



**«Экологически дружелюбные и
недружелюбные элементы
Таблицы Менделеева»**

**УРАН и ТРАНСУРАНОВЫЕ
ЭЛЕМЕНТЫ**

Б.Ф. Мясоедов

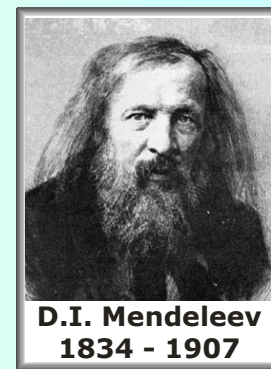
17 апреля 2019 г., МГУ, Москва

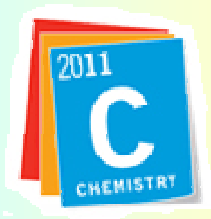


On 20 December 2017, during its 74th Plenary Meeting, the United Nations (UN) General Assembly 72nd Session

has proclaimed

2019 as the International Year of the Periodic Table of Chemical Elements (IYPT 2019)

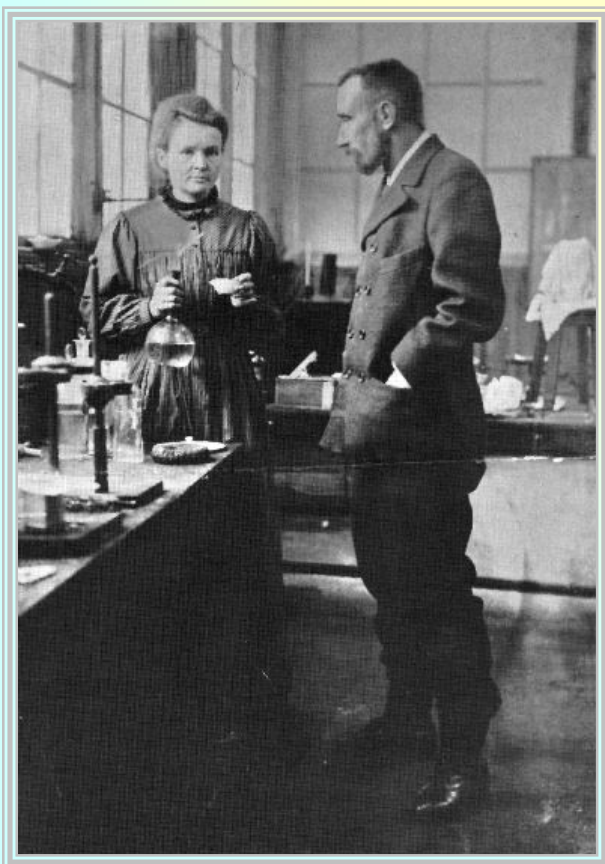




**МЕЖДУНАРОДНЫЙ
ГОД ХИМИИ
2011**

Решением Генеральной Ассамблеи ООН 2011 год официально объявлен Международным годом химии

**В январе, в Париже, в здании ЮНЕСКО
состоялось официальное его открытие**



- Решением правительств Франции и Польши 2011 г. был назван годом Марии Кюри.
- 2011 г. – столетие со дня получения М. Кюри второй Нобелевской премии. Известно, что первую она получила совместно с П.Кюри и А.Беккерелем за открытие явления радиоактивности.
- В этом формате будут проведены сотни мероприятий, посвященных самой молодой области химии – радиохимии.
- Эта наука фактически определила лицо прошедшего XX века, когда появилась атомная энергия.

Периодическая таблица элементов Д.И.Менделеева (2010 г.)

1																		18																																																																																																																													
IA																		VIII A																																																																																																																													
Водород 1 H 1,00794 Hydrogen																		Гелий 2 He 4,0026 Helium																																																																																																																													
Литий 3 Li 6,941 Lithium			Бериллий 4 Be 9,01218 Beryllium															Бор 5 B 10,811 Boron			Углерод 6 C 12,011 Carbon			Азот 7 N 14,0067 Nitrogen			Кислород 8 O 15,9994 Oxygen			Фтор 9 F 18,9984 Fluorine			Неон 10 Ne 20,1797 Neon																																																																																																														
Натрий 11 Na 22,989768 Sodium			Магний 12 Mg 24,3050 Magnesium															Алюминий 13 Al 26,981539 Aluminum			Кремний 14 Si 28,0855 Silicon			Фосфор 15 P 30,97376 Phosphorus			Сера 16 S 32,066 Sulfur			Хлор 17 Cl 35,4527 Chlorine			Аргон 18 Ar 39,948 Argon																																																																																																														
III B																		IV B																		V B																		VI B																		VII B																		VIII B																		IB																		IIB																	
Калий 19 K 39,0983 Potassium			Кальций 20 Ca 40,078 Calcium			Скандий 21 Sc 44,95591 Scandium			Титан 22 Ti 47,88 Titanium			Ванадий 23 V 50,9415 Vanadium			Хром 24 Cr 51,9961 Chromium			Марганец 25 Mn 54,93808 Manganese			Железо 26 Fe 55,847 Iron			Кобальт 27 Co 58,9326 Cobalt			Никель 28 Ni 58,6934 Nickel			Медь 29 Cu 63,546 Copper			Цинк 30 Zn 65,39 Zinc			Галлий 31 Ga 69,723 Gallium			Германий 32 Ge 72,61 Germanium			Мышьяк 33 As 74,9216 Arsenic			Селен 34 Se 78,96 Selenium			Бром 35 Br 79,904 Bromine			Криптон 36 Kr 83,80 Krypton																																																																																												
Рубидий 37 Rb 85,4678 Rubidium			Стронций 38 Sr 87,62 Strontium			Иттрий 39 Y 88,90585 Yttrium			Церий 40 Zr 91,224 Zirconium			Нобий 41 Nb 92,90638 Niobium			Молибден 42 Mo 95,94 Molybdenum			Технеций 43 Tc [98] Technetium			Рутений 44 Ru 101,07 Ruthenium			Родий 45 Rh 102,90550 Rhodium			Палладий 46 Pd 106,3676 Palladium			Серебро 47 Ag 107,8682 Silver			Кадмий 48 Cd 112,411 Cadmium			Индий 49 In 114,818 Indium			Олово 50 Sn 118,710 Tin			Сурьма 51 Sb 121,757 Antimony			Теллур 52 Te 127,60 Tellurium			Иод 53 I 126,90447 Iodine			Ксенон 54 Xe 131,29 Xenon																																																																																												
Цезий 55 Cs 132,90543 Cesium			Барий 56 Ba 137,327 Barium			Лантан 57 La 138,9050 Lanthanum			Гафний 72 Hf 178,49 Hafnium			Тантал 73 Ta 180,9479 Tantalum			Вольфрам 74 W 183,84 Tungsten			Рений 75 Re 186,207 Rhenium			Осмий 76 Os 190,23 Osmium			Иридий 77 Ir 192,22 Iridium			Платина 78 Pt 195,08 Platinum			Золото 79 Au 196,96654 Gold			Ртуть 80 Hg 200,59 Mercury			Таллий 81 Tl 204,3833 Thallium			Свинец 82 Pb 207,2 Lead			Висмут 83 Bi 208,98037 Bismuth			Полоний 84 Po [209] Polonium			Астат 85 At [210] Astatine			Радон 86 Rn [222] Radon																																																																																												
Франций 67 Fr [223] Francium			Радий 88 Ra 226,025 Radium			Актиний 89 Ac [227] Actinium			Резерфордий 104 Rf [261] Rutherfordium			Дубний 105 Db [262] Dubnium			Сибиргий 106 Sg [266] Seaborgium			Бергий 107 Bh [262] Bohrium			Хассий 108 Hs [265] Hassium			Мейтнерий 109 Mt [268] Meitnerium			Дармштадтий 110 Ds [285] Darmstadtium			Рентгений 111 Rg [272] Roentgenium			Коперниций 112 Cn [285] Copernicium			113			114			115			116			117			118																																																																																												

Лантаноиды Lanthanides

Церий 58 Ce 140,116 Cerium			Прасмидий 59 Pr 140,90765 Praseodymium			Неодим 60 Nd 144,24 Neodymium			Прометий 61 Pm [145] Promethium			Самарий 62 Sm 150,36 Samarium			Европий 63 Eu 151,965 Europium			Гадолиний 64 Gd 157,25 Gadolinium			Тербий 65 Tb 158,92534 Terbium			Диспрозий 66 Dy 162,50 Dysprosium			Гольмий 67 Ho 164,93032 Holmium			Эрбий 68 Er 167,26 Erbium			Тулий 69 Tm 168,93421 Thulium			Иттербий 70 Yb 173,04 Ytterbium			Лютеций 71 Lu 174,967 Lutetium		
-------------------------------------	--	--	---	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	---	--	--	--	--	--	---	--	--	--	--	--	--	--	--	------------------------------------	--	--	--	--	--	--	--	--	---	--	--

Водород 1 H 1,00794 Hydrogen		
---------------------------------------	--	--

Актиноиды Actinides

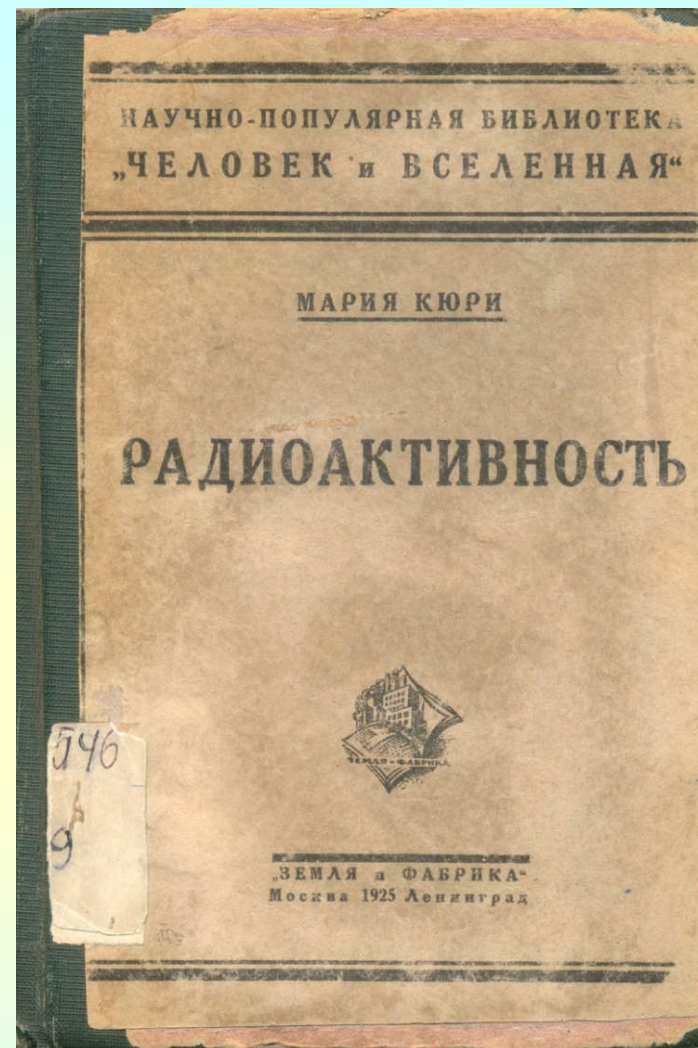
Торий 90 Th 232,0381 Thorium			Протактиний 91 Pa 231,03688 Protactinium			Уран 92 U 238,0289 Uranium			Нептуний 93 Np [237] Neptunium			Плутоний 94 Pu [244] Plutonium			Америций 95 Am [243] Americium			Кюрий 96 Cm [247] Curium			Беркелий 97 Bk [247] Berkelium			Калифорний 98 Cf [251] Californium			Эйнштейний 99 Es [252] Einsteinium			Фермий 100 Fm [257] Fermium			Менделевий 101 Md [258] Mendelevium			Нобелий 102 No [259] Nobelium			Лавренций 103 Lr [262] Lawrencium		
---------------------------------------	--	--	---	--	--	-------------------------------------	--	--	---	--	--	---	--	--	---	--	--	-----------------------------------	--	--	---	--	--	---	--	--	---	--	--	--------------------------------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

