

«Основы производства радиоактивных изотопов»

Лекция 8. Применение медицинских генераторов радионуклидов.

*и.о. доцента кафедры
теоретической и ядерной физики
PhD Зарипова Ю.А.*

Генераторные радионуклиды (например, ^{99m}Tc , ^{113m}In , ^{81m}Kr) являются короткоживущими и образуются из изотопов с длительным периодом полураспада, помещённых в свинцовый контейнер (генератор).



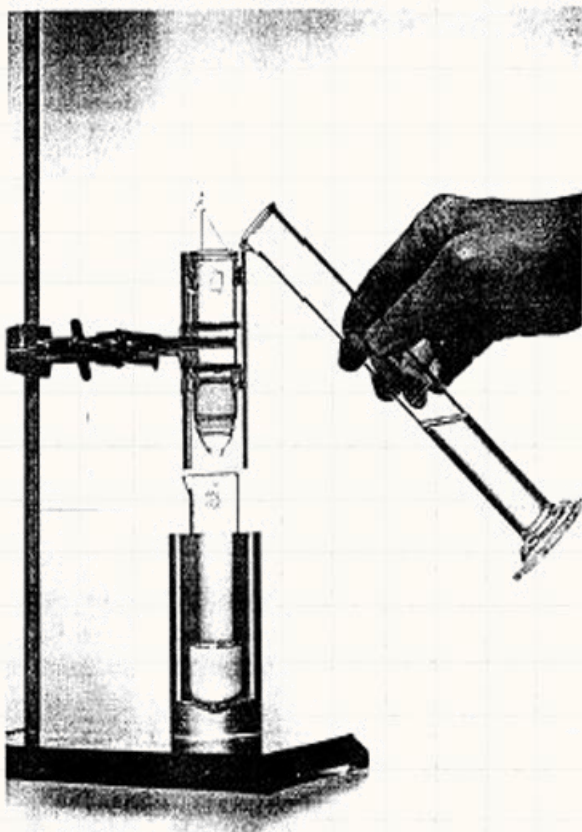


FIG. 1. The original ^{99m}Tc generator (shown without shielding) ca. 1958.

Первый генератор ^{99m}Tc

Walter Tucker and
Margaret Green,
Brookhaven National Lab.,
USA, 1958

Существует большое количество параметров для классификации радионуклидных генераторов, например по методу химического разделения и особенностям, присущим этому методу:

- 1. Хроматографические генераторы.** Радионуклид с высокой удельной активностью (малой массой) сорбционным способом вводят в начало хроматографической колонки, при этом он селективно поглощается и надежно удерживается сорбентом. Самый распространенный пример - генератор Tc-99m, где Mo-99 производится из продуктов деления урана.
- 2. Генераторы на основе твердой матрицы - гелевые генераторы.** Рассмотрим на примере молибдена, производимого по реакции (n, γ) . Из облученного молибдена получают химическое соединение молибдат циркония, который загружают в колонку генератора. Такой генератор позволяет иметь в колонке значительное количество молибдена. В процессе производства генераторов данного типа не происходит накопления нежелательных побочных продуктов облучения.
- 3. Экстракционные генераторы.** В них используется жидкостная экстракция, позволяющая перерабатывать большие количества материалов и достигать значительных степеней очистки. Однако использование органических экстрагентов и сложность оборудования, длительность и трудоемкость этого процесса, а также высокая радиационная нагрузка на персонал уменьшает привлекательность данного метода.

Основные элементы генератора колонка, система коммуникации и защитный кожух. Колонка содержит сорбент с материнским радионуклидом. Образующийся в результате распада дочерний радионуклид вымывают из колонки элюентом и получают элюат-раствор с дочерним радионуклидом.

В $^{99}\text{Mo}/^{99\text{m}}\text{Tc}$ - генераторе материнский радионуклид - ^{99}Mo ($T_{1/2} = 66$ час), сорбент - окись алюминия, Al_2O_3 , дочерний РН - $^{99\text{m}}\text{Tc}$ ($T_{1/2} = 6$ час). $^{99\text{m}}\text{Tc}$ «выдавливается» из колонки с Al_2O_3 изотоническим раствором (0,9% NaCl).

