

**150 лет**  
ПЕРИОДИЧЕСКОЙ  
СИСТЕМЕ  
Д. И. МЕНДЕЛЕЕВА





# ПЕРИОДИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ Д. И. МЕНДЕЛЕЕВА

## Г Р У П П Ы

ПЕРИОДЫ	Г Р У П П Ы																													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18												
	I A																	VIII A												
1	Свойства атомов химических элементов, а также состав и свойства их соединений находятся в периодической зависимости от заряда атомных ядер																	$1 \text{ м}^3 = 1000 \text{ дм}^3; 1 \text{ дм}^3 = 1000 \text{ см}^3$ $1 \text{ т} = 1000 \text{ кг}; 1 \text{ кг} = 1000 \text{ г}$ $1 \text{ г} = 1000 \text{ мг}; 1 \text{ нм} = 10^{-12} \text{ м} = 1000 \text{ нм}$												
	II A																	III A	IV A	V A	VI A	VII A	VIII A							
2	Относительная атомная масса → <b>Li</b> ← Электроотрицательность (по шкале Оллреда-Рохова) Символ элемента → <b>Li</b> ← Орбитальный радиус (пм) Атомный номер → <b>Li</b> ← Первая энергия ионизации (кДж/моль) Название элемента → <b>ЛИТИЙ</b> ← Температура плавления/температура кипения (K); даны для белого фосфора и алмаза																	$V_m = 22,4 \text{ дм}^3/\text{моль (н. у.)}$ $n. \text{ у.}: T = 273 \text{ K}, p = 101,3 \text{ кПа}$ $\mu = 1,66 \cdot 10^{-24} \text{ г, т. е. } 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$ $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}$ $\rho(\text{H}_2\text{O})_x = 1 \text{ г/см}^3$ $R = 8,31 \text{ Дж/(моль} \cdot \text{K)}$		5 <b>B</b> БОР 6 <b>C</b> УГЛЕРОД 7 <b>N</b> АЗОТ 8 <b>O</b> КИСЛОРОД 9 <b>F</b> ФТОР	10 <b>Ne</b> НЕОН									
3	III B																	IV B	V B	VI B	VII B	VIII B	I B	II B	III A	IV A	V A	VI A	VII A	VIII A
4	19 <b>K</b> КАЛИЙ	20 <b>Ca</b> КАЛЬЦИЙ	21 <b>Sc</b> СКАНДИЙ	22 <b>Ti</b> ТИТАН	23 <b>V</b> ВАНАДИЙ	24 <b>Cr</b> ХРОМ	25 <b>Mn</b> МАРГАНЕЦ	26 <b>Fe</b> ЖЕЛЕЗО	27 <b>Co</b> КОБАЛЬТ	28 <b>Ni</b> НИКЕЛЬ	29 <b>Cu</b> МЕДЬ	30 <b>Zn</b> ЦИНК	31 <b>Ga</b> ГАЛЛИЙ	32 <b>Ge</b> ГЕРМАНИЙ	33 <b>As</b> МЫШЬЯК	34 <b>Se</b> СЕЛЕН	35 <b>Br</b> БРОМ	36 <b>Kr</b> КРИПТОН												
5	37 <b>Rb</b> РУБИДИЙ	38 <b>Sr</b> СТРОНЦИЙ	39 <b>Y</b> ИТРИЙ	40 <b>Zr</b> ЦИРКОНИЙ	41 <b>Nb</b> НИОБИЙ	42 <b>Mo</b> МОЛИБДЕН	43 <b>Tc</b> ТЕХНЕЦИЙ	44 <b>Ru</b> РУТЕНИЙ	45 <b>Rh</b> РОДИЙ	46 <b>Pd</b> ПАЛЛАДИЙ	47 <b>Ag</b> СЕРЕБРО	48 <b>Cd</b> КАДМИЙ	49 <b>In</b> ИНДИЙ	50 <b>Sn</b> ОЛОВО	51 <b>Sb</b> СУРЬМА	52 <b>Te</b> ТЕЛЛУР	53 <b>I</b> ИОД	54 <b>Xe</b> КСЕНОН												
6	55 <b>Cs</b> ЦЕЗИЙ	56 <b>Ba</b> БАРИЙ	57 <b>La</b> ЛАНТАН	72 <b>Hf</b> ГАФНИЙ	73 <b>Ta</b> ТАНАЛ	74 <b>W</b> ВОЛЬФРАМ	75 <b>Re</b> РЕНИЙ	76 <b>Os</b> ОСМИЙ	77 <b>Ir</b> ИРИДИЙ	78 <b>Pt</b> ПЛАТИНА	79 <b>Au</b> ЗОЛОТО	80 <b>Hg</b> РТУТЬ	81 <b>Tl</b> ТАЛЛИЙ	82 <b>Pb</b> СВИНЕЦ	83 <b>Bi</b> ВИСМУТ	84 <b>Po</b> ПОЛОНИЙ	85 <b>At</b> АСТАТ	86 <b>Rn</b> РАДОН												
7	[223] <b>Fr</b> ФРАНЦИЙ	[226] <b>Ra</b> РАДИЙ	[227] <b>Ac</b> АКТИНИЙ	[267] <b>Rf</b> РЕЗЕРФОРДИЙ	[270] <b>Db</b> ДУБНИЙ	[271] <b>Sg</b> СИБОРГИЙ	[274] <b>Bh</b> БОРИЙ	[277] <b>Hs</b> ХАССИЙ	[278] <b>Mt</b> МЕЙТНЕРИЙ	[281] <b>Ds</b> ДАРМШЛАДТИЙ	[285] <b>Rg</b> РЕНТГЕНИЙ	[285] <b>Cn</b> КОПЕРНИЦИЙ	[289] <b>Fl</b> ФЛЕРОВИЙ	[293] <b>Lv</b> ЛИВЕРМОРИЙ																

