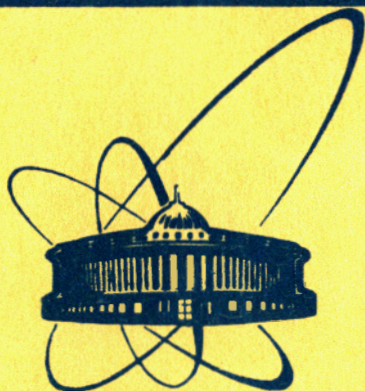


422-84



СООБЩЕНИЯ
ОБЪЕДИНЕННОГО
ИНСТИТУТА
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ
ДУБНА

Р6-84-422

Г.Н.Флеров, С.Н.Дмитриев,
И.С.Ломоносов,¹ Е.В.Пиннекер²

ПОИСК СВЕРХТЯЖЕЛЫХ ЭЛЕМЕНТОВ
В ТЕРМАЛЬНЫХ ВОДАХ
БАЙКАЛЬСКОЙ РИФТОВОЙ ЗОНЫ

¹Институт геохимии им.А.П.Виноградова СО АН СССР,
Новосибирск

²Институт земной коры СО АН СССР, Новосибирск

1984

О различных аспектах проблемы сверхтяжелых элементов /СТЭ/ за последнее десятилетие опубликовано несколько сотен статей и обзорных работ. И хотя однозначных результатов, свидетельствующих в пользу их существования в природе, до настоящего времени получено не было, интерес к этой проблеме не уменьшается ввиду ее важности для ядерной физики, химии, космологии и т.д. Непременным условием стабильности СТЭ является существование у их атомных ядер значительного барьера, препятствующего спонтанному делению, которое, проявляясь в случае лишь одного природного нуклида - $^{238}\text{U}/1/$ и представляя очень высокую ветвь его радиоактивного распада, становится главным видом ядерного превращения для элементов с $Z > 104$. Наиболее существенным для развития проблемы СТЭ было предсказание магичности протонных и нейтронных чисел $Z = 114$ и $N = 184$ и наличия больших барьеров деления для целой группы нуклидов, располагающихся около этих магических чисел и образующих, таким образом, новый остров стабильности. Первые реалистические оценки стабильности сверхтяжелых ядер были сделаны Струтинским с сотрудниками/2-5/, а также Нильсоном/6/, Рэндрупом/7/ и др. Вопросы корректности подобных расчетов, источники возможных ошибок и другие аспекты предсказания времен жизни сверхтяжелых ядер подробно рассмотрены в обзорной работе Флерова и Тер-Акопьяна/8/. Остановимся лишь на тех свойствах СТЭ, которые имеют непосредственное отношение к практической стороне их поиска в природных образцах, априори принимая при этом как возможность существования эффективного механизма нуклеосинтеза, приводящего с достаточной вероятностью к образованию атомных ядер сверхтяжелых элементов, так и возможность существования среди последних хотя бы одного нуклида с временем жизни около миллиарда лет.

В этом случае первоочередным будет определение объектов поиска и методов выделения СТЭ из этих объектов, а также выбор характерного признака, удобного для наблюдения СТЭ.

На сегодня наибольшая чувствительность при поиске СТЭ в образцах различного происхождения достигнута регистрацией событий множественной эмиссии нейтронов с помощью детекторов с ^3He -счетчиками и осколков спонтанного деления на больших пропорциональных счетчиках. Выбор данных методов регистрации обоснован, так как атомные ядра, принадлежащие острову стабильности, хотя и могут испытывать любой из видов радиоактивного распада, однако в конечном счете их превращение должно приводить к спонтанно делящимся дочерним ядрам. Детально эти и другие методы регистрации СТЭ /масс-сепарация и масс-спектрометрия, характеристические X-лучи и т.д./ рассмотрены в обзоре/8/.



Переходя к проблеме выбора объектов поиска и методов выделения, необходимо прежде остановиться на рассмотрении предполагаемых химических свойств СТЭ. Предсказание химических свойств СТЭ проводилось исследователями как экстраполяцией свойств их гомологов на основе Периодического закона Менделеева, так и использованием волновых функций, рассчитанных релятивистским методом Хартри-Фока или приближенным релятивистским методом Хартри-Фока-Слэтера.

