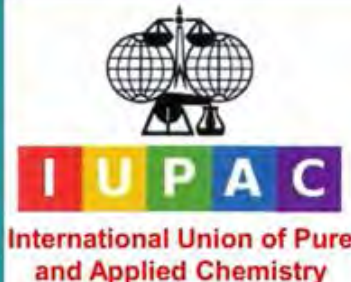

ХЕМІЧНІ НОВИНИ

Т.Р. Татарчук, Г.О. Сіренко

Нові хемічні первні внесено до Періодичної таблиці: № 114 – Флеровій (Fl) та № 116 – Ліверморій (Lv)

Міжнародний союз теоретичної і прикладної хемії (IUPAC) офіційно затвердив назви для первнів з атомними номерами 114 та 116 Періодичної таблиці – *Флеровій* та *Ліверморій* відповідно. Прес-реліз з'явився на сайті IUPAC 30 травня 2012 року [1], а офіційні рекомендації опубліковано у липневому номері журналу IUPAC «Pure and Applied Chemistry» [2]. Пріоритет у відкритті первнів з атомними номерами 114 і 116 був встановлений спільною робочою групою (JWP), що складається з незалежних експертів і сформована Міжнародними союзами теоретичної і прикладної хемії (IUPAC) і теоретичної та при-

кладної фізики (IUPAP). Доповідь цієї групи опублікована у липні 2011 року в журналі IUPAC [3]. Пріоритет у відкритті визнаний за Об'єднаним інститутом ядерних досліджень (ОІЯД, м. Дубна, Росія) та Ліверморською національною лабораторією імені Е. Лоуренса (англ. Lawrence Livermore National Laboratory, LLNL; Лівермор, штат Каліфорнія, США) (рис. 1). Спільна група вчених запропонувала назвати первні на честь двох лабораторій, які брали участь у дослідженнях [4]. Експерименти проводилися під керівництвом академіка РАН Юрія Оганесяна.



Press Release 30.05.2012 21:27

Element 114 is Named Flerovium and Element 116 is Named Livermorium

IUPAC has officially approved the name **flerovium**, with symbol **Fl**, for the element of atomic number **114** and the name **livermorium**, with symbol **Lv**, for the element of atomic number **116**.

Priority for the discovery of these elements was assigned to the collaboration between the Joint Institute for Nuclear Research (Dubna, Russia) and the Lawrence Livermore National Laboratory (Livermore, California, USA).

The name **flerovium** will honor the Flerov Laboratory of Nuclear Reactions where superheavy elements are synthesised. Georgiy N. Flerov (1913 – 1990) – was a renowned physicist, author of the discovery of the spontaneous fission of uranium, pioneer in heavy-ion physics, and founder in the Joint Institute for Nuclear Research the Laboratory of Nuclear Reactions (1957).

The name **livermorium** honors the Lawrence Livermore National Laboratory. A group of researchers of this Laboratory with the heavy element research group of the Flerov Laboratory of Nuclear Reactions took part in the work carried out in Dubna on the synthesis of superheavy elements including element 116.

Рис. 1. Прес-реліз IUPAC щодо офіційного затвердження назв для 114-го та 116-го первнів.



Академік РАН Юрій Оганесян
(Фото: Nanonews)

Юрій Цолакович Оганесян (нар. 14 квітня 1933, Ростов-на-Дону) – російський вчений (1956), фахівець в галузі експериментальної ядерної фізики, академік РАН (з 2003 р.), науковий керівник лабораторії ядерних реакцій ім. Г.М. Фльорова в Об'єднаному інституті ядерних досліджень в м. Дубна (Російська Федерация).

Ю.Ц. Оганесян є співавтором відкриття важких первнів Періодичної таблиці: 104-го первня – Резерфордію, 105-го первня – Дубнію, 106-го первня – Сиборгію, 107-го первня – Борію, що було визнано як наукові відкриття і занесено до Державного реєстру відкриттів ССРСР.

Флеровій



Флеровій (лат. *Flerovium*, Fl) раніше мав тимчасову назву Унунквадій (лат. *Ununquadium*, Uuq), яка утворена з коренів латинських числівників, яка дослівно означала одно-одно-четвертій. Використовувалась і неофіційна назва *ека-плюмбум*. Флеровій – це хемічний первень з порядковим номером 114, який розміщений у 14 групі (за іншою класифікацією – у А підгрупі IV групи), 7-му періоді Періодичної системи хемічних первнів.

