

Dmitriew, L. S.

Historia przewidywania i odkrycia galu

Kwartalnik Historii Nauki i Techniki 29/3-4, 559-568

1984

Artykuł umieszczony jest w kolekcji cyfrowej Bazhum, gromadzącej zawartość polskich czasopism humanistycznych i społecznych tworzonej przez Muzeum Historii Polski w ramach prac podejmowanych na rzecz zapewnienia otwartego, powszechnego i trwałego dostępu do polskiego dorobku naukowego i kulturalnego.

Artykuł został zdigitalizowany i opracowany do udostępnienia w internecie ze środków specjalnych MNiSW dzięki Wydziałowi Historycznemu Uniwersytetu Warszawskiego.

Tekst jest udostępniony do wykorzystania w ramach dozwolonego użytku.





D. J. Mendelejew (1861 r.)

W 150-lecie urodzin Dymitra Mendelejewa

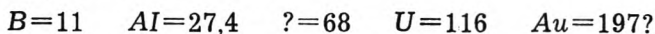
L. S. Dmitriew
(Leningrad)

HISTORIA PRZEWIDYWANIA I ODKRYCIA GALU

Prognozy D. I. Mendelejewa dotyczące właściwości licznych pierwiastków chemicznych — zarówno odkrytych, jak i nieodkrytych do początku siedemdziesiątych lat XIX w. — stanowią jedną z najwspanialszych kart w dziejach chemii. Szczególnie interesujące jest prognozowanie przez Mendelejewa istnienia i właściwości trzech pierwiastków, nieznanych w czasie tworzenia układu okresowego: ekaglinu *El* (przyszłego galu), ekaboru *Eb* (skandiu) i ekakrzemu *Es* (germanu). Historia przewidywania i odkrycia galu, szczegółowo rozpatrzona w literaturze naukowej¹, jest nader interesująca i pouczająca, a to z tego względu, że w niej właśnie najwyraźniej ujawniły się prognostyczne możliwości układu Mendelejewa.

W obecnej tablicy *Ga* występuje w podgrupie głównej grupy trzeciej: *B*, *Al*, *Ga*, *In*, *Tl*. O ile inne grupy w momencie tworzenia układu były już ukształtowane, o tyle problem grupy trzeciej pozostawał otwarty.

W pierwszym wariancie tablicy Mendelejewa, nazwanym *Próba układu pierwiastków opartego na ich ciężarze atomowym i podobieństwie chemicznym* (marzec 1869) przyszła podgrupa główna grupy trzeciej miała następującą postać:



¹ M. M. Kiedrow: *Prognozy D. I. Mendelejewa w atomistykcie. Niezwiastnyje elementy*. Moskwa 1977 s. 18—48; tenże: *Otkrytije gallia — pierwoje chemiczeskoje atkrytije nowogo tipa (D. I. Mendelejew i P. E. Lecoq de Boisbaudran)* W: *Prognozowanije w uczeni o pieriodicznosti. Sbornik statiej pod red. akad. B. M. Kiedrowa i d. ch. n. D. N. Trifonowa*. Moskwa 1976 s. 5—19, 333—356; L. S. Dmitriew: *Tieoreticzeskije issledowanija P. E. Lecoqa de Bosbaudrana po klassifikacie elementow w sistematikie spiektrow*. W: *Uczenija o pieriodicznosti. Istorija i sowriemiennost. Sbornik statiej pod red. akad. B. M. Kiedrowa i d. ch. n. D. N. Trifonowa*. Moskwa 1981 s. 19—36.