Исходя из положения СТЭ в периодической таблице можно ожидать, что элементы с порядковыми номерами от 108 до 118 будут химическими аналогами элементов от осмия до радона, т.е. у элементов с $108 \geq Z \geq 112$ будет происходить заполнение электронами 6d-уровня, а у элементов 113-118 - 7p-уровня. Предполагают, что элементы 119 и 120 будут аналогами цезия и бария или франция и радия, а с порядкового номера 121 будет образовываться новая переходная серия элементов - суперактинидов.

Предсказание химических свойств СТЭ осложнено необходимостью учета релятивистских эффектов, которые будут вызывать расщепление внешних электронных уровней с отличными от нуля орбитальными моментами на два состояния с $j = \ell + 1/2$ и $j = \ell - 1/2$. Это также приводит к увеличению энергии связи $S_{1/2}$ - и $P_{1/2}$ -уровней при $Z > 100$ и уменьшению энергии связи электронов в состояниях с большим угловым моментом. Изменения в электронной структуре атомов скажутся и на их химических свойствах: для элементов от эка-ртути до эка-висмута /112-115/ ожидаются невысокие состояния окисления /валентность 1-2/ и соответственно большие ионные радиусы /1,2-1,5А/. По мнению ряда авторов эка-ртуть и эка-свинец /112 и 114/ вообще не должны вступать в химические реакции и будут вести себя подобно благородным газам.

К наиболее устойчиво предсказываемым свойствам некоторых СТЭ, по-видимому, следует отнести их повышенную летучесть в элементарном состоянии или в виде соединений. Так, предполагается, что в отличие от элементов 108-110 элементы от эка-ртути до эка-полония будут летучими в воздухе при повышенных температурах.

При рассмотрении предполагаемых химических свойств СТЭ /подробно см. /9-11// видна их неопределенность, что в сочетании с неоднозначностью в определении Z наиболее долгоживущего нуклида значительно затрудняет выбор перспективных с точки зрения поиска природных объектов.

В целом, анализируя результаты поиска земных образцов, обогащенных СТЭ, можно выделить ряд основных подходов к решению этого вопроса, включающих как изучение земных образцов, в которых в результате различных геохимических процессов возможно накопление искомого нуклида, так и исследование объектов, состав которых в наименьшей степени подвергся изменению в процессе эволюции Солнечной системы, т.е. наиболее близок к предполагаемому первоначальному земному веществу.

Среди последних следует выделить примитивные метеориты Алленде и Ефремовка (C_3), а также метеорит Саратов (L4), в которых Флеровым и др. /8/ была обнаружена активность спонтанного деления нового природного нуклида, возможно, принадлежащего к области СТЭ. В предположении, что период полураспада этого нуклида равен 10^9 лет, его концентрация в изученных образцах метеоритов составила по порядку величины 10^{-14} г/г. Столь низкая концентрация в сочетании с недоступностью больших количеств вещества метеоритов вызывает практически непреодолимые трудности для извлечения и идентификации искомого нуклида.

Это препятствие могло бы стать менее существенным, если бы удалось найти указанный спонтанно делящийся нуклид в земных образцах. Однако, несмотря на то, что многими авторами было изучено более 400 различных геологических объектов /минералы, руды, породы/, указаний на возможное существование СТЭ в земной коре получено не было. Чувствительность этих поисков лимитировалась возможностями применявшихся методов регистрации и в лучшем случае достигала 10^{-13} г/г. Например, в ряде случаев при поисках спонтанно делящихся нуклидов чувствительность ограничивалась фоном спонтанного деления урана, содержание которого в земной коре $\sim 2 \cdot 10^{-6}$ г/г/ на два порядка величины превышает его содержание в метеоритах /16/.

С учетом того, что элементный состав земного вещества в среднем подобен составу каменных метеоритов, представляет интерес поиск СТЭ в образцах мантийного происхождения. Вследствие предполагаемой повышенной летучести СТЭ вероятно возможность их миграции вместе с продуктами дегазации верхней мантии, которые могут выноситься на поверхность термальными водами, приуроченными к глубинным разломам.

Ранее /17-19/ сообщалось об обнаружении избыточной активности спонтанного деления в продуктах химической переработки термальных рассолов п-ова Челекен. Челекенские гидротермы приурочены к глубинным разломам, и для них возможна реализация отмеченных выше условий поступления продуктов дегазации верхней мантии. За последние годы различными методами химического концентрирования /сорбция, экстракция, соосаждение, цементация, ультрафильтрация/ переработано более 1000 м³ рассолов, при этом достигнуто обогащение по микроэлементам - возможным аналогом СТЭ, равное 10^4-10^5 . Однако получить образцы с концентрацией активности спонтанного деления, достаточной для однозначной физической идентификации и определения химических свойств нового нуклида, до настоящего времени не удалось. Возможно, что причиной этого явилось снижение уровня сейсмичности района, увеличение доли техногенной разгрузки рассолов с $\sim 5\%$ /1971 г./ до $\sim 100\%$ /1981 г./, уменьшение содержания микроэлементов, что привело, по-видимому, и к снижению концентрации искомого нуклида в рассолах. В этом случае возникла необходимость химической переработки еще больших объемов данных терм, что затруднялось их высокой минерали-

зацией (250 кг/м³) и большим содержанием сильных комплексо-образователей.

В связи с этим наряду с разработкой новых методик выделения СТЗ из челекенских рассолов представляло интерес проведение поисковых работ на других термальных источниках, также приуроченных к глубинным разломам, но имеющих низкую минерализацию. Характерными представителями таких терм на территории СССР являются термальные воды Байкальской рифтовой зоны. Заложённая в палеогене и развивающаяся в настоящее время, эта зона представляет область новейшей тектонической активизации с широким спектром геофизических аномалий, наличием большого количества долгоживущих разломов глубокого заложения и значительными ресурсами разнообразных по составу кремнистых терм /азотных, метановых, углекислых/. В настоящее время термальные воды, имеющие на выходе температуру более 20°C изучены в 60 пунктах Байкальской рифтовой зоны/20/. Наиболее широко среди термальных вод зоны распространены азотные термы, естественные очаги разгрузки которых приурочены к пересечению различного рода "открытых" нарушений кристаллического фундамента /обычно в гранитах или гнейсах/ с параллельными структуре рифта глубинными разломами. И те, и другие являются сейсмогенными.

Углекислые термы характеризуются ограниченным числом выходов на поверхность и развиты лишь на флангах рифтовой зоны, где наряду с явлениями горообразования имели место процессы вулканизма, главным образом, в виде излияния базальтовой магмы.

Естественные выходы метановых терм вскрываются скважинами в пределах неотектонических кайнозойских впадин байкальского типа на глубинах 200-800 м и более.

Ионно-солевой макрокомпонентный и газовый состав термальных вод Байкальской рифтовой зоны детально рассмотрен в ряде работ/21-23/, в связи с чем целесообразно акцентировать внимание на распределении в термальных водах элементов, имеющих милли- и микрограммовые концентрации. В настоящее время в них определено более 30 микроэлементов /табл.1/. Наиболее обогащены такими элементами азотные и углекислые термы, несколько обеднены метановые термы.

При рассмотрении вопроса формирования термальных вод Байкальской рифтовой зоны ряд исследователей, относя их в основной массе к метеогенным, допускает возможность поступления отдельных компонентов из мантии. Подтверждением тому могут служить данные геологогеофизических особенностей Байкальской рифтовой зоны:

1/ Относительно небольшая мощность кристаллической части земной коры по сравнению с сопредельными территориями и аномальное состояние вещества верхней мантии/24/;

2/ Наличие глубинных разломов, уходящих корнями в верхние горизонты подкорового пространства, по которым возможно поступление вещества аномальной мантии и ее летучих производных/25/;