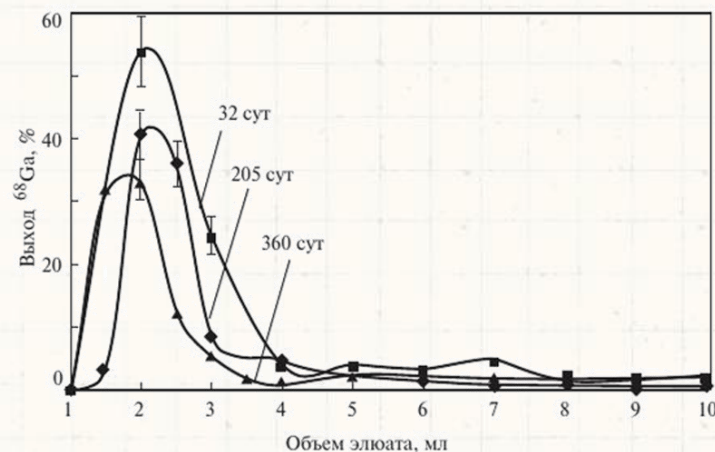
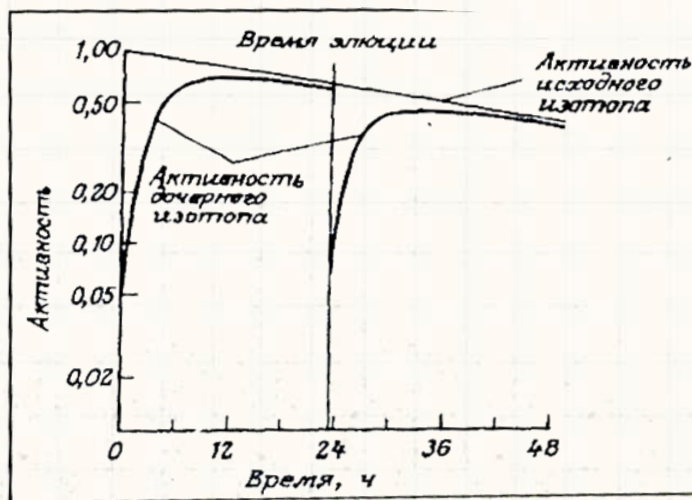
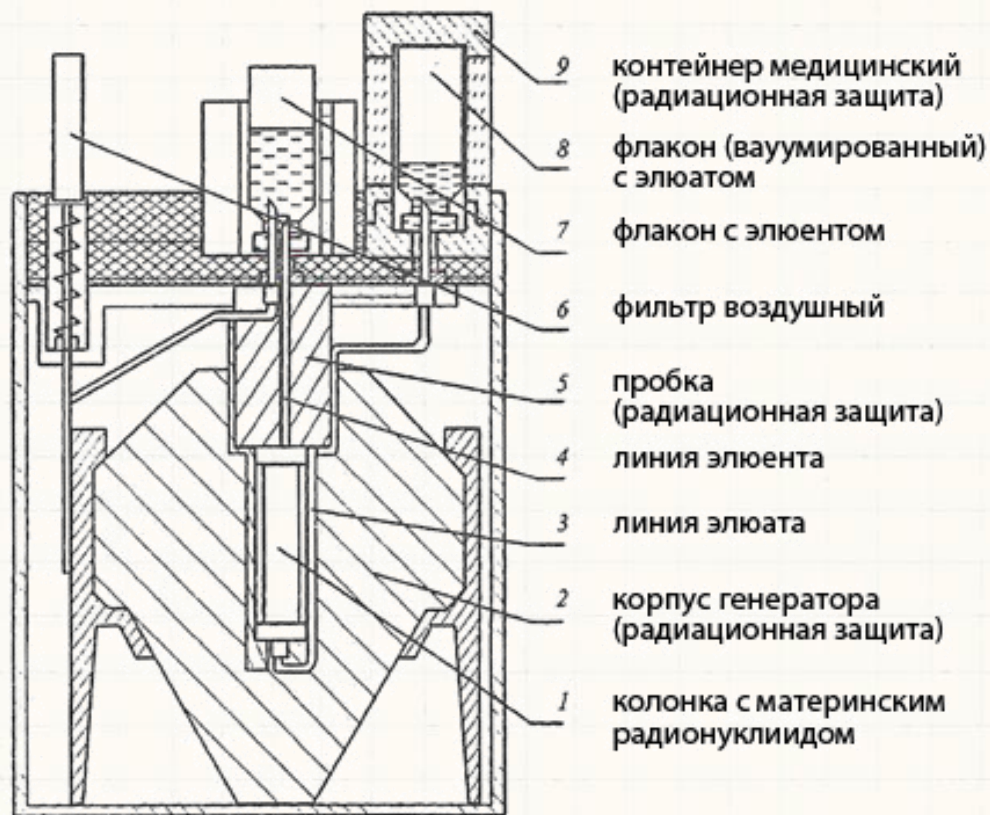
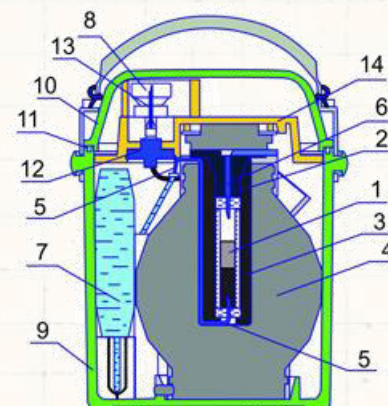


Схема конструкции генератора ^{99m}Tc



Генератор технеция-99м в транспортном положении



1-колонка, 2-пробка, 3-гильза, 4-контейнер защитный, 5-линия элюента, 6-игла верхняя, 7-контейнер «КОМПОПЛАСТ»-300, 8-флакон предохранительный, 9-сосудохранный, 10-крышка, 11-кольцо резиновое, 12-фильтр гидрофильный Millex, 13-игла инъекционная LYER, 14-панель.

Радионуклиды, используемые в генераторах изотопов

Родительский радионуклид	$T_{1/2}$	Дочерний радионуклид	$T_{1/2}$
^{62}Zn	9.2 ч	^{62}Cu	9.7 м
^{68}Ge	271 дн	^{68}Ga	68 м
^{82}Sr	25 дн	^{82}Rb	1.26 м
^{81}Rb	4.6 ч	$^{81\text{m}}\text{Kr}$	13 с
^{90}Sr	28.9 л	^{90}Y	64 .1 ч
^{99}Mo	66 ч	$^{99\text{m}}\text{Tc}$	6 м
^{113}Sn	115.1 дн	$^{113\text{m}}\text{In}$	99.5 м
^{122}Xe	20.1 ч	^{122}I	3.6 м
^{188}W	69.8	^{188}Re	17 ч

^{82}Sr (25, 5 дн.) $\rightarrow$ ^{82}Rb (1,3 мин.)

*Принцип работы
стронций/рубидиевого-82 генератора*



Генератор



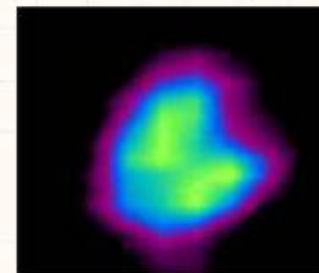
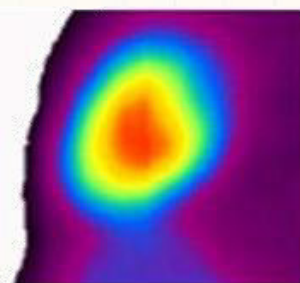
*Испытания генератора на позитронно-эмиссионном
томографе*



Сердце кролика:

здоровое

с инфарктом миокарда

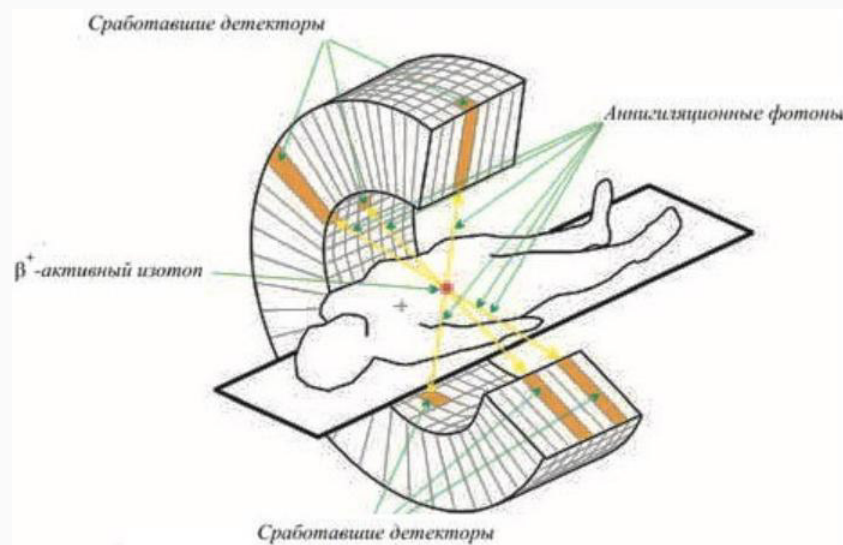


ГЕНЕРАТОРНЫЕ ПОЗИТРОН-ИЗЛУЧАТЕЛИ



Генераторная система	Родительский нуклид $T_{1/2}$	Дочерний нуклид			
		$T_{1/2}$	Выход позитрона, %	E_{β^+} , МэВ	Применение
$^{82}\text{Sr}/^{82}\text{Rb}$	25,6 сут	1,27 мин	95,0	1,41	Перфузия
$^{140}\text{Nd}/^{140}\text{Pr}$	3,37 сут	3,39 мин	51,0	0,544	Перфузия
$^{118}\text{Te}/^{118}\text{Sb}$	6,00 сут	3,6 мин	74,0	0,882	Перфузия
$^{122}\text{Xe}/^{122}\text{I}$	20,1 ч	3,6 мин	77,0	1,09	Мечение
$^{128}\text{Ba}/^{128}\text{Cs}$	2,43 сут	3,62 мин	69,0	0,869	Перфузия
$^{134}\text{Ce}/^{134}\text{La}$	3,16 сут	6,4 мин	63,0	0,756	Перфузия
$^{62}\text{Zn}/^{62}\text{Cu}$	9,26 ч	9,74 мин	97,0	1,28	Перфузия, мечение
$^{52}\text{Fe}/^{52\text{m}}\text{Mn}$	8,28 сут	21,1 мин	97,0	1,13	Перфузия
$^{68}\text{Ge}/^{68}\text{Ga}$	270,8 сут	1,135 ч	89,0	0,74	Перфузия, мечение
$^{110}\text{Sn}/^{110\text{m}}\text{In}$	4,1 ч	1,15 ч	62,0	0,623	Мечение
$^{44}\text{Ti}/^{44}\text{Sc}$	60,3 г.	3,927 ч	94,0	0,597	Мечение
$^{72}\text{Se}/^{72}\text{As}$	8,4 сут	1,083 сут	88,0	1,02	Мечение

Позитронно-эмиссионная томография (Двухфотонная эмиссионная томография)



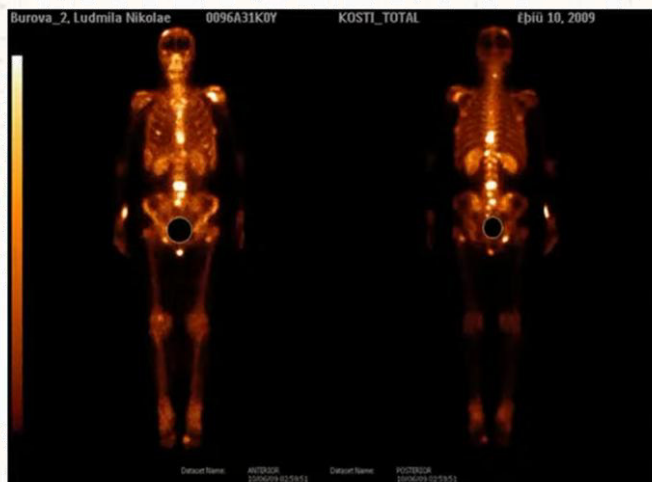
Снимки экрана компьютера. Слева направо изображения ПЭТ, МРТ и
комбинированное изображение ПЭТ-МРТ.

ГЕНЕРАТОРНЫЕ ФОТОН-ИЗЛУЧАТЕЛИ

Фотонных излучателей требуют сцинтиграфия и более продвинутый вариант ОФЭКТ. Необходимо выбрать радионуклид, который испускает только гамма-кванты, обычно это выполняется в случае изомерного перехода и К-захвата.