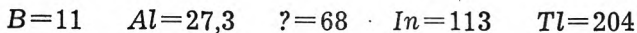
Oznakowanie $?=68$ — to pierwsza wskazówka o istnieniu nieznanego pierwiastka, a mianowicie analogonu glinu o ciężarze atomowym około 68. Jednakże cała druga połowa podgrupy $B-Al$ była początkowo zestawiona błędnie: zamiast In występował uran o zaniżonym prawie o połowę ciężarze atomowym, zamiast Tl — złoto, traktowane jako pierwiastek trójwartościowy. Natomiast ind początkowo w ogóle nie znalazł dla siebie miejsca w układzie (w owym czasie chemicy byli skłonni uważać go za analogon dwuwartościowego kadmu i cynku, nie zaś glinu), zaś Tl — z uwagi na podobieństwo jego niższego tlenku i wodorotlenku (Tl_2O , $Tl OH$) do analogicznych związków metali alkalicznych, a także dzięki szczególnej nietrwałości związków Tl (III) — znalazł się w podgrupie głównej grupy pierwszej, a więc wśród metali alkalicznych.

Dopiero po uważnym zbadaniu analogii atomowej In i Tl oraz rozpatrzeniu charakteru zmian fizyko-chemicznych właściwości pierwiastków w grupie i okresie udało się Mendelejewowi trafnie uformować grupę $B-Al$. I tak, na przykład, badając charakter zmian objętości atomowych² w rzędzie:

<i>Ag</i>	<i>Cd</i>	<i>U</i>	<i>Sn</i>	<i>Sb</i>	<i>Te</i>	<i>J</i>
10,3	12,8	6,5	16,2	18,1	20,7	26

Mendelejew doszedł do wniosku, że uran nie może występować w grupie trzeciej³, ponieważ położenie to nie odpowiada płynnemu zwiększeniu objętości atomowych w rzędzie $Ag-J$. Jesienią 1870 r. na miejsce zajmowane wcześniej przez uran Mendelejew wstawił In , uważając go za pierwiastek trójwartościowy o ciężarze atomowym około 113. Późniejsze oznaczenie pojemności cieplnej indu, dokonane niezależnie przez R. Bunsena i Mendelejewa w 1870 r., a także odkrycie alunów indowych, analogicznych do glinowych, w pełni potwierdziło prognozę Mendelejewa odnośnie miejsca tego pierwiastka w układzie.

W rezultacie, w końcu 1870 r. podgrupa główna grupy trzeciej przybrała następującą postać:



Teraz można było bardziej szczegółowo i z większym prawdopodobieństwem przewidzieć właściwości nieznanego analogonu Al . W artykule *Jestiestwiennaja sistiemia elementow i jejo primienienije k ukazaniu swoistw nieotkrytych elementow* (1870) Mendelejew podaje rozwiniętą prognozę właściwości przyszłego galu:

„Pierwiastek ten... powinien odznaczać się zdolnością do tworzenia związku metalo-organicznego i — zajmując położenie pośrednie między glinem a indem — powinien posiadać właściwości zbliżone do tych

² Przez obojętność atomową rozumiano wynik dzielenia ciężaru atomowego pierwiastka przez gęstość substancji prostej.

³ Tal został usunięty z pierwszej do trzeciej grupy wcześniej, latem 1869 r.

dwóch pierwiastków; naturalnie tworzy on aluny. Jego uwodniony tlenek (czyli Ga/OH_3 — I. D.) będzie rozpuszczać się w uwodnionym potasie (KOH — I. D.), jego sole będą trwalsze aniżeli sole glinu... Jego objętość atomowa... powinna być zbliżona do 11,5 czyli jego ciężar właściwy w stanie metalicznym powinien być zbliżony do 6,0. Właściwości tego metalu pod każdym względem powinny stanowić przejście od właściwości glinu do właściwości indu i jest bardzo prawdopodobne, że metal ten będzie odznaczać się większą lotnością aniżeli glin — dlatego też można mieć nadzieję, iż zostanie on odkryty dzięki badaniom spektroskopowym...”⁴.

W lipcu 1871 r. Mendelejew rozszerza i pogłębia prognozę właściwości ekaglinu i ekakrzemu: „Same metale powinno się stosunkowo łatwo otrzymać drogą redukcji za pomocą węgla lub sodu. Ich siarczki będą nierozpuszczalne w wodzie, zaś El_2S_3 będzie zapewne wytrącać się przy użyciu siarczku amonu... Ich ciężary właściwe będą zbliżone do — dla $El=6,0$ i dla $Es=5,5$... Takie same rezultaty uzyskamy porównując objętości (atomowe — przyp. tłum.) Al, In, Tl z El ...”⁵.

Przewidywania Mendelejewa potwierdziły się w pełni w 1875 r., kiedy to francuski chemik, specjalista w dziedzinie spektroskopii — P. E. Lecoq de Boisbaudran — eksperymentalnie odkrył nowy pierwiastek, nazywając go „galem” (*Gallia* — to stara łacińska nazwa Francji). Zauważmy, że — wbrew szeroko rozpowszechnionemu mniemaniu — odkrycie francuskiego uczonego nie było czysto empiryczne i przypadkowe. Boisbaudran dobrze wiedział, czego szukał. Na długo przed swoim odkryciem zauważył ważną prawidłowość w widmach pierwiastków: „...linie widmowe metali alkalicznych (i ziem alkalicznych), rozbite na klasy stosownie do ich refrakcji (czyli stosownie do długości fali emitowanego światła — I. D.) układają się, podobnie jak właściwości chemiczne, w określonym porządku, odpowiadającym zmianie ciężarów atomowych pierwiastków... I tak, widmo rubidu jest analogiczne do widma potasu, tylko przesunięte ku obszarowi czerwieni. ...Ten prawidłowy przebieg linii widmowych będzie wykorzystany celem ustalenia za pomocą prostej analizy widmowej nie tylko istnienia nowych pierwiastków ale i ich właściwości”⁶.

Badając widma rozmaitych „naturalnych rodzin” pierwiastków, Boisbaudran przekonał się, że przesunięcie linii widma ku obszarowi czerwieni (długofalowemu) jest proporcjonalne do wzrostu ciężaru atomowego pierwiastka. Zauważył on także, że przy przejściu od Al do In

⁴ D. I. Mendelejew: *Pieriodiczeskij zakon. Osnownyje stati*. Moskwa 1958 s. 92.

⁵ Tamże, s. 153.

⁶ P. E. Lecoq de Boisbaudran: *Sur la constitution les spectres lumineux*. „Compt. rend.” 1869 t. 69 s. 446—447.

analogiczne linie przesuwają się o anormalnie wielką wartość — co nasywało myśl o istnieniu nieznanego analogonu Al ⁷. Jesienią 1868 r. Boisbaudran otrzymał na swoje zamówienie niewielką ilość blendy cynkowej (ZnS) pochodzącej z kopalni w Pierrefitte (Pireneje). Wybór tego minerału w poszukiwaniu nowego pierwiastka nie był przypadkowy — właśnie w blendzie cynkowej został w 1863 r. metodą spektroskopową odkryty ind. Poszukiwania nowego pierwiastka trwały długo i dopiero w sierpniu 1875 r. Boisbaudran zdołał zaobserwować linie widmowe, które według jego obliczeń powinny odpowiadać poszukiwanemu pierwiastkowi. Tym sposobem, w poszukiwaniach nieznanego pierwiastka Boisbaudran kierował się własną prognozą, która dotyczyła widmowych charakterystyk galu, jego ciężaru atomowego, gęstości substancji prostej i niektórych innych właściwości.

Chociaż owa prognoza mogłaby posłużyć jako wytyczna w działaniu — albowiem wskazywała nie tylko sposób odkrycia nieznanego pierwiastka, ale i długość fali najbardziej jaskrawej linii w jego widmie — to jednak, jak słusznie zauważył B. M. Kiedrow⁸, pod względem głębi uogólnienia i szerokości ogarnięcia fizyko-chemicznego materiału ustępowała prognozie Mendelejewa, nie mówiąc już o tym, że Mendelejew, w odróżnieniu od Boisbaudrana, nie bał się otwarcie wystąpić w druku ze swoimi przewidywaniami.