Таблица 1

Микро-компонент	Кол-во определений	Встречаемость	Содержание, мг/л			Фоновые содержания в подземных водах
			от	до	среднее	
1	2	3	4	5	6	7
Широко распространенные (80-100%)						
Al	29	100	2.10 ⁻²	14,2	3,2	10 ⁻³
Ti	36	100	3.10 ⁻³	24.10 ⁻¹	4.10 ⁻²	10 ⁻³
Mo	33	90	1.10 ⁻³	3.10 ⁻¹	4.10 ⁻³	10 ⁻⁴
Cu	30	90	5.10 ⁻⁴	7.10 ⁻²	2.10 ⁻²	10 ⁻⁴
Br	33	90	1.1.10 ⁻¹	7.0	9.4.10 ⁻¹	-
P	25	84	6.10 ⁻⁴	8.10 ⁻³	2.10 ⁻³	10 ⁻³ 10 ⁻⁴ ⁺
Часто встречающиеся (50-80%)						
Ga	30	75	3.10 ⁻³	1,3.10 ⁻²	6.10 ⁻³	10 ⁻⁵ .10 ⁻⁴
Zr	31	74	4.10 ⁻³	1,8.10 ⁻²	7.10 ⁻³	-
B	33	73	2.10 ⁻³	3,4	4.10 ⁻¹	10 ⁻³
Ge	34	70	3.10 ⁻³	2,4.10 ⁻²	7.10 ⁻³	10 ⁻⁵
Zn	38	63	6.10 ⁻⁴	3.10 ⁻¹	5.10 ⁻²	10 ⁻⁴ 10 ⁻³ -
Ce	21	62	3.10 ⁻³	4.10 ⁻²	9.10 ⁻³	10 ⁻⁴
Ni	28	50	2.10 ⁻³	9.10 ⁻³	5.10 ⁻³	10 ⁻⁴
W	34	50	5.10 ⁻³	4,8.10 ⁻¹¹	6,4.10 ⁻²	10 ⁻⁶ 10 ⁻⁵ -
Неравномерно распределенные (25-50%)						
Pb	34	44	10 ⁻³	3,6.10 ⁻²	10 ⁻²	10 ⁻⁴
Ba	28	35	2.10 ⁻³	2,6.10 ⁻¹	6.10 ⁻²	10 ⁻²
Sn	30	33	1,2.10 ⁻³	5.10 ⁻¹	6,5.10 ⁻²	-
Ag	36	33	10 ⁻⁴	8.10 ⁻³	3.10 ⁻³	10 ⁻⁴
Mn	32	31	10 ⁻³	1,3.10 ⁻¹	2.10 ⁻²	10 ⁻³ .10 ⁻²
V	30	27	4.10 ⁻³	5.10 ⁻²	1,2.10 ⁻²	10 ⁻⁵
Sb	19	26	5.10 ⁻³	7,6.10 ⁻²	4.10 ⁻²	10 ⁻⁵

Таблица 1 /продолжение/

		Ограниченно встречающиеся (10-25%)				
I	20	20	$1 \cdot 10^{-1}$	$4 \cdot 10^{-1}$	$1,5 \cdot 10^{-1}$	10^{-2}
As	28	14	$1,2 \cdot 10^{-2}$	$2 \cdot 10^{-2}$	$1,5 \cdot 10^{-2}$	$10^{-4} - 10^{-3}$
		Редко встречающиеся (10%)				
Ra	15	7	-	-	$4,5 \cdot 10^{-8}$	10^{-9}
Eu	3	3	$4 \cdot 10^{-5}$	$3,6 \cdot 10^{-4}$	-	-
Tb	3	3	$3 \cdot 10^{-5}$	$19 \cdot 10^{-4}$	-	-
Au	23	-	-	-	$4,6 \cdot 10^{-6}$	10^{-6}
Co	23	0	-	-	$1 \cdot 10^{-2}$	$10^{-5} - 10^{-4}$

3/ Исключительно высокая сейсмичность с силой землетрясений 10 и более баллов по шкале MSK-84/26/;

4/ Крупнейшая из известных на континентах тепловая аномалия, в два-три раза превышающая тепловой поток в смежных районах и в целом средний тепловой поток коры континентального типа/27/;

5/ Повышенное в отдельных точках отношение $^3\text{He}/^4\text{He}$, являющееся в настоящее время наиболее информативным показателем влияния мантийных флюидов на водно-газовые растворы верхних частей коры/28/.

Приведенные выше данные об особенностях глубинного строения рассматриваемой территории свидетельствуют в пользу существования условий для проникновения из глубинных зон насыщенных газами эндогенных флюидов, которые наряду с высокими значениями отношения $^3\text{He}/^4\text{He}$ имеют повышенные концентрации некоторых элементов предположительно ювенильного генезиса: Cl_2 , F_2 , Hg, Li, Pb, Zn, а возможно, и сверхтяжелых элементов.

