



ФЭИ
РОСАТОМ

Нейтроника-2024

Анализ концепции радиоизотопного генератора тепла на основе америция и кюрия

Кравец А.А., Кравец С.В.
АО «ГНЦ РФ – ФЭИ»

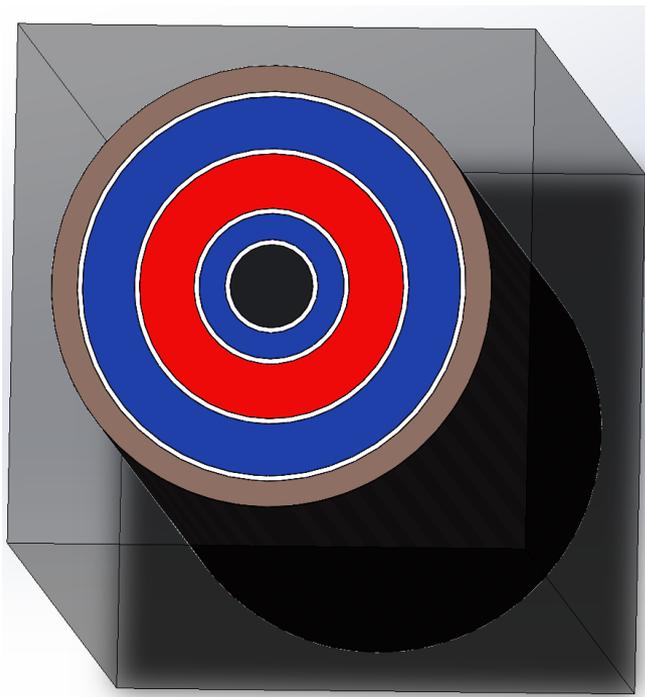


- Высокая стоимость энергоносителей;
- Низкая экологичность энергоносителей;
- Плохая логистика;

- Перспектива широкомасштабной переработки отработавшего ядерного топлива с последующим выделением америция и кюрия;
- Использование выделенных америция и кюрия в генераторе тепла наряду с трансмутированием или выжиганием этих нуклидов;



Канальный аппарат, ширина одного канала равна 20 см, длина 50 см.



Характеристики

Выдержка топлива перед переработкой	5 лет
Масса источника в 1 канале	36,4 кг
Теплоноситель	NaK
Мощность 1 канала в 1 год работы	21,8 кВт
Нейтронная защита	Графит Карбид бора

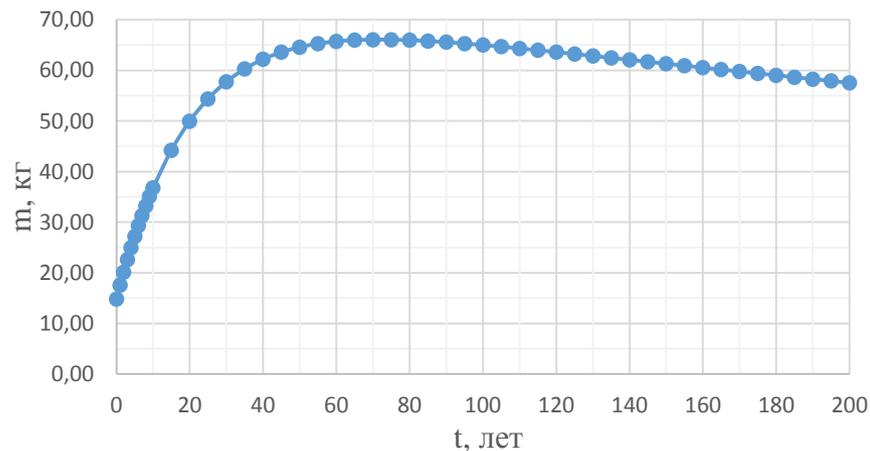
Содержание америция и кюрия в ОЯТ реактора ВВЭР-1200 от времени

$$y(x) = a_0 + a_1x + a_2x^2 + a_3x^3 + a_4x^4 + a_5x^5 + a_6x^6$$

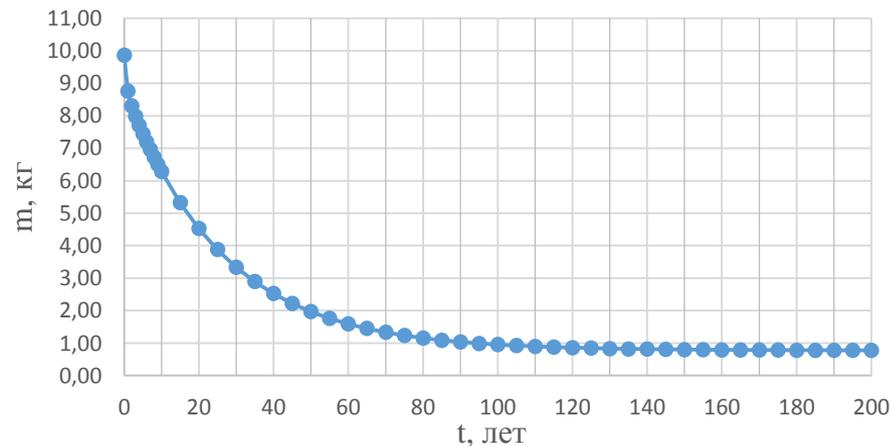
Где: $a_0, a_1, a_2, a_3, a_4, a_5$ и a_6 – аппроксимационные коэффициенты;

$y(x)$ – концентрация нуклида; x – глубина выгорания, 70 ГВт·сут/тУ;

Америций

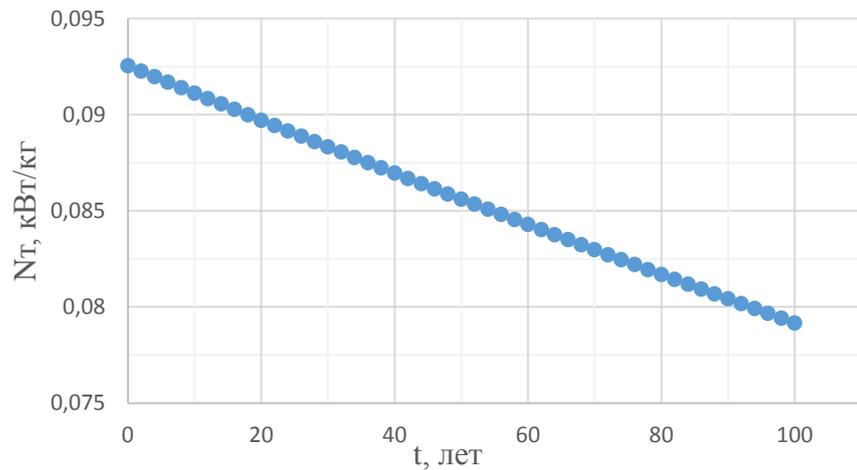


Кюрий

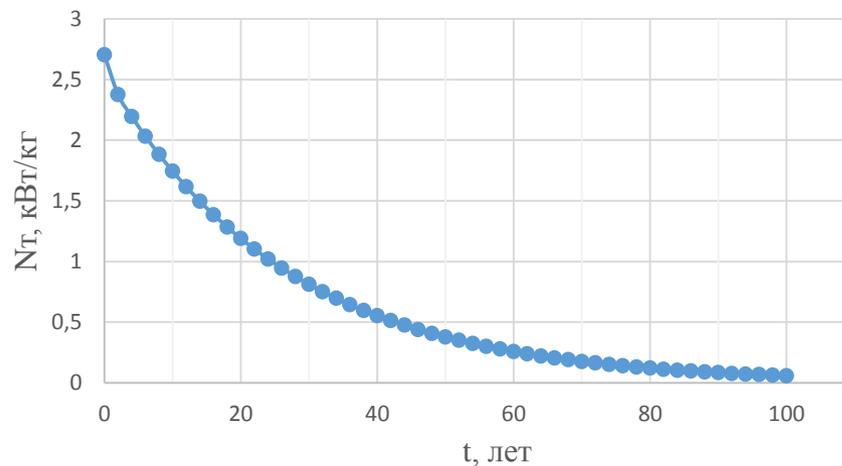


Расчёты проведены на основании данных приведённых в РБ-093-20

Америций

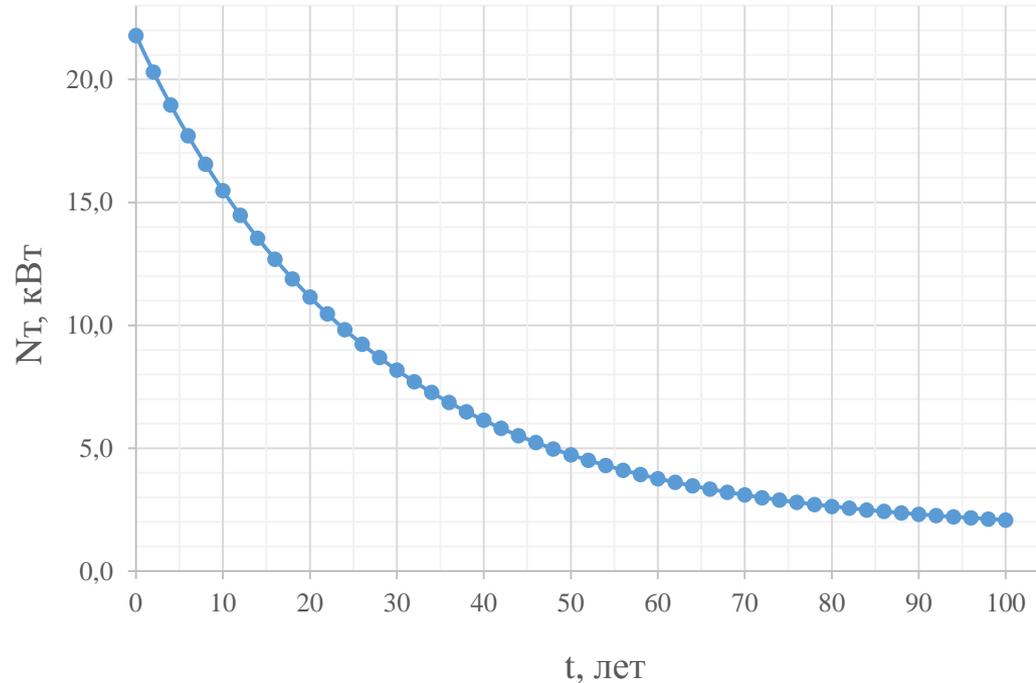


Кюрий



Расчёты проведены на основании данных приведённых в РБ-093-20

Изменения тепловыделения предлагаемой системы во времени



- A_m – 78,5%
- C_m – 21,5%

Расчёты проведены на основании данных приведённых в РБ-093-20

Процентное отношение изотопов америция в водо-водяных реакторах в зависимости от выдержки в ОЯТ

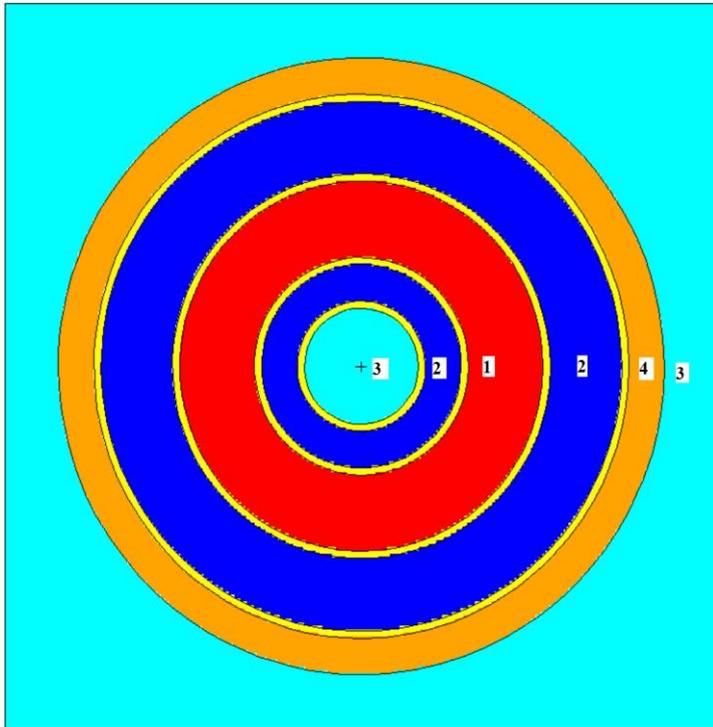
t, лет	ВВЭР - 1200			ВВЭР - 1000			ВВЭР - 440		
	%			%			%		
	²⁴¹ Am	^{242m} Am	²⁴³ Am	²⁴¹ Am	^{242m} Am	²⁴³ Am	²⁴¹ Am	^{242m} Am	²⁴³ Am
5	53,06	0,17	46,78	51,74	0,15	48,10	55,69	0,22	44,08
30	77,96	0,07	21,97	77,03	0,06	22,90	79,22	0,09	20,69

Процентное отношение изотопов кюрия в водо-водяных реакторах в зависимости от выдержки в ОЯТ

t, лет	ВВЭР - 1200			ВВЭР - 1000			ВВЭР - 440		
	%			%			%		
	²⁴² Cm	²⁴⁴ Cm	²⁴⁵ Cm	²⁴² Cm	²⁴⁴ Cm	²⁴⁵ Cm	²⁴² Cm	²⁴⁴ Cm	²⁴⁵ Cm
5	0,01	89,43	10,57	0,01	93,63	6,37	0,01	92,46	7,53
30	0,00	76,50	23,50	0,00	84,97	15,03	0,00	82,52	17,48

Расчёты проведены на основании данных приведённых в РБ-093-20;

t – лет выдержки;



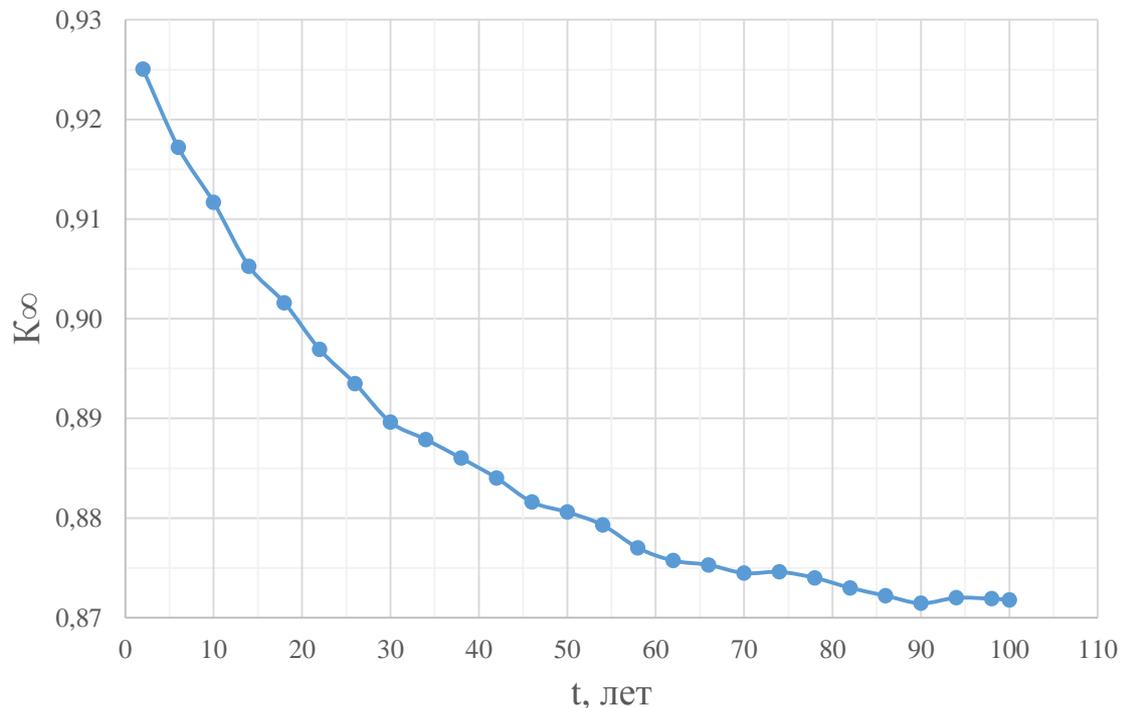
- 1 – Сплав Америция и Кюрия;
- 2 – Теплоноситель, натрий калиевая эвтектика;
- 3 – Графит;
- 4 – Карбид бора;