### Лантаниды

140,116	140,908	144,242	[145]	150,36	151,964	157,25	158,925	162,500	164,930	167,259	168,934	173,054	174,97
58 <b>Ce</b> ЦЕРИЙ	59 <b>Pr</b> ПРАЗЕОДИМ	60 <b>Nd</b> НЕОДИМ	61 <b>Pm</b> ПРОМЕТИЙ	62 <b>Sm</b> САМАРИЙ	63 <b>Eu</b> ЕВРОПИЙ	64 <b>Gd</b> ГАДОЛИНИЙ	65 <b>Tb</b> ТЕРБИЙ	66 <b>Dy</b> ДИСПРОЗИЙ	67 <b>Ho</b> ГОЛЬМИЙ	68 <b>Er</b> ЭРБИЙ	69 <b>Tm</b> ТУЛИЙ	70 <b>Yb</b> ИТТЕРБИЙ	71 <b>Lu</b> ЛЮТЕЦИЙ
1072/3699	1204/3785	1294/3341	1441/3000	1350/2064	1095/1870	1586/3539	1629/3396	1685/2835	1747/1968	1802/3136	1818/2220	1097/1466	1936/3668

### Актиниды

232,038	231,036	238,029	[237]	[244]	[243]	[247]	[251]	[252]	[257]	[258]	[259]	260,11	
90 <b>Th</b> ТОРИЙ	91 <b>Pa</b> ПРОТАКТИНИЙ	92 <b>U</b> УРАН	93 <b>Np</b> НЕПТУНИЙ	94 <b>Pu</b> ПЛУТОНИЙ	95 <b>Am</b> АМЕРИЦИЙ	96 <b>Cm</b> КЮРИЙ	97 <b>Bk</b> БЕРКЛИЙ	98 <b>Cf</b> КАЛИФОРНИЙ	99 <b>Es</b> ЭЙНШТЕЙНИЙ	100 <b>Fm</b> ФЕРМИЙ	101 <b>Md</b> МЕНДЕЛЕВИЙ	102 <b>No</b> НОБЕЛИЙ	103 <b>Lr</b> ЛОУРЕНСИЙ
2023/5060	2113/4300	1401/4018	913/4175	914/3505	1267/2880								

- ← щелочные металлы
- ← щелочноземельные металлы
- ← благородные газы
- ← галогены
- ← переходные металлы
- ← пниктогены



2019 год провозглашен Генеральной ассамблеей ООН **Международным годом Периодической таблицы химических элементов**. Это масштабное событие посвящено **150-летию** **открытия Периодического закона химических элементов** великим русским ученым Д.И.Менделеевым.

С инициативой о проведении Международного года Периодической таблицы химических элементов выступили Российская академия наук, Российское химическое общество имени Д.И.Менделеева, Министерство науки и высшего образования РФ, российские и зарубежные ученые.

# МЕЖДУНАРОДНЫЙ ГОД ПЕРИОДИЧЕСКОЙ ТАБЛИЦЫ ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ

**2019 IYPT**

UNESCO  
Организация Объединенных Наций по вопросам образования, науки и культуры

Международный год Периодической таблицы химических элементов

Background elements: Zinc (65.39), Cadmium (112.41), Indium (114.818), and various DNA sequences (e.g., ATGC, AGATC, TCGCC).



United Nations  
Educational, Scientific and  
Cultural Organization

2019  
IYPT



International Year  
of the Periodic Table  
of Chemical Elements

Инициативу России поддержали зарубежные страны, международные научные организации, а также более 80 национальных академий наук и научных обществ. Среди них – Международный Союз по теоретической и

прикладной химии (IUPAC), Международный союз теоретической и прикладной физики (IUPAP), Европейская Ассоциация химических и молекулярных наук (EuChemS), Международный астрономический союз (IAU) и другие.

Международный год Периодической таблицы химических элементов пройдет под эгидой ЮНЕСКО в нескольких странах мира. В рамках этого события планируется проведение большого количества мероприятий: научных конференций, тематических выставок, конкурсов молодых ученых и т.д.



Торжественная церемония открытия Международного года Периодической таблицы химических элементов состоялась 29 января 2019 года во Франции, в Париже, в штаб-квартире ЮНЕСКО. В России церемония открытия Международного года пройдет 6 февраля 2019 года в Москве, в Президиуме РАН, и будет приурочена ко Дню российской науки и одновременно Дню рождения Д.И. Менделеева.