Флеровій отримав свою назву на честь Лабораторії ядерних реакцій імені Георгія Миколайовича Фльорова, в якій даний первень був синтезований. **Г.М. Фльоров** (1913-1990) – це відомий фізик, академік, автор відкриття спонтанного поділу ядер Урану (1940 р., спільно із К.А. Петржаком), піонер у галузі фізики важких йонів, а також засновник у Об'єднаному інституті ядерних досліджень Лабораторії ядерних реакцій (1957 р.). Вибір назви є особливо вдалим, оскільки в 1991 р. лабораторія, в якій був синтезований новий



Георгій Миколайович Фльоров
(1913 – 1990)

первень, була названа його іменем. Професор Г.М. Фльоров відомий також своїми фундаментальними роботами в різних галузях фізики, які призвели до відкриттів нових властивостей і явищ під час взаємодій атомних ядер, і зіграли визначальну роль у становленні та розвитку багатьох напрямків майбутніх досліджень. Завдяки ідеям Фльорова в ОІЯД був отриманий цілий ряд хемічних первнів [4].

Вперше первень №114 був отриманий в Об'єднаному інституті ядерних досліджень (Дубна, Росія) спільно з Ліверморською національною лабораторією (Лівермор, США) в грудні 1998 року шляхом синтезу ізотопів через реакцію злиття ядер Кальцію з ядрами Плутонію [5]:



Отримання первня було підтверджене у 2004 [6] та 2006 [7] роках ОІЯД, а також у 2009 році в Національній лабораторії імені Лоуренса в Берклі (США) [8].

Для синтезу нового первня використовувався газонаповнений сепаратор (Gas-filled Separator) у 88-дюймовому циклотроні. Циклотрон (прискорювач заряджених елементарних частинок, який має особливу конструкцію) дозволяє розганяти ядра хемічних первнів до великих швидкостей, потрібних для досліду, а сепаратор дає можливість розділити продукти фізичної взаємодії і виявити в них нові первні. Розігнавши йони Кальцію ${}^{48}\text{Ca}$, в ядрах якого 20 протонів і 28 нейтронів, вчені влаштували зіткнення цього променя з мішенню, яка складається з оксиду плутонію ${}^{242}\text{Pu}$, що включає в себе 94 протона і 148 нейтронів. Мішень розташовувалася на колесі з діаметром 9,5 см, яке

оберталося зі швидкістю 12-14 оборотів у секунду, щоб розсіяти тепло, яке виділялося при зіткненні.

У досліді американських вчених з Берклі утворилися два ядра 144-го первня, що вірізняються числом нейтронів і масою. Один з них – $^{286}_{114}\text{Fl}$ – включав у себе 114 протонів і 172 нейтрона, інший – $^{287}_{114}\text{Fl}$ – 114 протонів і 173 нейтрони [8]:



Атом $^{286}_{114}\text{Fl}$ розпався приблизно через 0,1 с після створення, випустивши альфа-частинку – ядро атома Гелію, що складається з двох протонів і двох нейтронів. У результаті утворився 112-й хемічний первень, який в свою чергу розділився на менші ядра. Атом $^{287}_{114}\text{Fl}$ проіснував близько півсекунди, а потім послідовно випустив дві альфа-частинки. Утворився спочатку 112-й первень, потім 110-й, який уже розвалився на менші ядра.

Отримавши 114-й первень, вони розвіяли усілякі сумніви щодо досягнень вчених з Дубни. Однак американські фахівці відзначають, що деякі їхні дані відрізняються від отриманих російськими вченими. Сюрпризом стало те, що ядро 114-го первня виявилось менше у поперечному перерізі, ніж те, про яке повідомили вчені з Дубни.

У жовтні 2010 року група фізиків із Берклі повідомила про отримання ще одного ізотопу Флеровія з масовим числом 285 [9]:



Ліверморій



Ліверморій (лат. **Livermorium**, Lv) – це 116-й хемічний первень, розміщений у VIA групі та 7 періоді Періодичної системи хемічних первнів. До цього використовувалася тимчасова назва Унунгексій (лат. Ununhexium, Uuh), яка утворена з коренів латинських числівників, що дослівно означає одно-одностій. Раніше був відомий як *ека-полоній*.