Mówiąc o odkryciu galu, należy osobno zatrzymać się przy historii oznaczania gęstości (d) tego metalu, ponieważ początkowo występowała tu znaczna rozbieżność między mendelejewskimi przewidywaniami a wstępnym, eksperymentalnym oznaczeniem d (Ga) przez Boisbaudrana (powtarzne pomiary francuskiego uczonego, jak wiadomo, w pełni potwierdziły słuszność Mendelejewa). Zgodnie z przewidywaniem Mendelejewa, d (El) powinna być równa w przybliżeniu 6,0. Skąd wzięła się ta liczba? Już w 1869 r., badając charakter zmiany ciężarów atomowych pierwiastków i gęstości substancji prostych w rzędzie $Cu, Zn, ?, ?, As, Se, Br$ Mendelejew napomknął, że, wraz ze wzrostem ciężaru następuje ciągły wzrost objętości właściwej. Dlatego też można powiedzieć, że te dwa pierwiastki, których brak jeszcze w układzie i które powinny być (odpowiednio — tłum.) podobne do glinu i krzemu charakteryzując się ciężarem atomowym około 70, będą posiadać ciężar właściwy około 6 i w ten sposób pod każdym względem znajdują się dokładnie w środku, bądź też stanowić będą — ze względu na właściwości — przejście od cynku do arsenu⁹. Niżej przytoczone są ciężary atomowe, objętości ato-

⁷ Zauważmy, że specjaliści od spektroskopii wcześniej zwrócili uwagę na analogię w widmach Al i In , aniżeli chemicy (w tym Mendelejew) zaczęli mówić o podobieństwie fizyko-chemicznych właściwości tych pierwiastków.

⁸ B. M. Kiedrow: *Otkrytije gallia...* s. 11.

⁹ D. I. Mendelejew, dz. cyt. s. 42.

mowe i gęstości pierwiastków w rzędzie $Cu-Br$ według danych z owych czasów.

	<i>Cu</i>	<i>Zn</i>	?	?	<i>As</i>	<i>Se</i>	<i>Br</i>
ciężar atomowy	63,4	65,2	—	—	75	79,4	80
objętość atomowa	7,2	9,2	—	—	13,2	18,5	26,7
gęstość	8,8	7,1	—	—	5,7	4,3	3,0

Zaokrąglając wspomniane wartości i zakładają, że ich zmiana w rzędzie posiada charakter prawidłowy (monotoniczny), można było uzyskać przybliżone wartości ciężaru atomowego, objętości atomowej i gęstości ekaglinu (odpowiednio: 68; 10,5 i 6,5). Prawdą jest, że Mendelejew przytacza wartości różniące się nieco od uzyskanych w wyniku formalnego uśrednienia. Widocznie uwzględniał on także charakter zmiany właściwości atomowych w pionie (czyli w podgrupie: *Al, El, In, Tl*), co stało się możliwe dopiero wówczas, gdy ind i tal znalazły właściwe miejsce w układzie.

Mendelejew opierał się więc w swoich prognozach na badaniu charakteru zmian właściwości pierwiastków zarówno w poziomie, czyli w okresie, jak i w pionie — w podgrupie. Pod tym względem prognozy Boisbaudrana miały bez porównania węższy charakter, opierały się bowiem wyłącznie na analogii *Ga* z *Al* i *In* (choć, powtarzamy, zawierały one to niezbędne minimum informacji, które pozwalało na odkrycie nieznanego pierwiastka na drodze spektralnej).

„Właśnie takie badanie przebiegu zmian właściwości pierwiastków, od razu w kilku kierunkach w układzie — pisze Kiedrow — odkryło nowe możliwości precyzyjniejszego przewidywania właściwości jeszcze nie odkrytych pierwiastków, a wśród nich ekaglinu”¹⁰.