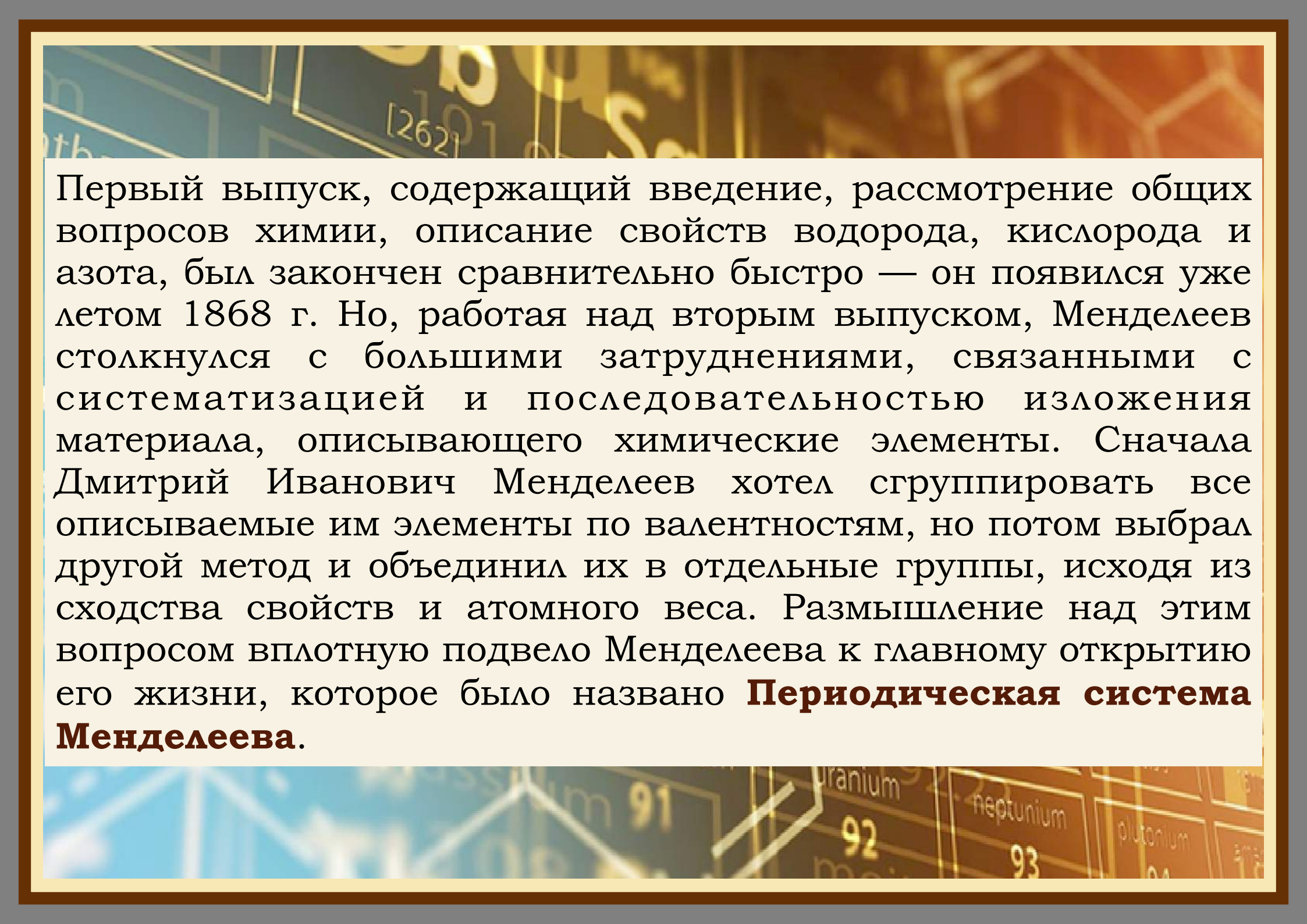
**IYPT2019**  
**International Year of the Periodic Table**  
**of Chemical Elements**

В 1865 г. Д.И.Менделеев защитил диссертацию «О соединениях спирта с водой» на степень доктора химии, а в 1867 г. получил в университете кафедру неорганической (общей) химии, которую и занимал в течение 23 лет. Приступив к подготовке лекций, он обнаружил, что ни в России, ни за рубежом нет курса общей химии, достойного быть рекомендованным студентам. И тогда он решил написать его сам. Эта фундаментальная работа, получившая название **«Основы химии»**, выходила в течение нескольких лет отдельными выпусками.



Д.И.Менделеев среди преподавателей и студентов Санкт-Петербургского университета. 1875 г. Рядом с Менделеевым — ректор университета А.Н.Бекетов.





Первый выпуск, содержащий введение, рассмотрение общих вопросов химии, описание свойств водорода, кислорода и азота, был закончен сравнительно быстро — он появился уже летом 1868 г. Но, работая над вторым выпуском, Менделеев столкнулся с большими затруднениями, связанными с систематизацией и последовательностью изложения материала, описывающего химические элементы. Сначала Дмитрий Иванович Менделеев хотел сгруппировать все описываемые им элементы по валентностям, но потом выбрал другой метод и объединил их в отдельные группы, исходя из сходства свойств и атомного веса. Размышление над этим вопросом вплотную подвело Менделеева к главному открытию его жизни, которое было названо **Периодическая система Менделеева**.

То, что некоторые химические элементы проявляют черты явного сходства, для химиков тех лет не было секретом. Сходство между литием, натрием и калием, между хлором, бромом и йодом или между кальцием, стронцием и барием бросалось в глаза. В 1857 г. шведский ученый Ленсен объединил по химическому сходству несколько «триад»: рутений — родий — палладий; осмий — платина — иридий; марганец — железо — кобальт. Были сделаны даже попытки составить таблицы элементов. В библиотеке Менделеева хранилась книга немецкого химика Гмелина, который опубликовал такую таблицу в 1843 г. В 1857 г. английский химик Одлинг предложил свой вариант. Однако ни одна из предложенных систем не охватывала всю совокупность известных химических элементов. Хотя существование отдельных групп и отдельных семейств можно было считать установленным фактом, связь этих групп между собой оставалась непонятной.



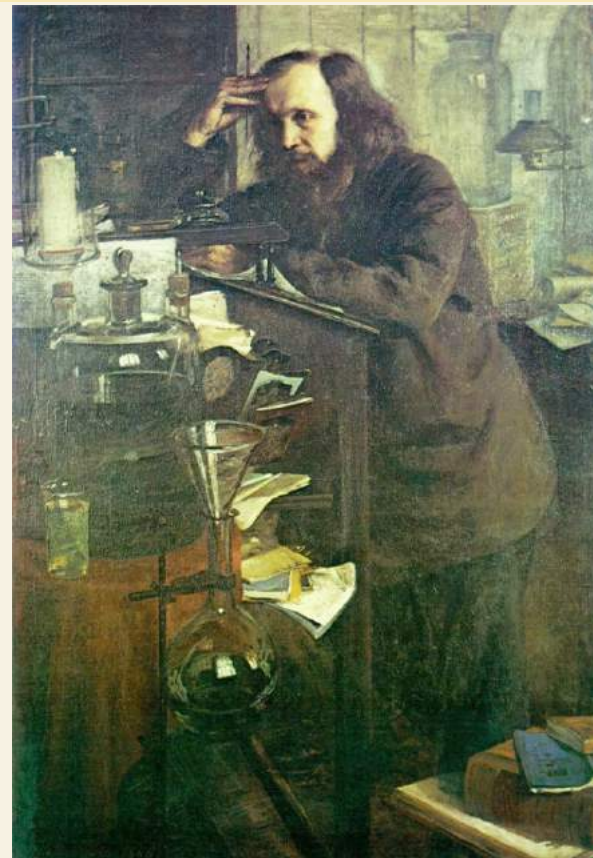






Сам Менделеев, таким образом, рассказывал об открытии им Периодического закона:

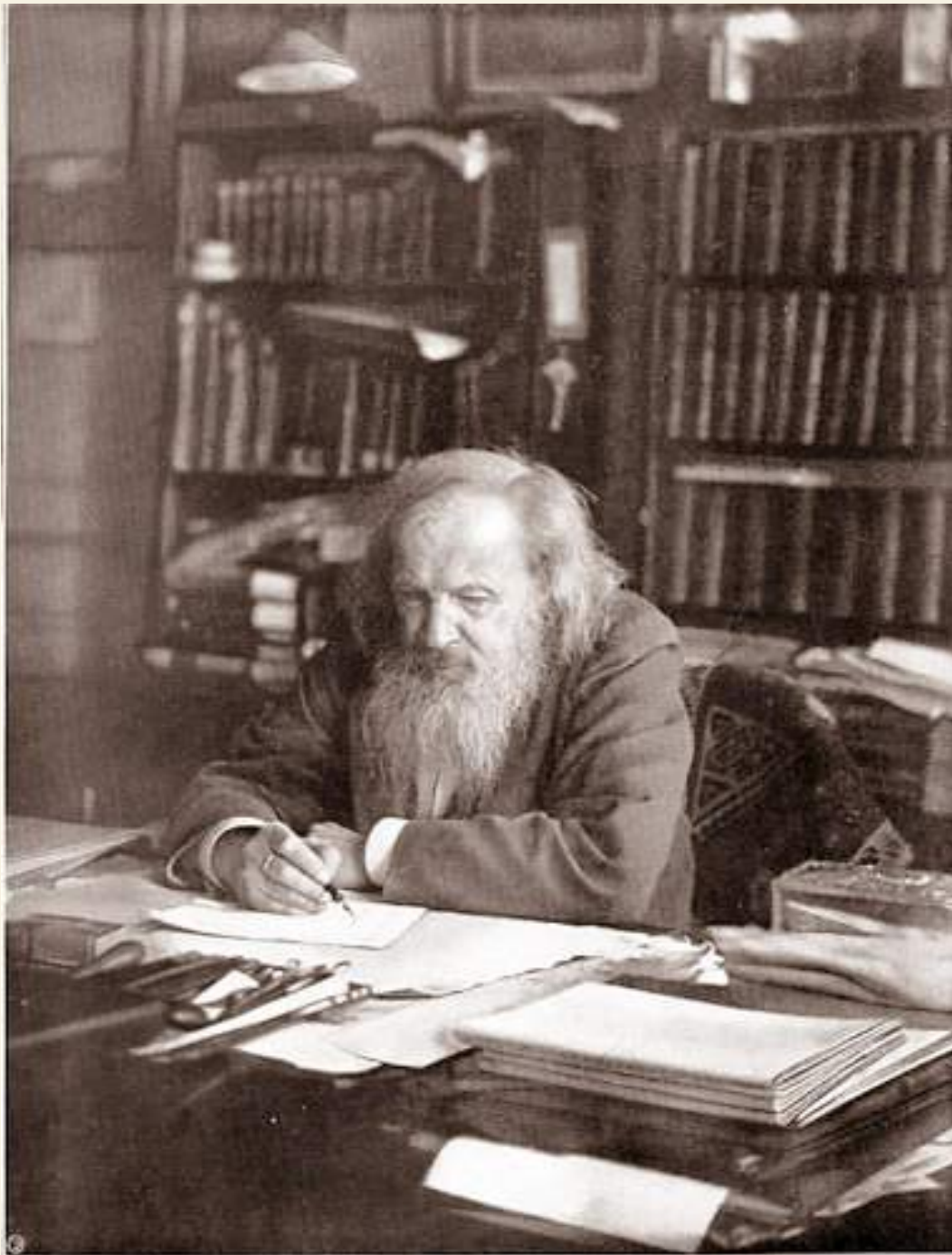
*«Заподозрив о существовании взаимосвязи между элементами еще в студенческие годы, я не уставал обдумывать эту проблему со всех сторон, собирал материалы, сравнивал и сопоставлял цифры. Наконец настало время, когда проблема созрела, когда решение, казалось, вот-вот готово было сложиться в голове. Как это всегда бывало в моей жизни, предчувствие близкого разрешения мучившего меня вопроса привело меня в возбужденное состояние. В течение нескольких недель я спал урывками, пытаюсь найти тот магический принцип, который сразу привел бы в порядок всю грудку накопленного за 15 лет материала. И вот в одно прекрасное утро, проведя бессонную ночь и отчаявшись найти решение, я, не раздеваясь, прилег на диван в кабинете и заснул. И во сне мне совершенно явственно представилась таблица. Я тут же проснулся и набросал увиденную во сне таблицу на первом же подвернувшемся под руку клочке бумаги».*





Таким образом, легенду, будто бы Периодическая таблица приснилась ему во сне, Менделеев придумал сам, для настырных поклонников науки, не понимающих, что такое озарение.

Менделеев, будучи химиком, за основу своей системы взял химические свойства элементов, решив расположить химически похожие элементы друг под другом, при этом соблюдая принцип возрастания атомных весов. Ничего не вышло! Тогда ученый просто взял и произвольно изменил атомные веса нескольких элементов (например, он присвоил урану атомный вес 240 вместо принятого 60, т. е. увеличил в четыре раза!), переставил местами кобальт и никель, теллур и йод, поставил три пустые карточки, предсказав существование трех неизвестных элементов. Опубликовав в 1869 г. первый вариант своей таблицы, он открыл закон, что «свойства элементов стоят в периодической зависимости от их атомного веса».



Oubliez les lois de la chimie  
 et vous ne pouvez pas comprendre la chimie  
 D. Mendeleev.

	F=18	K=30	P=16	
	V=51	M=99	T=182	
	G=52	L=16	W=116	
	L=55	R=179	H=177	
	J=58	S=199	Z=198	
	K=59	H=166	O=177	
	N=1	Q=8	C=29	L=101
	<del>10</del>	R=32	S=51	E=11
	B=11	M=99	T=64	K=116
	C=12	J=28	P=70	L=117
	A=14	Q=31	K=75	S=118
	O=16	I=32	L=79	Z=118
	F=18	K=35	M=86	P=122
	G=20	H=39	N=94	O=123
		L=40	K=96	L=127
		Q=45	C=98	
		R=48	S=98	
		M=50	T=98	
		H=52	P=101	

Мемуары академика  
 Кривошеина и Липовицкой

Essai d'une ... des éléments  
 d'après leurs poids atomiques et  
 positions chimiques (D. Mendeleev)  
 X poids atomiques (Mendeleev)

18 II 69.

Первый рукописный вариант таблицы (1869)



Это было самое главное в открытии Менделеева, позволявшее связать воедино все казавшиеся до этого разрозненными группы элементов. Неожиданные сбои в этом периодическом ряду Менделеев совершенно правильно объяснил тем, что науке известны еще не все химические элементы. В своей таблице он оставил незаполненные клеточки, однако предсказал атомный вес и химические свойства предполагаемых элементов. Он также поправил ряд неточно определенных атомных масс элементов, и дальнейшие исследования полностью подтвердили его правоту.



Первый, еще несовершенный набросок таблицы в следующие годы подвергся переконструированию. Уже в 1869 г. Менделеев поместил галогены и щелочные металлы не в центре таблицы, как раньше, а по ее краям (как это делается теперь). В следующие годы Менделеев исправил атомные веса одиннадцати элементов и изменил местоположение двадцати. В итоге в 1871 г. появилась статья «Периодическая законность для химических элементов», в которой периодическая таблица приняла вполне современный вид. Статья была переведена на немецкий язык и оттиски ее были разосланы многим известным европейским химикам. Но, увы, никто не оценил важности сделанного открытия. Отношение к Периодическому закону изменилось только в 1875 г., когда Ф. Лекокде Буабодран открыл новый элемент — галлий, свойства которого поразительно совпадали с предсказаниями Менделеева (он назвал этот неизвестный еще элемент экаалюминием). Новым триумфом Менделеева стало открытие в 1879 г. скандия, а в 1886 г. германия, свойства которых также полностью соответствовали описаниям Менделеева.



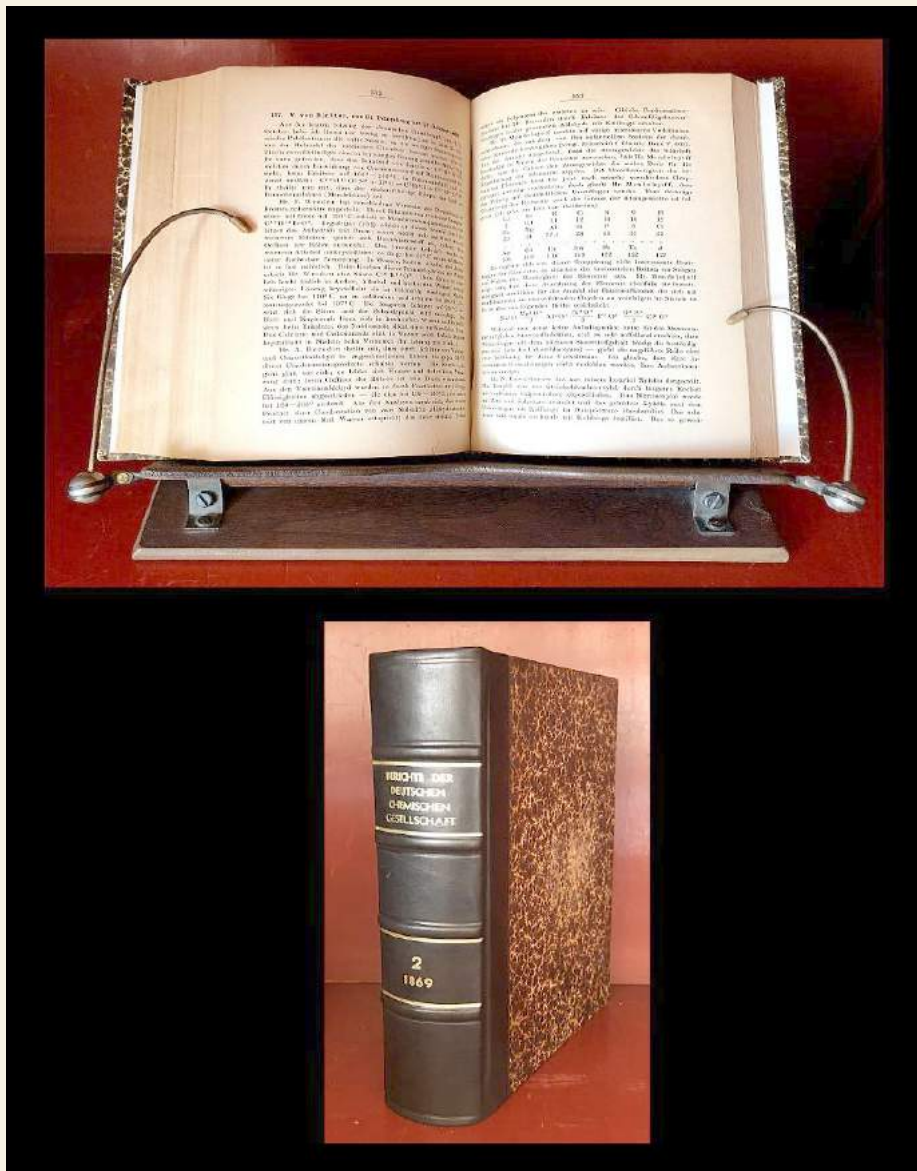


До конца жизни он продолжал развивать и совершенствовать учение о периодичности. Открытия в 1890-х явления радиоактивности и благородных газов поставили периодическую систему перед серьезными трудностями. Проблема размещения в таблице гелия, аргона и их аналогов успешно разрешилась лишь в 1900 г.: они были помещены в самостоятельную нулевую группу. Дальнейшие открытия помогли связать со структурой системы обилие радиоэлементов.



**Памятник Д. И. Менделееву. Находится перед зданием химического факультета Словацкого технологического университета в Братиславе.**