Вчені ОІЯД пропонували для 116 первня назву Московій – на честь Московської області [10]. Проте американські партнери ОІЯД з Ліверморської національної лабораторії запропонували назвати 114-й або 116-й первень на честь живописця і винахідника епохи Відродження Леонардо да Вінчі, фізика та астронома Галілео Галілея, або в честь Ліверморської національної лабораторії імені Е. Лоуренса [11]. Після погоджувальних процедур між російськими та американськими вченими у грудні 2011 в комісію по номенклатурі хемічних сполук ІЮПАК було направлено пропозицію назвати 116-й первень Ліверморій, і 30 травня 2012 року назва була затверджена [1].

Ліверморська національна лабораторія імені Е. Лоуренса заснована у 1952 році і розташована у м. Лівермор (штат Каліфорнія, США). Група дослідників з цієї лабораторії вже більше 20 років спільно з групою дослідників важких первнів з Фльоровської лабораторії ядерних реакцій бере участь у роботах, що виконуються в Дубні з синтези надважких первнів, включаючи первень № 116. Протягом багатьох років вчені з Лівермора досліджують різні галузі ядерної фізики: поділ важких первнів, включаючи бімодальний поділ, випускання миттєвих гамма-квантів зі скалок, які супроводжують поділ, дослідження ізомерів та ізомерних станів, а також хемічних властивостей найбільш важких первнів.

Ліверморська національна лабораторія імені Е. Лоуренса (англ. Lawrence Livermore National Laboratory, LLNL) – національна лабораторія Міністерства енергетики США в Ліверморі, штат Каліфорнія. Входить до структури Каліфорнійського університету. Поряд з національною лабораторією в Лос-Аламосі є однією з двох лабораторій у США, основним завданням яких є розробка ядерних технологій. За офіційним веб-сайтом Ліверморської лабораторії, вона є «головною науково-дослідною та дослідно-конструкторською організацією для вирішення проблем національної безпеки». Вона відповідає за «безпеку і надійність» ядерної зброї США, застосовуючи в її розробках досягнення сучасної науки і техніки. Також лабораторія займається дослідженнями в галузі наук, не пов'язаних з оборонною діяльністю, таких як енергетика, екологія та біологія (у тому числі біоінженерія) [16].

Саме в Ліверморській лабораторії було зроблено більшість суперкомп'ютерів, включаючи найшвидший суперкомп'ютер у світі (з 2004 до 2008 р.) – Blue Gene/L. Сам термін «суперкомп'ютер» було створено фахівцями з Ліверморської лабораторії Дж. Мішелем і С. Фернбахом.

Ліверморій відкритий шляхом синтези ізотопів у 2000 р. в Об'єднаному інституті ядерних досліджень (Дубна, Росія) у співпраці з Ліверморською національною лабораторією (США), Науково-дослідним інститутом атомних реакторів (Димитровград, Російська Федерація) і «Електрохімпрібором» (Лесной, Російська Федерація). 19 липня 2000 року вперше спостерігався α -розпад ядра 116-го первня, отриманого в результаті бомбардування мішені з Кюрію йонами Кальцію. Результати експерименту були вперше опубліковані 6 грудня 2000 року [12] (рукопис отриманий журналом 2 жовтня 2000 року). Хоча в цій роботі стверджувалося про синтезу ізотопу ^{292}Lv , в подальших роботах колаборації дану подію було співвіднесено з ізотопом ^{293}Lv [13]. Пізніше в тому ж Об'єднаному інституті ядерних досліджень синтеза ізотопів первня була підтверджена хемічною ідентифікацією кінцевого продукту його розпаду [14].



Вигляд на лабораторію з повітря

Ізотопи Ліверморію були отримані в результаті таких ядерних реакцій [13]:



а також у результаті α -распаду ${}^{294}\text{Uuo}$ [15]:



Окрім Флеровія та Ліверморія у ОІЯД у різний час були отримані також первні з порядковими номерами 104, 113, 115, 117 та 118. На сьогоднішній день нова робоча група, затверджена президентами IUPAC і IUPAP, приступила до роботи по встановленню пріоритетів у відкритті первнів 113, 115, 117 та 118. Офіційно визнані першовідкривачі отримають право запропонувати для них назви.

