508	510	513	516	519	522	525	528	531	533	536	539
189	190	191	192	193	194	195	196	197	198	199	200	201	202				
542	545	548	551	554	557	560	563	565	568	571	574	577	579				

Z=32

Z=32

Table 16

Block structural analysis in the table of D. I. Mendeleev for blocks E and F

Block	Groups of chemical elements								Z _X	Z _F
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII		
A	H ¹									
B	Li ³	Be ⁴	B ⁵	C ⁶	N ⁷	O ⁸	F ⁹	Ne ¹⁰		
	Na ¹¹	Mg ¹²	Al ¹³	Si ¹⁴	P ¹⁵	S ¹⁶	Cl ¹⁷	Ar ¹⁸		
C	K ¹⁹	Ca ²⁰	Sc ²¹	Ti ²²	V ²³	Cr ²⁴	Mn ²⁵	Fe ²⁶	Co ²⁷	Ni ²⁸
	Rb ³⁷	Sr ³⁸	Zn ³⁹	Ga ⁴⁰	Ge ⁴¹	As ⁴²	Se ⁴³	Br ⁴⁴	Kr ⁴⁵	
D										
E										
F										

Block	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	Z _X	Z _F				
Lanthanides	La ⁵⁷	Ce ⁵⁸	Pr ⁵⁹	Nd ⁶⁰	Pm ⁶¹	Sm ⁶²	Eu ⁶³	Gd ⁶⁴	Tb ⁶⁵	Dy ⁶⁶	Ho ⁶⁷	Er ⁶⁸	Tm ⁶⁹	Yb ⁷⁰
	Ac ⁸⁹	Th ⁹⁰	Pa ⁹¹	U ⁹²	Np ⁹³	Pu ⁹⁴	Am ⁹⁵	Cm ⁹⁶	Bk ⁹⁷	Cf ⁹⁸	Es ⁹⁹	Fm ¹⁰⁰	Md ¹⁰¹	Nr ¹⁰²
Actinides														

Block	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	Z _X	Z _F
Block D of group III families	119	120	153	154	155	156	157	158	159	160
	161	162	163	164	165	166	167	168		
Block E of group III families	169	170	203	204	205	206	207	208	209	210
	211	212	213	214	215	216	217	218		
Block F of group III families	219	220	275	276	277	278	279	280	281	282
	283	284	285	286	287	288	289	290		
Block G of group III families	291	292	347	348	349	350	351	352	353	354
	355	356	357	358	359	360	361	362		

delling methods. Taking into account the crucial role of materials science, it is appropriate to conclude: “*whoever masters digital information tools earlier than others can become a leader in technological paradigm in many spheres of human life*” [13,20].

Key conclusions on the new arrangement of chemical elements

1. The periodic law and its tabular presentation of chemical elements is the **greatest discovery in chemistry**. Mendeleev’s two-dimensional tables of chemical elements as well as IUPAC tables played a pivotal role in the development of chemistry. However, the fact that there are currently more than **500 options** for their modernization, including the statements by N. N. Semyonov, indicate the **need to continue work** in this direction at a **new level** of comprehension.

2. First of all, it is **the development of a physical model** for the likely processes of the **origin of chemical elements**. The concept of the Universe as an expanding system presented in Stephen Hawking’s and Martin Rees’s papers is a compelling evidence. In our opinion, the physical interpretation (model) of the origin and development of the Universe makes it possible to formulate a more general concept of the process the chemical elements are structured by and its representation in the form of an expanding conical spiral as well as to draw a number of new conclusions.

3. Like the Universe, the proposed Three-dimensional periodic Matrix is an expanding system (spiral) and a continuous sequence in the arrangement of elements from Hydrogen (1) and Helium (2) to Oganesson (118) with the inclusion of lanthanides and actinides and possible inclusion of other information preserving the periodicity for the groups of elements and the valence framework of the matrix, proposed by D. I. Mendeleev.

Hydrogen and helium are obviously structure-forming elements: all other elements originated on their basis.

4. The authors formulated the concept of **cyclicity** in the arrangement of the horizontal levels of chemical elements in the blocks of the three-dimensional matrix of chemical elements. Each of the blocks provides an approximate equality of the neutrons — protons mass ratio in the chemical elements nuclei. **There has been formulated the pattern of 4 levels of block cyclic structure in the existing system of chemical elements**. The blocks additionally include all cluster formations, as well as the families of lanthanides and actinides. New patterns of periodicity in the block matrix structure of chemical elements from

block **A** to block **D** were obtained, combining the periods presented in the tables of chemical elements by D. I. Mendeleev and IUPAC.

5. Based on the concept of **cyclicity**, the structures of electron shells are **presented** for the known 118 elements in four blocks **A, B, C, D**, which also allows obtaining electron-orbital formulas, including the formulas for new elements (119–218) of block **E** of the periodic system and the subsequent block **F**. There have been presented serial numbers and nuclear masses **for 100 new elements** in block **E**. Elements 119 and 218 ought to have been named after N. N. Semyonov Sm^1 and Sm^2 .

6. It should be noted that a **progressive amount of new elements** is arranged in group **III** of the three-dimensional matrix and focus should be made on the presence of chemical elements in this group for blocks **C, D** and subsequent ones, the number of which is progressively increasing, especially for new blocks **E and F**. *100 years ago this circumstance made it necessary to move the groups of lanthanides and actinides outside the D. I. Mendeleev and IUPAC tables.*

7. Thus, the three-dimensional matrix of chemical elements is a more **general structure to continue generalizing main features of chemical elements** (their valence, polyvalence and valence orbitals in the tables by D. I. Mendeleev and IUPAC). Its three-dimensional nature and the concept of cyclicity made it possible to make a broader generalization, and the **tabular forms by D. I. Mendeleev and IUPAC** are included in its composition and shown in Fig. 8 and Fig. 9 as a layout.

8. The use of the three-dimensional matrix of chemical elements makes it possible to apply mathematical methods and create digital models for the interaction of chemical elements with each other enabling to obtain new types of molecules for new materials.

«Воображение важнее знания.
Знания ограничены — Воображение всеобъемлюще».
Альберт Эйнштейн

ВВЕДЕНИЕ

Периодический закон и его представление в виде таблицы химических элементов — это выдающееся открытие человечества. В конце 2019 года всё мировое научное сообщество под эгидой ООН отмечало 150-летний юбилей этого открытия. В плане совершенствования знаний о периодичности опубликовано огромное количество работ, что подчеркивает значимость открытия. В настоящее время в таблице представлено 118 элементов, однако в натуральном виде встречаются далеко не все, так как некоторые получены искусственным путем. Кроме того, по мнению Нобелевского лауреата **Н.Н. Семёнова**, форма таблицы до сих пор несовершенна.

Рассматривая представления о Вселенной, авторы взяли за основу **физическую модель взрыва и расширяющейся Вселенной** и поставили перед собой задачу описать элементы периодической системы в виде Объемной расширяющейся матрицы химических элементов. В вершине матрицы представлены водород (**H**) и гелий (**He**), как основа создания последующих элементов, заняв нулевой и первый периоды. А далее по расширяющейся спирали расположены другие элементы, которые образуют грани такого построения.

Другим важнейшим моментом является представление о **возникновении** и развитии Вселенной, **всего неживого и живого** в ней **по спирали**. Если для живой природы это очевидно, то для неживой природы мы предположили, что кирпичиками этой спирали могут быть химические элементы, которые будут в дальнейшем при взаимодействии между собой образовывать молекулы. Из молекул формируется весь материальный неорганический мир. А далее уже происходят природные процессы создания живой материи: растений, животных и людей. Таким образом, всё развитие минерального и живого мира протекает по спиралям.

В представленных обобщениях показано, что **при структурировании системы химических элементов** предпочтительными являются **представления о цикличности и блочном структурировании элементов**. Это становится ясным при анализе и обобщении ядерных масс в блочных периодах, где в среднем обеспечивается выравнивание соотношений нейтронов и протонов в пределах блока.

Физическое подтверждение цикличности формирует понятие блочности и вносит гармонию при уточнении процесса структурирования элементов в виде **Объемной матрицы химических элементов (ОМХЭ)**. Это является важным не только для химии, но может быть полезным для других наук, в том числе для космологии.

В работе сформулированы основные понятия и определения:

Физическая модель — универсальный термин, широко используемый в науке и технике при создании образа для оценки совокупных свойств или процессов при математическом и других видах описания (моделирования) явления. Например, при описании структуры совокупности химических элементов авторы приняли образ в виде расширяющейся конической матрицы при зарождении и дальнейшем развитии Вселенной после взрыва и ее последующего расширения.

Периодичность — последовательное изменение одного или нескольких показателей свойств химических элементов. В существующих таблицах все 118 элементов имеют последовательное изменение ядерного заряда, массы и других характеристик.

Цикличность — завершенность процесса изменения показателей свойств или начало повторения этих свойств на новом уровне. В брошюре, наряду со словом «цикличность» используется понятие «блочность» для парных структурно идентичных периодов, при котором похожие свойства начинают проявляться на новом уровне.

Семейственность — совокупность химических элементов со схожими свойствами, как правило, находящихся в одной группе валентности. Примером семейственности являются группы лантаноидов и актиноидов, образующих одну из орбиталей s^2, p^6, d^{10}, f^{14} и т.д.

1. Системы химических элементов Д.И. Менделеева, IUPAC и их анализ

В основе самой химии заложено изучение свойств химических элементов и их взаимодействие при получении новых веществ и материалов. В материаловедении, главной задачей которого является получение вещества с высокими эксплуатационными характеристиками, неизбежно приходится обращаться к научной основе естествознания — Периодическому закону химических элементов. В различных литературных источниках отмечается вклад в развитие периодической системы химических элементов *Д.И. Менделеева, Ю.Л. Мейера, А. Шанкуртуа, Дж. Ньюлендса, В. Одлинга*. Вместе со сказанным отмечается, что после Д.И. Менделеева важнейший вклад в изучение Периодического закона сделал *Г. Мозли*, который установил связь между частотами

в рентгеновских спектрах и атомными номерами элементов и предсказал существование неизвестных ранее элементов с атомными номерами 43, 61 и 72 [12]. Как и предвидел Д.И. Менделеев, фундаментальное научное открытие затрагивает все области современного теоретического естествознания: *«Идя по этому пути, мы неизбежно придем к совершенно новому пониманию многих процессов и явлений, может быть даже изменим свои представления о мироздании»* [1].

По мере развития науки, закон совершенствуется и видоизменяется, открываются новые элементы, создаются новые вещества и области их применения. Иными словами, периодическая система химических элементов стимулировала научный прогресс в областях естествознания о материи, где химические элементы являются основой природных и искусственных процессов.

В начале XX века наука о веществе сделала большой скачок в связи с разработкой ядерной теории строения атомов, экспериментальным определением величин зарядов атомных ядер и электронных оболочек (Мозли, Ван-дер-Брук, Томпсон, Резерфорд, Бор и др., 1907–1914) [10]. Поскольку стало ясно, что именно заряд ядра определяет индивидуальность химических элементов, а атомный вес (атомная масса) элемента является величиной, зависящей от заряда ядра, изменилась и формулировка Периодического закона. Современная формулировка Периодического закона звучит так: ***свойства простых веществ, а также формы и свойства соединений элементов находятся в периодической зависимости от заряда ядер атомов элементов, выражающейся в периодической повторяемости структуры внешней валентной электронной оболочки.*** [2, 5]. В таблице 1 представлена короткопериодная таблица химических элементов Д.И. Менделеева.

В настоящее время известно большое количество форм выражения Периодического закона. Зачастую оригинальные авторские формы не являются достаточно обоснованными и не отражают закономерности изменения свойств элементов и их соединений. Естественно, и первая таблица не была совершенной. Тот вариант Периодической таблицы, по которому многие учились, оказался весьма запутанным, что обусловлено наличием главных и побочных групп и вольным обозначением этих подгрупп буквами «А» и «В» (табл. 1). Иначе говоря, подгруппы, в которых расположены *s*- и *p*-элементы, называют главными, а подгруппы с *d*-элементами — побочными подгруппами. Электронное строение и химические свойства элементов главных и побочных подгрупп могут не иметь ничего общего. Совпадения носят скорее случайный характер. У элементов побочных подгрупп валентными являются

Таблица 1

Короткопериодная таблица химических элементов Д. И. Менделеева

Группы	A I B	A II B	A III B	A IV B	A V B	A VI B	A VII B	A VIII	B	
1	H 1,00794						(H)	He 4,002602		
2	Li 6,941	Be 9,012182	B 10,811	C 12,0107	N 14,00643	O 15,999	F 18,9984032	Ne 20,1797		
3	Na 22,98976928	Mg 24,30469	Al 26,9815386	Si 28,0855836	P 30,973762	S 32,065	Cl 35,453	Ar 39,948		
4	K 39,0983	Ca 40,078	Sc 44,955912	Ti 47,88	V 50,9415	Cr 51,9961	Mn 54,938045	Fe 55,845	Co 58,933195	Ni 58,6934
5	Rb 85,4678	Sr 87,62	Y 88,905848	Zr 91,224	Nb 92,90638	Mo 95,94	Tc 98,90625	Ru 101,072	Rh 102,9055	Pd 106,42
6	Cs 132,90545196	Ba 137,327	La 138,90547	Hf 178,49	Ta 180,94788	W 183,84	Re 186,207	Os 190,23	Ir 192,222	Pt 195,084
7	Fr [223]	Ra [226]	Ac [227]	Rf [261]	Db [262]	Sg [266]	Bh [264]	Hs [277]	Mt [276]	Ds [285]
	R ₂ O	RO	R ₂ O ₃	RO ₂	R ₃ O ₅	RI ₃	RI ₂	RO ₄		

Лантаноиды

58	Ce 140,12	Pr 140,90765	Nd 144,242	Pm [145]	Sm 150,36	Eu 151,964	Gd 157,25	Tb 158,92534	Dy 162,500108	Ho 164,930329	Er 167,25931	Tm 168,93048	Yb 173,054688	Lu 174,96706
59														
60														

Актиноиды

90	Th 232,0377	Pa 231,036888	U 238,02891	Np [237]	Pu [244]	Am [243]	Cm [247]	Bk [247]	Cf [251]	Es [252]	Fm [257]	Md [258]	No [259]	Lr [260]
91														
92														

f-элементы

f-элементы

f-элементы

f-элементы

электроны не только внешних, но и предпоследних (вторых снаружи) уровней, в чем и состоит основное различие в свойствах элементов главных и побочных подгрупп. Элементы побочных подгрупп (*d*-элементы) называют переходными элементами или переходными металлами (все *d*-элементы — металлы). Термин «переходные металлы» возник вследствие того, что все *d*-элементы в периодах служат как бы «переходным мостиком» от металлических *s*-элементов к *p*-элементам, среди которых уже много неметаллов. Иногда термин «переходные металлы» применяют и к *f*-элементам.

Все известные элементы занимают в периодической системе свои определенные места в соответствии с зарядом ядра их атомов и строением электронных оболочек. Но не решен вопрос о положении водорода (H), который помещают в 1-й или 7-й группы. Водород в химических реакциях проявляет две противоположные степени окисления: ± 1 . Совокупность всех современных знаний о химии водорода объективно свидетельствует, что он является единственным элементом, **который не может быть однозначно отнесен к какой-либо определенной группе системы** и должен быть представлен **как самостоятельный элемент над периодами**.

Кроме этого, необходимо принять разумное решение о месте гелия (He) в периодической системе. Являясь *s*-элементом и одним из первых элементов периодической системы, он должен располагаться над литием (Li) и бериллием (Be).

Особенностью является то, что в III группе находится совокупность из 14 химически весьма сходных элементов, *лантаноидов*, от Ce до Lu. И 14 элементов очень сходных по своим свойствам с актинием Ac (торий Th — лоуренсий Lr) — семейство *актиноидов*. Лантаноиды и актиноиды записываются отдельной строкой внизу таблицы. Этот приём несколько неудобен, поскольку 28 элементов оказываются как бы вне таблицы и на практике фактически используется две таблицы.

VIII группа элементов занимает особое положение, ее структура максимально противоречива. В нее включены подгруппа VIIIb с триадой «семейства железа» — Fe, Co, Ni и «семейства платиновых металлов» (Ru, Rh, Pd, Os, Ir, Pt), куда должны входить в виде трех вертикальных рядов и элементы 108-110, которые никогда не относились к платиновым. В эту же группу входит, противореча здравому смыслу, и подгруппа VIIIa, куда отнесены благородные газы He, Ne и другие. С уверенностью можно утверждать, что исторически эти триады-семейства были «втиснуты» в последнюю VIII группу вынужденно, вопреки логике, так как эта группа, согласно электронной структуре атомов, предназначена природой только для указанных газовых элементов [7].

Короткая форма таблицы (7 периодов, 8 групп, отдельно вынесены лантаноиды и актиноиды) нуждается в корректировке в соответствии с современными достижениями химии и физики, хотя и удобна при обучении химии в связи с кажущейся рациональной компактностью. В 1989 году она была официально заменена Международным союзом теоретической и прикладной химии IUPAC. Рекомендованная форма периодической системы включает 18 групп, сформированных из элементов *s*-, *d*- и *p*-орбиталей (табл. 2).