Рассмотрена бесконечная решётка каналов, для обеспечения возможности масштабировать систему.

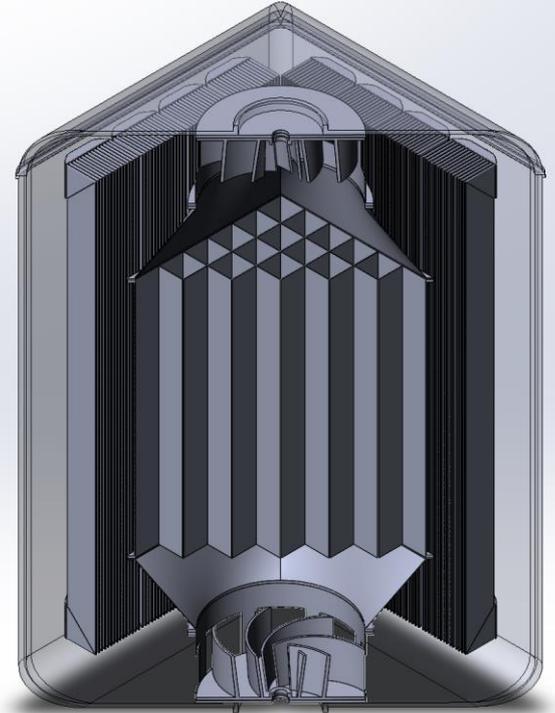
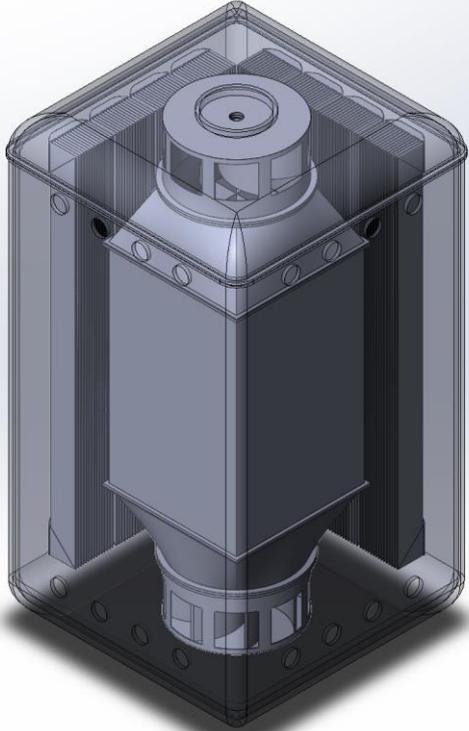
Расчёт K_{∞} решётки выполнена по программе MCNP5.

$$K_{\infty} = 0,927$$

Изменение коэффициента размножения нейтронов для решётки каналов в зависимости от времени:



Радиоизотопный генератор тепла на основе америция и кюрия





ФЭИ
РОСАТОМ

Спасибо за внимание

Кравец А.А.
Инженер ОЯБ, АО «ГНЦ РФ – ФЭИ»
aakravets@ippe.ru