**Первое издание на немецком языке  
Периодической таблицы  
Д. И. Менделеева.**

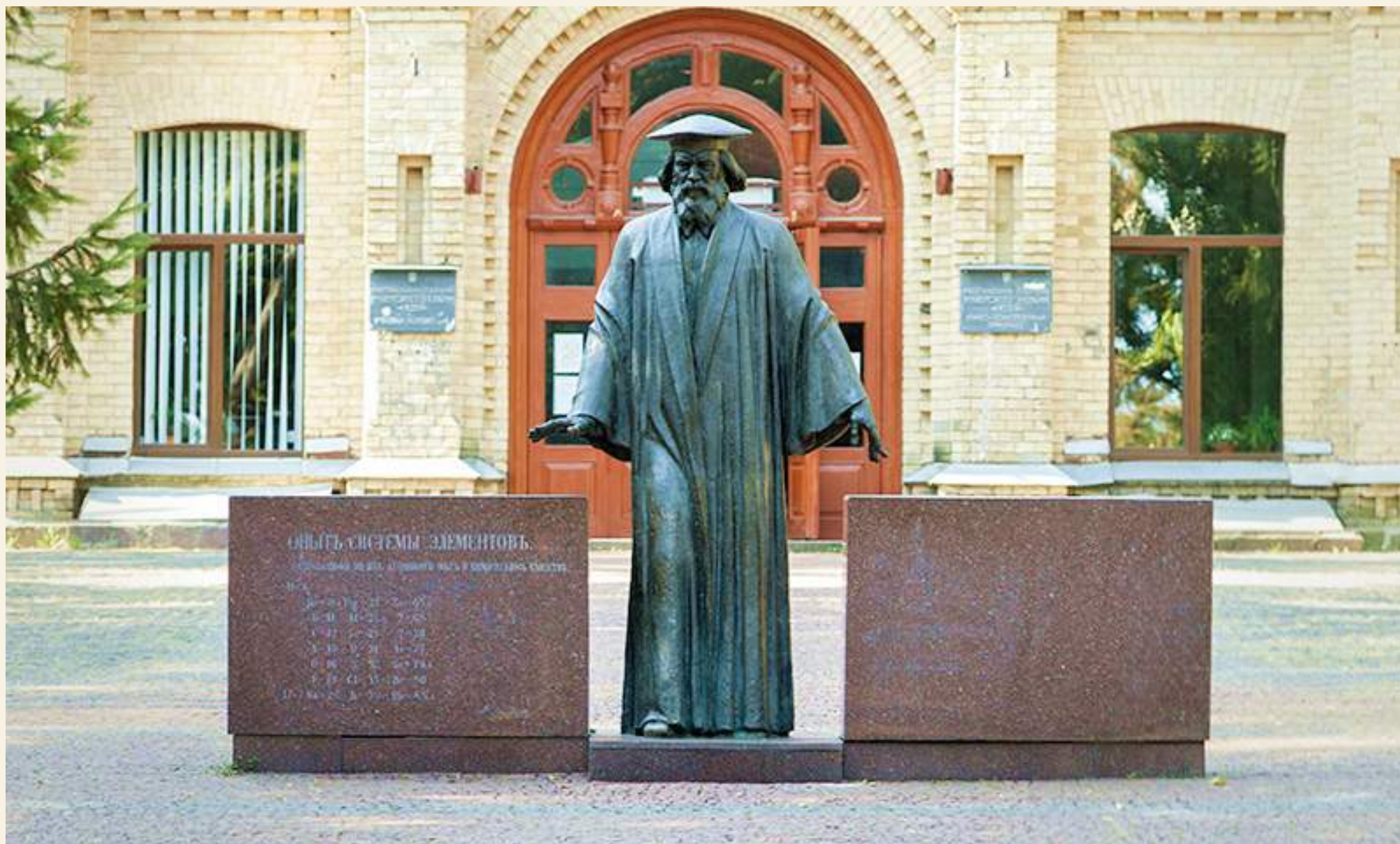
Сам Менделеев считал главным изъяном Периодического закона и периодической системы отсутствие их строгого физического объяснения. Оно было невозможно, пока не была разработана модель атома. Однако он твердо верил, что, «*по видимости, периодическому закону будущее не грозит разрушением, а только надстройкой и развитием обещает*» (запись в дневнике от 10 июля 1905 г.), и XX столетие дало множество подтверждений этой уверенности Менделеева.



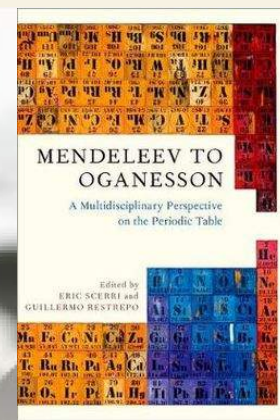
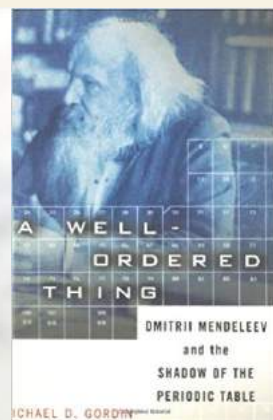
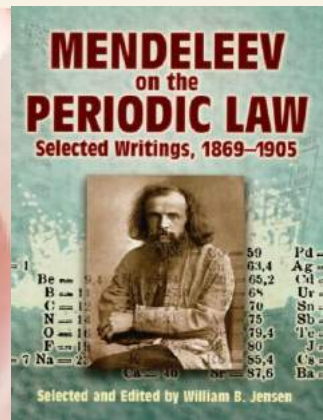
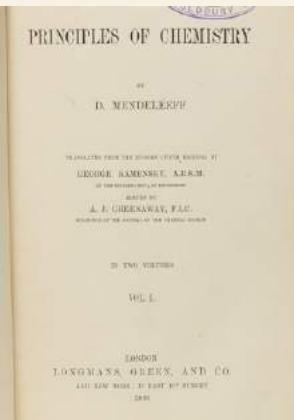
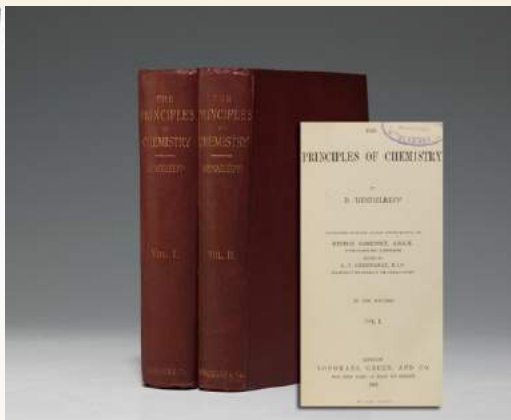
**Д.Менделеев в мантии  
Оксфордского университета.  
(1894)**

Достижение Д.И.Менделеева имеет фундаментальное значение для развития многих естественных наук: химии, физики, биологии, медицины, астрономии, геологии. Значимость Периодической таблицы химических элементов подтверждается и сегодня. Современные российские и зарубежные ученые продолжают открывать и создавать новые химические элементы, свойства которых были во многом предсказаны Д.И.Менделеевым еще 150 лет назад.





**Памятник Д. И. Менделееву на территории Киевского политехнического института.**



Открытие периодического закона и создание таблицы элементов – действительно колоссальное научное достижение, заложившее основу современной химии и позволившее четко систематизировать представления о природе и взаимодействии веществ. Недавно таблица Менделеева была признана самым важным для человечества открытием в истории эволюции материалов. Во всяком случае, это признали эксперты из американского института, изучающего новые материалы – AIMMPE (American Institute of Mining, Metallurgical and Petroleum Engineers). За периодическую систему элементов, открытую Дмитрием Менделеевым, высказались 4235 представителей из 8 стран, входящих в AIMMPE.