Порядок формирования длинных периодов заключается в следующем. Здесь элементы располагаются в 18 группах и 7 периодах (см. табл. 2). Седьмой период завершен 118-м элементом, и следующий восьмой период должен начинаться со 119-го элемента. Группам присваиваются номера от 1 до 18 в направлении слева направо — от щелочных металлов к благородным газам. Элементы 1-й и 2-й групп составляют *s*-элементы; группы с 3-й по 12-ю относятся к *d*-элементам, а с 13-й по 18-ю — к *p*-элементам, что отражает порядок заполнения энергетических уровней и подуровней в атоме.

Рекомендованная для пользования в настоящее время длиннопериодная форма периодической таблицы устранила некоторые трудности. Эта форма периодической таблицы смогла появиться только после того, как выяснилось электронное строение атомов и стало понятно отличие *s*-, *p*- и *d*-элементов. Идея наглядно ясна из таблицы 3.

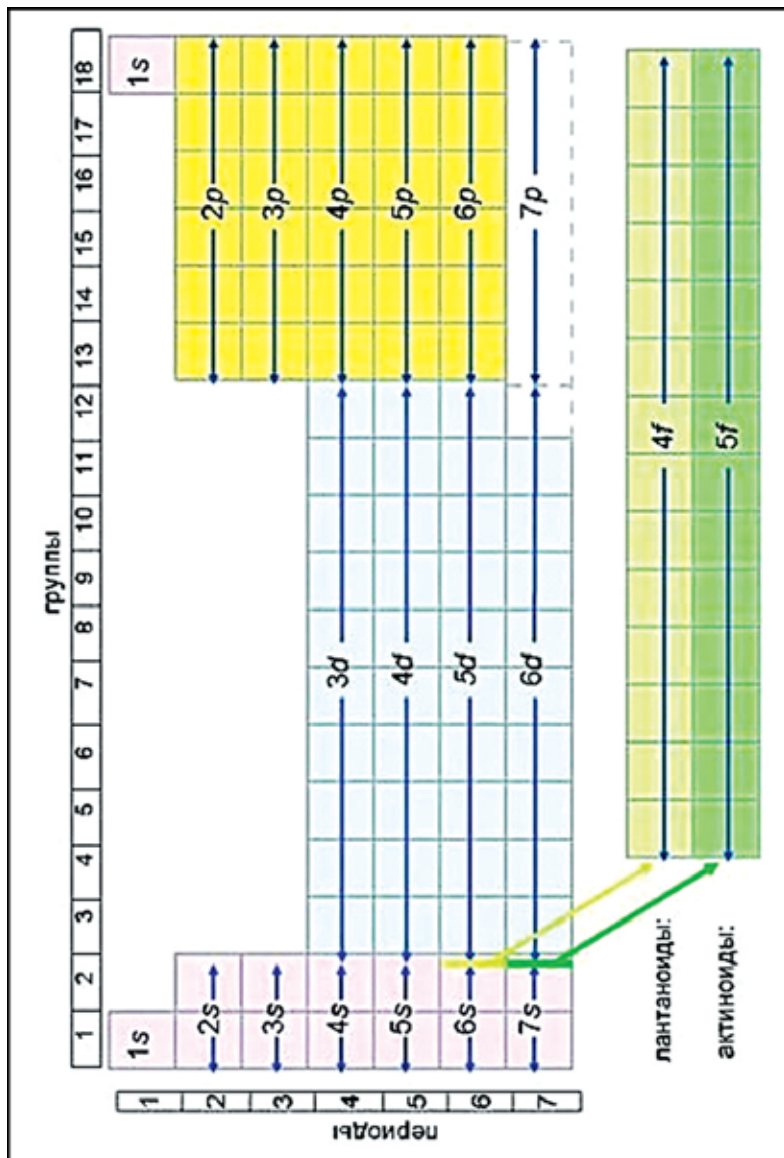
Подгрупп здесь нет, а есть только 18 групп (и по правилам IUPAC они нумеруются не римскими, а арабскими цифрами). Десять *d*-элементов выделены в 10 самостоятельных групп. Вместе с двумя группами для *s*-элементов и шестью группами *p*-элементов общее количество групп составляет 18. В длинной форме каждый период занимает только одну строчку, всего их семь.

В длинной форме таблицы все подуровни идут строго один за другим сверху вниз: под *1s* идут *2s*, *3s* и так далее; под *2p* идут *3p*, *4p* и т.д.; под *3d* идут *4d*, *5d* и так далее. После этого становится ясной последовательность заполнения всех электронных уровней любого элемента. Необходимо только помнить, что после *6s*-подуровня заполняется *4f*-подуровень, а после *7s*-подуровня заполняется *5f*-подуровень; *f*-элементы вынесены в отдельные строчки внизу таблицы, чтобы не делать ее «сверхдлинной». Длинный вариант периодической системы не решил проблемы размещения *f*-элементов в таблице, но снял неудобства при использовании главных и побочных групп [11].

В настоящее время различными авторами предложено множество вариантов, которые в основном нацелены на дидактическое преподнесение материала, так как не все корреляции между химическими элементами

Таблица 3.

Схема расположения s-, p-, d- и f-элементов в длиннопериодной форме периодической таблицы



видны из стандартной периодической системы [8, 9, 11]. Однако все эти предложения не позволяют получить ответа на вопрос о том, где же все-таки границы периодической системы и в чем заключаются причины ритмически повторяющегося нарушения в расположении элементов в таблице, когда из нее в обособленные структуры выделяются большое число элементов, например актиноиды и лантаноиды [13].

Из многочисленных безуспешных попыток усовершенствовать Периодическую таблицу химических элементов Д.И. Менделеева следует чрезвычайная сложность поставленной в 1951 г. лауреатом Нобелевской премии академиком *Н.Н. Семеновым* задачи по устранению, по крайней мере, пяти недостатков, породивших её несистемность и асимметричность:

1. Ряды (так называемые полупериоды в ныне обозначенных периодах) имеют разную длину, при этом возникает 37 незаполненных мест — свободных клеток.

2. В первом ряду элементов всего два; к тому же водород не занимает постоянного места, а эти два элемента одного ряда составляют целый период (полупериодов здесь и быть не может).

3. Лантаноиды и актиноиды оказались за пределами таблицы.

4. Группа инертных газов была добавлена позже открывшими их учеными от имени Рамзая.

5. Введенная позже длиннопериодная таблица положение в целом не спасает и остается слишком асимметричной.

Несмотря на это, система была основой для научных исследований, инженерных решений и обучения химическим наукам на тот момент уже более 80 лет. По словам Н.Н. Семёнова, «...*после устранения недостатков обнаружатся новые свойства и взаимосвязи элементов, что позволит проводить большинство научных исследований на новом, более высоком уровне и решать стоящие инженерные задачи не только инженерам-физикам, а всем ученым, инженерам и практикам*» [3].

2. Основные предпосылки для создания новой модели структурирования химических элементов

Бурное развитие естественных наук начала XIX века ознаменовано активным стремлением ученых к познанию фундаментальных законов и закономерностей материальной основы мира — вещества. На смену средневековой эмпирике алхимических знаний приходит эпоха циклической упорядоченности химических элементов в соответствии с их природными свойствами. Немецкий химик *Йоганн Дёберейнер* в 1817 году предвосхитил предсказательные свойства химических элементов, об-

ладающих общностью химических свойств. В триадах Дёберейнера с возрастанием атомных масс химические свойства среднего элемента между себе подобными оказывались усредненными относительно суммы свойств двух крайних элементов этой триады [15]. Этот научный факт является первым предсказательным методом определения свойств еще не открытых химических элементов.

Одно из первых системных представлений о структурировании элементов в виде спирали сделал выдающийся русский математик *Николай Иванович Лобачевский*, не оставшийся равнодушным к представлению природной системной гармонии элементов — представил эскиз системы химических элементов в форме нелинейной расширяющейся конической спирали (рис. 1).

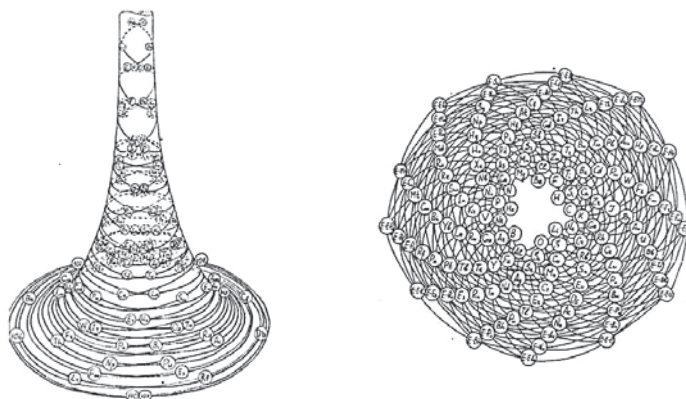


Рис. 1. Эскиз системы химических элементов Н.И. Лобачевского

В 1862 году французский ученый *Александр Шанкуртуа* предпринял первую попытку систематизации химических элементов по мере увеличения их атомных масс. Спиральное представление периодически повторяющихся свойств химических элементов, названное «земной спиралью», расположено на цилиндрической поверхности из 16-и равномерно распределенных вертикалей, образующих с пересечением под углом $\pi/4$ к ним прямой, на которой находятся точки с расположением, пропорционально атомным массам элементов. Элементы, атомные веса которых отличались на число, кратное 16, имели сходные свойства и оказались расположенными на вертикалях цилиндра. Объяснение открытию было дано более полувека спустя после экспериментального определения строения ядра.

В 1868 году была опубликована Периодическая система химических элементов *Дмитрия Ивановича Менделеева* в плоской табличной (double) форме. Позднее он высказал **идею спиральной формы таблицы** химических элементов в итоговой статье «Периодическая законность

химических элементов»: *«В сущности же все распределение элементов представляет непрерывность и отвечает до некоторой степени спиральной функции...»*. Теперь очевидно, что все интуитивные идеи автора Периодического закона можно реализовать в пространственной спиральной форме Периодического закона. Ему принадлежат пророческие слова: *«Периодическому Закону будущее не грозит разрушением, а только надстройку и развитие обещает...»*. С.А. Щукарев правильно отметил, что система элементов является слишком сложной по своему содержанию «для единственного канонического изображения в виде таблицы общепризнанного вида» [7].

Сформулированная идея Объёмной матрицы [14, 17] основывалась на достаточно очевидных положениях о Вселенной [15, 16], а химические элементы рассматривались с позиции их происхождения в качестве «кирпичиков» Вселенной. Следующим предположением было принято то, что образование элементов так же происходило по спирали, как развивалась и развивается Вселенная. Наложение на каркас 3D-матрицы естественной периодической последовательности обозначений химических элементов обеспечивает более полное отображение их свойств с учетом валентности. Матрица включает в себя все известные природные элементы, является гармонично организованной объёмной моделью для изучения законов строения вещества, прогноза новых, еще неизвестных науке элементов. Объёмная 3D-матрица химических элементов представлена на рис. 2. Пространственная спираль обеспечивает, по сравнению с табличной формой, последовательное непрерывное расположение элементов с возможностью включения изотопов, лантаноидов и актиноидов. Это позволит создать цифровую модель для расчетов процессов взаимодействия химических элементов между собой по всему объёму спирали и методы прогнозирования для получения новых веществ.

Таким образом, можно выделить основные предпосылки для создания Объёмной периодической матрицы химических элементов:

- исходя из закономерностей развития Вселенной, авторы предлагают рассматривать структуру расположения химических элементов в виде расширяющейся конической спирали. В начале спирали располагаются основные первоначальные элементы водород и гелий;
- пространственная спираль обеспечивает, по сравнению с табличной формой, последовательное непрерывное расположение элементов с возможностью включения лантаноидов и актиноидов и всех обнаруженных (открытых) и прогнозируемых семейств. На спирали должны найти свое отображение все известные структуры на основании глубокого изучения короткопериодной и длиннопериодной таблиц Д.И. Менделеева и IUPAC, принятые за основу в разных странах.

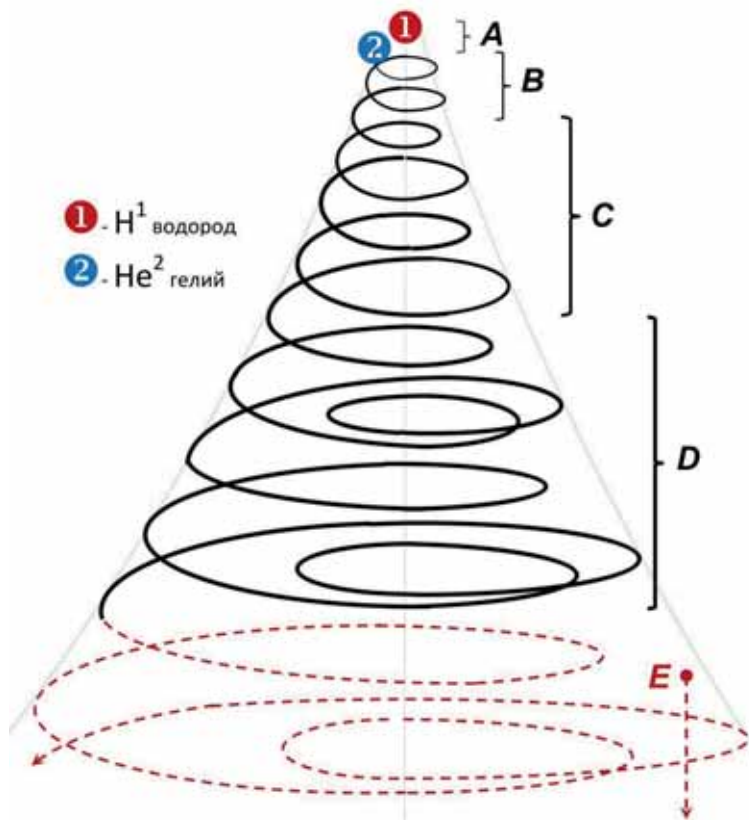


Рис. 2. Схема объёмной 3D-матрицы химических элементов (ОМХЭ)

3. Объёмная периодическая матрица химических элементов

Авторы на основе и в развитие плоской периодической таблицы химических элементов Д.И. Менделеева представляют более информативную ее объёмную форму, приближаясь к более полному отображению свойств с учетом структур электронных оболочек химических элементов, расположенных в естественном непрерывном порядке её расширения [18-20].

Предложена трехмерная система координат объёмно-каркасной расширяющейся матрицы с попыткой устранения недостатков, сформулированных академиком *Н.Н. Семеновым*. Особенностью данной классификационной системы являются: центральная симметрия известных элементов относительно водорода и гелия, линейная симметрия главных и побочных подгрупп по осям координат, а также компакт-

Таким образом, в основе Объемной матрицы использованы:

- Распределение всех известных элементов по цилиндрическим координатам, что формирует планетарную модель их строения. Атомные номера n с размерностью непрерывного ряда натуральных чисел от 1 до 118 (и более), равномерно распределены по спирали сверху вниз.
- Порядковый номер элемента совпадает с величиной заряда ядра (Z) и таким же суммарным количеством энергетически уравнивающих электронов на орбиталях оболочек. Подход универсален как по отношению к короткопериодной таблице Д.И. Менделеева, так и длиннопериодной таблице IUPAC.
- Показано прогрессивное увеличение количества элементов в периодах, что образует 3D-спиральную пространственную систему каркаса матрицы химических элементов [20].

Предлагаемое представление Объемной периодической матрицы химических элементов в виде расширяющейся конической спирали является универсальным инструментом, который позволяет изучать большое многообразие физико-химических свойств уже известных и еще не открытых элементов и их соединений. Универсальность объемной матрицы еще и в том, что помимо обязательного порядкового номера и строгой координатной привязки химических элементов к группам, появляются широкие возможности структурного анализа физико-химических свойств элементов и закономерностей их взаимодействия.

4. Цикличность и блочность в структуре химических элементов

В основу современной периодической системы положен заряд ядра (Z), определяющий место элемента в системе. Ядерная периодичность выражается в периодическом изменении свойств ядер атомов. Основным параметром, определяющим эту периодичность, является число протонов (P) и нейтронов (N) в ядре. На рис. 4 представлена зависимость массы ядер элементов (протоны и нейтроны) и массы нейтронов для открытых 118 химических элементов.

Авторами подсчитаны соотношения количества нейтронов и протонов в ядрах химических элементов. В короткопериодной таблице 4а представлены усредненные показатели этих соотношений для блоков. Следует обратить внимание, что эти усредненные величины для блоков равны, как в короткопериодной таблице, так и в таблице IUPAC (табл. 4б). Поэтому блочная структура, по нашему мнению, соответствует по-

нятию цикличности — завершенности системы блочности двух периодов, включая семейства лантаноидов и актиноидов.

Изучение Объемной периодической матрицы химических элементов на основе многопараметрической системы координат наглядно демонстрирует устойчивое формирование блочных закономерностей в циклической периодичности свойств химических элементов в периодах и блоках с увеличением их порядковых номеров и объединяет все описанные ранее варианты периодичности [4, 7]. Следует отметить, что понятие «период» двух видов таблиц идентичны (их по 7), но важным обстоятельством, требующим особого внимания, является явное несоответствие «рядов» групповому валентному принципу периодичности в длиннопериодной таблице.