H - символ
1,00794 - атомный номер
1s¹ - электронная конфигурация
13,59944 - 1-й потенциал ионизации, эВ
0,08989 - плотность кг/м³
-253,34 - температура плавления, °C
-252,87 - температура кипения, °C

■ s-элементы ■ d-элементы
■ p-элементы ■ f-элементы

Пересчитана в 2005 г. (Лавренко/Иванов) реакции им. Г.И.Федорова (ИЯИ) Препринты данных проекта IUPAC Handbook of Elementary Units, Russia, Ed. D.P. Ito, 7th edition, 1993, IUPAC, CRC Press, and ExPhys - E. J. IUPAC(1998) British Verlag 1998 (1 название элемента 104, 098принты IUPAC, в августе 1997 г. Название элемента 113, 114 и 112 принты IUPAC, в августе 2003, ноябрь 2004 и июль 2009 г. Атомная масса и температура плавления элементов в скобках даны для радиоактивных изотопов. Названия элементов в скобках даны по рекомендациям IUPAC, в августе 1997 г. Названия элементов 113, 114 и 112 даны по рекомендациям IUPAC, в августе 2003, ноябрь 2004 и июль 2009 г.

Мария Кюри



Свойство определенных атомов испускать лучи М.Кюри назвала **радиоактивностью**, а уран, торий и другие подобные элементы – **радиоактивными**

Мария КЮРИ

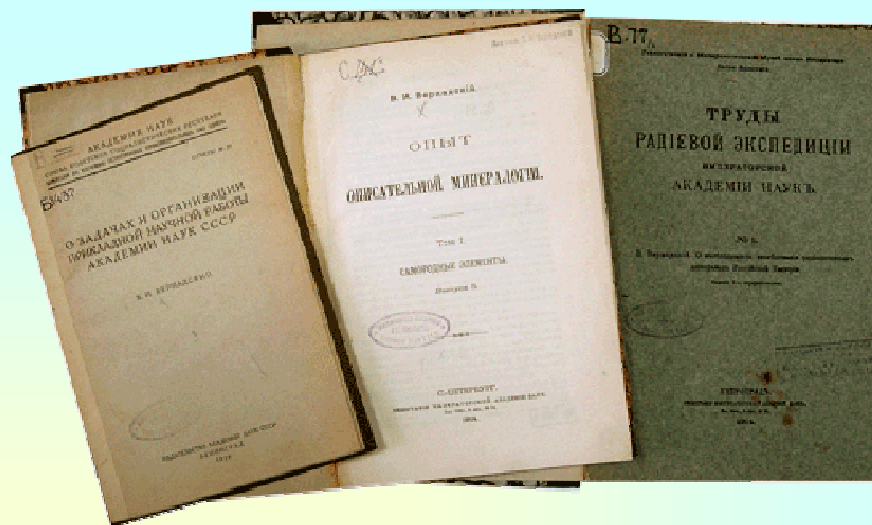
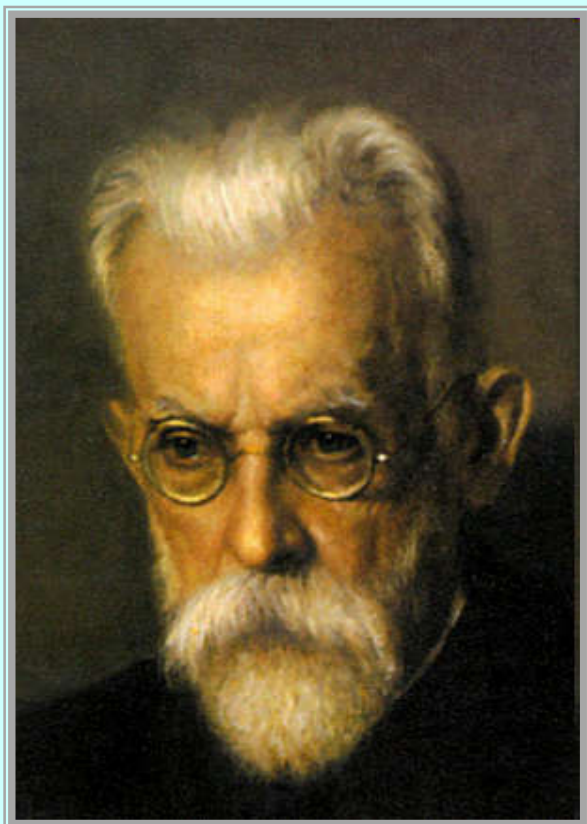
**1911 год – Нобелевская
премия по химии**

**за выдающиеся заслуги
в развитии химии:
открытие радия и
полония, выделение
радия и изучение
природы и соединений
этого замечательного
элемента**



Учёные, дважды удостоенные Нобелевской премии:

- **Мария Склодовская-Кюри**, по физике в 1903 г. и по химии в 1911 г.
- **Лайнус Полинг**, по химии в 1954 г. и премии мира в 1962 г.
- **Джон Бардин**, две премии по физике, в 1956 и 1972 гг.
- **Фредерик Сенгер**, две премии по химии, в 1958 и 1980 гг.

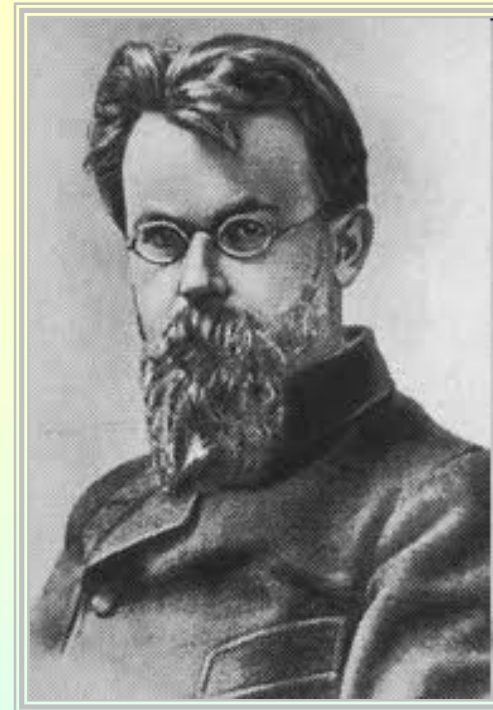


Первым, кто смог оценить важнейшую роль явления радиоактивности в развитии мирового общества, был великий отечественный учёный, геохимик, философ

Владимир Иванович Вернадский
«... перед нами открываются в явлениях радиоактивности источники атомной энергии, в миллионы раз превышающие все те источники сил, какие рисовались человеческому воображению»

В.И. Вернадский. Задачи дня в области радия. 1910 г.

Мария Кюри и В.И.Вернадский



"Я думаю, так же как и Вы, что изучение радиоактивных минералов может оказать науке очень существенную пользу, и я расположена помочь развитию этих исследований".

Из письма М.Кюри В.И.Вернадскому, 1911г

- В 1924–1925 годах В.И.Вернадский работал у М.Кюри в Институте радия в Париже, изучая новый минерал кюрит.
- В 1932 году он снова посетил Институт радия и познакомился с Ирэн и Фредериком Жолио-Кюри.

ПЕРВЫЙ ПЕРИОД В РАЗВИТИИ РАДИОХИМИИ

(до сороковых годов XX века)

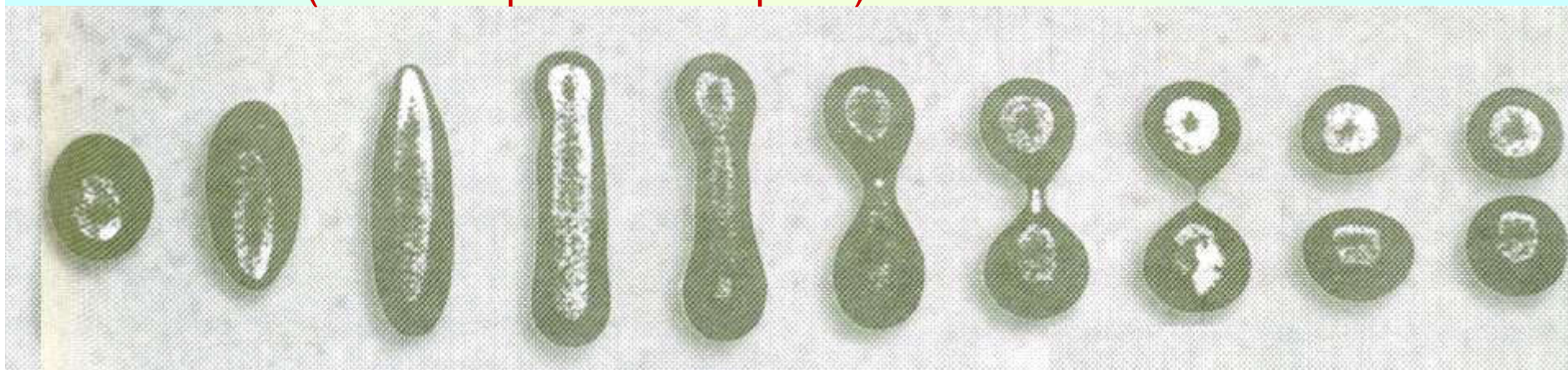
Возникновение радиохимии как самостоятельного направления в химии, тесно связанного с изучением явления радиоактивности.

Поиск новых радиоактивных элементов и изучение их свойств.

Изучение основных закономерностей поведения ультрамалых количеств радионуклидов.

Использование и развитие методов дробной кристаллизации, осаждения, соосаждения, электроосаждения и других.

- 1932 г.** ➤ открытие нейтрона (Дж. Чедвик)
➤ теория ядерной модели атома, протонно-нейтронного строения ядра
(Д. Д. Иваненко и независимо от него В. Гейзенберг)
➤ создание ускорителя заряженных частиц
(Дж. Кокрофт, Э. Уолтон)
- 1934 г.** ➤ получение искусственных радионуклидов при облучении нейтронами стабильных ядер
- 1939 г.** ➤ открытие деления ядер урана под действием нейтронов (О. Ган, Ф. Штрассман)
- 1940 г.** ➤ открытие спонтанного деления ядер урана
(Г. Н. Флеров и А. Петржак)





**Виталий Григорьевич
ХЛОПИН**

**К 1918 г в Европе было получено
11,5 г радия**

**Первый Российский радиевый
завод в с. Бондюги, ныне –
г. Менделеевск (Татарстан)
мощностью 1,5 г радия в год.**



**Иван Яковлевич
БАШИЛОВ**



1923 г.