С учетом изложенного выше, нами в июле-ноябре 1983 года были проведены первые эксперименты по выделению искомого спонтанно делящегося нуклида из терм Тункинской впадины Бурятской АССР, характеризующихся, практически, всеми геолого-геохимическими особенностями, отмеченными выше для вод Байкальской рифтовой зоны в целом.

В предварительных экспериментах в качестве метода концентрирования использовали сорбцию на катионитах, анионитах и амфолитах с различными функциональными группами. Через иониты /единичный вес в воздушно-сухом состоянии ~ 3 кг/ было пропущено по ~ 30 м³ раствора. Процесс вели в динамических условиях в колонках диаметром 100 мм и высотой 750 мм; скорость пропускания раствора составляла ~ 4 л/мин.

В качестве десорбирующих растворов при дальнейшей переработке ионитов использовали 3M растворы азотной и соляной кислот. Выделение микроэлементов из получаемых растворов проводили с осаждением с гидроокисями и сульфидами при различных pH и Eh.

Исследование экспонированных ионитов и полученных при их переработке концентратов на содержание СТЗ проводили на нейтронном детекторе с ^3He -счетчиками и на больших пропорциональных счетчиках /ПС//8/.

Активность спонтанного деления, превышающую фоновую, наблюдали для отдельных образцов сульфокатионитов и соответствующих им концентратов. Результаты счета активности одного из образцов сульфокатионита и полученного при его дальнейшей переработке химического концентрата представлены в табл.2.

Таблица 2

Результаты измерений сульфокатионитов

Образец	Вес г	Метод измерения	Время измерения час	Зарегистрировано нейтронов с кратностью "n"			Всего событий без фона	Содержание нуклида г
				n = 1	n = 2	n = 3		
Сульфокатионит	3000	НД	248	-	9	4	13 ± 6	$1,3 \cdot 10^{-9}$
Хим. концентрат	20	НД	252	-	7	4	11 ± 6	$1,3 \cdot 10^{-9}$
	20	НД ^x	81	4	4	2	10 ± 3	$1,3 \cdot 10^{-9}$
	10	ПС	528	-	-	-	15 ± 4	$0,5 \cdot 10^{-9}$

x - Измерения проводились на нейтронном детекторе с гамма-стартом, позволяющим учитывать не только кратные, но и единичные нейтроны.

В этой таблице указаны методы регистрации активности спонтанного деления /нейтронный детектор - НД, пропорциональный счетчик - ПС/, время измерений, число зарегистрированных событий и полученное содержание спонтанно делящегося нуклида. Это содержание рассчитывали, исходя из предполагаемого периода полураспада по спонтанному делению 10^9 лет, с учетом фона измерений и эффективности регистрации, которую принимали: в случае нейтронного детектора - 0,25; нейтронного детектора с γ -стартом - 0,6; пропорционального счетчика - 0,4.

Аппаратурный фон при измерениях с нейтронным детектором был обусловлен ядерными взаимодействиями космических лучей и составлял в среднем одно событие в сутки. Для одного из образцов кон-

центратов /см.табл.2/ регистрация нейтронов проводилась при условии запуска электронной схемы детектора системой сцинтилляционных счетчиков, фиксирующих вылет нескольких γ -квантов из образца. При этом измерялась суммарная энергия зарегистрированных γ -квантов. Фон установки составил $\sim 0,2$ события в сутки. Следует отметить соответствие величин суммарной энергии γ -квантов измеряемого образца спектру суммарной энергии γ -квантов, полученному с препаратом ^{252}Cf , что согласуется с выводом о наблюдении спонтанного деления в данном образце.

Другие источники фона - спонтанное деление примеси урана и техногенных трансурановых элементов - в случае исследованных образцов могли дать пренебрежимо малый вклад в наблюдавшуюся скорость счета событий спонтанного деления. Концентрация урана, определенная тремя независимыми методами /рентгенорадиометрически, γ -активационным анализом и регистрацией вынужденного деления ^{238}U под действием тепловых нейтронов/ не превышала $5 \cdot 10^{-8}$ г/г. При рассмотрении фона трансурановых элементов следовало учесть возможность их поступления в исследуемые гидротермы вместе с метеорными водами. В этом случае их содержание может быть определено с высокой чувствительностью по характерным линиям α -спектра ^{241}Am /5,48 МэВ/ и ^{244}Cm /5,80 МэВ/. Отношение скорости счета этих α -линий и скорости счета спонтанного деления для смеси техногенных трансурановых элементов составляет $10^7 - 10^8 / 17$. Альфа-спектр одного из образцов концентратов был измерен с помощью ионизационной камеры с площадью катода $0,4 \text{ м}^2$. Из результатов измерений, которые приведены в табл.3, видно, что фон спонтанного деления таких элементов был пренебрежимо мал.

Таблица 3

Результат измерений α -спектра хим.концентрата		
Энергия α -частиц	5,5 МэВ	5,8 МэВ
фон-част/мин	$0,339 \pm 0,052$	$0,165 \pm 0,036$
образец + фон-част/мин	$0,430 \pm 0,038$	$0,123 \pm 0,020$
образец-част/мин	$0,091 \pm 0,064$	$-0,042 \pm 0,041$

Примечание: x - отнесен к ^{222}Rn .

Принимая, что сорбционное извлечение нуклида сульфокатионитом было близко к 100%, имеем нижний предел его содержания в

гидротермах: 10^{-16} г/г. И хотя полученных на сегодня экспериментальных данных явно недостаточно для какой-либо интерпретации механизма сорбции искомого нуклида сульфокатионитом, уже первые результаты указывают на протекание сложных гетерогенных процессов, включающих в себя не только ионный обмен, но и комплексообразование, адсорбцию на поверхности ионита, а, возможно, и сокристаллизацию с труднорастворимыми соединениями микроэлементов. Выяснение этих вопросов требует проведения дополнительных экспериментов, включающих изучение состояния микроэлементов - возможных аналогов СТЭ в данных термах и их поведения в процессах сорбции, соосаждения с неорганическими и органическими коллекторами, экстракции, а также исследование влияния на эти процессы газонасыщенности гидротерма.

Таким образом, приведенные данные свидетельствуют в пользу наличия в гидротермах спонтанно делящегося нуклида. Природа его выясняется. Несмотря на то, что из данных табл.2 следует вывод о малой величине среднего числа мгновенных нейтронов, не исключено, что этот нуклид является искомым сверхтяжелым элементом. Альтернативой будет отнесение его к необычному спонтанно делящемуся изотопу какого-либо из известных элементов. К настоящему времени практически ни для одного из исследованных при поиске СТЭ образцов, обогащенных по целому ряду элементов, не наблюдалась какая-либо избыточная по отношению к содержанию урана активность спонтанного деления. Поэтому таким известным химическим элементом, имеющим необычный спонтанно делящийся изотоп, может быть лишь какой-либо радиоактивный элемент /например, протактиний/, присутствующий в земной коре в ничтожно малом количестве.

В целом, анализируя полученные результаты, можно говорить об экспериментально установленном факте нахождения в природе отличного от урана спонтанно делящегося нуклида. Продолжением данной работы является определение Z и A данного нуклида /с использованием синхротронного излучения или масс-сепаратора/, а также изучение его химических свойств.

В заключение авторы благодарят сотрудников низкофоновой лаборатории ЛЯР, создавших под руководством Г.М.Тер-Акопяна уникальную методику регистрации спонтанно делящихся нуклидов, без которой постановка данной работы была бы невозможна. Авторы благодарят И.Л.Лapidеса, С.В.Шишкина, С.М.Пятибрatова, В.А.Азарова, Т.В.Базаркину, Т.П.Дробину, Л.П.Кулькину, принимавших участие в проведении данной работы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Petrzhak K.A., Flerov G.N. Zn.Teop.Fiz., 1940, No.10, pp.1013-17.

2. Струтинский В.М., Музыка Ю.А. Материалы Международной конференции по физике тяжелых ионов. ОИЯИ, Д7-3202, Дубна, 1966, №2, с.51-54.
3. Музыка Ю.А., Пашкевич В.В., Струтинский В.М. ЯФ, 1968, с.716-20.
4. Музыка Ю.А. ЯФ, 1969, №10, с.113-15.
5. Музыка Ю.А. ЯФ, 1970, №11, с.105-10.
6. Nilson S.G. et al. Nucl.Phys., 1969, No.A131, p.1-66.
7. Randrup I. et al. Phys.Scr., 1974, No.10A, p.60-64.
8. Flerov G.N., Ter-Akopian G.M. Rep.Prog.Phys., 1983, No.46, p.817-875.
9. Keller O.L., Seaborg G.T. Ann.Rev.Nucl.Sci., 1977, No.27, p.139-166.
10. Herrmann G. Nature, 1979, No.280, p.543-549.
11. Короткин Ю.С. и др. ОИЯИ, P12-82-529, Дубна, 1982.
12. Флеров Г.Н. и др. ЯФ, 1977, №26, с.449-60.
13. Флеров Г.Н. и др. ЯФ, 1974, №20, с.639.
14. Grimm W., Herrmann G., Schüsler H.D. Phys.Rev.Lett., 1973, No.244, p.42B.
15. Fireman E.L., Ketelle B.H., Stoughton R.W. J.Inorg.Nucl. Chem., 1979, No.41, p.613.
16. Флеров Г.Н. и др. ОИЯИ, P7-82-58, Дубна, 1982.
17. Flerov G.N. Z.Phys., 1979, No.A292, p.43.
18. Flerov G.N., Ter-Akopian G.M. Pure and Appl.Chem., 1981, No.53, p.909.
19. Чубурков Ю.Т. и др. Радиохимия, 1974, №16, с.827.
20. Ломоносов И.С. Геохимия и формирование современных гидротерм Байкальской рифтовой зоны. "Наука", Новосибирск, 1974, с.166.
21. Ломоносов И.С. В кн.: Генезис минеральных и термальных вод. Труды Международного геологического конгресса, XXIII сессия. Доклады советских геологов. "Наука", М., 1968, с.31.
22. Пиннекер Е.В. и др. Гидрогеология Прибайкалья. "Наука", М., 1968, с.170.
23. Пиннекер Е.В., Кожевников В.М. В кн.: Сейсмичность и глубинное строение Прибайкалья. "Наука", Новосибирск, 1978, с.22-29.
24. Логачев Н.А., Флоренсов Н.А. В кн.: Роль рифтогенезиса в геологической истории Земли. "Наука", Новосибирск, 1977, с.19-29.
25. Солоненко В.П. и др. Сейсмоструктура и сейсмичность рифтовой системы Прибайкалья. "Наука", М., 1968, с.217.
26. Лысак С.В., Зорин Ю.А. Геотермическое поле Байкальской рифтовой зоны. "Наука", М., 1976, с.91.
27. Ломоносов И.С. и др. Геохимия, 1976, №11, с.1743.

Рукопись поступила в издательский отдел
19 июня 1984 года.

НЕТ ЛИ ПРОВЕЛОВ В ВАШЕЙ БИБЛИОТЕКЕ?

Вы можете получить по почте перечисленные ниже книги, если они не были заказаны ранее.

	Труды VI Всесоюзного совещания по ускорителям заряженных частиц. Дубна, 1978 /2 тома/	7 р. 40 к.
	Труды VII Всесоюзного совещания по ускорителям заряженных частиц, Дубна, 1980 /2 тома/	8 р. 00 к.
	Труды УШ Всесоюзного совещания по ускорителям заряженных частиц. Протвино, 1982 /2 тома/	11 р. 40 к.
D11-80-13	Труды рабочего совещания по системам и методам аналитических вычислений на ЭВМ и их применению в теоретической физике, Дубна, 1979	3 р. 50 к.
D2-81-543	Труды VI Международного совещания по проблемам квантовой теории поля. Алушта, 1981	2 р. 50 к.
D10,11-81-622	Труды Международного совещания по проблемам математического моделирования в ядерно-физических исследованиях. Дубна, 1980	2 р. 50 к.
D17-81-758	Труды II Международного симпозиума по избранным проблемам статистической механики. Дубна, 1981.	5 р. 40 к.
P18-82-117	Труды IV совещания по использованию новых ядерно-физических методов для решения научно-технических и народнохозяйственных задач. Дубна, 1981.	3 р. 80 к.
D2-82-568	Труды совещания по исследованиям в области релятивистской ядерной физики. Дубна, 1982.	1 р. 75 к.
D9-82-664	Труды совещания по коллективным методам ускорения. Дубна, 1982.	3 р. 30 к.
D3,4-82-704	Труды IV Международной школы по нейтронной физике. Дубна, 1982.	5 р. 00 к.
D11-83-511	Труды совещания по системам и методам аналитических вычислений на ЭВМ и их применению в теоретической физике. Дубна, 1982.	2 р. 50 к.
D7-83-644	Труды Международной школы-семинара по физике тяжелых ионов. Алушта, 1983.	6 р. 55 к.
D2,13-83-689	Труды рабочего совещания по проблемам излучения и детектирования гравитационных волн. Дубна, 1983.	2 р. 00 к.
D13-84-63	Труды XI Международного симпозиума по ядерной электронике. Братислава, Чехословакия, 1983.	4 р. 50 к.