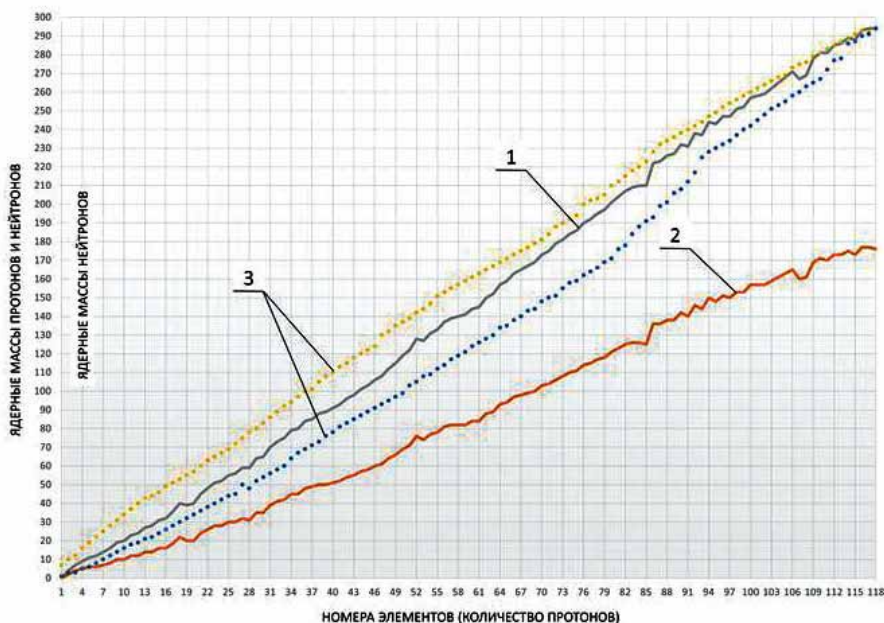


Рис. 4. Зависимости ядерных масс (протоны и нейтроны) и массы нейтронов (нейтроны) для 118 химических элементов

1 — количество протонов и нейтронов; 2 — количество нейтронов; 3 — изотопы

В работах [18, 19] сделан вывод, что 3D-спирально расходящаяся система матрицы химических элементов имеет 4 блока периодичности и 7 периодов. Анализ структуры периодообразования подтверждает, что периоды можно разделить на простые, в которых образуются по одному элементу в каждой группе (2 элемента с внешней сигнальной орбиталью и 6 элементов с внешней валентной орбиталью, всего 8 в периоде) и более сложные, содержащие сгруппированные «семейства» элемен-

тов внутри одной группы (III или VIII). Таким образом, по блокам все можно представить следующим образом (табл. 4).

Таблица 4

Соотношение нейтронов и протонов в ядрах атомов химических элементов
а) Таблица Д.И. Менделеева

Соотношение нейтронов (n) / протоны (p)	Блоки, периоды / ряды	I		II		III		IV		V		VI		VII		VIII					
		A	H	1													2	He	2		
менее 1,1	B	3	4	4	5	5	6	6	7	7	8	8	9	10	10	10	10	10	10	10	
	2	Li	Be	B	C	N	O	F	Ne												
менее 1,3	B	11	12	12	12	13	14	14	15	16	16	17	18	18	22						
	3	Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	Ar												
менее 1,5	C	19	20	20	21	21	22	22	23	24	24	25	30	30	31	27	32	28	31		
	4/4-5	K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe												
менее 1,55	C	37	49	38	50	39	50	40	51	41	52	42	54	43	55	44	57	45	58	46	60
	5/6-7	Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru												
	D	55	78	56	81	57	82	72	106	73	108	74	110	75	111	76	114	77	115	78	117
	6/8-9	Cs	Ba	La	Hf	Ta	W	Re	Os												
	D	87	136	88	138	89	138	104	161	105	163	106	165	107	160	108	161	109	169	110	171
	7/9-11	Fr	Ra	Ac	Rf	Db	Sg	Bh	Xs												
		111	172	113	173	114	175	115	173	116	177	117	177	118	176	118	176	119	177	118	176
		281	1,53	285	1,54	286	1,53	289	1,54	288	1,50	293	1,53	294	1,51	294	1,49				

58	82	59	82	60	84	61	84	62	88	63	89	64	93	65	94	66	97	67	98	68	99	69	100	70	103	71	104
140	1,41	141	1,39	144	1,40	145	1,38	150	1,42	152	1,41	157	1,45	159	1,45	163	1,47	165	1,46	167	1,46	169	1,45	173	1,47	175	1,46
90	142	91	140	92	146	93	144	94	150	95	148	96	151	97	150	98	153	99	153	100	157	101	157	102	157	103	159
232	1,58	231	1,53	238	1,59	237	1,55	244	1,60	243	1,56	247	1,57	247	1,55	251	1,56	252	1,55	257	1,57	258	1,55	259	1,54	262	1,54

Таблица 4

Соотношение нейтронов и протонов в ядрах атомов химических элементов
б) Таблица IUPAC

Соотношение n/p	Блок, период	I		II		III		IV		V		VI		VII		VIII		IX		X		XI		XII		XIII		XIV		XV		XVI		XVII		XVIII	
		A	H	1																																	
менее 1,0	B	3	4	4	5																																
	2	Li	Be	B	C	N	O	F	Ne																												
менее 1,1	B	11	12	12	12	13	14	14	15	16	16	17	18	18	22																						
	3	Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	Ar																												
менее 1,3	C	19	20	20	21	21	22	22	23	24	24	25	30	30	31	27	32	28	31	29	35	30	35	31	39	32	41	33	42	34	45	35	45	36	48		
	4	K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr																		
менее 1,5	C	37	49	38	50	39	50	40	51	41	52	42	54	43	55	44	57	45	58	46	60	47	61	48	64	49	66	50	69	51	71	52	76	53	74	54	77
	5	Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sb	Te	I	Xe																			
	D	87	136	88	138	89	138	104	161	105	163	106	165	107	160	108	161	109	169	110	171	111	170	112	173	113	173	114	175	115	173	116	177	117	177	118	176
	7	Fr	Ra	Ac	Rf	Db	Sg	Bh	Xs	Mt	Ds	Rg	Cn	Nh	Fl	Mc	Lv	Ts	Og																		
		232	1,56	226	1,57	227	1,55	265	1,51	268	1,55	271	1,56	267	1,50	269	1,49	278	1,55	281	1,55	281	1,53	285	1,54	286	1,53	289	1,54	288	1,50	293	1,53	294	1,51	294	1,49

- Первому блоку **A** соответствуют короткие одноэлементные периоды (или ряды **0-1**) матрицы, где представлены первые элементы водород и гелий (**H¹**-водород и **He²**-гелий). Для первого блока соотношение нейтронов (N) к протонам (P) можно принять равным 1.
- Второй блок **B** структурно позиционирует завершённый цикл восьмиземельной периодичности, которому соответствуют простые периоды (или ряды) **2** (включает 8 элементов с **Li³** по **Ne¹⁰**) и **3** матрицы (включает 8 элементов с **Na¹¹** по **Ar¹⁸**). Для второго блока N:P менее 1,1.
- Третий блок **C** структурно представляет завершённость циклической 10-и и 8-элементной периодичности в блоке, появились два дополнительных «семейства»: от железа (**Fe**) до платины (**Pt**), от рутения (**Ru**) до палладия (**Pd**).

В третьем блоке **C** представлены первая короткая пара рядов **4** (включает 10 элементов с **K¹⁹** по **Ni²⁸**) и **5** короткопериодной таблицы (включает 8 элементов с **Cu²⁹** по **Kr³⁶**) и вторая короткая пара рядов **6** (включает 10 элементов с **Rb³⁷** по **Pd⁴⁶**) и **7** короткопериодной таблицы (включает 8 элементов с **Ag⁴⁷** по **Xe⁵⁴**). В длиннопериодной таблице паре рядов **4** и **5** соответствует период **4**, а паре рядов **6** и **7** соответствует период **5**. Для третьего блока соотношение N:P менее 1:1,3.

- Четвёртый блок **D** структурно представляет завершённость циклической 24-х и 8-элементной периодичности в качестве блока химических элементов **D**, в который дополнительно вошли «семейства» лантаноидов (**La**) и актиноидов (**Ac**), а также два «семейства»: осмий (**Os**), иридий (**Ir**), платина (**Pt**) и хассий (**Hs**), мейтнерий (**Mt**), дармштадтий (**Ds**).

Четвёртому блоку соответствует первая пара длинного ряда лантаноидов **8** (включает 24 элемента с **Cs⁵⁵** по **Pt⁷⁸**) и короткого ряда 9 короткопериодной таблицы (включает 8 элементов с **Au⁷⁹** по **Rn⁸⁶**) и вторая пара длинного ряда актиноидов **10** (включает 24 элемента с **Fr⁸⁷** по **Ds¹¹⁰**) и короткого ряда **11** короткопериодной таблицы (включает 8 элементов с **Rg¹¹¹** по **Og¹¹⁸**). В длиннопериодной таблице паре рядов **8** и **9** соответствует период **6**, а паре рядов **10** и **11** соответствует период **7**. «Семейства» лантаноидов, актиноидов и некоторых сгруппированных металлов требуют особого изучения и внимания исследователей. Для четвертого блока соотношение N:P менее 1,55.

Таким образом, блочная структура Объемной матрицы химических элементов с использованием трёхмерной системы координат может обеспечить существенное повышение информативности (многомерности) по сравнению с короткопериодной и длиннопериодной таблицами химических элементов.

5. Электронные характеристики элементов и анализ их цикличности в структуре ОМХЭ

Пространственная форма Объемной периодической матрицы позволила структурировать аномальные семейства **III-й** (лантаноиды и актиноиды) и **VIII-й** (металлоиды) групп третьего **C** и четвертого **D** уровней блочной периодичности, а уровневые формулы электронных оболочек облегчают изучение системных закономерностей периодичности, включая механизмы насыщения и перехода электронов по разным энергетическим уровням (орбитали) электронных оболочек. Системность периодичности актуальна при изучении тонких механизмов межуровневых переходов и устойчивых сбоев процесса синтеза электронных орбиталей (табл. 5).

Распределение электронов по энергетическим уровням (состояниям) оболочек **K, L, M, N, O, P, Q, X** (ЭУ), состоящих из подуровней (орбиталей) **s-, p-, d-, f-, g-, h-** на каждом уровне, удовлетворяет принципу минимума потенциальной энергии.

Таблица 5.

Структура энергетических уровней и подуровней (орбиталей) для блоков

Блок А – 1	энергетический уровень (валентная орбиталь $K^s \equiv 1s^2$) заканчивается Гелием He
Блок В – 3	энергетических уровня $K^s L^{s-p} M^{s-p}$ (валентная орбиталь $M^{2-6} \equiv 3s^2 3p^6$) заканчивается Аргоном Ar
Блок С – 5	энергетических уровней $K^s L^{s-p} M^{s-p-d} N^{s-p-d} O^{s-p}$ (валентная орбиталь $O^{2-6} \equiv 5s^2 5p^6$) заканчивается Ксеноном Xe
Блок D – 7	энергетических уровней $K^s L^{s-p} M^{s-p-d} N^{s-p-d-f} O^{s-p-d-f} P^{s-p-d} Q^{s-p}$ (валентная орбиталь $Q^{2-6} \equiv 7s^2 7p^6$) заканчивается Оганесоном Og Прогнозируемые энергетические уровни и электронное строение орбиталей (подуровней) Блока E
Блок E –	прогнозируется 9 энергетических уровней с элемента №119 по элемент №218 $K^s L^{s-p} M^{s-p-d} N^{s-p-d-f} O^{s-p-d-f-g} P^{s-p-d-f-g} Q^{s-p-d-f} R^{s-p-d} X^{s-p}$ (валентная орбиталь $X^{2-6} \equiv 9s^2 9p^6$) заканчивается элементом № 218

Максимальное число электронов на энергетическом уровне вычисляется по формуле $R = 2n^2$, где n – номер уровня или главное квантовое число (1, 2, 3 и т.д.). Каждому заполненному уровню соответствует определенный набор подуровней (орбиталей) (табл. 6).

Последовательность заполнения электронами орбиталей определяется правилом Маделунга [5, 7]. Периодичность, как цикл валентности в системе химических элементов проявляется при образовании двух последовательных орбиталей — начальная s -орбиталь и валентная p -орбиталь — с непрерывно увеличивающимся в пределах периодов количеством валентных электронов.

Таблица 6

Главное квантовое число, типы и число орбиталей, максимальное число электронов на подуровнях и уровнях

Энергетический уровень (n)	Число подуровней (n)	Тип орбитали	Число орбиталей		Максимальное число электронов	
			в подуровне	в уровне, равно n^2	на подуровне	на уровне, равно $2n^2$
$K (n = 1)$	1	1s	1	1	2	2
$L (n = 2)$	2	2s	1	4	2	8
		2p	3		6	
$M (n = 3)$	3	3s	1	9	2	18
		3p	3		6	
		3d	5		10	
$N (n = 4)$	4	4s	1	16	2	32
		4p	3		6	
		4d	5		10	
		4f	7		14	

Начальными являются две группы элементов. I-ю группу химических элементов с одним электроном на подуровне s^1 составляют Li^3 — Fr^{87} и т.д. Заполнение s^1 -подуровня первым электроном показывает (сигнализирует) завершение заполнения валентной оболочки предшествующего периода. II-ю группу химических элементов с двумя электронами на s^2 — подуровне составляют Be^4 — Ra^{88} и т.д. Заполнение s^2 — подуровня двумя электронами показывает его насыщение и предстоящее образование подуровня p -валентной оболочки, начиная с первого электрона p^1 -подуровня и последующего за ним набора подуровней валентного периода. Для наглядности и удобства анализа использованы электронные формулы химических элементов.

Таким образом, объединение элементов в новые периоды начинается с системно связанной пары химических элементов **I** и **II** групп, показывающих завершение заполнения валентных электронных оболочек атомов элементов предшествующего периода и готовности к образованию валентной электронной оболочки нового периода. При этом, в химических элементах **I** группы происходит акт образования новой двухэлектронной начальной орбитали подуровня ns соответствующего энергетического уровня (из K, L, M, N, P, O, Q, X) путем заполнения образовавшейся энергетической оболочки первым электроном (ns^1 , электронное обозначение $K1, L1, M1$ и т.д.), а в последующем химическом элементе группы **II** происходит заполнение этой же атомной орбитали вторым насыщающим электроном (ns^2 , электронное обозначение $K2, L2, M2$ и т.д.), образующим устойчивую пару электронов внешней атомной орбитали. Эта начальная пара завершает заполнение подуровня Is^2 , после чего происходит заполнение следующих слоев соответствующего энергетического уровня периодической последовательности химических элементов объемной матрицы.

С другой стороны, заполнение устойчивой парой электронов внешней атомной орбитали всегда предшествует началу процесса образования нового слоя валентной оболочки атома. Начальные элементы всех периодов матрицы образуют новые периоды, на новой валентной орбитали (np^1), путем заполнения первым электроном соответствующего энергетического уровня и отражают периодические закономерности образования элементов материального мира. Механизм блочной периодичности заполнения атомных орбиталей присутствует на всех уровнях Объемной периодической матрицы химических элементов.

С точки зрения понимания закономерностей периодичности образования химических элементов, просматривается особая роль начальных атомных орбиталей двух последовательных элементов. Первый элемент пары констатирует факт завершения образования устойчивого состояния структуры электронных слоев предшествующего, полностью заверщенного периода, состоящего из элементов предельного заполнения электронами оболочек энергетических уровней. Все первые элементы — нечетные. Опыт подтверждает, что электронные слои оболочек элементов полностью заверщенного периода обладают высокой степенью устойчивости к внешним энергетическим влияниям и обладают выраженным тяготением к стационарному взаимодействию с энергетическим полем ядра атома. Из этой закономерности вытекает индифферентность электронных слоев предельно заполненных оболочек атомов к проявлению валентности (химическому взаимодействию).

Второй элемент является предвестником начала образования новых электронных слоев элементов последующего (формирующегося) перио-

да, состоящего из электронов новых оболочек энергетических уровней. Все вторые элементы — четные. Электронные слои оболочек элементов формирующегося периода не обладают высокой степенью устойчивости к внешним энергетическим влияниям и обладают меньшим стремлением к взаимодействию с энергетическим полем ядра атома. Из этой закономерности вытекает способность внешних электронных слоев незаполненных оболочек атомов к проявлению поливалентности при объединении в молекулы.