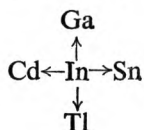
Sądźmy jednak, że taka ocena obliczeniowej metody Mendelejewa nie jest całkowicie bez zarzutu, z następujących powodów. Obliczenie objętości atomowej (V_{at}), ciężaru atomowego (A) i gęstości (d) *El*, gdy wychodzi się wyłącznie z tych wielkości dla *Al* i *In* (jest to więc obliczenie w pionie) prowadzi do zawyżenia wartości V_{at} oraz A i zaniżenia wartości d , podczas gdy obliczenie w poziomie na odwrót, zaniża V_{at} oraz A i zawyża gęstość metalu:

	A (<i>El</i>)	V_{at} (<i>El</i>)	α (<i>El</i>)
obliczenie w poziomie	68,3	10,5	6,5
obliczenie w pionie	70,35	12,7	5,5
średnie wartości:	69,3	11,6	6,0
obecne wartości:	69,72	11,8	5,9

Łatwo dostrzec, że uśrednienie wyników tych dwóch obliczeń (w poziomie i w pionie) daje wartości A , V_{at} i d dość bliskie prawdziwym (te uśrednione wielkości, lub im bliskie, właśnie prognozował Mendele-

¹⁰ B. M. Kiedrow: *Otkrytije gallia...* s. 11.

jew). Ale też nietrudno dostrzec, że precyzja mendelejewowskiej prognozy ma w poważnym stopniu przypadkowy charakter i jest następstwem nie jakichś szczególnych zalet metody przewidywania, jak mniema Kiedrow, lecz wynikiem prostej kompensacji błędów w toku uśredniania. Jeśli analogiczne rozważania odnieść, powiedzmy, do *In* (eka-Ga) czyli rozpatrzyć następującą „gwiazdę” analogii atomowej:



to obliczenia w pionie i w poziomie będą zawierać błędy jednego znaku, zaś prognozowanie wielkości, zwłaszcza d (*In*), okażą się dalekie od prawdziwych:

	A (<i>In</i>)	V_{at} (<i>In</i>)	α (<i>In</i>)
obliczenie w poziomie:	115	14,7	7,8
obliczenie w pionie:	137	14,5	9,4
średnie wartości:	126	14,6	8,6
obecne wartości	114,8	15,7	7,3

Jak widzimy, uwzględnienie „pionu” pogarsza prognozę wielkości A i d (w odróżnieniu od poprzedniego przypadku).

Tak więc nie należy absolutyzować wyższości jednej metody obliczeniowej, ignorując element przypadkowości w prognozie takiej, czy innej, właściwości. Widocznie Mendelejew dobrze to rozumiał i dlatego, aż do powtórnych eksperymentów Boisbaudrana, wstrzymywał się od otwartej polemiki w druku w odniesieniu do wartości gęstości galu, aczkolwiek nie odżegnywał się od swojej przepowiedni.

Zauważmy, że Boisbaudran przed swoim odkryciem również starał się prognozować gęstość nieznanego metalu i uzyskał wartość $d(\text{Ga}) \approx 4,7$ ¹¹. Dlatego, gdy pierwsze — jak następnie wyjaśniło się błędne — oznaczenie d (*Ga*) dało właśnie tę wartość, francuski chemik wywnioskował, że eksperyment potwierdził jego teoretyczne przewidywania. Rozpatrując aprioryczne szacunki gęstości nieznanego pierwiastka (Boisbaudrana i Mendelejewa), Kiedrow scharakteryzował różnice między nimi jako „rozbieżność między liczbą znalezioną przypadkowo, a liczbą prognostycznie wywiedzioną z prawa”¹². Przytoczona wyżej analiza prognozy Mendelejewa stawia, jak sądzimy, pod znakiem zapytania wnioszek Kiedrowa.