2003 г.

**В 1931 г. (Коми, Ухта) началось
строительство первого завода
по извлечению Ra из подземных
вод: "Р-завод", или "завод по
переработке воды".**



**Минерализованная вода
(3 мг Ra на 10^3 м³) подавалась
от скважин по километровым
водотокам из трехметровых
деревянных труб.**

ВТОРОЙ ПЕРИОД В РАЗВИТИИ РАДИОХИМИИ

(сороковые-шестидесятые годы XX века)

Синтез и исследования свойств искусственных, синтезированных элементов.

Открытие плутония и нептуния (Г. Сиборг, Э. Макмиллан, Ф.Эйблсон)

Развитие радиохимических технологий переработки облученного ядерного топлива.

В этот период в окружающую среду началось поступление огромных количеств радионуклидов.



Мария и Пьер Кюри



Ирен и Фредерик Жолио-Кюри



ИНСТИТУТ ГЕОХИМИИ И АНАЛИТИЧЕСКОЙ ХИМИИ им. В.И. ВЕРНАДСКОГО РАН



<http://www.geokhi.ru>

АКТИНИДЫ

	Способ получения	Открытие	Изотоп	Год
Ac	Природный, U-233	Дебьерн	Ac-227, 21 л	1899
Th	Природный	Берцелиус	Th-232, $\sim 10^{10}$ л	1828
Ra	Природный, U-235	Ган, Мейтнер	Ra-231, $\sim 10^4$ л	1918
U	Природный	Клапрот	U-238, $\sim 10^9$ л	1789
Np	$^{238}\text{U}(n;2n)^{237}\text{U} \rightarrow ^{237}\text{Np}$	Макмилан, Абельсон	Np-237, $\sim 10^6$ л	1940
Pu	$^{238}\text{U}(n;\gamma)^{239}\text{U} \rightarrow ^{239}\text{Np} \rightarrow ^{239}\text{Pu}$	Сиборг и др.	Pu-239, $\sim 10^4$ л	1940
Am	$^{239}\text{Pu}(2n; \gamma)^{241}\text{Am}$	Сиборг и др.	Am-243, 8300 л	1944
Cm	$^{239}\text{Pu}(\alpha, p) ^{243}\text{Am} \rightarrow ^{242}\text{Cm}$	Сиборг и др.	Cm-244, 19 л	1944
Bk	$^{242}\text{Cm}(d, n)^{243}\text{Bk}$	Сиборг и др.	Bk-246, 320 д	1949
Cf	$^{242}\text{Cm}(\alpha, 2n)^{244}\text{Cf}$	Сиборг и др.	Cf-252, 2,4 л	1950
Es	В результате ядерного взрыва «Майк»	Ученые США (Беркли, Лос-Аламос)	Es-252, 472 д	1952
Fm			Fm-257, 100 д	1952
Md	$^{252}\text{Es} + \text{He} = ^{256}\text{Md}$	Гиорсо, Сиборг, Чоппин	Md-258, 51 д	1956
No	Cf + C; Cm + C; Am + O	Дубна	No-259, 58 м	1957
Lr	Cf + B; Cm + N; Am + O	Дубна	Lr-262, 3,6 ч	1961

89Ac

6d¹7s²

227.0278

Дебьерн,

1902

ВЫДЕЛЕНИЕ АКТИНИЯ

- Получение весовых количеств **²²⁷Ac** при облучении **100 г. радия** в реакторе СМ-2
- Разработка первого фотометрического метода определения **актиния**
- Экстракция **актиния** в виде комплексов с Арсеназо III, ФМБП, ТОФО, Д2ЭГФК из кислых и аминами и ЧАО из щелочных растворов
- Поиск эффективных методов отделения **Ac** от **Ra, U, Th, трансурановых элементов и лантанидов**



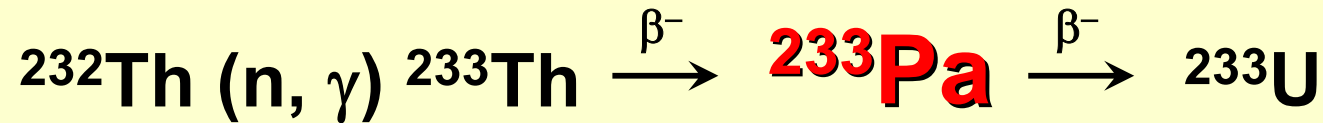
Основные преимущества использования торий-уранового цикла. Реактор на расплаве солей

- Запасы природного тория в три раза больше запасов урана
- Более высокий уровень ядерной и экологической безопасности
- Встроенная система очистки топлива от ПД
- Меньшее накопление высокотоксичных изотопов плутония (~2000 раз) и ТПЭ (>2000 раз)
- Возможность работы в режиме реактора накопителя
- Непрерывная работа в течение 10-50 лет
- Снижение опасности распространения делящихся материалов

ТОРИЕВЫЙ ГОМОГЕННЫЙ РЕАКТОР

^{91}Pa

$5f^{26}d^{1}$
231.03588
О. Ганн
1918



В СССР работы по протактинию были
инициированы академиком **А.П.Виноградовым**



Стажировка **Б.Ф.Мясоедова** в лаборатории
профессора **Н.М.Гайсинского**
(Париж, Институт Радия, Франция, 1960 г)

Первая публикация

SÉPARATION DU PROTACTINIUM DE DIVERS ÉLÉMENTS
UTILISANT L'ACIDE PHÉNYLARSÉNIQUE *

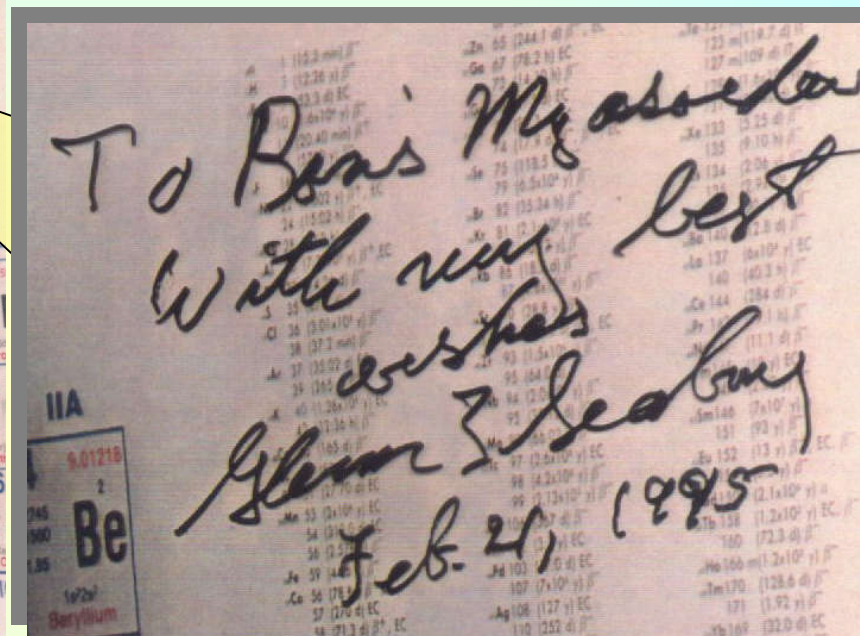
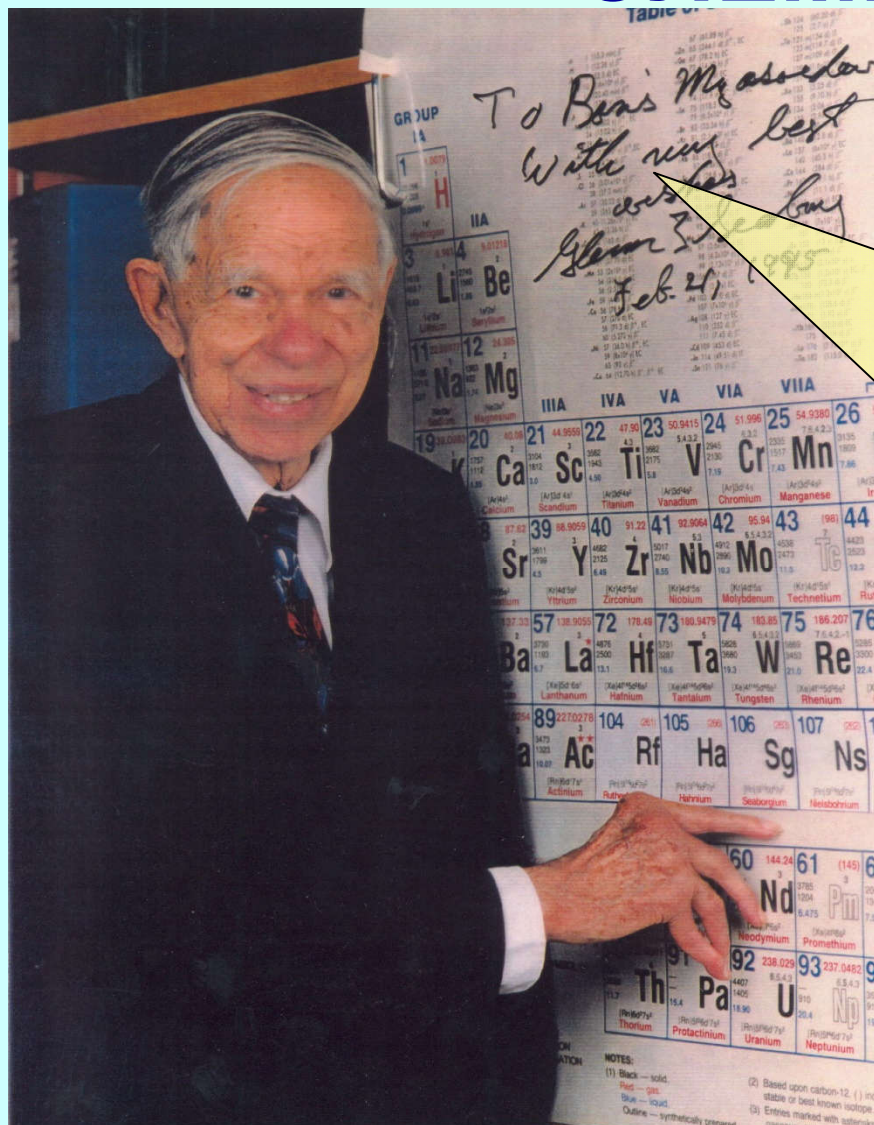
par B. MJAÏSOËDOV, E. PALCHINE, P. PALEI
Institut de Géochimie et de Chimie Analytique,
Académie des Sciences de l'U.R.S.S., Moscou, U.R.S.S.

Nous avons étudié l'extraction du phénylarséniate de protactinium par des solutions d'acide chlorhydrique et nitrique. Pour des acidités de 1 à 8 N, nous avons déterminé l'influence quantitative de la nature du solvant sur l'extraction de protactinium par le charbon actif lorsqu'il est saturé avec une solution de 5 N H₂SO₄. L'adsorption de Pa par le charbon actif est supérieure à 99,5 % (D ~ 40 000). On a également étudié l'effet de l'acide PAA et du PAA dans les conditions optimum de séparation de Pa (protactinium) et de La (lanthane) par l'alcool amylique, l'extraction de U, de Th, de La et de Nb est fonction de leur concentration.

Nous avons d'autre part constaté une augmentation de l'adsorption de protactinium par le charbon actif lorsqu'il est saturé avec une solution de 5 N H₂SO₄. L'adsorption de Pa par le charbon actif est supérieure à 99,5 % (D ~ 40 000). On a également étudié l'effet de l'acide PAA et du PAA dans les conditions optimum de séparation de Pa (protactinium) et de La (lanthane) par l'alcool amylique, l'extraction de U, de Th, de La et de Nb est fonction de leur concentration.



СИНТЕЗ ТРАНСУРАНОВЫХ ЭЛЕМЕНТОВ



Г. Сиборг

Разделение и концентрирование в аналитической химии и радиохимии
26 сентября 2005 г.

	Способ получения	Открытие	Изотоп	Год
U	Природный	Клапрот	U-238, $\sim 10^9$ л	1789
Np	$^{238}\text{U}(n;2n)^{237}\text{U} \rightarrow ^{237}\text{Np}$	Макмилан, Абельсон	Np-237, $\sim 10^6$ л	1940
Pu	$^{238}\text{U}(n;\gamma)^{239}\text{U} \rightarrow ^{239}\text{Np} \rightarrow ^{239}\text{Pu}$	Сиборг и др.	Pu-239, $\sim 10^4$ л	1940
Am	$^{239}\text{Pu}(2n; \gamma)^{241}\text{Am}$	Сиборг и др.	Am-243, 8300 л	1944
Cm	$^{239}\text{Pu}(\alpha, p) ^{243}\text{Am} \rightarrow ^{242}\text{Cm}$	Сиборг и др.	Cm-244, 19 л	1944
Bk	$^{242}\text{Cm}(d, n)^{243}\text{Bk}$	Сиборг и др.	Bk-246, 320 д	1949
Cf	$^{242}\text{Cm}(\alpha, 2n)^{244}\text{Cf}$	Сиборг и др.	Cf-252, 2,4 л	1950
Es	В результате ядерного взрыва «Майк»	Ученые США (Беркли, Лос-Аламос)	Es-252, 472 д	1952
Fm			Fm-257, 100 д	1952
Md	$^{252}\text{Es} + \text{He} = ^{256}\text{Md}$	Гиорсо, Сиборг, Чоппин	Md-258, 51 д	1956
No	Cf + C; Cm + C; Am + O	Дубна	No-259, 58 м	1957
Lr	Cf + B; Cm + N; Am + O	Дубна	Lr-262, 3,6 ч	1961

ОПЫТЫ ПО ПОЛУЧЕНИЮ 102-го ЭЛЕМЕНТА

Г. Н. Флеров, С. М. Поликанов¹⁾, А. С. Карамян, А. С. Пасюк, Д. М. Парфанович, Н. И. Тарантин, В. А. Карнаухов, В. А. Друин, В. В. Волков, А. М. Семчинова, Ю. Ц. Оганесян¹⁾, В. И. Хализев, Г. И. Хлебников, Б. Ф. Мясогедов²⁾, К. А. Гаврилов¹⁾

Изложены результаты дополнительных опытов по получению и изучению ядерных свойств 102-го элемента. Мишени из Ru^{241} и Ru^{239} облучались ускоренными ионами O^{16} ; радиоактивный распад атомов 102-го элемента регистрировался с помощью ядерной фотоэмульсии. Полученный изотоп 102-го элемента (наиболее вероятно 102^{269}) испытывал α -распад с периодом полураспада в интервале от 2 до 40 сек и энергией α -частиц $(8,9 \pm 0,4)$ MeV. Тщательный анализ возможных источников фона показал, что величина фона значительно ниже наблюдаемого эффекта.

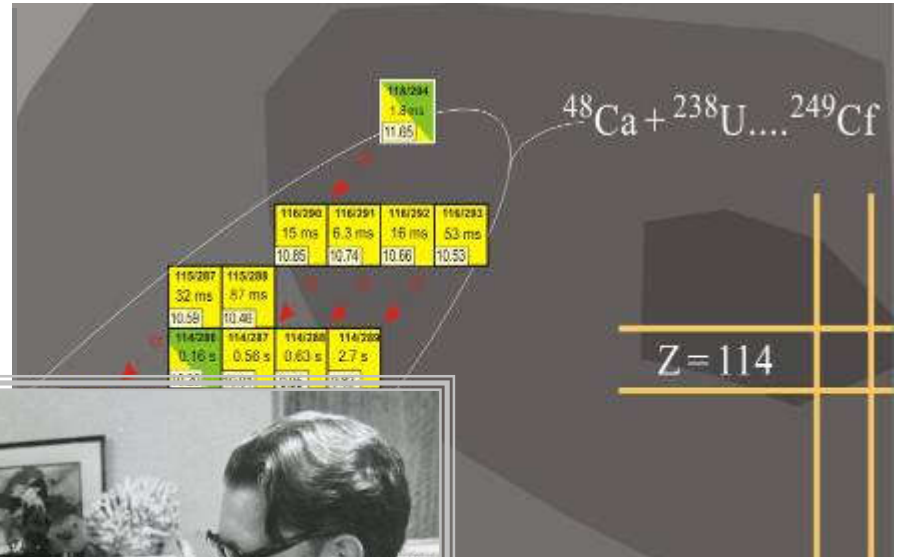
До последнего элементов служило реакторах. В последующего β -распада. Однако более тяжелые элементов. Это связано с короткой жизни ядер по отношению к точных продуктов.



				Hs
	Bh	Bh	Bh	Bh
Sg	Sg	Sg	Sg	Sg
Db	Db	Db	Db	Db
Rf	Rf	Rf	Rf	Rf
Lr	Lr	Lr	Lr	Lr
No	No	No	No	No
Md	Md	Md	Md	Md
Fm	Fm	Fm	Fm	Fm
Es	Es	Es	Es	Es
Cf	Cf	Cf	Cf	Cf