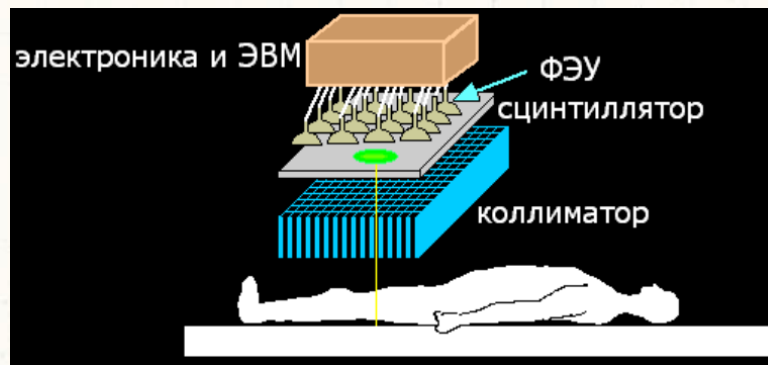
^{77}Br ($T_{1/2} = 2,377$ сут)/ $^{77\text{m}}\text{Se}$ ($T_{1/2} = 17,4$ с);
 ^{109}Cd ($T_{1/2} = 1,267$ года)/ $^{109\text{m}}\text{Ag}$ ($T_{1/2} = 39,6$ с);
 ^{113}Sn ($T_{1/2} = 115,09$ сут)/ $^{113\text{m}}\text{In}$ ($T_{1/2} = 1,658$ ч);
 ^{115}Cd ($T_{1/2} = 2,228$ сут)/ $^{115\text{m}}\text{In}$ ($T_{1/2} = 4,486$ ч);
 ^{81}Rb ($T_{1/2} = 4,58$ ч)/ $^{81\text{m}}\text{Kr}$ ($T_{1/2} = 13$ с);
 ^{191}Os ($T_{1/2} = 15,4$ сут)/ $^{191\text{m}}\text{Ir}$ ($T_{1/2} = 4,94$ с);
 $^{195\text{m}}\text{Hg}$ ($T_{1/2} = 1,73$ сут)/ $^{195\text{m}}\text{Au}$ ($T_{1/2} = 30,5$ с);
 ^{178}W ($T_{1/2} = 21,5$ сут)/ $^{178\text{m}}\text{Ta}$ ($T_{1/2} = 9,31$ мин).

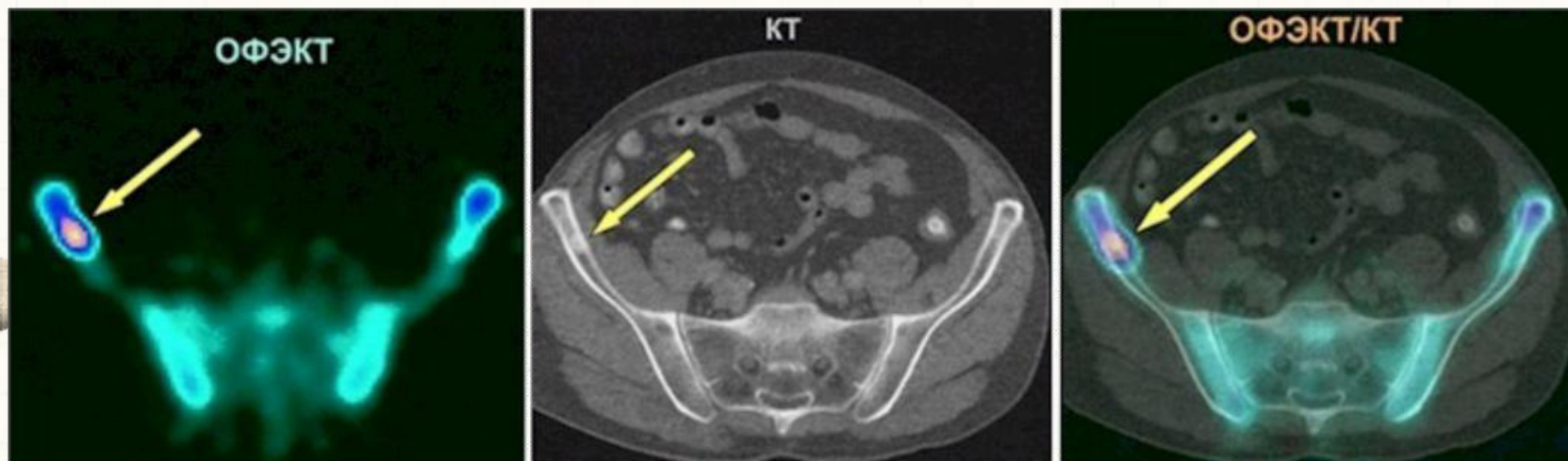
Сцинтиграфия костей скелета



Передняя проекция. Задняя проекция

«Горячий очаг» в позвонках, левом предплечье и в головке правой плечевой кости.





Изображения в ОФЭКТ, КТ и интегрированной системе ОФЭКТ/КТ

**СПАСИБО ЗА
ВНИМАНИЕ!**