Первые элементы валентных p -орбиталей нового периода в каждом энергетическом уровне образуют элементы с p^1 -орбиталью с одним валентным электроном ($B^5 — Nh^{13}$ и т.д.). Все подобные элементы нечетные и относятся к III группе химических элементов. Второй элемент — с двумя валентными электронами p^2 -орбитали в каждом энергетическом уровне ($C^6 — Fl^{14}$ и т.д.). Все элементы — четные и относятся к IV группе химических элементов. Аналогично структурируются следующие элементы с тремя валентными электронами орбитали p^3 -орбитали и иным количеством электронов валентной орбитали в каждом энергетическом уровне, относящиеся соответственно к V, VI, VII и VIII группам химических элементов. Закономерности образования электронных оболочек атомов с использованием электронно-уровневых формул позволяют на основе блочного подхода и структурного анализа прогнозировать химические элементы за пределами 118-го элемента, сформировать структуру новых периодов, начиная с еще не открытых химических элементов 11-го периода таблицы Д.И. Менделеева или 8-го периода таблицы IUPAC. Электронно-орбитальные формулы образуют предельно сокращенное описание структуры химических элементов.

6. Подробнее об электронном строении и валентности химических элементов

Для характеристики способности атомов соединяться друг с другом чаще всего используют понятия: валентность (ковалентность), потенциал ионизации и т.д. Валентность в качестве числа (связей атомов) является в любой ее электронной форме в той или иной степени формализованной [6]. Периодическая зависимость ионизационных потенциалов атомов от порядкового номера элемента общеизвестна и приводится во многих изданиях и справочниках [12].

Физико-химические свойства элементов имеют множественную вариативность проявлений при взаимодействии химических элементов между собой. Модели межэлектронных взаимодействий с опорой

на **природное свойство поливалентности** позволяют объединять всю полноту информации, доступной для анализа и синтеза. Рассмотрение химических связей взаимодействующих элементов на электронном уровне убеждает в том, что решающим фактором является относительная электронодонорность атомов участвующих в реакциях элементов. В качестве положительного выступает элемент более высокой донорности с более подвижными электронами внешних слоев. Подвижность зависит от типа внешнего слоя подуровней *s*-, *p*-, *d*-, *f*-, *g*-, *h*-орбиталей энергетических уровней *K, L, M, N, O, P, Q, X* электронной оболочки, что проявляется в циклической периодичности внутри подуровней системы химических элементов [7]. При этом электронные взаимодействия в химических реакциях не изменяют ядер атомов, изучением внутреннего строения которых занимается физика.

В целом, общепризнанная структура электронной оболочки атома дает понимание физического смысла валентности, которое меняется по мере развития электронной теории химических связей и строения атома. Валентность, как очень важная характеристика проявления химической активности элементов и образования устойчивых молекул, не является исчерпывающей характеристикой, но имеет большое прикладное значение для достоверного анализа и эффективного синтеза химических элементов и их соединений [6]. Из этого вытекает исключительная роль энергетических моделей химических реакций для мотивированного управления «энергией сродства» к атому внешних электронов, вместе с пониманием теории химических связей, механизмов и физического смысла полученного результата.

Блочная структура поливалентной матрицы представлена на основе периодической длиннопериодной таблицы IUPAC. Как в короткопериодной таблице, так и в длиннопериодной таблице международного сообщества химиков IUPAC, использован введенный Д.И. Менделеевым групповой принцип дифференциации свойств химических элементов основной (*a*) и побочной (*b*) подгрупп. Анализ проявления периодичности на основе поливалентности для всех известных химических элементов обладает хорошей информативностью в матричной системе координат (рис. 5). Структурирование энергетических уровней матрицы поливалентности выполнено следующим образом:

- периоду **0-1** соответствует блок **A**;
- периодам **2 и 3** соответствует блок **B**;
- периодам **4 и 5** соответствует блок **C**;
- периодам **6 и 7** соответствует блок **D**.

При этом циклическая периодичность просматривается в электронном строении оболочек атомов химических элементов, её максимальных

и минимальных валентностях по каждому блоку. Так для блока **A** имеет место одна максимальная валентность, для блока **B** — две максимальные валентности, для блока **C** — четыре, а для блока **D** — шесть максимальных валентностей. Имеют место также отрицательные валентности от -4 и -3.

Закономерности заполнения электронных уровней и орбиталей электронной оболочки по мере удаления от ядра атома усложняются, что приводит к сбоям в заполнении уровней и подуровней. Причиной может быть выравнивание энергетических уровней соседних подуровней, при которых электроны начинают перескакивать между подуровнями и даже на соседний уровень без изменения их общего количества в атоме. Результаты поливалентностей в виде графика (рис. 5) обобщают доступные знания об энергетической активности (валентности) элементов в каждом периоде, проявляют циклический характер наращивания электронного облака.

Укороченные периоды **0** и **1** образует пара элементов **H¹ — He²** нижнего энергетического уровня **K1**, предельное заполнение *s*-орбитали которого свидетельствует о готовности к началу образования химических элементов второго энергетического уровня **L2** следующего периода **2**. Заполнение малого периода производится в привязке к электронно-орбитальным формулам (ЭОФ) элементов, образующих периоды и блоки. Первый *s*-элемент с одним электроном на внешней орбитали проявляет максимальную валентность **+1**, входит в основную подгруппу **Ia** группы элементов и свидетельствует о завершившемся цикле образования периода предшествующего энергетического уровня. Второй *s*-элемент с двумя электронами на внешней предельно заполненной орбитали проявляет максимальную валентность **+2**, что свидетельствует о начале цикла образования последующего энергетического уровня. Предельно заполненная *s*-орбиталь (*s*-пара элементов), образуемая элементами **I** и **II** групп, на всех энергетических уровнях является началом предстоящего цикла периодичности внешних валентных орбиталей.

В каждом из последующих энергетических уровней **M, N, O, P, Q, X**, после начальной сигнальной *s*-пары элементов периода, происходит наращивание электронов внешних «валентных» *p*-орбиталей, между которыми продолжается заполнение *d*-, *f*-, *g*-орбиталей в их обратной последовательности. Аналогичные начальные *s*-пары элементов образуются в каждом периоде: **Li³ — Be⁴** (период **2**), **Na¹¹ — Mg¹²** (период **3**), **K¹⁹ — Ca²⁰** (период **4**), **Rb³⁷ — Sr³⁸** (период **5**), **Cs⁵⁵ — Ba⁵⁶** (период **6**), **Fr⁸⁷ — Ra⁸⁸** (период **7**) в нумерации короткопериодной таблицы.

Несмотря на непрерывное увеличение количества электронов в электронных оболочках химических элементов, наблюдается **идентичная структура периодичности** в периодах **2** и **3**:

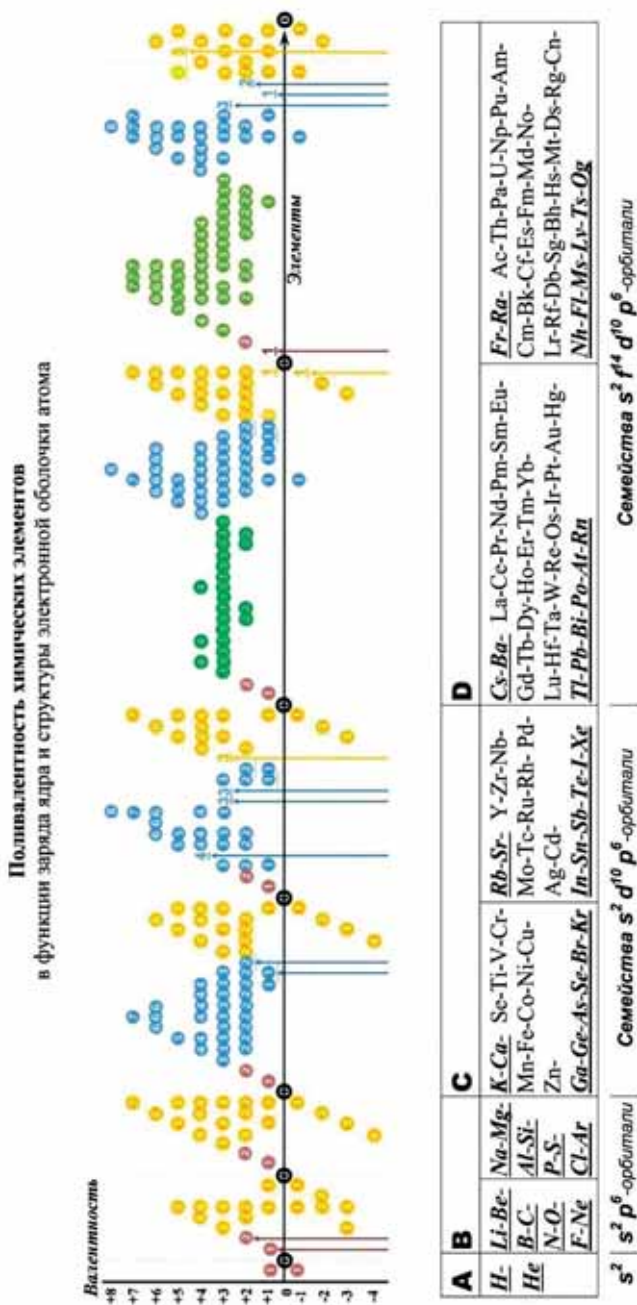
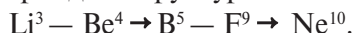


Рис. 5. Поливалентности и орбитали химических элементов

s-пара → 5 валентных *p*-элементов → инертный газ.

Для элементов периода 2 структура описывается цепочкой:



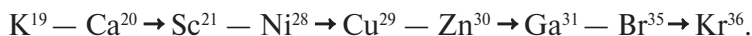
Для элементов периода 3 структура описывается цепочкой:



Период 4 начинается *s*-парой $\text{K}^{19} - \text{Ca}^{20}$ с продолжением наращивания электронов внешних валентных *d*-орбиталей $\text{Sc}^{21} - \text{Ni}^{28}$ энергетического уровня *M3*. Последующий структурный переход уже сформировавшихся элементов *d*-подуровня в составе указанного периода в последовательности внешних валентных элементов *p*-подуровня $\text{Ga}^{31} - \text{Br}^{35}$ и инертного Kr^{36} соответствует новому энергетическому уровню *N4*.

В структуре четвертого периода химическим элементам *p*-подуровня предшествует одна пара $\text{Cu}^{29} - \text{Zn}^{30}$, что свидетельствует о завершении формирования *d*-подуровня энергетического уровня *M* и начале образования последовательности внешних валентных элементов *p*-подуровня нового энергетического уровня *N*. Формально принадлежат к *d*-подуровню, они являются начальными по отношению к последующему *p*-подуровню нового энергетического уровня *N*. Это развитие иной, по отношению к периодам 2 и 3, структуры циклической периодичности.

Для периода 4 в обозначениях элементов структура описывается цепочкой:



Период 5 начинается *s*-парой $\text{Rb}^{37} - \text{Sr}^{38}$ с продолжением наращивания электронов внешних валентных *d*-орбиталей $\text{Y}^{39} - \text{Pd}^{46}$ энергетического уровня *N*.

Последующий структурный переход уже сформировавшихся элементов *d*-подуровня в последовательности внешних валентных элементов *p*-подуровня $\text{In}^{49} - \text{I}^{53}$ и инертного Xe^{54} соответствует новому энергетическому уровню *O*.

В структуре пятого периода химических элементов *p*-подуровня предшествует пара $\text{Ag}^{47} - \text{Cd}^{48}$ из подгруппы металлов, которые завершают формирование *d*-подуровня энергетического уровня *N* и начинается образование внешних валентных элементов *p*-подуровня нового энергетического уровня *O*. Формально принадлежат к *d*-подуровню, они выполняют сигнальную функцию по отношению к последующему *p*-подуровню нового энергетического уровня *O*. Для периода 5 в обозначениях химических элементов структура описывается цепочкой:



Период **6** начинается *s*-парой **Cs**⁵⁵ — **Ba**⁵⁶ соответственно основных подгрупп **Ia** и **IIa** энергетического уровня **P** с продолжением наращивания электронов внешних валентных *f*-орбиталей **La**⁵⁷ — **Yb**⁷⁰ энергетического уровня **N**. Сформировавшиеся элементы *f*-подуровня в составе указанного периода структурно переходят в последовательность внешних валентных химических элементов *d*-подуровня **Lu**⁷¹ — **Pt**⁷⁸ энергетического уровня **O** и *p*-подуровня **Tl**⁸¹ — **At**⁸⁵ вместе с инертным **Rn**⁸⁶, соответствующих новому энергетическому уровню **P**. Для периода **6** в обозначениях химических элементов структура описывается цепочкой



Период **7** начинается *s*-парой **Fr**⁸⁷ — **Ra**⁸⁸ энергетического уровня **Q** с продолжением наращивания электронов внешних валентных *f*-орбиталей **Ac**⁸⁹ — **Lr**¹⁰³ энергетического уровня **O**. Последующий структурный переход уже сформировавшихся элементов *f*-подуровня в составе указанного периода в последовательности внешних валентных элементов *d*-подуровня **Rf**¹⁰⁴ — **Ds**¹¹⁰ энергетического уровня **P** и *p*-подуровня **Nh**¹¹³ — **Ts**¹¹⁷ вместе с инертным **Og**¹¹⁸ энергетического уровня **Q**.

В структуре седьмого периода элементов *p*-подуровня предшествуют элементы **Rg**¹¹¹ — **Cn**¹¹² подгрупп металлов, которые свидетельствуют о завершении формирования *d*-подуровня энергетического уровня **O** и начале образования внешних валентных элементов *p*-подуровня нового энергетического уровня **P**; они выполняют сигнальную функцию по отношению к последующему *p*-подуровню нового энергетического уровня **Q**. Для периода **7** в обозначениях химических элементов структура описывается цепочкой:



Можно подчеркнуть некоторые закономерности, связанные с валентностью химических элементов [13]:

- элементы группы (подгруппы) имеют аналогичную конфигурацию внешних электронных оболочек и одинаковую валентность в соединениях;
- *s*-элементы имеют валентность, совпадающую с номером группы;
- *p*-элементы имеют наибольшую валентность, равную номеру группы, а также могут иметь валентность, равную разности между числом 8 и номером их группы;
- *d*-элементы обнаруживают разные валентности, не совпадающие с номерами групп.

Цикличность электронного насыщения элементов проявляется также в том, что через определенное число элементов в периодической системе повторяются *s*-, *p*-, *d*- и другие орбитали с одинаковыми configura-

циями электронных подуровней. Это влечет за собой периодическое изменение химических и физических свойств элементов. Т.е. любой химический элемент, состоящий из ядра и соответствующей ему конфигурации электронной оболочки атома, структурно можно представить в виде четырех системно связанных частей, индивидуальных для каждого химического элемента:

а) *ядерное строение атома* и его протонно-нейтронная структура, обладающая зарядом, энергетически уравновешенным полем электронной оболочки, а массовая характеристика зависит от структуры ядра и на химические взаимодействия атома непосредственно не влияет;

б) предельно заполненные электронами *нижние энергетические уровни* оболочки, на химические взаимодействия атома непосредственно не влияют;

в) циклически наращиваемые электронами невалентные орбитали *средних энергетических уровней*, образующиеся в элементах семейств III-й группы, на химические взаимодействия атома непосредственно не влияют;

г) периодически наращиваемые электронами *валентные орбитали внешних энергетических уровней*, образующиеся во всех химических элементах, составляют основу механизма химических взаимодействий; структура переменна до предельного заполнения электронами внешнего энергетического уровня, после чего перемещается на новый (высший) энергетический уровень.

Существующую практику использования формулы энергетического уровня оболочки и электронно-орбитальной структуры (ЭОС) можно применить в качестве системного инструмента описания и прогноза структур распределения электронов по орбитальным-подуровням (*s*-, *p*-, *d*-, *f*-, *g*-, *h*-...) в энергетических уровнях (*K*, *L*, *M*, *N*, *O*, *P*, *Q* ...) химических элементов (таблица 7). Однако, по мере увеличения заряда

Таблица 7.

Электронное строение последних элементов в блоках, в том числе для внешних (валентных) орбиталей

Блок	Конечный элемент	Энергетические уровни			
		заполненные / завершенные	незавершенные	количество	внешние
A	He ²	K^s	-	1	1s ²
B	Ar ¹⁸	$K^s L^{s-p}$	M^{s-p}	3 (2+1)	3s ² 3p ⁶
C	Xe ⁵⁴	$K^s L^{s-p} M^{s-p-d}$	$N^{s-p-d} O^{s-p}$	5 (3+2)	5s ² 5p ⁶
D	Og ¹¹⁸	$K^s L^{s-p} M^{s-p-d} N^{s-p-d-f}$	$O^{s-p-d-f} P^{s-p-d} Q^{s-p}$	7 (4+3)	7s ² 7p ⁶
E	218	$K^s L^{s-p} M^{s-p-d} N^{s-p-d-f}$ $O^{s-p-d-f-g}$	$P^{s-p-d-f-g} Q^{s-p-d-f}$ $R^{s-pd} X^{s-p}$	9 (5+4)	9s ² 9p ⁶

ядра атома, орбитальное представление становится громоздкой формой [3, 5]. Целесообразно формулы энергетического уровня оболочек записывать сокращенно, путем замены предельно заполненных электронами орбиталей ЭОС только символами соответствующих энергетических уровней без указания орбитальных структур. Такая запись может быть справедлива только для анализа структур оболочек для периодов, в которых отсутствуют семейства элементов третьей группы.