150 152 154 156 158 160 162

neutron number



У400
ЦИКЛОТРОН

ЛАБОРАТОРИЯ ЯДЕРНЫХ РЕАКЦИЙ ИМ. Г.Н.ФЛЕРОВА



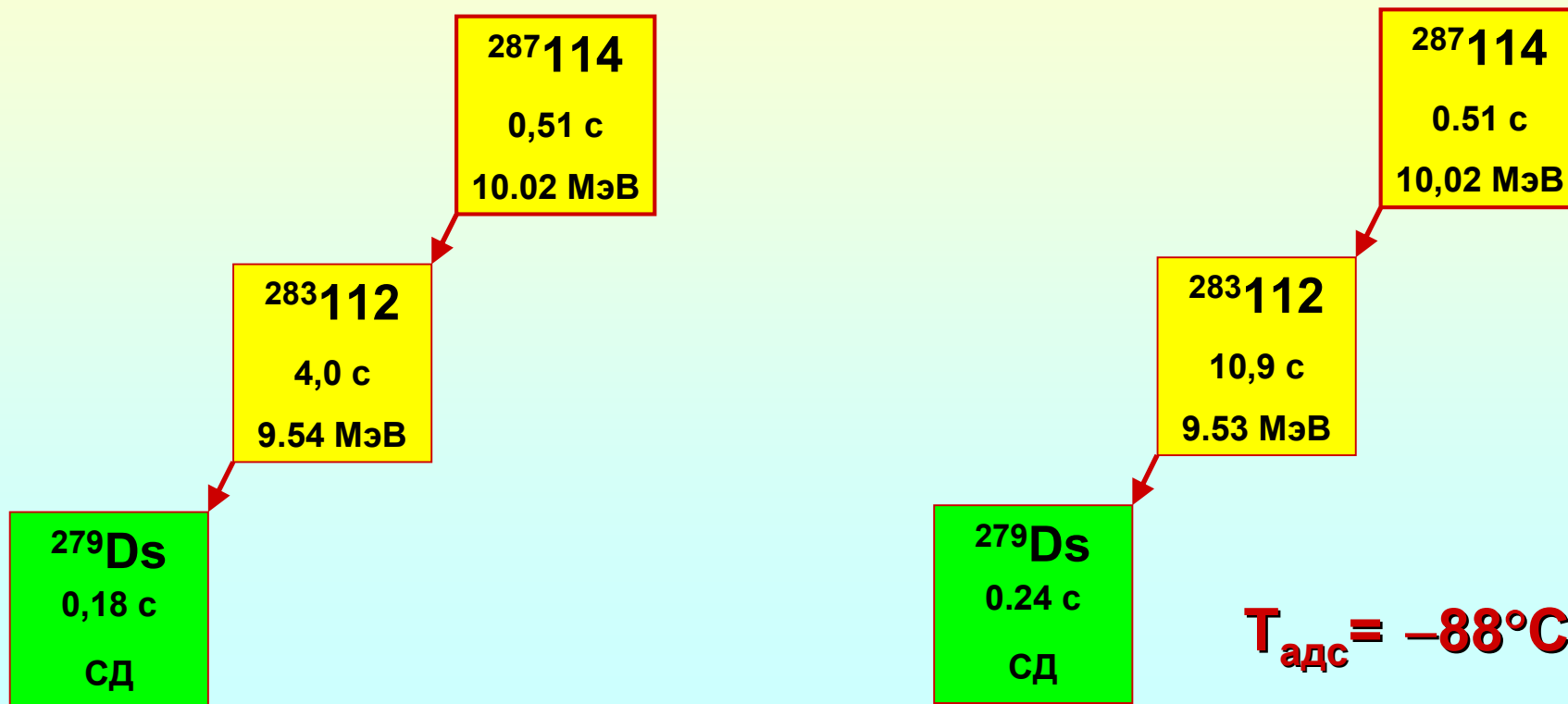
Основана в 1957 году

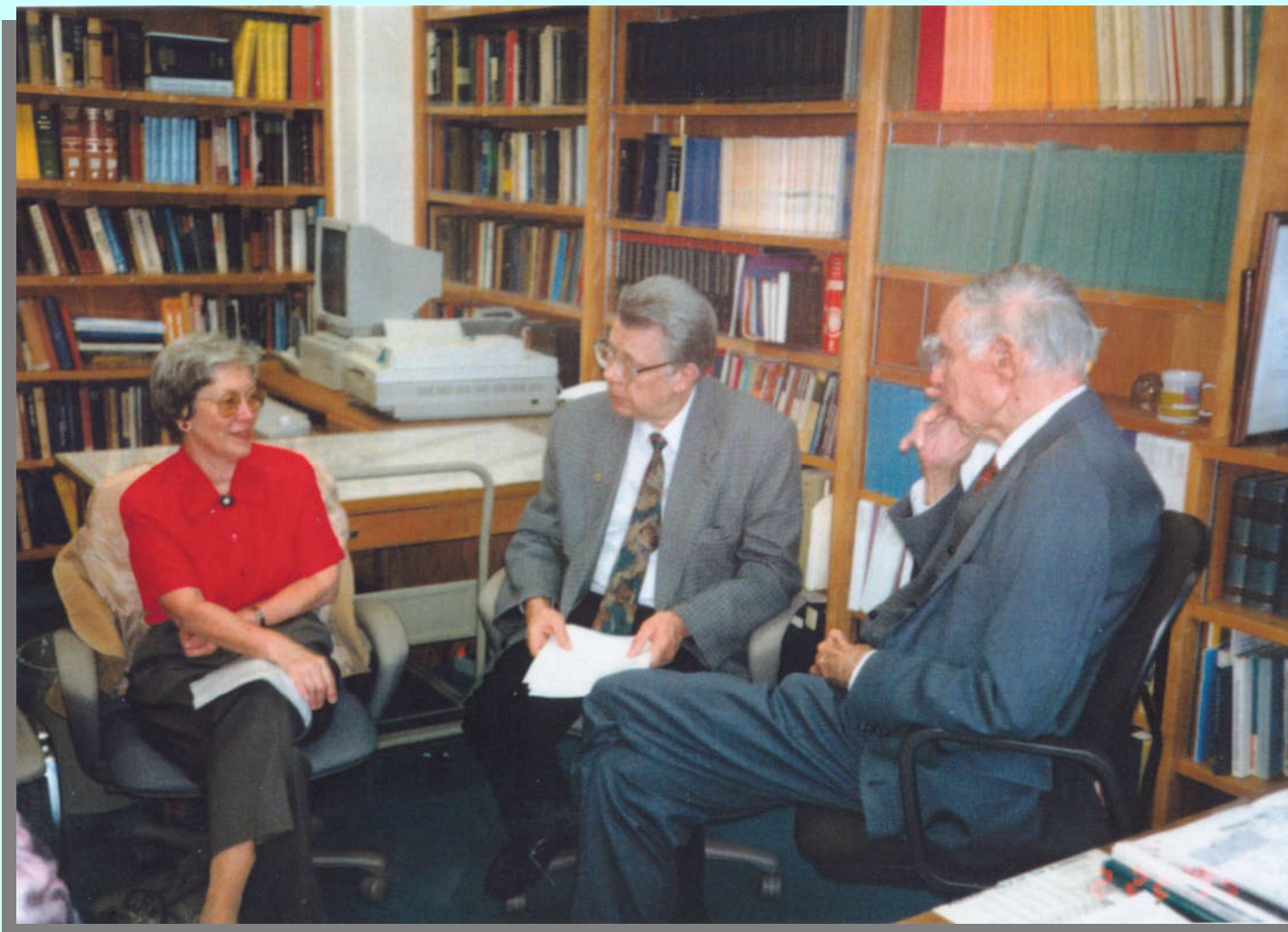
СИНТЕЗ И ИДЕНТИФИКАЦИЯ ЭЛЕМЕНТА 114 Флеровий



Физический эксперимент

Химический эксперимент





Нелегкая дискуссия с Г. Сиборгом и Д. Хоффман о названии новых элементов

II Международный симпозиум
Разделение и концентрирование в аналитической химии и радиохимии
26 сентября 2005 г.

Периодическая таблица элементов Д.И. Менделеева

D.I. Mendeleev's Periodic Table of Elements



26-30 сентября 2016 г.
г. Екатеринбург, Россия

																		10																																					
																		VIIA																																					
1																		17		18																																			
IA																		VIIA		VIIA																																			
H 1.00794 Hydrogen																		He 4.002602 Helium		Ne 20.1797 Neon																																			
2																		6		7																																			
IA																		IIIA		IVA																																			
Li 6.941 Lithium		Be 9.01218 Beryllium																		B 10.811 Boron		C 12.011 Carbon		N 14.0064 Nitrogen		O 15.999 Oxygen		F 18.998 Fluorine		Ne 20.1797 Neon																									
11		12																		13		14		15		16		17		18																									
IIA		IIA																		IIIA		IVA		VA		VIA		VIIA		VIIA																									
Na 22.98976928 Sodium		Mg 24.304 Magnesium																		Al 26.9815385 Aluminum		Si 28.0855 Silicon		P 30.973761998 Phosphorus		S 32.06 Sulfur		Cl 35.45 Chlorine		Ar 39.948 Argon																									
19		20																		21		22		23		24		25		26		27		28		29		30		31		32		33		34		35		36					
IIA		IIA																		IIIB		IVB		VB		VIB		VIIB		VIII		VIII		VIII		VIII		VIII		VIII		VIII		VIII		VIII		VIII		VIII					
K 39.0983 Potassium		Ca 40.078 Calcium		Sc 44.955912 Scandium		Ti 47.88 Titanium		V 50.9415 Vanadium		Cr 51.9961 Chromium		Mn 54.938044 Manganese		Fe 55.845 Iron		Co 58.933194 Cobalt		Ni 58.6934 Nickel		Cu 63.546 Copper		Zn 65.38 Zinc		Ga 69.723 Gallium		Ge 72.61 Germanium		As 74.921595 Arsenic		Se 78.96 Selenium		Br 79.904 Bromine		Kr 83.80 Krypton																					
37		38																		39		40		41		42		43		44		45		46		47		48		49		50		51		52		53		54					
IIA		IIA																		IIIB		IVB		VB		VIB		VIIB		VIII		VIII		VIII		VIII		VIII		VIII		VIII		VIII		VIII		VIII		VIII		VIII			
Rb 85.4678 Rubidium		Sr 87.62 Strontium		Y 88.905848 Yttrium		Zr 91.224 Zirconium		Nb 92.90638 Niobium		Mo 95.94 Molybdenum		Tc 98 Technetium		Ru 101.07 Ruthenium		Rh 102.90550 Rhodium		Pd 106.363 Palladium		Ag 107.8682 Silver		Cd 112.411 Cadmium		In 114.818 Indium		Sn 118.710 Tin		Sb 121.757 Antimony		Te 127.6 Tellurium		I 126.90547 Iodine		Xe 131.29 Xenon																					
55		56																		57		72		73		74		75		76		77		78		79		80		81		82		83		84		85		86		87		88	
IIA		IIA																		IIIB		IVB		VB		VIB		VIIB		VIII		VIII		VIII		VIII		VIII		VIII		VIII		VIII		VIII		VIII		VIII		VIII		VIII	
Cs 132.90545196 Cesium		Ba 137.327 Barium		La 138.9048 Lanthanum		Hf 178.49 Hafnium		Ta 180.94788 Tantalum		W 183.84 Tungsten		Re 186.207 Rhenium		Os 190.23 Osmium		Ir 192.222 Iridium		Pt 195.084 Platinum		Au 196.966569 Gold		Hg 200.59 Mercury		Tl 204.3833 Thallium		Pb 207.2 Lead		Bi 208.980383 Bismuth		Po 209 Polonium		At 210 Astatine		Rn 222 Radon																					
87		88																		89		104		105		106		107		108		109		110		111		112		113		114		115		116		117		118					
IIA		IIA																		IIIB		IVB		VB		VIB		VIIB		VIII		VIII		VIII		VIII		VIII		VIII		VIII		VIII		VIII		VIII		VIII					
Fr 223 Francium		Ra 226 Radium		Ac 227 Actinium		Rf 261 Rutherfordium		Db 262 Dubnium		Sg 266 Seaborgium		Bh 264 Bohrium		Hs 277 Hassium		Mt 268 Meitnerium		Ds 285 Darmstadtium		Rg 288 Roentgenium		Cn 285 Copernicium		Nh 286 Nihonium		Fl 289 Flerovium		Lv 293 Livermorium		Ts 294 Tennessine		Og 294 Oganesson																							

Лантаноиды Lanthanides

Сред. 58	Примесный 59	Неодим 60	Примесный 61	Смесь 62	Европий 63	Примесный 64	Тулий 65	Диспрозий 66	Тербий 67	Тулий 68	Иттрий 70	Лантан 71
Ce 140.12 Cesium	Pr 140.90766 Praseodymium	Nd 144.242 Neodymium	Pm 145 Promethium	Sm 150.36 Samarium	Eu 151.964 Europium	Gd 157.25 Gadolinium	Tb 158.92534 Terbium	Dy 162.50 Dysprosium	Ho 164.93032 Holmium	Er 167.259 Erbium	Tm 168.93421 Thulium	Lu 174.967 Lutetium

Актиноиды Actinides

Торий 90	Примесный 91	Уран 92	Нептуний 93	Плутоний 94	Америций 95	Кюрий 96	Беркелий 97	Калифорний 98	Эйнштейний 99	Фермий 100	Менделеев 101	Нобелий 102	Лавренций 103
Th 232.0377 Thorium	Pa 231.036888 Protactinium	U 238.02891 Uranium	Np 237 Neptunium	Pu 244 Plutonium	Am 243 Americium	Cm 247 Curium	Bk 247 Berkelium	Cf 251 Californium	Es 252 Einsteinium	Fm 257 Fermium	Md 288 Mendelevium	No 289 Nobelium	Lr 260 Lawrencium



Приоритет в открытии элементов 114-118 признан за коллаборацией ученых ОИЯИ (Россия) и Ливерморской и Окриджской национальных лабораторий (США)

Для элементов 113, 115, 117 и 118 приведены названия, предварительно одобренные IUPAC.

НАЗВАНИЕ И СИМВОЛЫ ТРАНСФЕРМИЕВЫХ ЭЛЕМЕНТОВ, УТВЕРЖДЕННЫЕ ИЮПАК

Элемент	Название		Символ
101	Менделевий	Mendelevium	Md
102	Нобелий	Nobelium	No
103	Лоуренсий	Lawrencium	Lr
104	Резерфордий	Rutherfordium	Rf
105	Дубний	Dubnium	Db
106	Сиборгий	Seaborgium	Sg
107	Борий	Bohrium	Bh
108	Хассий	Hassium	Hs
109	Мейтнерий	Meitnerium	Mt
110	Дармштадтий	Darmstadtium	Ds
111	Рентгений	Roentgenium	Rg
112	Коперниций	Copernicium	Cn

АТОМНАЯ ЭНЕРГЕТИКА



Балаковская АЭС



Билибинская АЭС



Калининская АЭС

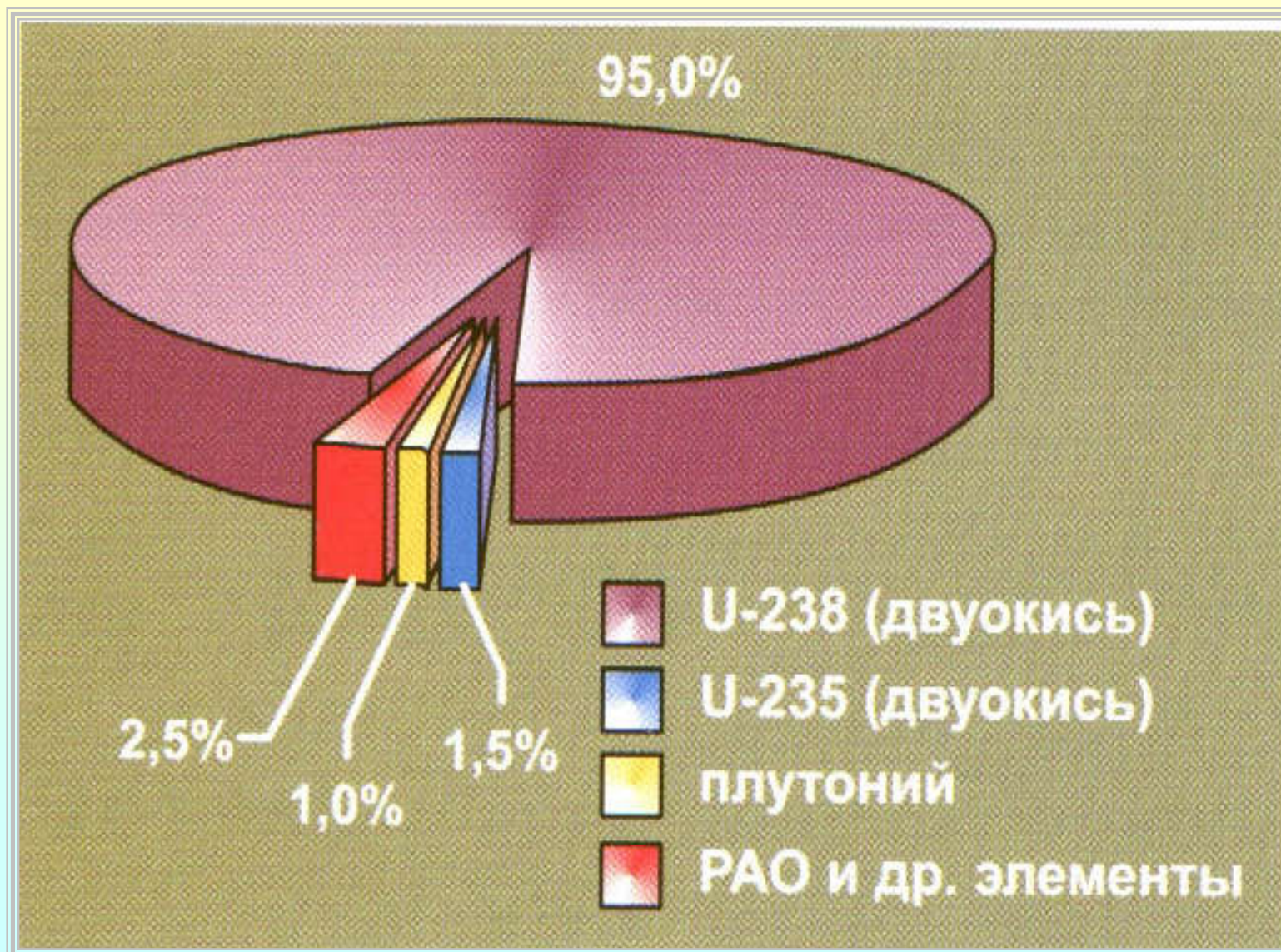


Кольская АЭС

СОВОКУПНАЯ МОЩНОСТЬ АЭС (МВт) В СТРАНАХ МИРА



СОСТАВ ОБЛУЧЕННОГО ЯДЕРНОГО ТОПЛИВА




СУЩЕСТВУЮЩИЕ ПОДХОДЫ К ОБРАЩЕНИЮ С ОБЛУЧЕННЫМ ЯДЕРНЫМ ТОПЛИВОМ (ОЯТ)

- **ПРЯМОЕ КОНДИЦИОНИРОВАНИЕ** – перевод ОЯТ в твердые устойчивые формы
- **РЕПРОЦЕССИНГ ОЯТ** с целью повторного использования ценных компонентов

В соответствии с этим в мире существует два вида ядерного топливного цикла:

- **ОТКРЫТЫЙ** – ОЯТ помещают на длительное хранение в упаковку, препятствующую выходу в окружающую среду радионуклидов
- **ЗАКРЫТЫЙ** – ОЯТ поступает на переработку с извлечением делящихся материалов с возвращением их в топливный цикл



**Обращение с
радиоактивными
отходами**

ИЗВЕСТНЫЕ МЕТОДЫ ИЗГОТОВЛЕНИЯ МИНЕРАЛОПОДОБНЫХ МАТРИЦ:

- Остекловывание
- Холодное прессование - спекание
- Горячее прессование
- Индукционное плавление в холодном тигле

Недостатки:

Требуются трудоемкие, энергоемкие и высокотехнологичные операции

Альтернатива:

Самораспространяющийся **В**ысокотемпературный **С**интез

СВС

КОЛИЧЕСТВО ОСТЕКЛОВАННЫХ ВЫСОКО-АКТИВНЫХ ОТХОДОВ НА ФГУП ПО «МАЯК»

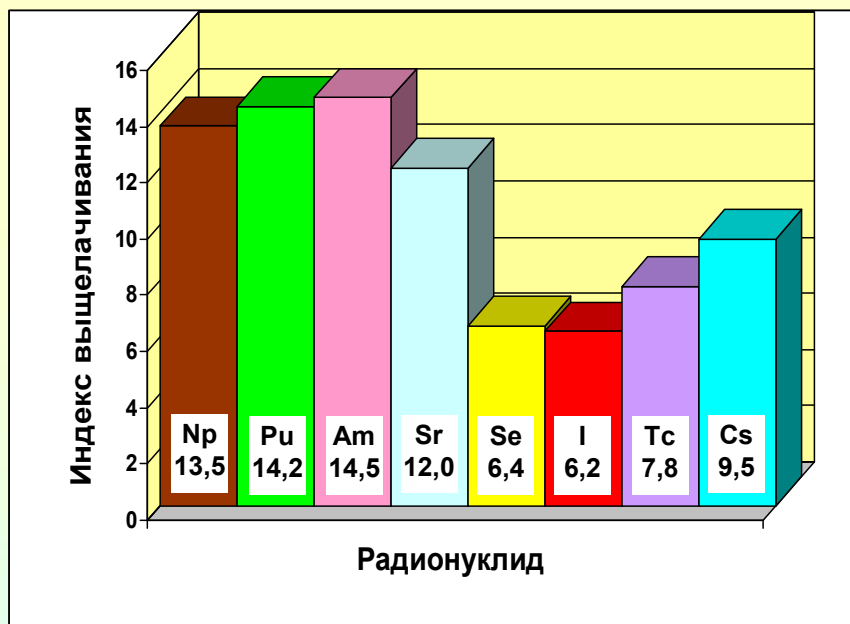


Год	Масса, тонны	Активность, МКи
1987-1990	162	3.96
1991	178	28.2
1992	563	77.7
1993	448	46.8
1994	407	57.4
1995	216	31.7
1996	270	38.2
1997-2004	>600	>76
Всего	>2830	>350



Хранилище остеклованных ВАО на ФГУП «ПО «Маяк»

МАГНИЙ-КАЛИЙФОСФАТНАЯ КЕРАМИКА ДЛЯ ИММОБИЛИЗАЦИИ ЖИДКИХ ВЫСОКОСОЛЕВЫХ РАДИОАКТИВНЫХ ОТХОДОВ ПРИ ОБЫЧНЫХ ТЕМПЕРАТУРАХ



Обладает высокой химической
устойчивостью к выщелачиванию
актинидов

(Np, Pu, Am) и Sr



Масштабирование
технологии получения
 $\text{KMgPO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$
на ФГУП «ПО «Маяк»



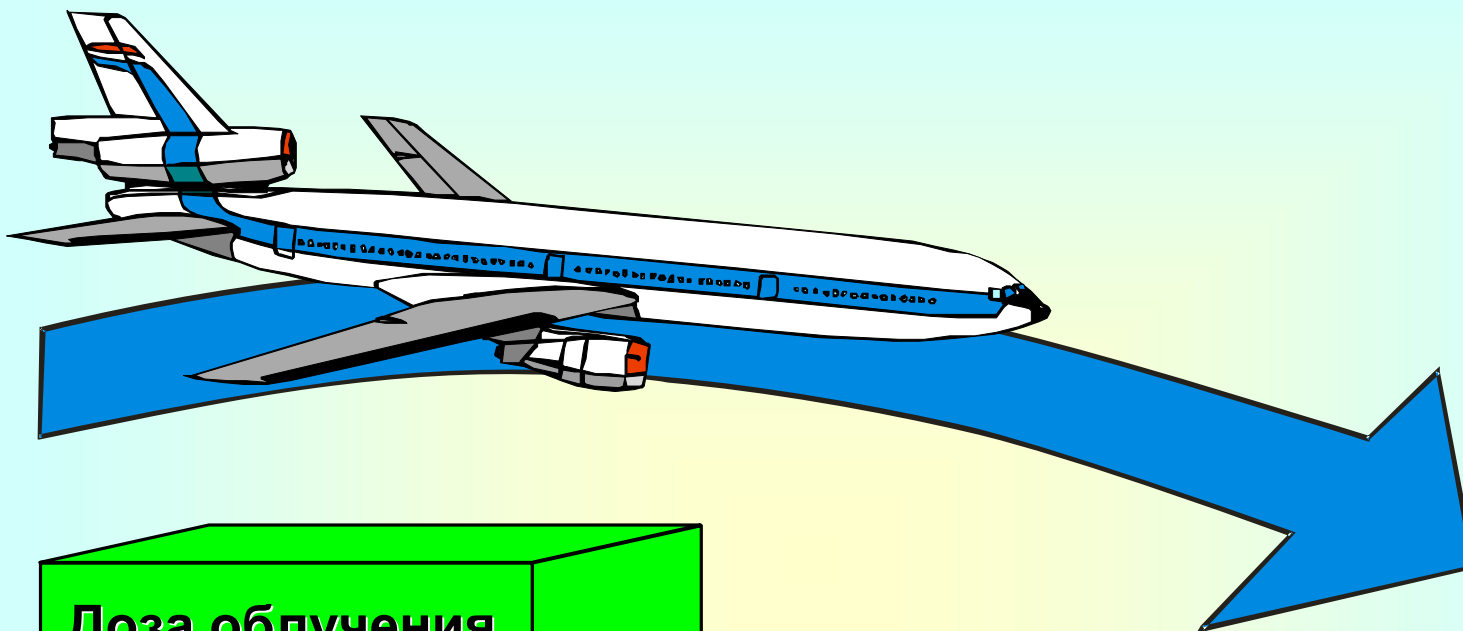
ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ СПОСОБОВ ПРОИЗВОДСТВА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ на ЗДОРОВЬЕ НАСЕЛЕНИЯ ЕВРОПЫ