Література

1. <http://www.iupac.org/news/news-detail/article/element-114-is-named-flerovium-and-element-116-is-named-livermorium.html>
2. **Loss R.D., Corish J.** Names and symbols of the elements with atomic numbers 114 and 116 (IUPAC Recommendations 2012) // *Pure Appl. Chem.* – 2012. – Vol. 84, No. 7. – P. 1669-1672.
3. **Discovery of the elements** with atomic numbers greater than or equal to 113 (IUPAC Technical Report) / R.C. Barber, P.J. Karol, H. Nakahara, E. Vardaci and E.W. Vogt // *Pure Appl. Chem.* – 2011. – Vol. 83, No. 7. – P. 1485-1498.
4. <http://science-tv.jinr.ru> (офіційний сайт Об'єднаного інституту ядерних досліджень).
5. **Synthesis of Superheavy Nuclei in the ${}^{48}\text{Ca} + {}^{244}\text{Pu}$ Reaction** / Yu. Ts. Oganessian et al. // *Physical Review Letters.* – 1999. – Vol. 83, No 16. – P. 3154-3157.
6. **Measurements of cross sections and decay properties of the isotopes of elements 112, 114, and 116 produced in the fusion reactions ${}^{233,238}\text{U}$, ${}^{242}\text{Pu}$, and ${}^{248}\text{Cm} + {}^{48}\text{Ca}$** / Yu.Ts. Oganessian, V.K. Utyonkov, Yu.V. Lobanov et al. // *Phys. Rev. C.* – 2004. – V.70, Issue 6. – P. 064609 (14 pages).
7. **Oganessian Yu.Ts.** et al. Synthesis of the isotopes of elements 118 and 116 in the ${}^{249}\text{Cf}$ and ${}^{245}\text{Cm} + {}^{48}\text{Ca}$ fusion reactions // *Physical Review C.* – 2006. – V. 74. – C. 044602.
8. **Independent Verification of Element 114 Production in the ${}^{48}\text{Ca} + {}^{242}\text{Pu}$ Reaction** / L. Stavsetra, K.E. Gregorich, J. Dvorak, P.A. Ellison, I. Dragojević, M.A. Garcia, and H. Nitsche // *Phys. Rev. Lett.* – 2009. – V. 103, Issue 13. – P. 132502-132505.

9. **New Superheavy Element** Isotopes: $^{242}\text{Pu}(^{48}\text{Ca},5n)^{285}114$ / P.A. Ellison, K.E. Gregorich, J.S. Berryman et al. // Phys. Rev. Lett. – 2010. – V. 105, Issue 18. – P. 182701 (4 pages).
10. **Российские физики** предложат назвать 116 химический элемент москвием, РИА Новости (26 марта 2011). <http://ria.ru/science/20110326/358081075.html>.
11. **Новые химические элементы** могут назвать в честь да Винчи и Галилея, РИА Новости (14 октября 2011). <http://www.ria.ru/science/20111014/458531663.html>.
12. **Observation of the decay** of $^{292}116$ / Yu.Ts. Oganessian, V.K. Utyonkov, Yu.V. Lobanov et al. // Phys. Rev. C. – 2000. – V.63, Issue 1. – P. 011301 (2 pages).
13. **Oganessian Y.Ts.** Superheavy elements // Pure Appl. Chem. – 2004. – V. 76, № 9. – P. 1715-1734.
14. **Confirmation of the Decay** of $^{283}112$ and First Indication for Hg-like Behavior of Element 112 / R. Eichlera, N.V. Aksenovc, A.V. Belozerovc et al. // Nuclear Physics A. – 2007. – V. 787, № 1-4. – P. 373-380.
15. **Oganessian Yu. Ts.** et al. Synthesis of the isotopes of elements 118 and 116 in the ^{249}Cf and $^{245}\text{Cm}+^{48}\text{Ca}$ fusion reactions // Physical Review C. – 2006. – V. 74, № 4. – P. 044602 (9 pages).
16. <https://www.llnl.gov>.

Татарчук Тетяна Романівна – кандидат хімічних наук, доцент кафедри неорганічної та фізичної хемії.

Сіренко Геннадій Олександрович – доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри неорганічної та фізичної хемії.

Рецензент

Мідак Л.Я. – кандидат хімічних наук, доцент кафедри неорганічної та фізичної хемії Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника.