

Методы датирования

$$N_{D,cmab.} = N_{M,0} (1 - e^{-\lambda_M t}) = N_M (e^{\lambda_M t} - 1)$$

$$t = \frac{1}{\lambda_M} \ln \left(1 + \frac{N_{D,cmab.}}{N_M} \right)$$

$$N_D = \frac{\lambda_M}{\lambda_D - \lambda_M} N_M \left(1 - e^{\lambda_M t} e^{-\lambda_D t} \right)$$

$$A_D = \frac{\lambda_D}{\lambda_D - \lambda_M} A_M \left(1 - e^{\lambda_M t} e^{-\lambda_D t} \right)$$

$$t = \frac{1}{\lambda_M - \lambda_D} \ln \left(1 - \frac{N_D (\lambda_D - \lambda_M)}{N_M \lambda_M} \right)$$

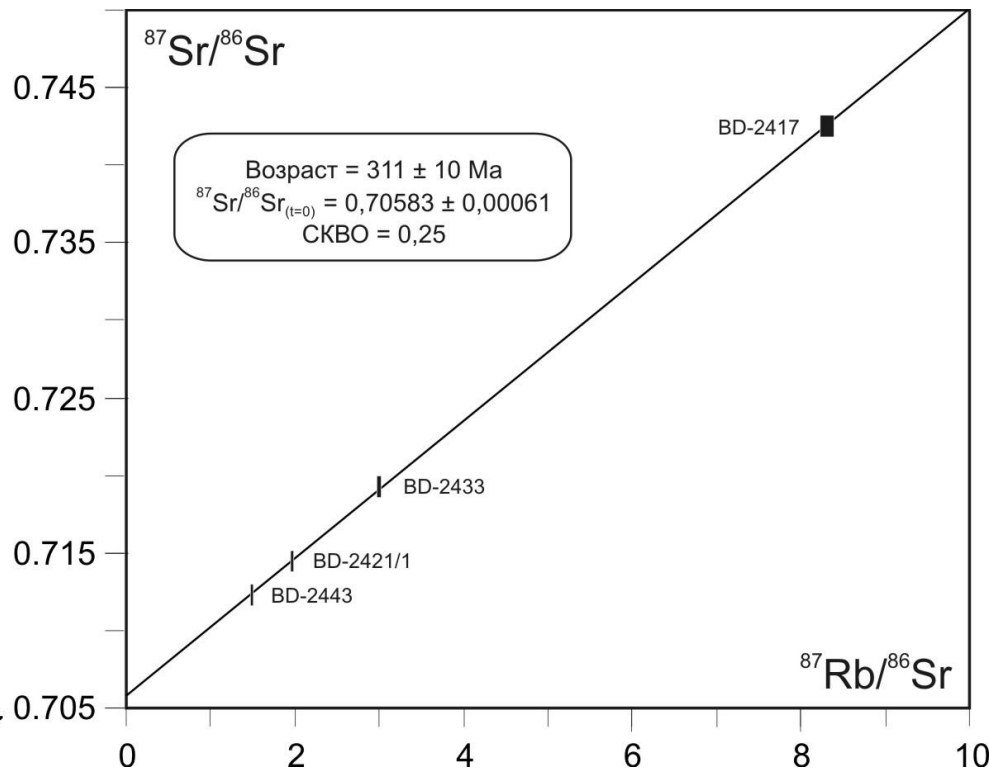
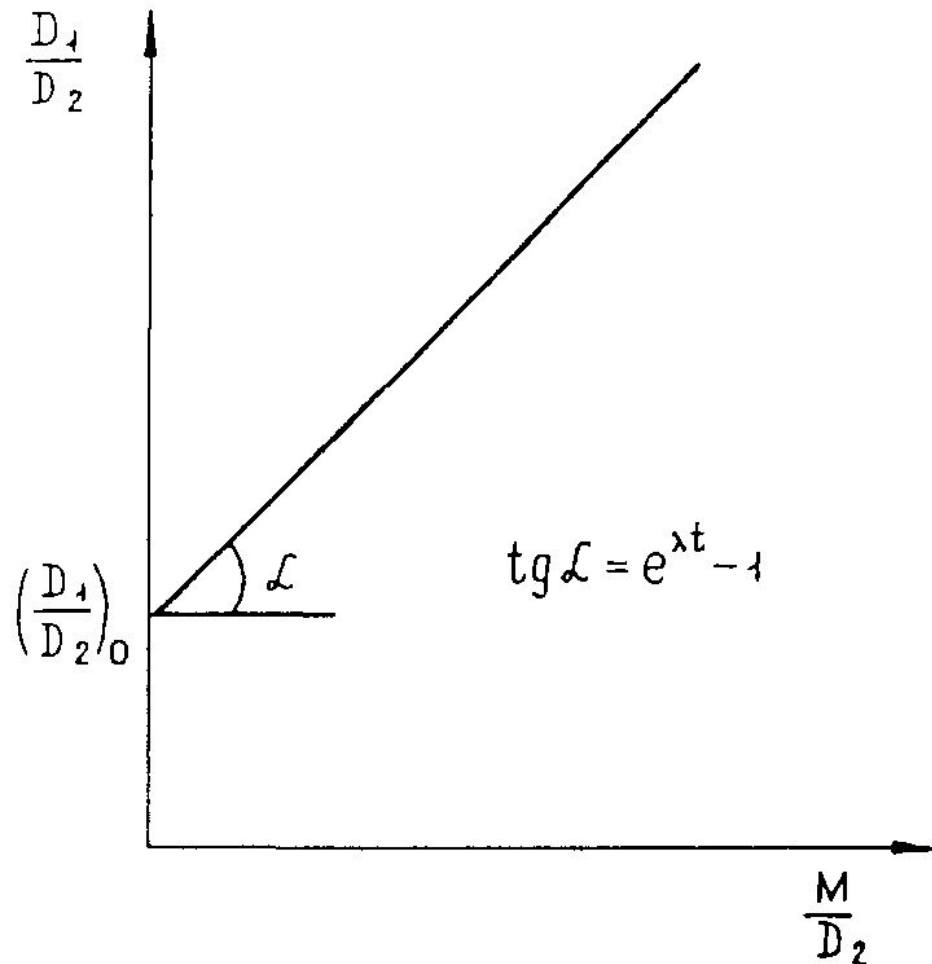
Условия применения методов датирования возраста минералов