потерянные годы жизни,
чел-лет/ТВт·час выработанной электроэнергии



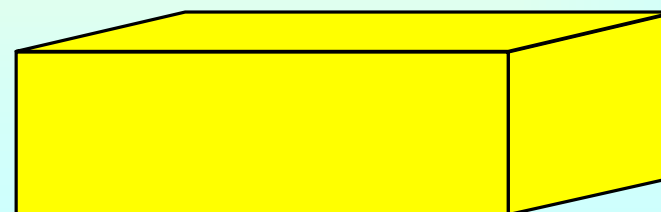


Радиация – сохраните чувство меры



Доза облучения,
которое Вы
получили при
ПОЛЕТЕ
на самолете в
течение
ОДНОГО ЧАСА

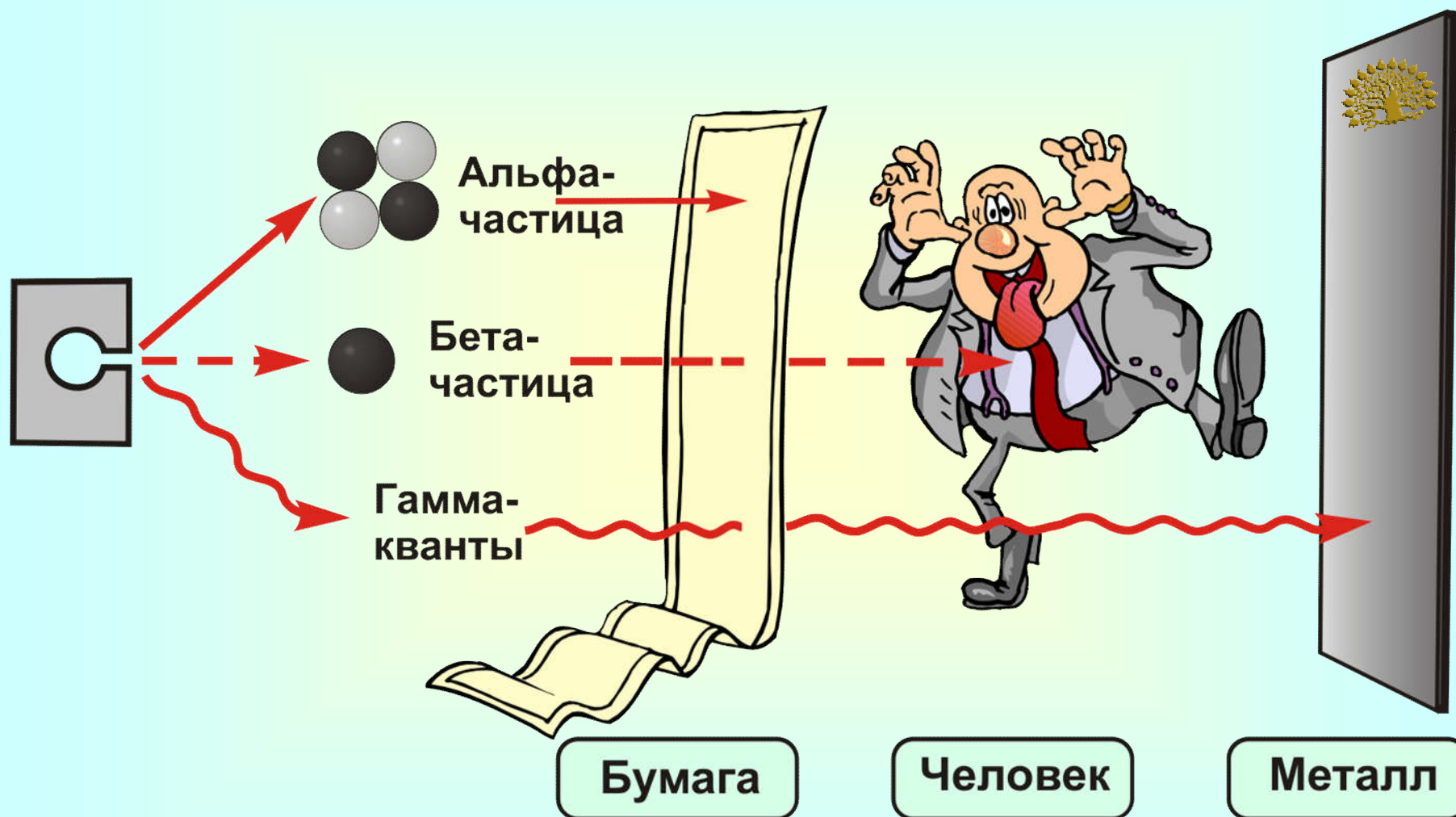
ГОДОВАЯ доза облучение,
получаемое организмом от
действия
ЯДЕРНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ





Радиохимия окружающей среды

Проникающая способность излучений

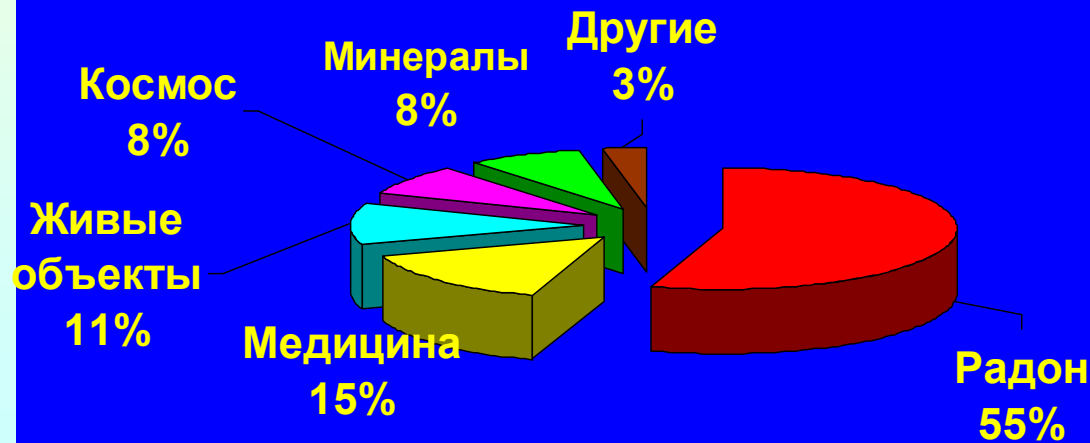
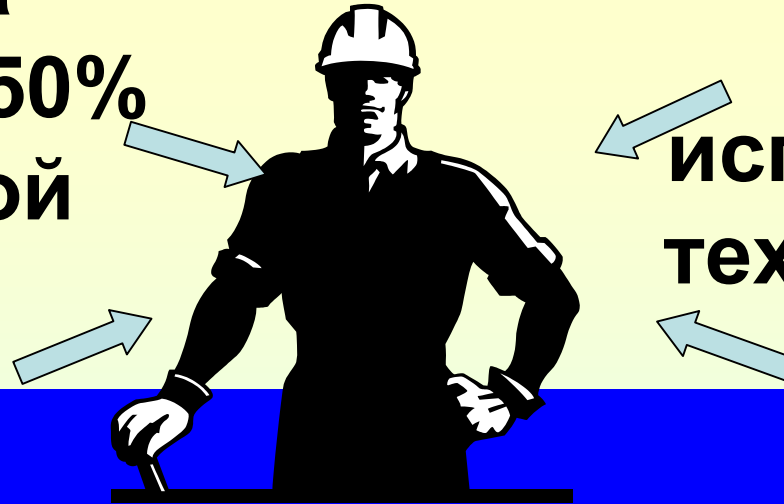


Радиационная доза



Вклад радона
составляет >50%
общей годовой
дозы

Ядерные
испытания и
техногенные
аварии



ГЛОБАЛЬНОЕ ЗАГРЯЗНЕНИЕ ПЛУТОНИЕМ НЕКОТОРЫХ СТРАН

(8-10 ТОНН ПЛУТОНИЯ ВЫБРОШЕНО В АТМОСФЕРУ)

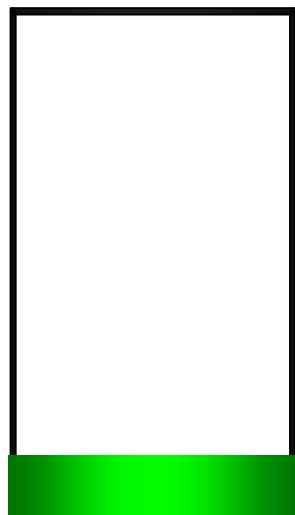
Район	Q	Район	Q
ФРГ	67-148	Украина: район ЧАЭС	>3700
Ирландия	33-127	Россия:	
Англия	33-122	Район ПО Маяк	~1400
Япония	90	Район БелАЭС	~150
		Район ЛенАЭС	~180

Q – плотность загрязнения плутонием (Бк/м²)
(37 Бк/м² = 1 мКи/км²)

Искусственные источники радиоактивности



100 %



11,4 %



Суммарная
среднегодовая
доза

0,3 %

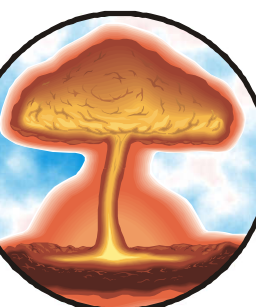


Медицинские
источники

0,3 %



Разнообразные
источники



Последствия
ядерного
оружия

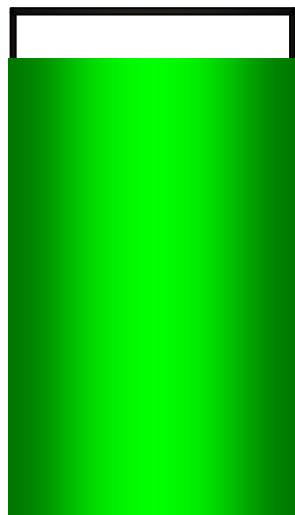
0,004 %



Ядерная
энергия

Естественные источники радиоактивности

100 %



52 %



14 %



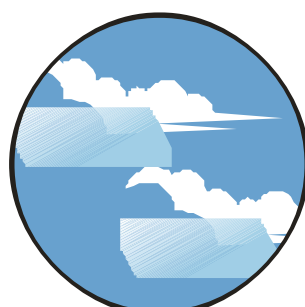
12 %



10 %



Суммарная
среднегодовая
доза



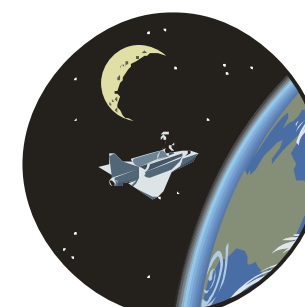
Естественная
радиоактивность
в атмосфере