Заказы на упомянутые книги могут быть направлены по адресу:
101000 Москва, Главпочтамт, п/я 79
Издательский отдел Объединенного института ядерных исследований

**ТЕМАТИЧЕСКИЕ КАТЕГОРИИ ПУБЛИКАЦИЙ
ОБЪЕДИНЕННОГО ИНСТИТУТА ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ**

Индекс	Тематика
1.	Экспериментальная физика высоких энергий
2.	Теоретическая физика высоких энергий
3.	Экспериментальная нейтронная физика
4.	Теоретическая физика низких энергий
5.	Математика
6.	Ядерная спектроскопия и радиохимия
7.	Физика тяжелых ионов
8.	Криогеника
9.	Ускорители
10.	Автоматизация обработки экспериментальных данных
11.	Вычислительная математика и техника
12.	Химия
13.	Техника физического эксперимента
14.	Исследования твердых тел и жидкостей ядерными методами
15.	Экспериментальная физика ядерных реакций при низких энергиях
16.	Дозиметрия и физика защиты
17.	Теория конденсированного состояния
18.	Использование результатов и методов фундаментальных физических исследований в смежных областях науки и техники
19.	Биофизика

Флеров Г.Н. и др.
Поиск сверхтяжелых элементов в термальных водах Байкальской рифтовой зоны

P6-84-422

В решении проблемы поиска сверхтяжелых элементов в природе первоочередной задачей является определение объектов поиска и методов выделения СТЭ из этих объектов. На основе предполагаемой повышенной летучести искомым элементов и для упрощения методов их концентрирования предлагаются в качестве объектов поиска низкоминерализованные термальные воды, приуроченные к глубинным разломам Байкальской рифтовой зоны. Используемые методы концентрирования - сорбция на катионитах, анионитах и амфолитах с различными функциональными группами. Активность спонтанного деления, превышающую фоновую, наблюдали для определенных образцов сульфокатионитов и соответствующих им концентратов. Расчетное содержание отличного от урана спонтанно делящегося нуклида в термальных водах оценено в 10^{-16} г/г. Высказано предположение о принадлежности обнаруженного спонтанно делящегося нуклида области сверхтяжелых элементов. Отмечено, что альтернативой будет отнесение его к необычному спонтанно делящемуся изотопу какого-либо из известных радиоактивных /например, протактиния/ элементов.

Работа выполнена в Лаборатории ядерных реакций ОИЯИ.

Сообщение Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1984

Перевод О.С.Виноградовой

Flerov G.N. et al.
Search for Superheavy Elements in Thermal Waters of the Baikal Rift Zone

P6-84-422

In searches for superheavy elements in nature the sample selection and development of the methods of SHE separation from these samples are the problems of primary importance. Bearing in mind the high volatility predicted for the sought elements and to simplify the methods of their concentration it is proposed to use low-mineralized thermal waters from the abyssal ruptures of the Baikal rift zone. The concentration methods used are sorption on cation-exchange and anion-exchange resins and on ampholytes with different functional groups. The spontaneous fission activity exceeding the background has been observed for certain samples of superphocatinides and the corresponding concentrates. The concentration of the spontaneously fissioning nuclide other than uranium in the thermal waters was estimated to be 10^{-16} g/g. An assumption has been advanced that the spontaneously fissioning nuclide detected can be assigned to the region of superheavy elements. It has been noted that it can be alternatively assigned to an uncommon spontaneously fissioning isotope of known radioactive element (e.g., protactinium).

The investigation has been performed at the Laboratory of Nuclear Reactions, JINR.

Communication of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna 1984