Relacje między pierwiastkami są tak skomplikowane, że nie mogą być wtłoczone w wąskie ramy prostych funkcjonalnych zależności, toteż

¹¹ Na temat metodyki obliczeń Boisbaudrana zobacz: L. S. Dmitriew, *Teoreticzeskije issledowanija...* s. 28—29.

¹² B. M. Kiedrow: *Czysto i mysl w istorii nauki*. W: *Czysto i mysl*. Sbornik statiej pod red. akad. B. M. Kiedorowa. Wyp. 6. Moskwa 1983 s. 67.

przewidywanie jakiejkolwiek właściwości ma nieuchronnie charakter problematyczny, ponieważ nigdy nie można być pewnym, czy nie zaczął odgrywać roli nowy czynnik, którego znaczenie było dotychczas lekceważone, lub po prostu nie brane pod uwagę.

Oprócz tego, chemia lat 1860—1870 — bez względu na olbrzymie osiągnięcia w poznaniu substancji i jej przemian — nie wypracowała jeszcze dostatecznie rozwiniętej aparatury teoretycznej, która pozwoliłaby na ogarnięcie i przyswojenie wielorakiej empirycznej treści. Okoliczność tę dokładnie uświadamiali sobie czołowi chemicy owych czasów i, być może, niekiedy ją wyolbrzymiali. Dlatego wszelkie próby systematyzacji pierwiastków chemicznych nie wykraczały i nie mogły wykroczyć poza ustalenia typologii. Nie będąc wynikiem logicznego wnioskowania z ogólniejszych przedstawień o danej dziedzinie, wyjściowe zasady typologii zwykle nie służą jako przesłanki dla takich wnioskowań. Typologia ogranicza się do wyjaśnienia wniosków, ich interpretacji itd. Dlatego asymetria między wyjaśnianiem a przewidywaniem przejawia się w typologii dość wyraźnie, co dobrze widać na przykładzie dziejów nauki o okresowości.

Jednocześnie typologia, stanowiąc całościowy system pojęć i sądów, obejmujący ponadto określone reguły tworzenia typów, ich relacji itd., pozwala nie tylko na powiązanie obszernego materiału doświadczalnego, ale i na przewidywanie nieznanych wcześniej faktów, przedmiotów i zjawisk. Dlatego rozmaite próby systematyzacji pierwiastków chemicznych, występujące w ubiegłym stuleciu, należy rozróżniać przede wszystkim ze względu na głębię ich teoretycznego uogólnienia, a nie przeciwstawiać „teoretycznej” systematyki Mendelejewa „empirycznym” klasyfikacjom innych chemików.

Innym interesującym momentem w mendelejewowskiej prognozie właściwości *El* było przewidywanie jego znacznej topliwości¹³. Boisbaudran, który ustalił w 1876 r., że czysty gal topi się w temperaturze około 29,5°C¹⁴ (obecna wartość $t_{top}(Ga) = 29,78^\circ C$), zaznaczył, że „jest to fakt nieoczekiwany”¹⁵ czyli że niemożliwe było jego teoretyczne przewidywanie. W związku z tym Mendelejew pisał w marcu 1879 r.: „punkt topnienia galu jest tak niski, że topi się on w temperaturze dłoni; wydawałoby się, że właściwość ta jest nieoczekiwana. Ale to nieprawda — wystarczy spojrzeć na następujące rzędy:

<i>Mg</i>	<i>Al</i>	<i>Si</i>	<i>P</i>	<i>S</i>	<i>Cl</i>
<i>Zn</i>	<i>Ga</i>	...	<i>As</i>	<i>Se</i>	<i>Br</i>
<i>Cd</i>	<i>In</i>	<i>Sn</i>	<i>Sb</i>	<i>Te</i>	<i>J</i>

¹³ D. J. Mendelejew, dz. cyt. s. 201.

¹⁴ P. E. Lecoq de Boisbaudran: *Nouvelles recherches sur le gallium*, „Compt. rend.” 1876 t. 82 s. 1036.

