



Генетичний підхід до подання системи атомних елементів

Вячеслав Леонов,

кандидат фізико-математичних наук,
доктор філософських наук, професор,
Харківський національний університет
будівництва та архітектури

Навколо способів представлення систематики атомних елементів у наш час як і багато десятиріч тому, точаться запеклі дискусії. Свідомо тому є все нові і нові варіанти відображення систематики атомних елементів [1]. Хоча ще у 80-і роки було відомо близько 600 варіантів графічного зображення цієї систематики [2]. Серед різних періодичних систем атомних елементів (ПСАЕ) існують табличні, циклічні (у вигляді багатьох кіл), спіральні (з одним або декількома циклами, пірамідальні, лемніскати та деревоподібні структури.

Таке різноманіття періодичних систем можна пояснити як багатством взаємозв'язків між атомними елементами, так і відсутністю однозначних кореляцій між їх властивостями. Дається взнаки також існування різного роду відхилень у встановлених взаємозв'язках та періодичності властивостей елементів. Всі ці фактори дозволяють по-різному групувати елементи в залежності від того, яким особливостям віддають перевагу дослідники. Та тут виникає питання: які із періодичних систематик є більш прийнятними для вживання у науковій практиці?

Якщо підходити із загальної методологічної точки зору, то слід відзначити, що множина споріднених елементів завжди допускає різні підходи до їх впорядкування і побудову різних систематик виходячи з тих питань, які покликана вирішити

майбутня систематика. Багато систематик будується для вирішення свого круга завдань, а для вирішення інших завдань можуть бути більш придатними інші систематики.

При впорядкуванні найменших частинок речовини їх часто називають «хімічними елементами». Таку назву можна вважати умовною, не зовсім адекватною їх дійсній природі, оскільки ці елементи є в не меншій ступіні «фізичними» або «біологічними». Ці елементи представляють значний інтерес не тільки для хімії, але і для інших наук, тому вони є предметами досліджень у фізиці, електроніці та мікробіології. З них будуються на мікрорівні як «фізичні», так і «біологічні» матеріальні тіла.

Інша справа, що проблема впорядкування найменших частинок речовини за хімічними властивостями вперше була поставлена і вирішена хіміками. Коли хіміки вживають поняття «хімічні елементи», то вони мають на увазі ці матеріальні об'єкти з точки зору їх хімічних властивостей. Та в подальшому у вивчення властивостей найменших частинок речовини значний внесок був зроблений фізиками, астрономами та представниками інших наук. Саме фізиками була встановлена внутрішня будова атомів та атомних ядер, існування електронів, наявність електронних орбіталей, на яких знаходяться електрони, та квантово-механічні правила заповнення електронних орбіт.

Назва найменших частинок речовини повинна мати певну наукову нейтральність в тому сенсі, щоб не відносити їх до якоїсь однієї науки. Тому назва «хімічні елементи» є непридатною для одночасного вживання в ряді наук, що досліджують найменші частинки речовини. За цими частинками міцно закріпилася назва «елементи».

Термін «елементи» має широке застосування коли мова йде про систему будь якої природи та її частинки, що позначаються як «елементи». Тобто термін «елементи» не має однозначного зв'язку з атомним рівнем речовини. Доречно відзначити, що у фізиці частіше застосовується саме назва «атоми», ніж «елементи». Тому, щоб поєднати термінологію як хіміків, так і фізиків, на наш погляд, можна скористатися назвою «атомні елементи».

У глобальному розвитку речовини атомні елементи є певним етапом. З них будуються більш складні утворення, які в результаті свого еволюційного розвитку привели до виникнення біологічного життя і людського розуму, до усвідомлення речовиною самої себе. Найявна множина матеріального різноманіття земної природи у вигляді структурних рівнів була нами об'єднана у загальній систематичній матеріальних об'єктів [3, с.62; 4, с.59]. При цьому були використані такі сучасні теорії та методики, як концепція глобального еволюціонізму, системно-структурний підхід, загальна теорія розвитку, поняття природного та штучного.

При побудові загальної систематики для матеріальних об'єктів макроскопічного структурного рівня була показана доцільність використання дерева структурно-генетичних ліній, а тим самим і генетичного підходу. Генетичний підхід є одним з найбільш ефективних при вивченні та систематизації великої кількості матеріальних об'єктів. Тому, що саме вивчення історичного шляху розвитку у часі дозволяє пояснити функціонування, структуру та якісну специфіку досліджуваного тіла чи явища, дає можливість

встановити об'єктивний взаємозв'язок їх різновидів. Перевагою подібної систематики є можливість відображення на структурно-генетичному дереві в узагальненому вигляді часу виникнення та ступеня спорідненості різних видів матеріальних утворень.