1. Минерал должен быть закрытой системой относительно дочернего и материнского нуклидов.
2. В момент кристаллизации минерал не содержал атомов дочернего нуклида ($N_{D,0}=0$).

$$N_D = N_{D,0} + N_M (e^{\lambda_M t} - 1)$$

$$\frac{N_{D1}}{N_{D2}} = \frac{N_{D1,0}}{N_{D2,0}} + \frac{N_M}{N_{D2}} (e^{\lambda_M t} - 1)$$

Изохрона



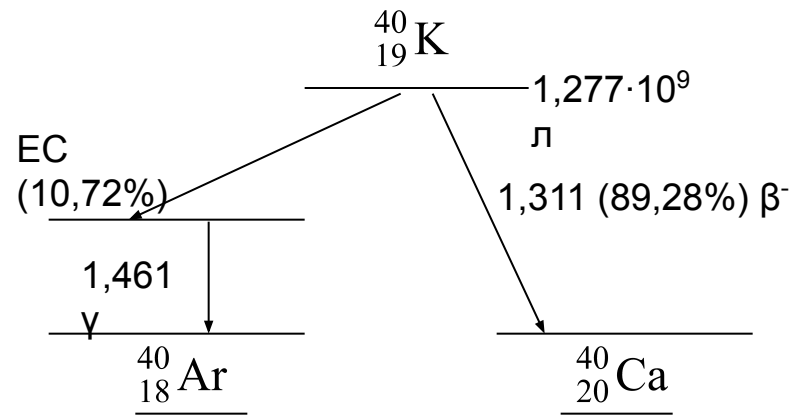
Интервал времени

- Нижняя граница обусловлена точностью определения минимального количества радиогенного изотопа.
- Верхняя граница зависит от возможной потери используемых элементов в процессе метаморфизма (при отсутствии потерь равна возрасту Земли).

Калий-аргоновый метод

В земной коре (% от суммы изотопов)	В атмосфере (% от суммы изотопов)
$^{39}\text{K} = 93,2581$	$^{36}\text{Ar} = 0,337$
$^{40}\text{K} = 0,01167$	$^{38}\text{Ar} = 0,063$
$^{41}\text{K} = 6,7302$	$^{40}\text{Ar} = 99,60$

$$^{40}\text{Ar}/^{36}\text{Ar} = 295,5$$



$$\lambda = \lambda_{EC} + \lambda_{\beta^-}$$

$$^{40}\text{Ar}^* = \frac{\lambda_{EC}}{\lambda} ^{40}\text{K} (e^{\lambda t} - 1)$$