Связь между электронной структурой элемента или материала и его функциональные свойства — проблема исключительной важности. Она открывает возможность прогнозировать эти свойства по его электронной структуре. Вследствие реальной ограниченности имеющихся знаний, более полутора веков не было возможности объяснить и использовать на практике периодичность системы с позиций предсказания новых, еще неизвестных химических элементов. Соотношение блочных структур, периодов и энергетических уровней в Объемной матрице химических элементов с граничными элементами, завершающими энергетические уровни, представлено на рис.6.

Введенное авторами понятие **цикличности**, как свойства закономерного построения электронов внутренних оболочек *d*-, *f*-, *g*-, *h*- по отношению к валентным орбиталам, повторяется для семейств химических элементов третьей группы. Минимальная валентность химических элементов, которая наблюдается на границе орбитальных циклов, аналогична нулевой валентности нейтральных газов на границах периодов. Формулирование закономерностей циклического заполнения невалентных внутренних орбиталей в структуре периодичности дает возможность прогнозирования новых химических элементов и создания цифровой платформы в материаловедении [20].

7. Структурный анализ цикличности Объемной матрицы химических элементов

Для анализа структуры таблицы химических элементов авторами предложен метод **Структурного анализа (СА)**. Этот метод позволяет не только устранить недостатки, отмеченные академиком *Н.Н. Семановым*, но и создать универсальную модель строения энергетических уровней (*K, L, M, N, O, P, Q...*) и орбитальных электронных подуровней (*s*-, *p*-, *d*-, *f*-, *g*-, *h*-, *q*-...) химических элементов при заполнении электронных оболочек ядер химических элементов. Анализ блочных структур, периодов и энергетических уровней с их граничными элементами и цикличностью в Объемной матрице химических элементов представ-

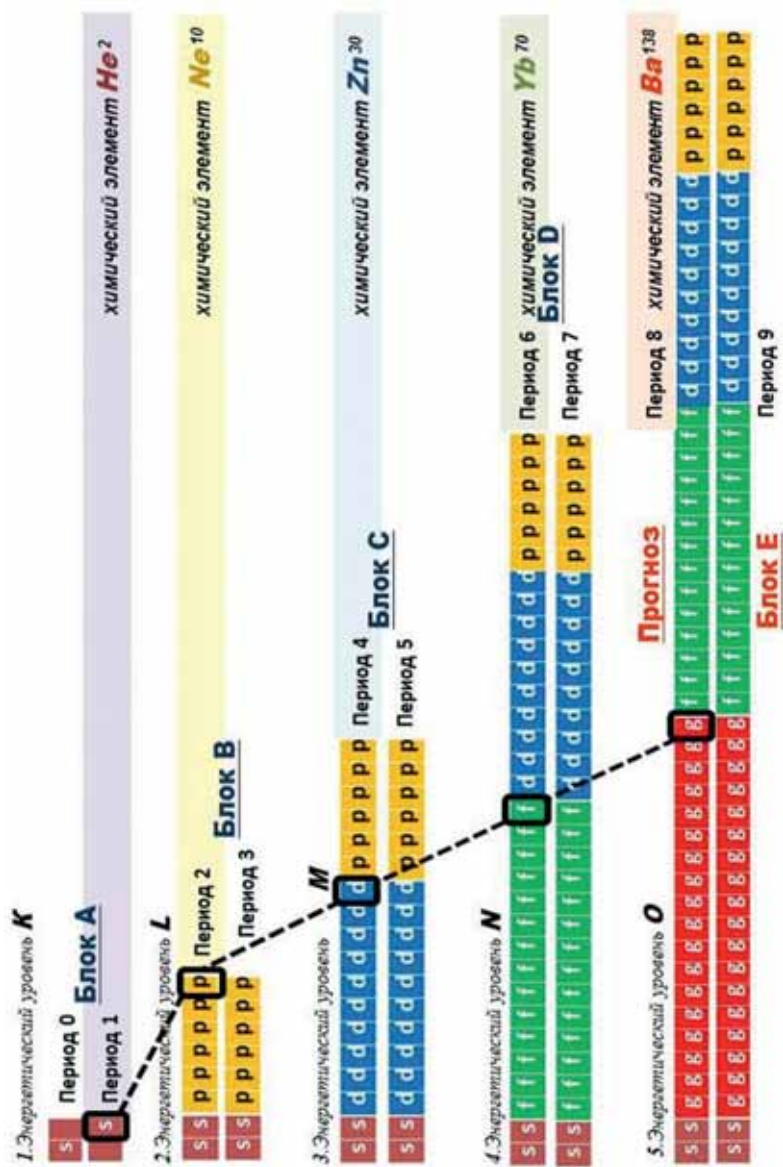


Рис. 6. Цикличность орбиталей энергетических уровней и граничные элементы матрицы

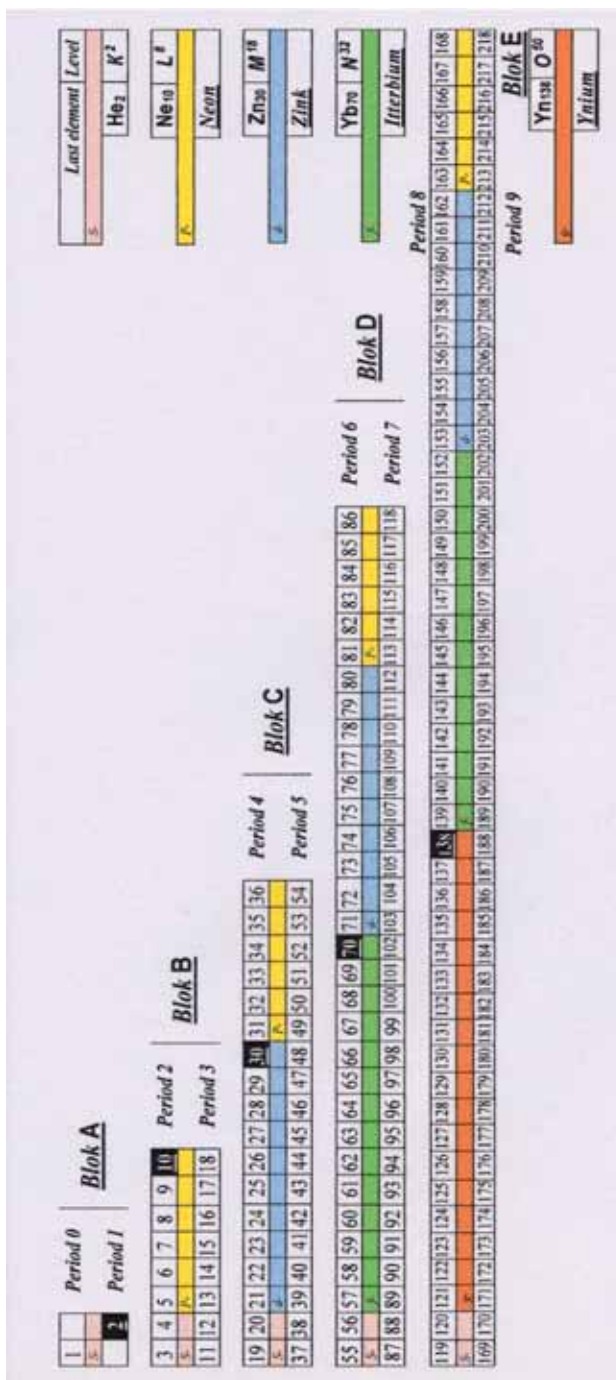


Рис. 7. Цикличность (блочность) Объемной матрицы химических элементов

лен на рис.7. Структурный анализ открытых 118-и химических элементов позволяет сформулировать закономерность *парности орбитальных структур четного и нечетного периодов в блоке*. Блочность подтверждает все общепринятые в химии законы, закономерности и правила, включая правило Маделунга. Закономерность блочности справедлива для всех табличных форм Периодического закона и наиболее существенно проявляется, начиная с семейственных циклов *f*-элементов блока **D** и всех последующих *f*-, *g*- элементов блока **E** группы **III**. Парность в блочных периодах не противоречит закономерному росту количества элементов в периодах. Важным обстоятельством является естественный порядок — закономерность циклического наращивания электронов от нижнего орбитального подуровня к следующему. Предельное заполнение электронами нижних орбитальных подуровней выводит их в область химически пассивных электронных оболочек этих энергетических уровней.

Следует различать непериодические и периодические свойства химических элементов. Непериодические свойства химических элементов характерны для ядер атомов — это заряд ядра, число электронов, масса атомов, стабильность или радиоактивность химических элементов. Периодические свойства химических элементов взаимосвязаны с **циклической** структурой заполнения электронами ядерных оболочек. Происходят изменения физико-химических свойств элементов от периодичности строения электронных оболочек атомов. Физический смысл химической периодичности обусловлен повторением конфигурации валентных электронов внешнего энергетического уровня атомов при увеличении заряда ядра. В связи с этим сформулировано следующее определение [25]: «*в s-, p-, (s+p)-, d- и f-элементах имеет место чёткая периодическая зависимость свойств элементов и соединений от числа их соответствующих s-, или p-, или (s+p)-, или d-, или f-электронов в атомах*». [19, 23].

Наблюдаемые особенности изменения свойств известных химических элементов в конце периодической системы и прогнозирование свойств элементов с большими порядковыми номерами свидетельствуют, что явление периодичности оказывается гораздо более сложным, чем это представлялось на базе табличных знаний химии элементов от первого до седьмого периода включительно.

Теория строения атома объяснила причину объединения атомов в молекулы, как стремление к устойчивой двух- или восьмиэлектронной внешней оболочке. Образование устойчивой электронной конфигурации может достигаться различными способами: отдачей, присоединением, обобществлением электронов. Таким образом, под химической связью понимаются различные виды взаимодействий, обуславливающие

устойчивое существование двух- и многоатомных соединений: ионов, молекул и других структур.

К основным параметрам химической связи атомов и молекул можно отнести:

а) снижение общей энергии двух- или многоатомной системы по сравнению с суммарной энергией изолированных частиц, из которых эта система образована;

б) перераспределение электронной плотности химической связи по сравнению с простым расположением несвязанных атомов при сближении на расстояние связи.

Периодичность электронного строения проявляется в том, что через определенное число элементов в периодической системе повторяются *s*-, *p*-, *d*- и другие орбитали с устойчивыми конфигурациями электронных подуровней. Это влечет за собой периодическое изменение химико-физических свойств элементов. Итак, функциональное отличие свойства периодичности химических элементов отражает закономерность и механизм повторяемости при формировании внешних валентных орбиталей оболочек ядер. В рамках развития химических наук, исследователей привлекают идеи поиска универсальных химических констант, влияния энергетических полей на структуру периодичности и её связь со строением Вселенной [24].

Некоторые физико-химические свойства атомов (потенциал ионизации, атомный радиус и др.), простых и сложных веществ могут быть не только качественно, но и количественно представлены в виде математических зависимостей от порядкового номера элемента с периодически проявляющимися максимумами и минимумами.

Периодичность электронного строения химических элементов с I по VIII группы для *s*- и *p*-подуровней и семейств орбиталей *d*-, *f*-, *g*-, *h*- и *q*-подуровней представлена в таблице 8.

Свойства групповой периодичности первым в периодической таблице представляет 8-групповой четный (укороченный) период 2 блочной структуры В. Период образует две орбитали начальных энергетических подуровней s^2 (группы I и II) и шесть орбиталей завершающих энергетических подуровней p^6 (группы с III по VIII). При этом «размах» **поливалентностей** составляет 8, от +5 до -3, в зависимости от участвующих в реакциях химических элементов, с последующим обнулением валентности к концу периодов в инертных газах. Порядок, состоящий в непрерывном увеличении количества электронов внешней орбитали периода 2, распространяется и на следующий нечетный период 3 блочной структуры В.

Электронное строение и особенности III группы ОМХЭ

№ периодов	Количество элементов	Группы	Орбитали
0	1	I	
1	1	VIII	s-
2	8	I - II, - III - IV - V - VI - VII - VIII	s, p
3	8	I - II, - III - IV - V - VI - VII - VIII	
4	18	I - II, - d-III - IV - V - VI - VII - VIII	s, p, d
5	18	I - II, - d-III - IV - V - VI - VII - VIII	
6	32	I - II, - f, d-III - IV - V - VI - VII - VIII	s, p, d, f
7	32	I - II, - f, d-III - IV - V - VI - VII - VIII	
8	50	I - II, - g, f, d-III - IV - V - VI - VII - VIII	s, p, d, f, g
9	50	I - II, - g, f, d-III - IV - V - VI - VII - VIII	
10	72	I - II, - h, g, f, d-III - IV - V - VI - VII - VIII	s, p, d, f, g, h
11	72	I - II, - h, g, f, d-III - IV - V - VI - VII - VIII	
12	98	I - II, - q, h, g, f, d-III - IV - V - VI - VII - VIII	s, p, d, f, g, h, q
13	98	I - II, - q, h, g, f, d-III - IV - V - VI - VII - VIII	

Начиная с четвертого периода блочной структуры С, в системе химических элементов проявляется другая закономерность — образование внутренней последовательности орбиталей подуровней *d*-, *f*-, *g*-, *h*-, *q*-... , принципиально изменяющих восьмигрупповое строение периодичности (см. таблицу 9).

С позиции семейственности целесообразно рассмотрение семейств трех металлов, размещенных Д.И. Менделеевым в VIII группе, которые искусственно помещены в группу инертных газов, хотя у них имеется место в таблице и соответствующие химические свойства, в первой из внутренних орбиталей низшего *d*-подуровня. Кроме того, усредненная валентность химических элементов *d*-орбиталей равна +3, равно как доминирующая валентность всех элементов *f*-орбитали лантаноидов, которая также равна +3, и это **подтверждает мнение авторов** о том, что **все семейства внутренних невалентных орбиталей**, начиная с блока С, (семейства *d*-подуровня и последующих внутренних блочных структур), **должны принадлежать группе III таблицы.**

Последующие семейства внутренних орбиталей *d*¹⁰-подуровня более высоких энергетических уровней и все последующие орбитали *f*-, *g*-, *h*-, *q*- более высоких подуровней, аналогично *f*⁴-лантаноидам

и f^4 -актиноидам блока **D**, не вписываются в табличные формы (в т.ч. IUPAC). При этом структурно они должны предшествовать орбиталям p^1 всех уровней, в группе **III** с валентностью +3. Необоснованная вынесенность семейственных образований за пределы любых табличных форм, является их недостатком, принципиально нарушающим условия непрерывности, в том числе для **процессов энергетических взаимодействий**.

Структурирование Объемной периодической матрицы определяет место семейственных орбиталей в системе групповой периодичности взаимосвязи семейств уже открытых 118 химических элементов, что представлено в таблице 9. В таблице показано соответствие периодов, распределение валентных орбиталей и {внутренних семейств}, практическое проявление множества возможных валентностей (поливалентность), их диапазоны и подтвержденные максимумы. Элементам **VIII** группы соответствует нулевая химическая активность.

С восьмого периода блока **E** представлена структура семейств и прогнозируемые пределы валентностей для новых прогнозируемых элементов. Отмечается важная особенность блочного образования семейств химических элементов, как в короткопериодной таблице, так и в длиннопериодной таблице IUPAC. В нынешнем, представленном выше понимании, за исключением укороченных периодов **0** и **1** блока **A**, между двумя внешними валентными орбиталями s - и шестью орбиталями p - подуровней в двух периодах **2** и **3** блока **B** отсутствуют элементы с электронными орбиталями более высокого подуровня групповой периодичности.

В двух последующих периодах **4** и **5** блока **C** между орбиталями s - и p -«внешних» валентных энергетических подуровней присутствуют последовательно заполняемые электронами 10 химических элементов семейства орбиталей d -подуровня. А в двух периодах **6** и **7** блока **D** после двух элементов орбиталей s - заполняются электронами орбитали последовательно 14 химических элементов семейства орбиталей f -подуровня (семейства лантаноидов и актиноидов), после которых продолжается заполнение электронами орбиталей 10 химических элементов семейства d -подуровня, предшествующие шести химическим элементам внешних валентных замыкающих орбиталей p -подуровня в каждом периоде.

Во всех последующих парных периодах блочные структуры также лишены соответствия предпочтительной моновалентности определенной группе. Наблюдается особая закономерность дальнейшего структурного наращивания «внутренних» энергетических подуровней. Особенность состоит в закономерности периодического формирования орбитальных электронных энергетических подуровней f -, g -, h -, q -... в последовательности от «старшей» орбитали более высокого подуровня к «младшей»,

менее высокого подуровня. Закономерность очередности заполнения оболочек ядер: сначала внешний валентный s^2 -подуровень, а потом (... q -, h -, g -, f -, d -) уровни, завершающиеся последовательностью p^6 -орбиталей.