Земельные
участки,
здания и
сооружения



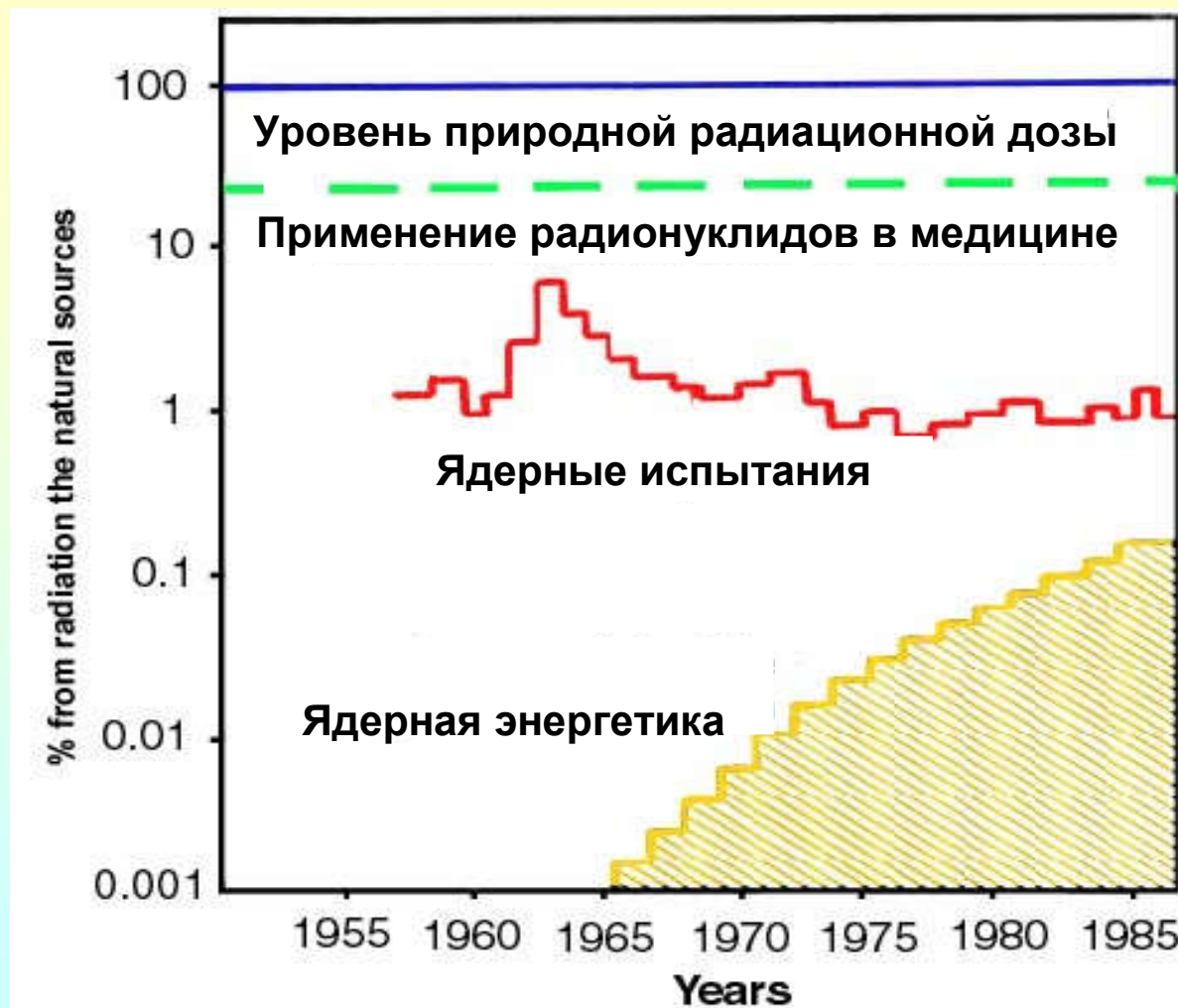
Продукты
питания и
напитки



Космические
лучи



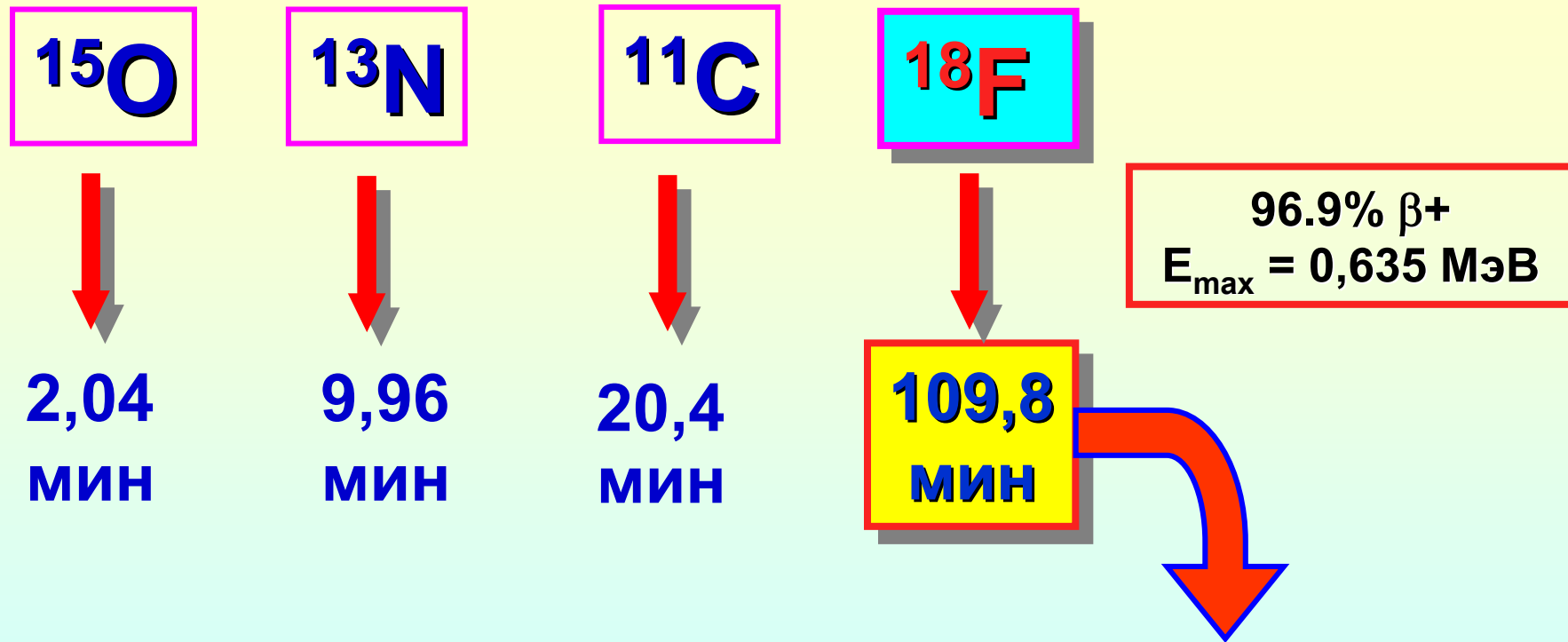
Годовая эквивалентная доза



ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РАДИОНУКЛИДОВ В ЯДЕРНОЙ МЕДИЦИНЕ



РАДОНУКЛИДЫ для ПЭТ, ПРОИЗВОДИМЫЕ на ЦИКЛОТРОНЕ

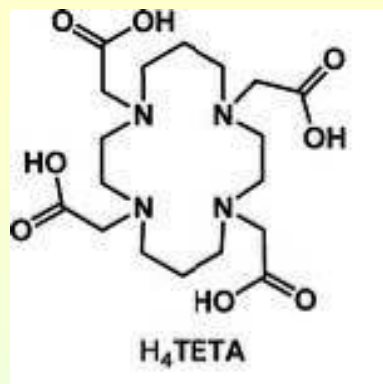


Радиотрейсеры на основе фтора-18 могут поставляться в ПЭТ центры, не имеющие собственного циклотрона и радиохимического оборудования

ОСНОВНЫЕ РАДИОНУКЛИДЫ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ В ДИАГНОСТИКЕ

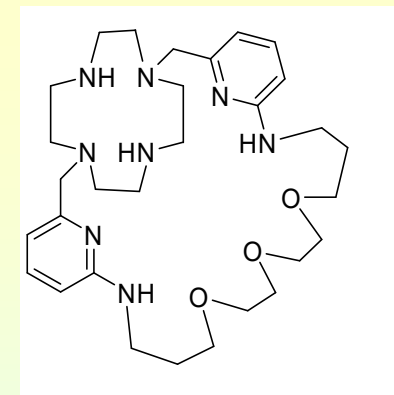
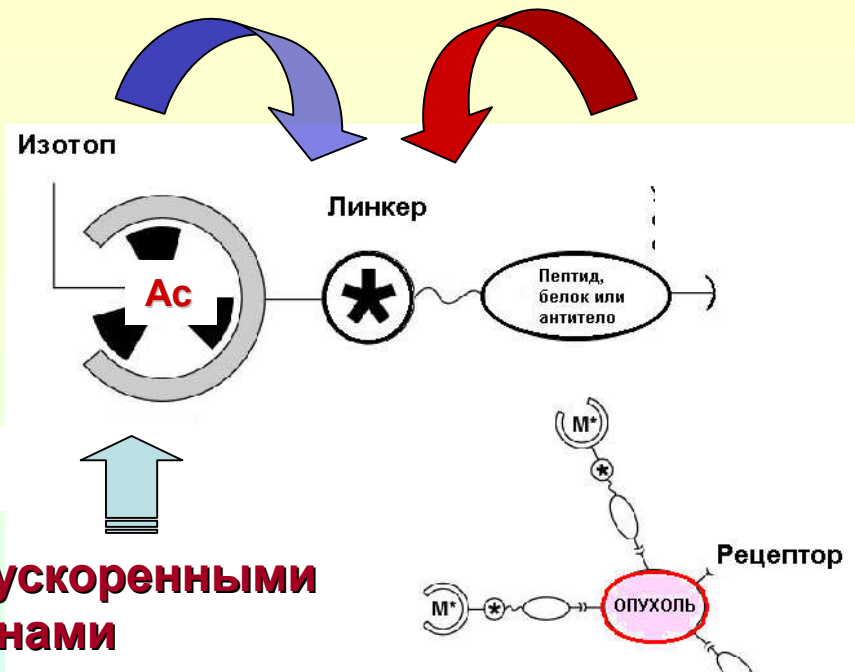
Нуклид	Пр-во, Ки/год	Потреб- ность, Ки/год	Применение
Sr-82	30	70	ПЭТ-томография: кардиология, кровяная система
Tc-99m	>10⁴ (!)	-	Общая диагностика
Pd-103	500	3000	Диагностика онкологических болезней
Se-72	30	-	Диагностика онкологических болезней
Cu-67	300	3000	Диагностика онкологических болезней
Sn-117m	30	-	Диагностика костных болезней
Tl-201	200	5000	Кардиология
I-123	200	3000	Диагностика заболеваний почек, желез, мозга

РАДИОФАРМПРЕПАРАТЫ НА ОСНОВЕ МАКРОЦИКЛИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ ДЛЯ α -ТЕРАПИИ ПРИ ЛЕЧЕНИИ ОНКОЛОГИЧЕСКИХ ЗАБОЛЕВАНИЙ



С. Apostolidis
(France)

Облучение Th ускоренными
протонами

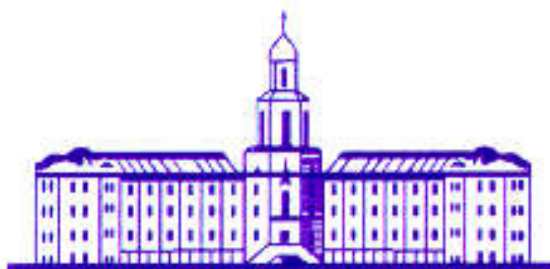


ак. И.П. Белецкая
(Россия)

Разработан способ получения и выделения в радиохимически чистом состоянии
Ac-225 для терапии онкологических заболеваний.

Однократное облучение 5 г Th ускоренными протонами позволяет выделить 2,5
Ки Ac-225 (2500 терапевтических доз или 200% от общего производства
радионуклида в мире).

* Жуйков Б.Л., Калмыков С.Н., Алиев Р.А., Ермолаев С.В., Коханюк В.М., Тананаев И.Г., Мясоедов Б.Ф. **Способ получения Ac-225**. Заявка на изобретение № 2008137558 от 23.09.2008 г. Решение о выдаче патента от 02.07.2009 г.



Российская Академия Наук

Спасибо за внимание !