¹⁵ Tamże, s. 1037.

Jest oczywiste, że w grupie *Mg, Zn, Cd* metal najtrudniej topliwy ma ciężar atomowy najniższy, ale w grupach zaczynających się od *S* i *Cł* najtrudniej topią się ciała proste, które są — na odwrót — najcięższe. W grupie przejściowej, takiej, jak *Al, Ga, In* należy oczekiwać zjawisk pośrednich; dwa skrajne pierwiastki, najcięższy (*In*) i najlżejszy (*Al*) powinny być mniej topliwe aniżeli środkowy, co też jest rzeczywiście faktem”¹⁶.

Oczywiście z retrospektywnego punktu widzenia przewidywania Mendelejewa, dotyczące wartości *d* a zwłaszcza t_{top} ekaglinu-galu (jak też i prognoza jego gęstości dokonana przez Boisbaudrana) były w gruncie rzeczy nietrafne także i dlatego, że nie uwzględniono w nich faktu, iż owe właściwości w sposób istotny zależą od typu (symetrii) sieci krystalicznej odpowiedniej substancji prostej, a typ ten, niestety, nie stanowi ścisłej okresowej funkcji położenia pierwiastka w układzie¹⁷. W latach sześćdziesiątych ubiegłego stulecia poszukiwania podobnych zależności miały jednak wiadome, historyczne usprawiedliwienie i w połączeniu z głębokim zrozumieniem dialektyki relacji między pierwiastkami oraz subtelną intuicją badacza prowadziły do zadziwiających w swej precyzji przewidywań, których dobitnym przykładem są genialne prognozy Mendelejewa w odniesieniu do właściwości nieznanych pierwiastków.

Recenzent: Stefan Zamecki

Z języka rosyjskiego przełożył: Stefan Zamecki

И. С. Дмитриев

К ИСТОРИИ ПРЕДСКАЗАНИЯ И ОТКРЫТИЯ ГАЛЛИЯ

В работе сопоставляются прогнозы относительно существования и свойств неизвестного элемента III-ей группы, сделанные независимо Д. И. Менделеевым и П. Е. Лекоком де Буабодраном. Особое внимание уделено прогнозированию плотности этого элемента, открытого Буабодраном в 1875 году, и названного им галлием.

На основании детального анализа прогноза величины сделанного в 1869—1871 г. Менделеевым, автор приходит к выводу, что высокая точность этого прогноза обусловлена не достоинствами расчетного метода, как это принято считать, но является результатом случайной компенсации ошибок в ходе усреднения.

Кроме того, отмечено, что прогноз Менделеева, касающийся $t_{пл}$ будущего галлия также не вполне корректен даже с позиций прошлого века, ибо он не учитывает зависимость свойств, в том числе и $t_{пл}$ от типа кристаллической решетки.

В то же время, благодаря феноменальной интуиции Менделеева и глубокому пониманию им диалектики межэлементных отношений ему удалось сделать поразительные по своей точности прогнозы.

¹⁶ D. J. Mendelejew, dz. cyt. s. 393—394.

¹⁷ Na przykład glinowi odpowiada siatka krystaliczna typu $Cu(O_h)$, galowi — siatka odmiennej symetrii (D_{2h}), zaś indowi — znowu typ siatki (D_{4h}).

I. S. Dmitriew

HISTORY OF THE ANTICIPATIONS AND DISCOVERY OF GALLIUM

In the article are compared the anticipations having to do with the existence and some properties of gallium (discovered in 1875). They were made by D. I. Mendeleev and P. E. Lecoq de Boisbaudran, independently. The author comes to the conclusion that Mendeleev's anticipations about the density of gallium were very exact but that they were only results of an accidental compensation of errors. He also arrives at the opinion that Mendeleev's anticipation of the melting point of gallium was not too correct even in the 19th century, because he did not take into consideration a connection between the properties of the element and its crystal net.