Застосування генетичного підходу дало певні орієнтири до того, яким чином слід впорядковувати матеріальні об'єкти. Згідно з теоріями розвитку [5, 6] загальний процес розвитку відбувається в часі — від минулого до майбутнього, в плані ускладнення — від простого до складного, у відношенні розвиненості — від нижчого (нерозвиненого) до вищого (розвиненого). Приймаючи до уваги ці особливості розвитку, ми при систематизації матеріальних об'єктів розміщували їх у наступній системі координат (рис. 1). Подібна система координат часто використовується для систематизації матеріальних об'єктів всередині окремих царств природи (мікроорганізмів, рослин або тварин).

Атомні елементи є одним із структурних рівнів загальної систематики матеріальних об'єктів, тому їх доцільно впорядковувати за тими самими загальними критеріями, що й інші матеріальні утворення земного світу. Тобто, для впорядкування атомних елементів слід застосовувати таку саму систему координат.

Гучасні варіанти періодичної системи будуються переважним чином так, що легкі елементи, починаючи з водню, займають самий високий рядок. Більш складні елементи розміщуються нижче. З точки зору теорії розвитку та прийнятих підходів до зображення процесу розвитку неживих та живих об'єктів у вигляді генетичного дерева, таке побудування ПСАЕ є нелогічним.

Виходячи з наведених вище міркувань, необхідно перед усім перевернути періодичну систему згори — донизу. Тобто розмістити легкі елементи (починаючи з водню) унизу, а важкі елементи — вгорі. Це питання є принциповим, оскільки майже всі зображення періодичної системи розміщують вгорі легкі елементи, а вни-

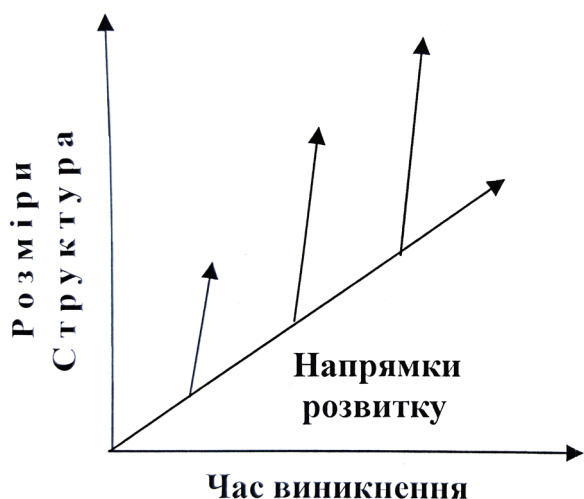


Рис. 1. Система координат для показу розвитку матеріальних об'єктів

зу — елементи важкі. Така ж ситуація спостерігається і в затверджених до застосування Міжнародним союзом чистої та прикладної хімії (IUPAC) короткому та довгому варіантах періодичної системи [7].

Традиційно розвиток атомних елементів розуміється таким чином, що в ряду від простих елементів до складних у кожного наступного елемента збільшується заряд ядра на один протон і разом з тим стає більше в електронному оточенні на один електрон.

Зовсім по-іншому генетичний підхід при систематизації атомних елементів трактує В. Горох [8]. Кожен період в його систематиці фактично пов'язаний з формуванням у елементів однієї електронної оболонки. Сама систематика атомних елементів має деревоподібний вигляд з сьома періодами-поверхами від водню до елемента із номером 104 (Резерфордій). Схожа деревоподібна систематика атомних елементів, що одночасно відображала будову електронних оболонок і хімічних властивостей атомів, була запропонована ще у 1921 р. Н. Бором [9]. Але систематика Н. Бора інакше зорієнтована у просторі, вона, так би мовити, лежить на боці: легкі елементи, починаючи з водню, розміщені зліва, а важкі елементи — справа.

Свою точку зору В. Горох базує на вимірюванні потенціалів іонізації атомів. В якості аргументів спирається на те, що

«формування атомів йшло із високотемпературної плазми, і електрон повинен був приєднатися в першу чергу до найбільш важкого ядра, з яким у нього найбільша енергія зв'язку». А далі приходить до висновку, що «картину генетичного опису побудови елементів треба малювати у послідовності не від водню до урана, а від важких елементів до легких» [8, с.11].

Як висновок свого аналізу він пропонує впорядковувати атомні елементи не знизу-вгору, відповідно до ускладнення їх структурної будови, а згори — донизу. Такий підхід аргументує тим, що «зміст послідовності появи електронного оточення у атомів, природно і логічно веде до поняття верха (зі сторони зауранових елементів) і низу (зі сторони водню) періодичної системи» [8, с.50].