Таблица 9

Поливалентность семейств элементов ОМХЭ

Периоды	Количество элементов	Поливалентности	Диапазон валентностей
0	1	± 1	2
1	1	0	0
2	8	от +1 до +5 (-3); 0	1-8 max
3	8	от +1 до +7 (-4); 0	1-8 max
4	2 {10} — с семейством металлов	от +1 до +7	1-7, 6 max
	6	от +2 до +6 (-4); 0	1-6, 8 max
5	2 {10} — с семейством металлов	от +1 до +8	1-8, 6 max
	6	от +2 до +7 (-3); 0	1-7, 6 max
6	2 {14} — семейство лантаноидов	от 1 до +4	1-4, 3 max
	{10} — с семейством металлов	от 1 до +8 (-1)	1-8, 8 max
	6	от 1 до +7 (-3); 0	1-7, 8 max
7	2 {14} — семейство актиноидов	от 1 до +7	1-7, 6 max
	{10} — с семейством металлов	от 1 до +8 (-1)	1-8, 8 max
	6	от 1 до +6 (-2); 0	1-6, 8 max
8	50: 2 {18} {14} {10} 6	от 1 до +8	1-8, 8 max
9	50: 2 {18} {14} {10} 6	от 1 до +8; 0	
10	72: 2 {22} {18} {14} {10} 6	от 1 до +8	
11	72: 2 {22} {18} {14} {10} 6	от 1 до +8; 0	
12	98: 2 {26} {22} {18} {14} {10} 6	от 1 до +8	
13	98: 2 {26} {22} {18} {14} {10} 6	от 1 до +8; 0	

Закономерность циклического заполнения орбиталей электронных оболочек естественной последовательности энергетических уровней химических элементов блочных парных периодов блоков **A**, **B**, **C** и **D** начинается парой химических элементов начальных валентных s -орбиталей (группа **I** с валентностью +1 и группа **II** с валентностью +2) и заканчивается шестью валентными p -орбиталями (группы с **III** по **VIII** с соответствующими валентностями). Граничными элементами периодов принято считать первые химические элементы с валентными s^1 -подуровнями и последние химические элементы с энергетическими подуровнями p^6 -орбиталей.

Структура цикличности внутренних семейственных орбиталей Объемной периодической матрицы представлена в таблице 10. Блочные структуры электронных оболочек приведены в соответствие с количеством химических элементов, структурой цикличности внутренних невалентных орбиталей, порядковой нумерации энергетических подуровней и порядковой структуры циклических элементов в невалентных орбиталях. Структурный анализ блочного соответствия высших подуровней и граничных элементов энергетических уровней представлен в таблице 11.

Таблица 10

Семейства и структура орбиталей химических элементов

П / №	Блоки	Кол-во элементов в блоках	Семейства в блоках	Орбитали оболочек	Внутренние орбитали
1	A	2	нет	(s^2)	нет
2	B	8 x 2	нет	s^2p^6	нет
3	C	18 x 2	10 x 2	$s^2d^{10}p^6$	d-
4	D	32 x 2	(14+10) x 2	$s^2f^4d^{10}p^6$	f-d-
5	E	50 x 2	(18+14+10) x 2	$s^2g^{18}f^{14}d^{10}p^6$	g-f-d-
6	F	72 x 2	(22+18+14+10) x 2	$s^2h^{22}g^{18}f^{14}d^{10}p^6$	h-g-f-d-
7	G	98 x 2	(26+22+18+14+10) x 2	$s^2q^{26}h^{22}g^{18}f^{14}d^{10}p^6$	j-h-g-f-d-

Таблица 11

Энергетические уровни и граничные элементы

Блоки	Периоды	Энергетические уровни	Граничные орбитали	Граничные элементы	Номер в периоде	Положение в блоке
A	0	1-й <i>K</i>	(s^2)	He ² Гелий	(2)	(1 : 1)
B	2	2-й <i>L</i>	p^6	Ne ¹⁰ Неон	8	1 : 2
C	4	3-й <i>M</i>	d^{10}	Zn ³⁰ Цинк	12	1 : 3
D	6	4-й <i>N</i>	f^4	Yb ⁷⁰ Иттербий	16	1 : 4
E	8	5-й <i>O</i>	g^{18}	Yn ¹³⁸ Иниум	20	1 : 5
F	10	6-й <i>P</i>	h^{22}	Gu ²⁴²	24	1 : 6
G	12	7-й <i>Q</i>	q^{26}	An ³⁹⁰	28	1 : 7

Блочные структуры четных периодов приведены в соответствие с граничными орбиталями энергетических уровней. В этих орбиталях особая роль принадлежит завершающим, предельно насыщенным электронами граничным химическим элементам, порядковые номера которых позволяют разграничивать физико-химические характеристики предшествующих и последующих элементов соответствующих периодов.

Для предельно заполненного первого энергетического уровня *K* таким элементом является гелий **He**² энергетического уровня *K2*. Для

предельно заполненного второго энергетического уровня *L* таким элементом является неон Ne^{10} с энергетическим уровнем *L6*. Для предельно заполненного третьего энергетического уровня *M* таким элементом является цинк Zn^{30} с энергетическим уровнем *M10*. Для предельно заполненного четвертого энергетического уровня *N* таким элементом является иттербий Yb^{70} с энергетическим уровнем *N14*. Устойчивая закономерность расположения предельно заполненных орбиталей химических элементов дает основания прогнозировать циклическое заполнение энергетических уровней. Граничные элементы предельно заполненных энергетических уровней, за исключением гелия He^2 первого энергетического уровня, являются последними элементами предельно заполненной электронами высшей орбитали заверщенного энергетического уровня первого четного периода в каждом блоке. Их порядковое место внутри указанных периодов определяется формулой:

$$\{2 \cdot (N_{\text{периода}}^{\text{б}}) + 4\}.$$

Разработанная формула подтверждается во всех остальных периодах **2 — 3** блока **B**, в периодах **4 — 5** блока **C** третьего уровня и в периодах **6 — 7** блока **D** четвертого уровня для 118 открытых химических элементов. Метод структурного анализа позволяет выполнить прогноз для еще не открытых химических элементов новых периодов **8 — 9** блока **E**, периодов **10 — 11** блока **F**, периодов **12 — 13** блока **G**, и так далее. Результат применения формулы как для 118 элементов, так и прогнозируемых блоков представлен в таблице 12. Приведенный структурный анализ свидетельствует о том, что в блоке парных периодов **D**, **E**, **F**, **G** циклическая последовательность прогрессивно возрастает.

Метод структурного анализа позволяет определить положение граничного химического элемента восьмого периода пятого блока **E**, завершающего пятый энергетический уровень под номером 138. Граничный химический элемент десятого периода шестого блока **F** завершит шестой энергетический уровень под номером 242, а граничный химический элемент будущих парных периодов **12** и **13** блока **G** завершит седьмой энергетический уровень под номером 390 и т.д.

Впервые приведен структурный внутриблочный анализ химических элементов предельно заполненных орбиталей заверщенного энергетического уровня к общему количеству химических элементов незавершенных циклических и валентных орбиталей. Этот анализ показал устойчивый расходящийся в геометрической прогрессии характер соотношения недозаполненных циклических и валентных орбиталей относительно пассивных предельно заполненных электронами энергетических подуровней в структуре блочной периодической последовательности 118 открытых и прогнозируемых химических элементов. Если в первых че-

тырех блоках **A**, **B**, **C** и **D** этот показатель расходимости Объемной периодической матрицы относительно блока **B** растет в 4 раза, то в последующих трех прогнозируемых блоках **E**, **F** и **G** расходимость увеличивается до 8 раз, что происходит за счет химических элементов третьей группы.

В пределах уже открытых 118 химических элементов в короткопериодном табличном варианте, восьми парным периодам четырех блоков (**A**, **B**, **C** и **D**) соответствуют четыре предельно заполненные энергетические уровни (**K**, **L**, **M** и **N**). При этом, границы периодов не совпадают с границами энергетических уровней. Свойство цикличности проявляется, начиная с периода **4** блока **C** и в периоде **5** в семействах из 10 элементов энергетического *d*-подуровня, что привело в свое время к введению понятия «полупериодов» в длинных периодах, начиная с парных периодов **4** и **5** блока **C**. Как показывает дальнейший структурный анализ, ради сохранения «стройности» таблицы, Д.И. Менделеев пошел на включение двух дополнительных металлов энергетического *d*-подуровня в **VIII** группу первого «полупериода» и заменил химические элементы двух *s*-подуровней **I** и **II** групп также двумя металлами энергетического *d*-подуровня перед шестью химическими элементами *p*-подуровней второго «полупериода». Структура «семейств» группы **III** наглядно представлена в таблице 12.

Если бы не была сохранена «стройность» короткопериодной таблицы, то за её пределы попали бы два семейства химических элементов *d*-подуровней двух «полупериодов» уже в парных периодах **4** и **5** блока **C**. Свойство цикличности более ярко проявилось в четном периоде **6** и в периоде **7** блока **D** в семействах из 14 химических элементов энергетического *f*-подуровня предшествующего четвертого энергетического уровня **N** и в семействах из 10 элементов *d*-подуровней последующего пятого энергетического уровня **O**, что послужило причиной выведения за пределы табличных форм семейств «лантаноидов» и «актиноидов» *f*-подуровня.

Приведенный анализ позволяет утверждать, что длиннопериодная таблица IUPAC отодвинула указанную выше проблему «стройности» на один блок **E**, в котором открытие новых химических элементов подтверждает необходимость вывода в существующей 18-групповой структуре за пределы таблицы 64 элемента, а в блоке **F** за пределами таблицы окажется 108 химических элементов, и так далее в возрастающей прогрессии. Таким образом, авторами систематизировано свойство образования новых химических элементов за счет структурного механизма электронного наращивания энергетических подуровней элементов, которые непосредственно не влияют на процессы химического взаимодействия.

Однако, будучи внутренними, по отношению к внешним валентным, они должны влиять на физические свойства вещества, что для открытых

Таблица 12.

Структура и орбитальное строение семейств III группы химических элементов

I-II группы	III группа химических элементов											IV-VIII группы
1s ²												1s ²
2s ²	Блок А											2p ²⁻⁶
3s ²	Блок В											3p ²⁻⁶
4s ²	Блок С											4p ²⁻⁶
5s ²												5d ¹⁻¹⁰
6s ²	Блок D											6p ²⁻⁶
7s ²	Блок E											7p ²⁻⁶
8s ²	Область прогноза											8p ²⁻⁶
9s ²												9d ¹⁻¹⁰
10s ²	Блок F											10p ²⁻⁶
11s ²	семейства орбиталей III группы											11p ²⁻⁶
1-11 s ² -s ²	$n^2 - n^{22}, g^1 - g^1, f^1 - f^4, d^1 - d^1, p^1$											IV-VIII p ²⁻⁶ -p ²⁻⁶

химических элементов подтверждается знаниями о вынесенных из таблицы семействах «лантаноидов» и «актиноидов». Структурный анализ, в соответствии с приведенной выше формулой, позволяет не только формализовать положение граничных элементов, завершающих энергетические уровни, но и прогнозировать структуры периодов и энергетических уровней еще не открытых химических элементов новых парных периодов **8** и **9** блока **E**, парных периодов **10** и **11** блока **F**, и так далее.

Примененный авторами метод Структурного анализа позволил сформулировать новые закономерности, обозначенные в Объемной матрице химических элементов и позволившие устранить недостатки существующих табличных форм.

Обобщенное понятие цикличности в структуре Объемной периодической матрицы приведено в таблице 13. Анализ таблицы позволяет утверждать, что в Объемной матрице практически устранены недостатки по всем пяти пунктам, сформулированные Н.Н. Семеновым.

Механизмы энергетических взаимодействий оболочек химических элементов в процессе образования молекул из однородных и разнородных атомов являются основополагающими в материаловедении.

Таблица 13

Общий структурный анализ цикличности и периодичности

Структура	Таблица Д.И. Менделеева	Таблица IUPAC	Объемная матрица / GYS
Блоки	A-B-C-D-	A-B-C-D-	A-B-C-D-(E-F-G-)
Периоды	0-1, 2-3, 4-5, 6-7	1, 2, 3, 4	0-1, 2-3, 4-5, 6-7, (8-9, 10-11, 12-13)
Группы	I ÷ VIII	I ÷ XVIII	I ÷ VIII
Семейства элементов	{металлы VIIIгр}, { La }, { Ac }	{ La }, { Ac }	в III группе
Энергетические уровни	K-L-M-N-	K-L-M-N-	K-L-M-N-(O-P-Q-)
Валентные орбитали	s^2, p^6	s^2, p^6	s^2, p^6
Граничные элементы	He², Ne¹⁰, Zn³⁰, Yb⁷⁰	He², Ne¹⁰, Zn³⁰, Yb⁷⁰	He², Ne¹⁰, Zn³⁰, Yb⁷⁰, (Yn₁₃₈)
Вынесенные семейства	{ d^{10} }, { La }, { Ac }	{ La }, { Ac }	отсутствуют
Прогнозирование новых элементов	не приводится	не приводится	выполняется

При этом следует отметить, что большинство элементов, стабильных и нестабильных, очевидно могут устойчиво существовать в особых физических условиях, в том числе, при высоких давлениях и температурах, сильных и слабых полях различной энергетической природы, существенно отличающихся от «нормальных» условий жизнедеятельности Земной цивилизации, а также проявляет ещё неизвестные науке новые свойства и энергетические состояния элементарных частиц, химических элементов и материалов.

В таблице 14 приводятся сравнения и отмечается новизна Объемной периодической матрицы химических элементов по сравнению

Таблица 14

Сравнение таблиц Д.И. Менделеева, IUPAC и ОМХЭ

Таблица Д.И. Менделеева	Таблица IUPAC	Объемная матрица GYS	Новизна
непрерывность заполнения клеточек отсутствует		полная непрерывность заполнения (отсутствие пустых клеточек)	модель Объемной матрицы — непрерывно расширяющаяся восьмисекторная спираль
I - II - III ÷ VIII	I ÷ XVIII	I — II - III - IV ÷ VIII	в основе матрицы 8 валентных групп элементов
лантаноиды и актиноиды вынесены за пределы таблиц		семейства группы III находятся в составе матрицы и представлены в таблице 2	все семейства химических элементов входят в группу III
{La}, {Ac}	{La}, {Ac}		
<i>K-L-M-N-</i>	<i>K-L-M-N-</i>	<i>K-L-M-N-</i> и новые уровни (<i>O-P-Q-</i>)	энергетические уровни химических элементов
He ² , Ne ¹⁰ , Zn ³⁰ , Yb ⁷⁰	He ² , Ne ¹⁰ , Zn ³⁰ , Yb ⁷⁰	He ² , Ne ¹⁰ , Zn ³⁰ , Yb ⁷⁰ , (Yn ¹³⁸)	граничные элементы с завершённой электронной структурой
прогноз новых элементов отсутствует		структурный порядковый анализ не ограничен	прогноз новых химических элементов

с таблицами Д.И. Менделеева и IUPAC. На рис. 8 представлена Объемная периодическая матрица химических элементов с аналитическими параметрами, а на рис. 9 полная развертка Объемной матрицы (Новые представления в табличной форме Структурирования химических элементов).