Периодическая таблица химических элементов станет главной темой Всероссийского фестиваля НАУКА 0+ в 2019 году.

Такое решение было принято по итогам заседания Оргкомитета Фестиваля НАУКА 0+, прошедшего 26 декабря 2018 года в Минобрнауки РФ. Ректор МГУ имени М.В.Ломоносова, академик Виктор Садовничий подчеркнул:

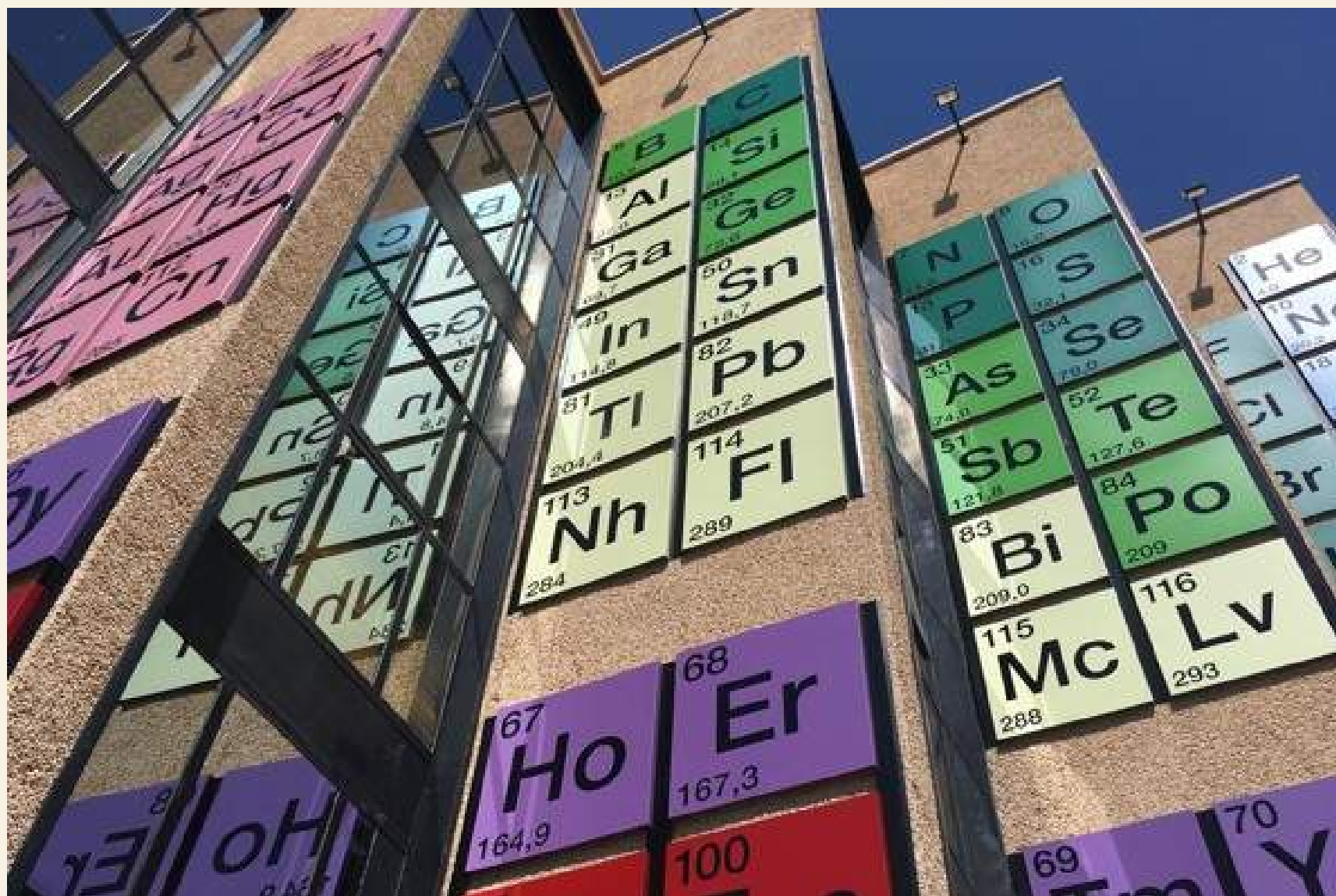
**«Всероссийский Фестиваль науки имеет богатую историю и значительные достижения. Вот уже 13 лет этот праздник науки торжествует по всей стране - Москве и региональным площадкам. Флагманом Фестиваля науки в 2019 году станет тема Периодической таблицы химических элементов - великого достижения русского ученого Д.И. Менделеева. Подготовка к Фестивалю уже идет полным ходом: формируется программа, приглашаются ученые и эксперты. И мы уверены, что в очередной раз Фестиваль науки подтвердит статус уникального научно-популярного проекта России».**



## Всероссийский фестиваль НАУКА 0+







**Самая большая таблица Менделеева была установлена на стенах химического факультета в Университете Мурсии в Испании.**



## ОПЫТЪ СИСТЕМЫ ЭЛЕМЕНТОВЪ,

ОСНОВАННОЙ НА ИХЪ АТОМНОМЪ ВѢСѢ И ХИМИЧЕСКОМЪ СХОДСТВѢ.

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