Звернемо увагу, що В. Горох розглядає формування елементів із високотемпературної плазми, яка утворюється всередині зірок, а це вже є вторинний процес формування елементів. За мільярди років зірки народжуються під дією гравітації при згущенні туманностей, проходять певну еволюцію, вибухають і знову переходять у нові туманності. В цих процесах на певних етапах відбуваються процеси ядерного синтезу, в яких і утворюються важкі елементи.

Первинний процес синтезу атомних ядер відбувався в момент Великого Вибуху, коли «формування хімічних елементів почалось з первинного ядерного синтезу легких елементів (H, D, ^3He , ^4He , ^7Li) через 100 секунд після Великого Вибуху при температурі Всесвіту 10^9 К». А через 10^3 с цей процес закінчується, «його результат — це, в основному, водень (у вигляді) p і ^4He , що утримує практично всі нейтрони, а також невелика кількість D, ^3He та ^7Li » [10, с.928, 931].

Процес розвитку речовини, що почався в перші хвилини після Великого Вибуху, добре ілюструє одна із фундаментальних схем ядерного синтезу легких атомних елементів. У даному процесі утворилось більше за 99 % всієї речовини у ранньому Всесвіті (рис. 2) [10, с.932]. На схемі рис. 2

методологічно вірно розміщені атомні елементи згідно з напрямками розвитку на рис. 1. Тобто знизу знаходяться легкі, а більш складні продукти ядерного синтезу — вгорі. Та чим складніше продукт синтезу, тим вище він розміщується на схемі ядерного синтезу. Ця схема також підтверджує доцільність запропонованої нами орієнтації періодичної системи із розміщенням легких елементів унизу таблиці.



Одним із підтверджень моделі розвитку Всесвіту через Великий Вибух є те, що до нашого часу збереглося переважно розповсюдження легких атомів. Спектроскопічні дослідження показують, що «за розповсюдженістю елементів в нашій Галактиці існує атомів водню 92 %, гелію — 8 %, а більш важких ядер — 1 атом на 1000» [11]. З цього витікає, що первинним матеріалом для термоядерного синтезу всередині зірок є легкі елементи з перевагою водню та гелію, а всі інші атомні елементи генетично походять від них. Яким саме чином це відбувається у термоядерному синтезі та через скільки проміжних стадій — це вже інше питання.

Нам тут важливо зафіксувати напрямки генетичного зв'язку: утворення важких елементів із легких. Важкі елементи утворювались у термоядерному синтезі з ядер легких елементів, оскільки вони первинні за часом виникнення і є генетичним корінням інших, більш складних елементів.

Привертає до себе увагу питання про те, де починається періодична система. Воно піднімалося ще півстоліття тому Д. Трифоновим. Зокрема пропонувалося розмістити нейтрон вище водню в особливому нульовому періоді, оскільки він є електрично нейтральним та має нульову валентність [12, с.152]. Подібні намагання знайти місце нейтрону та протону в періодичній системі зустрічаються і в наш час. Наприклад, А. Макеев побудував свій варіант періодичної системи в еліпсоїдній формі з включенням до неї нейтрона, протона і деяких інших елементарних частинок [13]. Або система елементів Б. Мохова, що включає окрім протона ще й світовий ефір [14].

Якщо це питання розглядати з позицій системно-структурного підходу, то проблема нижньої межі періодичної системи вирішується просто. Тут треба дотримуватись суто логічних міркувань означення понять. Якщо ми в систематиці впорядковуємо атомні елементи, і до них не відносимо нейтрон з протоном, то вони і не повинні включатися у систематику. У періодичній системі першим повинне бути те матеріальне утворення, яке має всі властивості атомного елемента, тобто класу утворень, що мають назву атомних елементів.

При цьому більш прості об'єкти, які відповідно мають й менші розміри, відносяться до нижчого структурного рівня — утвореного елементарними частинками. В їх ряду вище всього, та найближче до атомних елементів повинні бути розміщені найбільш складні утворення із класу елементарних частинок — тобто нейтрон і протон., а трохи нижче — інші елементарні частинки.

Для більш детального відображення атомних елементів у загальній систематиці матеріальних об'єктів [3, с.62; 4, с.59], можна підійти таким чином. В одному рядку, там де розміщується атомний структурний рівень, перелічити назви груп елементів з близькими фізико-хімічними властивостями. В деяких варіантах зобра-

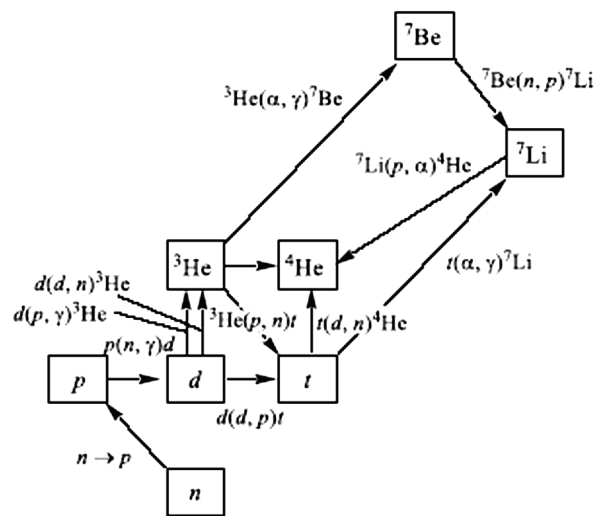


Рис. 2. Схема ядерного синтезу легких елементів

ження періодичної системи їх виділяють різними кольорами [1]. Усі ці групи достатньо повно відображає наступний ряд: 1) лужні метали; 2) лужно-земельні метали; 3) перехідні метали; 4) постперехідні метали; 5) напівметали; 6) халькогеніди; 7) галогени; 8) благородні гази; 9) лантаніди; 10) актиноїди. Фактично цей ряд можна ототожнити з сукупністю генетичних гілок розвитку атомних елементів. Тобто кожна з генетичних гілок буде відображати одну із груп періодичної системи.

Що стосується систематики атомних елементів для хімічної науки з таким їх відображенням, щоб було видно зв'язки хімічних властивостей атомних елементів різних періодів, то тут, на наш погляд, можуть бути прийнятними декілька існуючих систематик. Перед усім, це систематики, затверджені IUPAC, та дві деревоподібні структури, що схожі до систематики Н. Бора. Але вони потребують, окрім доповнення відкритими пізніше елементами, деяких корекцій.

1) Короткий та довгий варіанти систематики атомних елементів, затверджені IUPAC [7], потребують лише перегортання згори — донизу.

2) Система атомних елементів Б. Некрасова [15, с.236] потребує також перегортання згори — донизу.

3) Приймаючи в цілому систематику А. Гороха [9, с.47-48], ми вважаємо, що в такій системі елементи необхідно розміщувати відповідно до збільшення їх номерів не справа-наліво, а зліва-направо. Це диктується часовим фактором, оскільки складніші елементи у часі формуються пізніше.

Література

1. *Електронний ресурс*: ru.gaz.wiki/wiki/Alternative_periodic_

tables#ADOMAN_(Valeri_Tsimmerman,_2006)

2. *Петрова И.А.* Эволюция форм графического изображения периодической системы элементов : автореф. дис. ... канд. хим. наук. Москва : ИИЕТ, 1985. 24 с.

3. *Леонов В.П.* Классификация наук о материальных объектах // *Науковедение и информатика*. 1990. № 34. С. 60-65.

4. *Леонов В.П.* Становление третьего мира реальности // *Новий Колегіум*. 2017. № 4. С.58-66.

5. *Босенко В.А.* Всеобщая теория развития. К., 2001. 469 с.

6. *Чешков М.А.* Развитие: философская идея и конкретные исследования // *Мировая экономика и международные отношения*. 2004. № 8. С. 70-81.

7. *Електронний ресурс*: ru.wikipedia.org/wiki/Периодическая_система_химических_элементов

8. *Бедняков В.А.* О происхождении химических элементов // *Физика элементарных частиц и атомного ядра*. 2002. Т.33, Вып.4. С.915-963.

9. *Горох А.В.* Периодическая система химических элементов. Генетический аспект. Донецк : ДонФТИ НАНУ, 2002. 81 с.

10. *Електронний ресурс*: scientific-russia.ru/articles/135-let-so-dnya-rozhdeniya-nilsa-bora

11. *Електронний ресурс*: nuclphys.sinp.msu.ru/astro/astro14.htm

12. *Трифонов Д.Н.* Структура и границы периодической системы. Москва : Атомиздат, 1969. 272 с.

13. *Електронний ресурс*: shkolazhizni.ru/world/articles/47658/

14. *Електронний ресурс*: fundamental-research.ru/ru/article/view?id=2765

15. *Некрасов Б.В.* Основы общей химии. В 2-х т. Т.1. Сп.-б : Лань, 2003. 656 с.

19.01.2021

Відомості про автора:

Леонов Вячеслав Павлович — кандидат фізико-математичних наук, доктор філософських наук, професор; Харківський національний університет будівництва та архітектури; Харків; Україна; email: leonid5loginov@gmail.com; Google Scholar https://scholar.google.com/citations?view_op=list_