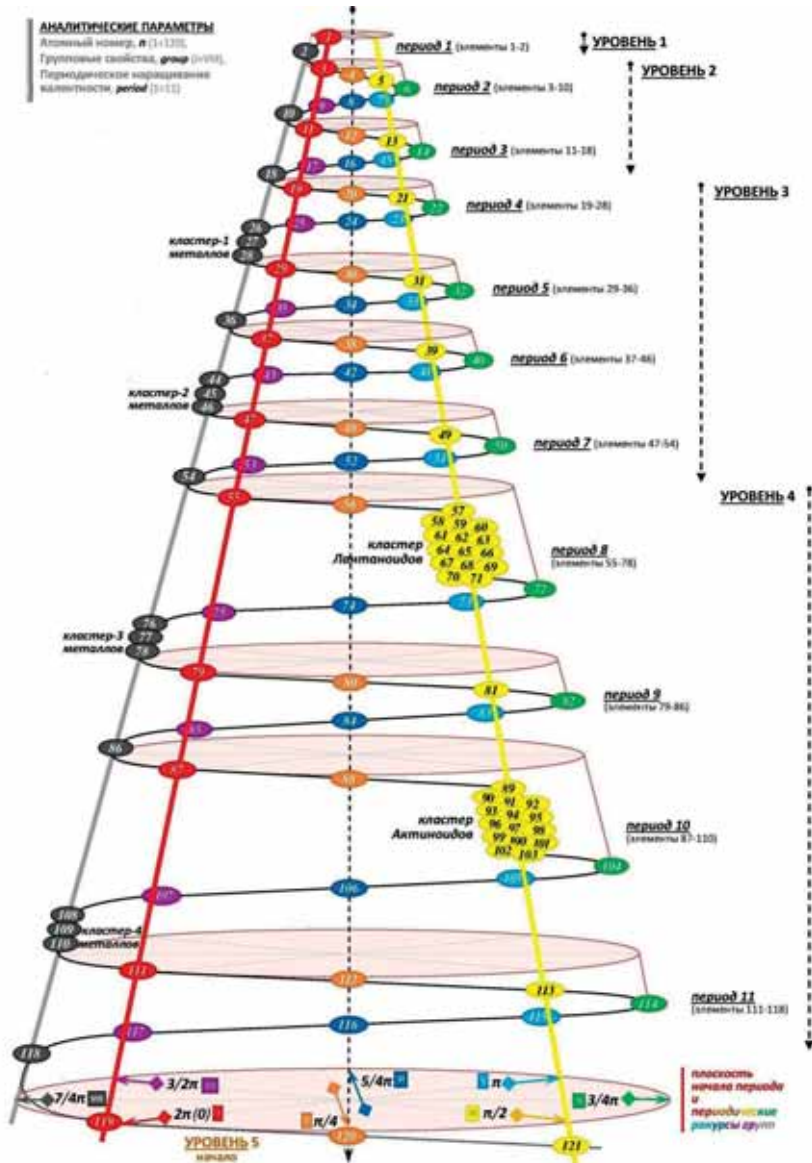


Рис. 8. Объемная матрица химических элементов с аналитическими параметрами

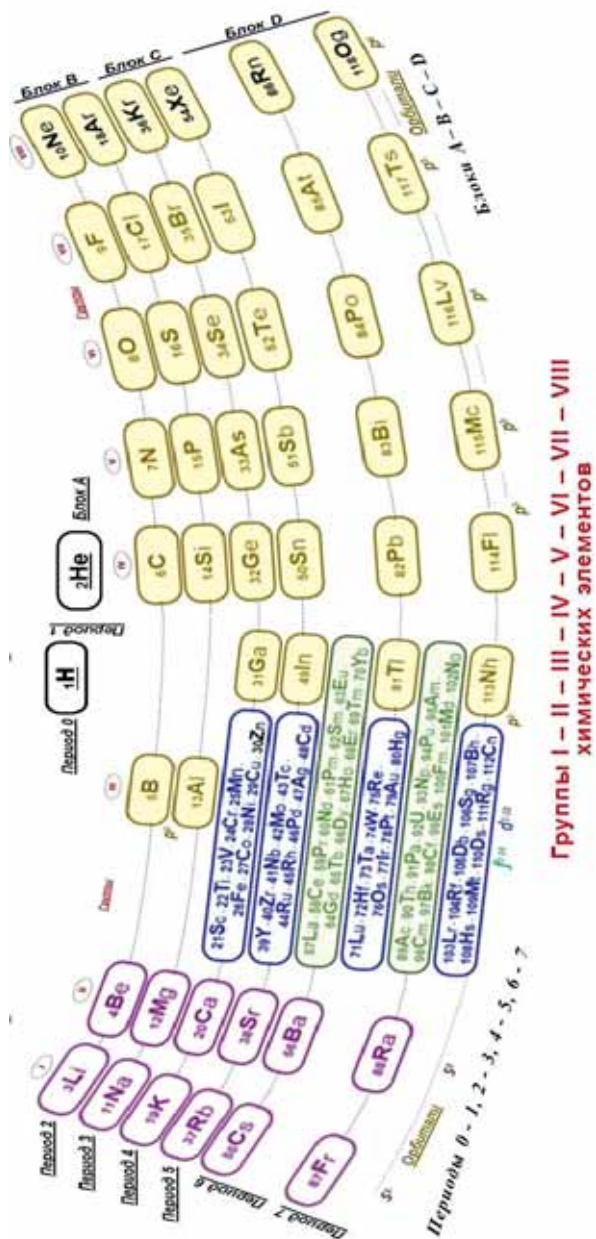


Рис. 9. Развертка объемной матрицы химических элементов

8. Прогнозирование новых химических элементов

Из известных химических элементов короткопериодной системы только 83 встречаются на Земле, самый легкий из них — водород (его атомный номер — $Z = 1$), а самый тяжелый — уран ($Z = 92$). На самом деле, в Солнечной системе и на планете Земля сохранились лишь те элементы, время жизни которых больше возраста Земли (4,5 миллиарда лет). Другие распались и не дожили до наших дней. Уран, период полураспада которого около 4,5 миллиардов лет, еще распадается. Он является радиоактивным элементом [21].

В природе стабильные образования (ядра элементов, состоящие из разного числа протонов и нейтронов) существуют только до свинца и висмута, затем следует небольшой «полуостров», включающий в себя торий и уран, обнаруженные на Земле. Но как только порядковый номер элемента превышает номер урана, время его жизни резко уменьшается. Например, ядро 100-го элемента в 20 раз менее стабильно, чем ядро урана, а в дальнейшем эта нестабильность только усиливается из-за спонтанного деления ядер. При дальнейших попытках получения новых элементов, ученые всего мира сталкиваются с возрастающей трудностью синтеза. И только малая часть ядерных исследований завершается успешным синтезом нового элемента.

Ни одна лаборатория не может сравниться с нейтронной звездой, которая может создать иные формы материи. В процессе жизни звезд происходят ядерные реакции, которые человеку не подвластны. Ученые пытаются находить новые виды элементов, но пока эксперименты по поиску «природных» сверхтяжелых элементов продолжаются [22]. Возникает вопрос, а в чём практический смысл этого дорогого мероприятия по созданию новых нестабильных элементов? Несмотря на это, разработка экспериментальных методов превращения элементов привела к расширению периодической таблиц за счет трансурановых элементов, проблема границы таблицы остаётся одной из важнейших в современной теоретической химии [24].

Сформулированное авторами представление ядерно-оболочечных (орбитальных) структур (ЯОС) позволяет прогнозировать блочную закономерность появления новых элементов, с образованием семейств d -, f -, g -, h -орбиталей в обратном порядке между s - и p -орбиталями в III-й группе. Особая перспектива по прогнозу химических элементов семейств III-й группы за пределами блока D. Причина в том, что если циклические семейства лантаноидов и актиноидов III-й группы в парном блоке D состоят из 14-и f -элементов в каждом периоде, то семейства элементов в парном блоке E будут состоять из 32-х g -, f -элементов в каждом пе-

риоде, а семейства элементов в парном блоке **F** будут состоять из 54-х *h*-, *g*-, *f*-элементов в каждом периоде, и т. д. Пока не рассматриваются вопросы, определяющие возможность существования прогнозируемых элементов в специальных физических условиях. Но с учетом «теории островов устойчивости», поддерживаемой открывателем элемента Og^{118} академиком РАН Ю.Ц. Оганесяном, такое существование будущих химических элементов возможно [21, 22], и при этом снова возникает вопрос о прогнозировании новых элементов. Возможности структурного анализа ЯОС позволяют выполнить прогнозирование структуры неизвестных пока элементов периодической системы в пределах 119 — 168 элементов 8-го периода и в пределах 169 — 218 элементов 9-го периода блочной структуры **E**, а также в пределах 219 — 290 элементов 10-го периода и в пределах 291-362 элементов 11-го периода блочной структуры **F** и последующих блоков.

Впервые представлен предварительный структурный анализ короткопериодной таблицы на основе прогноза четырех новых периодов прогнозируемых химических элементов (табл. 15, 16). Таким образом, представление о блочности позволило обосновать электронно-уровневые формулы, в том числе для предполагаемых новых химических элементов 5-го блока **E** с номерами 119 по 218.

В дальнейшем рассматривается применение цифровых моделей для исследования в химии, что может существенно повысить эффективность применения методов компьютерного моделирования. С учетом важнейшей роли материаловедения уместен вывод: *«кто раньше других освоит цифровой информационный инструментарий, тот может стать лидером технологических укладов во многих сферах жизнедеятельности человека»* [13, 20].

В таблице 15 представлены ядерные номера для блока **E** с 119 до 218 у прогнозируемых элементов, для которых соотношение нейтронов и протонов равно 1,82 и 1,87 — это уже выше, чем у существующих элементов 1,5 для блока **D**. Для блока **F** эти соотношения будут еще существенно выше (таблица 16).

При соотношении 1,5 нам представляется, что обеспечивается длительная устойчивость существования элементов в земных условиях. Предположительно, что в условиях высоких температур и давлений в звездах космического пространства могут существовать новые элементы. Если в земных условиях можно создать такие сверхвысокие температуры и давления, то можно ожидать получение этих элементов. Такую задачу можно сформулировать пока в области теоретической физики для вычисления таких температур и давлений.

Таблица 15

Экстраполяция Периодической таблицы Д.И. Менделеева (протонный заряд и масса ядра MP+N) для блока E

Блок	Период	Группы химических элементов										IX	X								
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII												
D	6	Cs55	Ba56	175	179	181	184	186	190	192	195	77Iг	78Pt								
		197	200	Tl81	Pb82	209	210	210	222	76Os	Rn86										
	7	Fr87	Ra88	262	265	268	271	268	269	278	280	109Mг	110Ds								
		281	285	Nh113	104Rf	105Db	106Sg	107Bh	108Xs	109Mг	110Ds										
E	8	111Rg	112Cn	286	290	288	293	294	294	294	294	109Mг	110Ds								
		119	336	120	338	153	435	154	437	155	440			156	442	157	445	158	449	159	452
	9	161	457	162	460	163	463	164	465	165	468	166	473	167	475	168	478	209	578	210	581
		169	483	170	487	203	582	204	585	205	586	206	590	207	593	208	600	209	578	210	581
		211	605	212	608	213	609	214	614	215	616	216	619	217	622	218	625				

Указанные обозначения: Орбиталь

Количество электронов

Δ для блока E

h = m₀ · c²

m₀ · c² / m₀ = 1,75

Семейства элементов группы III (g=18, f=14), блок E (2x32 элемента)

g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	q	r	s	t	u	v	w	x	y	z
121	122	123	124	125	126	127	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137	138		
346	349	352	355	358	361	364	367	370	373	376	378	381	384	387	390	393	396		
139	140	141	142	143	144	145	146	147	148	149	150	151	152						
399	402	404	407	410	413	415	418	421	424	427	430	433	436						
171	172	173	174	175	176	177	178	179	180	181	182	183	184	185	186	187	188		
490	493	496	499	502	505	508	510	513	516	519	522	525	528	531	533	536	539		
189	190	191	192	193	194	195	196	197	198	199	200	201	202						
542	545	548	551	554	557	560	563	565	568	571	574	577	579						

период 8

период 9

Σ=32

Σ=32

Блочный структурный анализ в таблице Д.И. Менделеева для блоков E и F

Блок	Группы химических элементов								IX	X																																													
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII																																															
A	H ¹																																																						
B	Li ³	Be ⁴	B ⁵	C ⁶	N ⁷	O ⁸	F ⁹	Ne ¹⁰	He ²																																														
	Na ¹¹	Mg ¹²	Al ¹³	Si ¹⁴	P ¹⁵	S ¹⁶	Cl ¹⁷	Ar ¹⁸																																															
C	K ¹⁹	Ca ²⁰	²¹ Sc	²² Ti	²³ V	²⁴ Cr	²⁵ Mn	²⁶ Fe	²⁷ Co	²⁸ Ni																																													
	Rb ³⁷	Sr ³⁸	³⁹ Zr	⁴⁰ Nb	⁴¹ Mo	⁴² Tc	⁴³ Ru	⁴⁴ Rh	⁴⁵ Pd																																														
	⁴⁷ Ag	⁴⁸ Cd	In ⁴⁹	Sn ⁵⁰	Sb ⁵¹	Te ⁵²	I ⁵³	Xe ⁵⁴																																															
D	Cs ⁵⁵	Ba ⁵⁶	⁵⁷ La	⁵⁸ Ce	⁵⁹ Pr	⁶⁰ Nd	⁶¹ Pm	⁶² Sm	⁶³ Eu	⁶⁴ Gd																																													
	⁸⁷ Rb	⁸⁸ Sr	⁸⁹ Y	⁹⁰ Zr	⁹¹ Nb	⁹² Mo	⁹³ Tc	⁹⁴ Ru	⁹⁵ Rh	⁹⁶ Pd																																													
	¹⁰¹ Rg	¹⁰² Cn	¹⁰³ Nh	¹⁰⁴ Ds	¹⁰⁵ Rg	¹⁰⁶ Hs	¹⁰⁷ Bh	¹⁰⁸ Hf	¹⁰⁹ Ta	¹¹⁰ W																																													
E	119	120	153	154	155	156	157	158	159	160																																													
	161	162	163	164	165	166	167	168																																															
F	169	170	203	204	205	206	207	208	209	210																																													
	211	212	213	214	215	216	217	218																																															
	219	220	275	276	277	278	279	280	281	282																																													
	283	284	285	286	287	288	289	290																																															
	291	292	347	348	349	350	351	352	353	354																																													
	355	356	357	358	359	360	361	362																																															
Лантаноиды: ⁵⁷ La, ⁵⁸ Ce, ⁵⁹ Pr, ⁶⁰ Nd, ⁶¹ Pm, ⁶² Sm, ⁶³ Eu, ⁶⁴ Gd, ⁶⁵ Tb, ⁶⁶ Dy, ⁶⁷ Ho, ⁶⁸ Er, ⁶⁹ Tm, ⁷⁰ Yb Actиноиды: ⁸⁹ Ac, ⁹⁰ Th, ⁹¹ Pa, ⁹² U, ⁹³ Np, ⁹⁴ Pu, ⁹⁵ Am, ⁹⁶ Cm, ⁹⁷ Bk, ⁹⁸ Cf, ⁹⁹ Es, ¹⁰⁰ Fm, ¹⁰¹ Md, ¹⁰² No																																																							
121	122	123	124	125	126	127	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137	138	139	140	141	142	143	144	145	146	147	148	149	150	151	152																								
151	152	153	154	155	156	157	158	159	160	161	162	163	164	165	166	167	168	169	170	171	172	173	174	175	176	177	178	179	180	181	182	183	184	185	186	187	188	189	190	191	192	193	194	195	196	197	198	199	200	201	202				
221	222	223	224	225	226	227	228	229	230	231	232	233	234	235	236	237	238	239	240	241	242	243	244	245	246	247	248	249	250	251	252	253	254	255	256	257	258	259	260	261	262	263	264	265	266	267	268	269	270	271	272	273	274		
291	292	293	294	295	296	297	298	299	300	301	302	303	304	305	306	307	308	309	310	311	312	313	314	315	316	317	318	319	320	321	322	323	324	325	326	327	328	329	330	331	332	333	334	335	336	337	338	339	340	341	342	343	344	345	346

Основные выводы по новой модели структурирования химических элементов

1. Периодический закон и его представление в виде таблиц химических элементов — **величайшее открытие в химии**. Плоские таблицы химических элементов Д.И. Менделеева и IUPAC сыграли огромную роль в развитии химии. Однако факт **наличия** в настоящее время **более 500 вариантов** по их модернизации, в том числе высказывания Н.Н. Семёнова свидетельствуют о **необходимости продолжения** работы в этом направлении **на новом уровне** осмысления.

2. Прежде всего, это **формирование физической модели** вероятных процессов **происхождения химических элементов**. Убедительными обстоятельствами являются представления о Вселенной, как расширяющейся системы — работы Стивена Хокинга и Мартина Риса. По нашему мнению физическая интерпретация (модель) происхождения и развития Вселенной позволяет сформулировать более общее понятие о процессе структурирования химических элементов и его представление в виде расширяющейся конической спирали и сделать ряд новых выводов.

3. Предлагаемая Объёмная периодическая матрица представляет собой, также как и Вселенная, расширяющуюся систему (спираль) и непрерывную последовательность в расположении элементов от водорода (1) и гелия (2) до оганесона (118) с включением в нее лантаноидов и актиноидов и возможного включения другой информации с сохранением периодичности групп элементов и валентного каркаса матрицы, предложенного Д.И. Менделеевым.

Водород и гелий очевидно являются структурообразующими элементами и на их основе были образованы все другие элементы.

4. Авторами сформулировано понятие **цикличности** в расположении горизонтальных уровней химических элементов в блоках Объёмной матрицы химических элементов. В каждом из блоков обеспечивается примерное равенство соотношения масс нейтронов и протонов в ядрах химических элементов. **Сформулирована закономерность о наличии 4-х уровней блочной цикличности структуры в существующей системе химических элементов**. В блоки включены дополнительно все кластерные образования, а также семейства лантаноидов и актиноидов. Получены новые закономерности периодичности в блочной матричной структуре химических элементов от блока **A** до блока **D**, объединяющие периоды, представленные в таблицах химических элементов Д.И. Менделеева и IUPAC.

5. На основе понятия **цикличности представлены структуры электронных оболочек** для известных 118 элементов в четырёх блоках **A, B, C, D**,

что позволяет также получить электронно-орбитальные формулы, в том числе и для новых элементов (119-218) блока **Е** периодической системы и последующего блока **Г**. В блоке **Е** для **100 новых элементов** представлены их **порядковые номера** и **ядерные массы**. Элементы 119 и 218 можно было бы назвать именем Н.Н. Семёнова Sm^1 и Sm^2 .

6. Следует отметить, что **преобладающее количество новых элементов** возрастает в прогрессии в **III группе Объемной матрицы** и надо обратить особое внимание на наличие химических элементов в этой группе для блоков **С**, **Д** и последующих, количество которых в прогрессии возрастает особенно для новых блоков **Е** и **Г**. Это обстоятельство *100 лет тому назад вызвало необходимость* вынесения групп лантаноидов и актиноидов за пределы таблиц Д.И. Менделеева и IUPAC.

7. Таким образом, Объемная матрица химических элементов является более **общей структурой для дальнейшего обобщения основных особенностей химических элементов** (их валентности, поливалентности и валентных орбиталей в таблицах Д.И. Менделеева и IUPAC). Ее объемность и понятие цикличности позволили сделать более общее обобщение, а **табличные формы Д.И. Менделеева и IUPAC** входят в ее состав и представлены на рис. 8 и рис. 9 в виде развертки.

