



НИИАР

ПРЕДПРИЯТИЕ ГОСКОРПОРАЦИИ «РОСАТОМ»

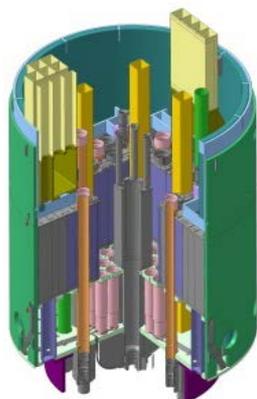
Возможности и перспективы радионуклидной продукции для ядерной медицины в АО «ГНЦ НИИАР»

**Директор АО «ГНЦ НИИАР»
А.А. Тузов**

г. Димитровград, 12 марта 2018 г.

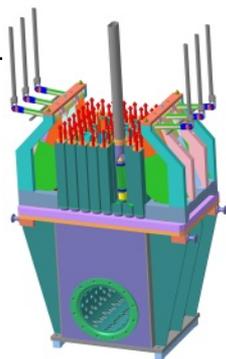


Высокопоточный реактор СМ



Облучательные позиции:

- ✓ 27 ячеек нейтронной ловушки
- ✓ 30 каналов бериллиевого отражателя
- ✓ ячейки в топливных сборках активной зоны



Бассейновые реакторы РБТ-6 и РБТ-10

Облучательные позиции:

- ✓ до 8 каналов в активной зоне РБТ-6
- ✓ до 10 каналов в активной зоне РБТ-10

Радионуклид	Физический предел*
Калифорний-252	15 мг/год
Иридий-192	1600 кКи/год
Кобальт-60	400 кКи/год
Селен-75	12 кКи/месяц (150 ист./месяц)
Стронций-89	15 Ки/месяц
Цезий-131	500 Ки/месяц
Вольфрам-188	15 Ки/месяц
Лютеций-177	18 Ки/месяц
Гадолиний-153	800 Ки/год
Иод-125	70 Ки/месяц
Молибден-99	30 000 Ки/год с 6-сут. калибровкой на момент завершения переработки
Иод-131	240 Ки/нед с 6-сут. калибровкой



НИИАР

Препараты медицинского назначения

Радиоизотоп /Получение	РФЛП на основе радионуклида / Медицинское применение
Стронций-89 Две схемы получения: ✓ пороговая реакция $^{89}\text{Y}(n,p)^{89}\text{Sr}$ ✓ активационный по реакции $^{88}\text{Sr}(n,\gamma)^{89}\text{Sr}$	Для лечения болевого синдрома при костных метастазах злокачественных опухолей, имеющих тенденцию к метастазированию в скелет: гормонорезистентные формы рака предстательной железы и молочной железы, рак толстой кишки, легкого, щитовидной железы, тела матки, почки и кожи
Лютеций-177 Две схемы получения: • Облучение нейтронами ядерного реактора мишеней с ^{176}Lu ; • Облучение нейтронами ядерного реактора мишеней с ^{176}Yb . Место облучения - нейтронная ловушка реактора СМ (экономия дорогого стартового материала)	<i>За рубежом (Европа):</i> ✓ РФЛП широко применяются для радионуклидной терапии нейроэндокринных онкологических заболеваний; ✓ Проводятся исследования РФЛП для радиоиммунной терапии онкологических заболеваний. <i>В России:</i> ✓ Отсутствует производство фармацевтической субстанции на основе Lu-177; ✓ Отсутствуют зарегистрированные и разрешенные к медицинскому применению РФЛП на основе Lu-177; ✓ Производимый в АО «ГНЦ НИИАР» радионуклидный препарат Lu-177 поставляется зарубежным потребителям.
Вольфрам-188 Место облучения - нейтронная ловушка реактора СМ	^{188}W - используется в качестве материнского изотопа для производства (зарядки) радионуклидных генераторов Re-188 Ценность Re-188 для радионуклидной терапии определяется: ✓ Малый период полураспада (17 ч) делает его безопасным для пациентов, персонала и окружающей среды; ✓ $T_{1/2}$ материнского радионуклида W-188 (69,4 сут.) позволяет использовать один генератор Re-188 в течение 6-8 месяцев; ✓ Возможность создания и размещения на базе крупных медицинских учреждений стационарного генератора большой активности с приготовлением и поставкой РФЛП в радиологические клиники по мере необходимости.

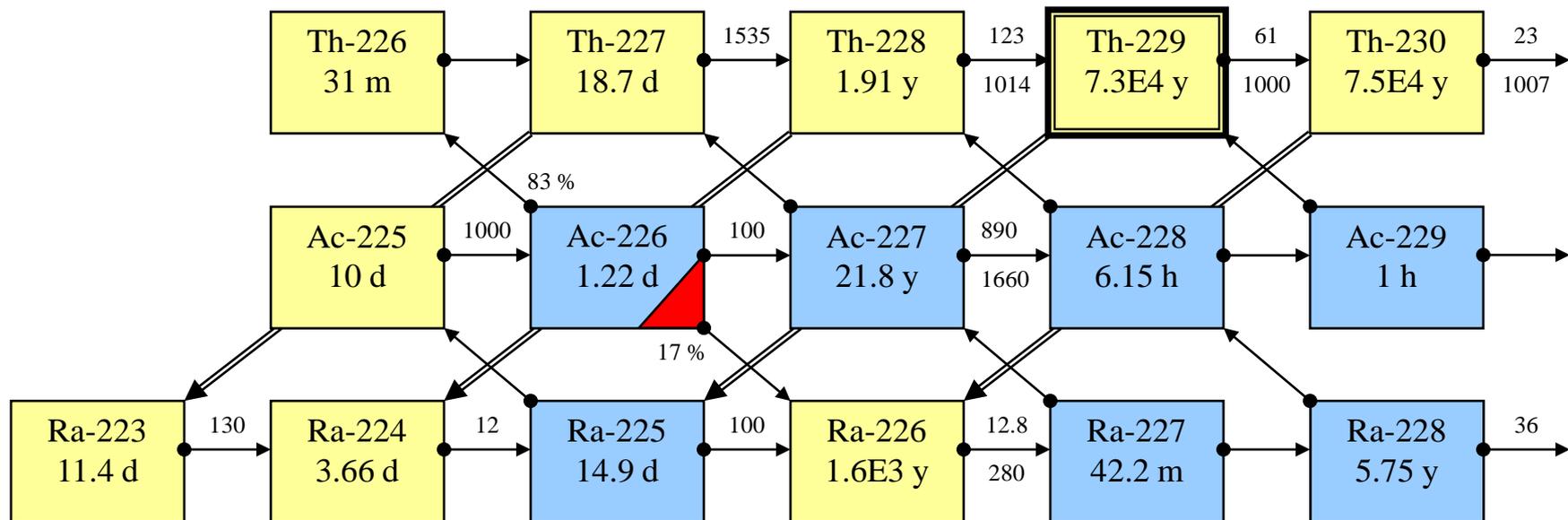
Радиоизотоп /Получение	РФЛП на основе радионуклида / Медицинское применение
<p>Йод-125 В АО «ГНЦ НИИАР» реализован петлевой метод с использованием обогащенного ^{124}Xe</p>	<p>Основная область медицинского применения йода-125 – производство закрытых источников ионизирующего излучения для низкодозной брахитерапии рака предстательной железы. В опухоль предстательной железы под контролем УЗИ вводятся специальные иглы, через которые непосредственно в ткань опухоли помещаются на постоянной основе микроисточники с йодом-125. Брахитерапия рака предстательной железы проводится в амбулаторном режиме, при необходимости пациент после процедуры может 1-2 дня находиться в стационаре.</p>
<p>Молибден-99 «осколочный» Облучение в реакторах типа РБТ (РБТ-6, РБТ-10/2) мишеней из уран-алюминиевого сплава UAl_x (U-235 – 90%)</p>	<p>Mo-99 используется в качестве материнского изотопа для производства (зарядки) радионуклидных генераторов Tc-99m. Сцинтиграфия скелета с целью выявления очагов патологических изменений различного происхождения и распространенности: первичные и метастатические злокачественные опухоли, остеомиелит, костно-суставной туберкулез, артриты различного происхождения.</p>
<p>Молибден-99 «активационный»</p>	<p>НИИАР имеет опыт получения активационного ^{99}Mo по реакции $^{98}\text{Mo}(n,\gamma)^{99}\text{Mo}$. Стартовый материал- порошок оксида молибдена, либо природного, либо обогащенного по изотопу ^{98}Mo. Облучение можно проводить в нейтронной ловушке или в ТВС реактора СМ-3.</p>