8. Использование Объемной матрицы химических элементов позволяет применить математические методы и **создать цифровые модели** по взаимодействию химических элементов между собой, что даст возможность получать новые виды молекул для новых материалов.

References

1. *Mendeleev D. I.* Fundamentals of Chemistry. M.-L.: State Scientific and Technical Publishing House of Chemical Literature. In 2 volumes. 13th edition. — 1947. Vol. 1—624 p.; T. 2 — 708 p.
Менделеев Д.И. Основы химии: в 2-х т., изд. 13-е. — М.-Л.: Государственное научно-техническое изд-во химической литературы, 1947. — Т. 1 — 624 с.; Т. 2 — 708 с.
2. *Korolkov D. V.* Fundamentals of Inorganic Chemistry. — M. // Education, 1982. P. 271.
Корольков Д.В. Основы неорганической химии. — М.: Просвещение, 1982. — С. 271.
3. *Semyonov N. N.* Chemistry and Electronic Phenomena. (UFN, 4 .1924). Selected Works, Vol.2. —M. // Science, 2005. — P.357 .
Семёнов Н.Н. Химия и электронные явления. (УФН, 4. 1924). Избранные труды. — М.: Наука, 2005. — Т.2. — С. 357.
4. Russian University of Chemical Technology named after D. I. Mendeleev. Chemistry textbook. Introduction to General Chemistry. // Electronic tutorial. —Moscow, 2013.
Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева. Пособие по химии. Введение в общую химию. / Электронное учебное пособие. — Москва, 2013.
5. *Novoshinskiy I. I., Novoshinskaya N. S.* Chemistry. Advanced level. Textbook. Russian word. Series: Innovation School, 2018. — P. 440.
Новошинский И.И., Новошинская Н.С. Химия. Углубленный уровень. Учебник. Русское слово. Серия: Инновационная школа, 2018. — С. 440.
6. *Coulson Ch.* Valence. — M., 1965. — P. 360.
Колсон Ч. Валентность. — М., 1965. — С. 360.

7. *Korablev T. P., Korolkov D. V.* Theory of the Periodic System. St. Petersburg University Publishing House, 2005. — P. 305.
Кораблёва Т.П., Корольков Д.В. Теория Периодической Системы. — Издательство Санкт-Петербургского Университета, 2005. — С. 305.
8. *Имянитов N. S.* New Basis for Describing Periodicity. // Journal. General Chemistry. — 2010. — Т. 80. — Issue. 1. pp. 69–72.
Имянитов Н.С. Новая основа для описания периодичности. / Журн. общей химии. — Т. 80. — 2010. — Вып. 1. — С. 69–72.
9. *Shchegolev V.A.* Beyond the Edge of the Periodic Table // Nature. 2003, No. 1.
Щеголев В.А. За краем таблицы Менделеева / Природа, 2003. — № 1.
10. *Soloviev Yu.I., Trifonov D. N., Shamin A. N.* History of Chemistry. Development of the Main Directions of Modern Chemistry. Moscow // Education. — 1984. P. 336.
Соловьев Ю.И., Трифонов Д.Н., Шамин А.Н. История химии. Развитие основных направлений современной химии. — Москва: Просвещение, 1984. — С. 336.
11. *Trifonov D, N.* Periodic Table of the Elements. History in tables. M.: Publishing house of МРВНО named after D. I. Mendeleev, 1992.
Трифонов Д.Н. Периодическая таблица элементов. История в таблицах. — М.: Изд-во МПВХО им. Д.И. Менделеева, 1992.
12. *Gladyshev V. P.* Current State and Methodological Significance of the Periodic Table of Chemical Elements. Tomsk State Pedagogical University. Bulletin of TSPU. Issue 2 (18). Series: Natural Sciences (Special Issue). 2000. pp. 28–32.
Гладышев В.П. Современное состояние и методологическое значение Периодической системы химических элементов. Томский государственный педагогический университет. Вестник ТГПУ. — Вып. 2 (18). Серия: Естественные науки (Спецвыпуск), 2000. — С. 28–32.
13. Chemistry and the Periodic Table. Translated from Japanese, ed. by K. Saito. M.: Mir. 1982. — P. 320.
Химия и периодическая таблица. Пер. с яп. под ред. К. Сайто. — М.: Мир, 1982. — С. 320.

14. *Gusev B. V., Galushkin Yu.A., Yen Yin Samuel, Speranskiy A. A.* The Laws of Three-dimensional Periodicity in the Structure of Physical and Chemical Elements and Adaptive Materials Science // *Tekhnika i tekhnologiya silikatov.* — 2016. — No. 2, P. 23–31.
Гусев Б.В., Галушкин Ю.А., Ин С. И.-Л., Сперанский А.А. Законы объемной периодичности в строении физико-химических элементов и адаптивное материаловедение // *Техника и технология силикатов.*, 2016. — № 2. — С. 23–31.
15. *Rees. M.* Just Six Numbers: The Deep Forces That Shape The Universe./ Martin Rees, trans. from English. / М., Alpina ion-fiction, 2018, P. 226.
Рис М. Всего 6 чисел: главные силы, формирующие Вселенную. / Мартин Рис, пер. с англ. М.: Альпина нон-фикшн, 2018. — С. 226.
16. *Stephen Hawking.* About the universe in a nutshell. OGIZ. Publishing house: M, AST.—P. 223.
Стивен Хокинг. О вселенной в двух словах. ОГИЗ. — М.: Издательство АСТ. — С. 223.
17. *Gusev B. V., Galushkin Yu.A., Speranskiy A. A., Yen Yin Samuel.* Research on Periodicity Problems in the structure of chemical elements. Building materials, equipment, technologies of the XXI century. —2016.— No. 7–8, pp. 46-49.
Гусев Б.В., Галушкин Ю.А., Ин С. И.-Л., Сперанский А.А. Исследования проблем периодичности в строении химических элементов. // *Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века.* — 2016. — № 7-8. — С. 46–49.
18. *Gusev B. V., Speranskiy A. A.* Fundamentals of a New Approach to Develop Three-dimensional Matrix of Chemical Elements. “NBİKS-Science. Technologies“, 2018. — No. 5, pp. 65–70.
Гусев Б.В., Сперанский А.А. Основы нового подхода к созданию Объемной матрицы химических элементов. «НБИКС-Наука. Технологии». — 2018. — № 5. — С. 65–70.
19. *Gusev B. V., Speranskiy A. A.* Block Approach Patterns to Analyse the Structure of Chemical Elements and the Problems of Materials Science. “Nanotechnology in Construction: Scientific Internet Journal”. — 2019, no. 1, pp. 76–88.

Гусев Б.В., Сперанский А.А. Закономерности блочного подхода для анализа структуры химических элементов и проблемы материаловедения / «Нанотехнологии в строительстве: научный интернет-журнал». — 2019 — № 1. — С. 76–88.

20. *Gusev B. V.* New Ideas on the Three-dimensional Matrix of Chemical Elements and the Possibility of the Existence of Additional 100 Elements. Second International Kosygin Readings “Energy-Resource-Efficient Environmental Safe Technologies and Equipment”. Materials of the plenary session.: Moscow, RSU, 2019, pp. 25–29.

Гусев Б.В. Новые представления по объёмной матрице химических элементов и формирование возможности существования 100 дополнительных новых элементов. / Вторые Международные Косыгинские чтения «Энергоресурсо-эффективные экологические безопасные технологии и оборудование». // Материалы пленарной сессии. — Москва: РГУ, 2019. — С. 25–29.

21. The History of the Synthesis of Superheavy Elements. The material was prepared on the basis of RAE data. Open source news. Internet resource: <https://ria.ru/20111201/503670512.html>

История синтеза сверхтяжелых элементов. Интернет-ресурс: <https://ria.ru/20111201/503670512.html> Материал подготовлен на основе информации РИА / Новости открытых источников.

22. *Maksimchuk A.* “The stability area” among chemical elements. Specially for R & D. CNews.ru. Internet resource: <https://maxpark.com/community/6285/content/2676531>.

Максимчук А. «Остров стабильности» среди химических элементов. Специально для R & D. CNews.ru. Интернет-ресурс: <https://maxpark.com/community/6285/content/2676531>.

23. *Gusev B. V., Ying Yen-Liang S., Speranskiy A. A.* Block structure of Periodicity and Forecasting of new Chemical Elements // *Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitel'stvo*, 2021, p. 4–9 DOI: 10.33622/0869–7019.

Гусев Б.В., Ин С. И.-Л., Сперанский А.А. Блочная структура периодичности и прогнозирования новых химических элементов // *Промышленное и гражданское строительство*. — 2021. — С. 4–9 DOI: 10.33622/0869 – 7019.

24. *Kuznetsov V. I.* General Chemistry. Development Trends [Scientific Population]. — М.: Higher school, 1989. — 288 p.: ill.
Кузнецов В.И. Общая химия. Тенденции развития [Науч.- поп]. — М.: Высш. шк., 1989. — 288 с.; ил.
25. *Gusev B. V., Ying Yen-Liang S., Speransky A. A.* Three-dimensional Matrix of Chemical Elements.: Moscow.— RAE.— 2021, 126 p.
Гусев Б.В., Ин С. И-Л., Сперанский А.А. Объемная матрица химических элементов. М.: РИА, 2021. — 126 с.

Table of contents

Preface	4
1. D.I. Mendeleev and IUPAC systems of chemical elements and their analysis	5
2. General prerequisites to develop a new model of arranging chemical elements	12
3. Three-dimensional periodic matrix of chemical elements	15
4. Cyclicity and block structure of chemical elements	16
5. Electronic characteristics of elements and analysis of their cyclicity in the structure of TDMCE	19
6. Detailed record on electronic structure and valence of chemical elements	23
7. Structural analysis of cyclicity in the three-dimensional periodic matrix of chemical elements	31
8. Prediction of new chemical elements	44
Key conclusions on the new arrangement of chemical elements	48
References	99

Оглавление

Введение	50
1. Системы химических элементов Д.И. Менделеева, IUPAC и их анализ	51
2. Основные предпосылки для создания новой модели структурирования химических элементов	58
3. Объёмная периодическая матрица химических элементов.....	61
4. Цикличность и блочность в структуре химических элементов.....	63
5. Электронные характеристики элементов и анализ их цикличности в структуре OMXЭ	67
6. Подробнее об электронном строении и валентности химических элементов	70
7. Структурный анализ цикличности Объёмной матрицы химических элементов	77
8. Прогнозирование новых химических элементов.....	93
Основные выводы по новой модели структурирования химических элементов	97
Литература.....	99

Gusev Boris Vladimirovich

Professor, Doctor of Technical Sciences, Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, Head of the Department of Construction Materials and Technologies, Russian University of Transport (MIIT), President of the International and Russian Academies of Engineering, Member of foreign academies.

Area of expertise: theory of structure formation of silicate materials, physical chemistry of colloidal systems, vibration processes of silicate mass compaction, stress and strain state in composite materials, problems of strength and durability (corrosion resistance) of concrete. Under the supervision of Professor B.V. Gusev more than 10 doctors of technical sciences and more than 80 candidates of technical sciences defended their theses. B.V. Gusev is the author of more than 700 scientific papers, including more than 40 books and more than 100 inventions as well as the laureate of the USSR and the Russian Federation Governmental Prizes and 5 prizes by the Government of the Russian Federation.



Samuel Yen-Liang Yin

Doctor, Founder of the Tang Prize, Chairman of Ruentex Group, Chief R&D officer and Chief Engineer of Ruentex Engineering & Construction Co., Ltd., Honorary President of the International Academy of Engineering, Foreign Member of the Russian Academy of Engineering, Fellow of the U.S. National Academy of Inventors. Professor of National Taiwan University, National Chengchi University, Beijing University, etc. Doctor of Business Administration, Honorary Doctorates from SBRAS, Honorary Doctorate from National Taiwan University, Beijing University, The Hong Kong Polytechnic University, etc. Inventor of more than 630 patents in Taiwan, the USA, Great Britain, the EU, Canada, China, Japan and Korea and more than 160 scientific publications. Samuel Yen-Liang Yin was awarded many international prizes



Speransky Anatoly Alekseevich

Doctor, Vice President of the Russian Academy of Engineering RAE, President of the International Institute of Anthropogenic Security in Belgrade, Chairman of the Council of RAE General Designers.

Doctor of Expertise in ISCED UNESCO, Professor of Educational Leadership and Innovation. Full member of the IAE, International Academy of Life Conservation Problems, International Academy of Astronautics (IAA). The Author and supervisor of a number of advanced technological solutions in the field of continuous media mechanics, applied chemistry, developer of unique digital measuring equipment. "Honored Worker of Culture of the Russian Federation," Honored Engineer of Russia, laureate of a number of national prizes and competitions. The author of more than 130 scientific publications and a number of patents. Member of the editorial board of the oldest Russian technical magazine "Dvigatel".



Гусев Борис Владимирович

Профессор, доктор технических наук, член-корреспондент Российской академии наук, заведующий кафедрой «Строительные материалы и технологии» Российского университета транспорта РУТ (МИИТ), Президент Международной и Российской инженерных академий, член ряда иностранных академий.

Область научных интересов: теория структурообразования силикатных материалов, физическая химия коллоидных систем, вибрационные процессы уплотнения силикатных масс, напряженно-деформированное состояние в композиционных материалах, проблемы прочности и долговечности (коррозионной стойкости) бетонов. Профессором Гусевым Б.В. подготовлено более 10 докторов технических наук и более 80 кандидатов технических наук.

Автор более 700 научных трудов, в том числе более 40 книг и более 100 изобретений. Лауреат Государственных премий СССР и РФ, 5-ти премий Правительства РФ.



Самуэл Иен-Лян Ин

Доктор, основатель Премии Тан, Председатель Ruentex Group, Главный директор по исследованиям и разработкам и главный инженер Ruentex Engineering & Construction Co., Ltd., почетный Президент Международной Инженерной Академии, иностранный член Российской Инженерной Академии, научный сотрудник Национальной Академии Изобретателей США. Профессор Национального Тайваньского Университета, Национального Университета Чэнчи, Пекинского Университета и др. Доктор делового администрирования, почётный доктор Сибирского отделения Российской Академии Наук, почётный доктор Национального Тайваньского университета, Пекинского университета, Гонконгского политехнического университета и др. Изобретатель более 630 патентов на Тайване, в США, Великобритании, ЕС, Канаде, Китае, Японии и Корею и автор более 160 научных публикаций. Самуэль Иен-Лян Ин был удостоен многих международных премий.



Сперанский Анатолий Алексеевич

Доктор, вице-президент Российской инженерной академии РИА, Президент международного института антропогенной безопасности в Белграде, Председатель Совета Генеральных конструкторов РИА.

Доктор экспертизы по стандарту ISCED UNESCO, Professor of Educational Leadership and Innovation. Действительный член МИА, Международной академии проблем сохранения жизни, Международной академии астронавтики IAA. Автор и научный руководитель ряда опережающих технологических решений в области механики сплошных сред, прикладной химии, разработчик уникальных образцов цифровой измерительной техники. «Заслуженный работник культуры РФ», Заслуженный инженер России, лауреат ряда национальных премий и конкурсов.

Автор более 130 научных публикаций и ряда патентов. Член редколлегии старейшего русского технического журнала «Двигатель».



Scientific publication
Научное издание

B.V. Gusev, S.Y.-L. Yin, A.A. Speransky
Б.В. Гусев, С.И.-Л. Ин, А.А. Сперанский

New Model To Arrange Chemical Elements

Новая модель структурирования химических элементов

Recommended by the Scientific Council of the Russian Academy of Engineering.
Рекомендовано Научным советом Российской инженерной академии.

Employees of the Russian Academy of Engineering took an active part in the preparation of the brochure: senior scientific officer **T. Y. Spirina** and editor **Y. A. Klimova**

В подготовке и оформлении брошюры приняли активное участие
сотрудники Российской инженерной академии:

старший научный сотрудник РИА **Т.Ю. Спирина**; редактор **Ю.А. Климова**

The authors give thanks to reviewers, whose comments and advice were taken into account in the brochure: **V. R. Falikman, L. S. Yanovsky, L. A. Ivanov**

Авторский коллектив благодарит рецензентов, замечания и советы которых были учтены в тексте брошюры: **В.Р. Фаликмана, Л.С. Яновского, Л.А. Иванова**

Chief editor *O. N. Orobey*
Translated by *Y. A. Petrunina*
Desktop publishing *A. N. Shadrin*
Отв. редактор *О.Н. Оробей*
Компьютерная верстка *А.Н. Шадрин*

Format 70×100/16. Offset printing. Newton
Формат 70×100/16. Печать офсетная
Гарнитура «Newton». Подписано в печать 27.09.2021 г.

Passed for printing 01.11.2021
LLC Publishing House "Master"
ООО Издательский дом «Мастер»
Тел. 8-901-546-22-54. E-mail o_master@mail.ru

Publishing house «RadugaPrint»
Типография «РадугаПринт»
г. Москва, Варшавское шоссе, д. 28А. Тел: +7(495) 252-75-10. Сайт: raduga-print.ru

ISBN 978-5-907292-46-8



9 785907 292468 >