Характеристики источников нейтронов на основе калифорния-252

Тип источника	Габариты, мм				Поток нейтронов в угол 4π , с^{-1}	Количество ^{252}Cf , мкг
	источника		активной части			
штырьковый (НК252М2...)	1,2	15,20, 25,35	<0,6	10;15; 20;30	$1 \cdot 10^6 - 7 \cdot 10^7$	0,43-29,9
Гибкая сборка (НК252М3...)	1,1	40,50, 60,110			$3 \cdot 10^6 - 8 \cdot 10^7$	1,7 - 34,2
элемент гибкой сборки (НК252М3...)	0,6- 0,8	5,4	0,25-0,35	3,5	$(1-7) \cdot 10^6$	0,43 - 2,99
внутриполостной (НК252М1...)	3	15	1,4	9	$1 \cdot 10^7 - 5 \cdot 10^9$	4,3 - 2137

Характеристики источников гамма-излучения медицинского назначения

Радио- нуклид	Размеры источника, мм		Размеры активной части, мм		Активность, Ки	Назначение
	диаметр	длина	диаметр	длина		
^{60}Co	1	25- 35	0,5	20-30	0,001-2,0	Внутритканевая брахитерапия, ручного введения
	2	16	0,5-0,8	10	0,0094-5,4	Внутриполостная брахитерапия, ручного введения
^{192}Ir	1,6	10,6	0,8	4	1,5-10,5	Внутритканевая брахитерапия, ручного введения
^{153}Gd	5,7	16	3	2	1 или 0,3	Диагностика
	7	10	3	2	1	остеопороза
	3-6	207- 522	1,8-5	197-508	0,02-0,15	Калибровка гамма- камер



Облучение ^{226}Ra в высокопоточном реакторе позволяет получить запас материнских радионуклидов ^{229}Th , ^{228}Th и ^{227}Ac , достаточный для регулярных поставок альфа-излучающих радионуклидов медицинского назначения.

1. Модернизация активной зоны реактора СМ-3.

Ожидаемый результат:

увеличение производства **Cf-252, Se-75, Sr-89, W-188, Co-60.**

2. Восстановление участка по изготовлению источников на основе Co-60 на зд.180.

Ожидаемый результат:

увеличение производительности участков изготовления **Со-источников ~ 2 раза.**

3. Создание дополнительной (второй) петлевой установки по производству I-125.

Ожидаемый результат: увеличение наработки **I-125 в ~ 2 раза.**

4. Продолжение исследований возможности получения альфа-эмиттеров для ядерной медицины. Масштабирование реакторной и радиохимической технологий получения альфа-эмиттеров из облученного **радия-226.**



НИИАР

ПРЕДПРИЯТИЕ ГОСКОРПОРАЦИИ «РОСАТОМ»

СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!

Директор АО «ГНЦ НИИАР»
Тузов А.А.

Тел.: +7 (84235) 9-83-83
E-mail: niiar@niiar.ru