$${}^{40}\text{Ar} = {}^{40}\text{Ar}^* + {}^{40}\text{Ar}_0$$

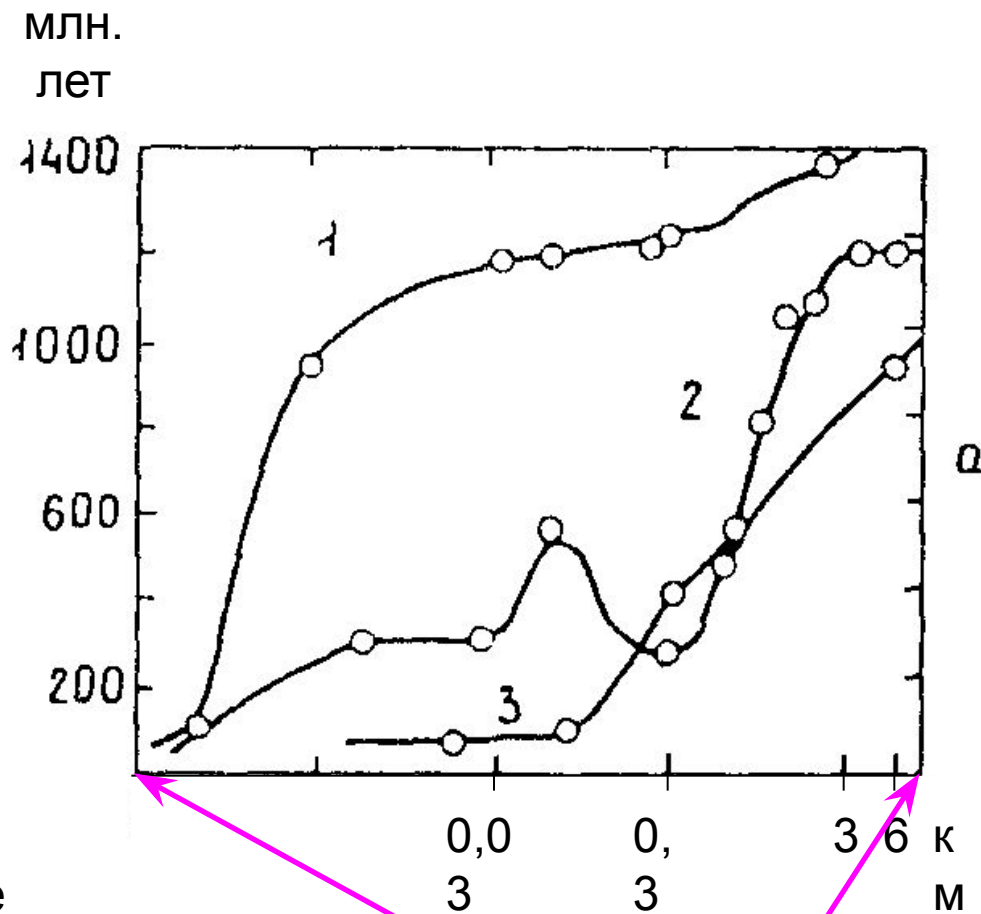
$$t = \frac{1}{\lambda} \ln \left(\frac{{}^{40}\text{Ar}^*}{{}^{40}\text{K}} \cdot \frac{\lambda}{\lambda_{EC}} + 1 \right)$$

Условия применения

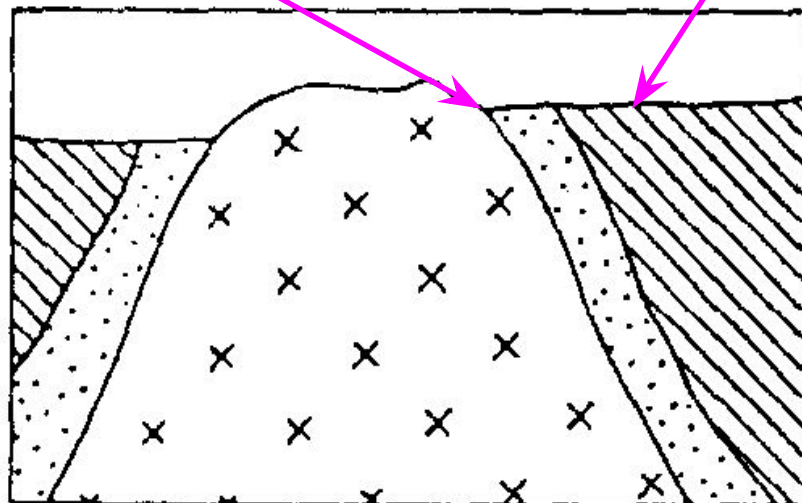
1. Минерал стал закрытой системой относительно Ar достаточно быстро после образования и оставался в таком состоянии все время своего существования.
2. В момент кристаллизации минерала не произошло захвата Ar.
3. Минерал оставался закрытой системой относительно K все время своего существования
4. Введена поправка на атмосферный аргон.

$${}^{40}\text{Ar}^* = {}^{38}\text{Ar}_u \cdot \left(\frac{{}^{40}\text{Ar}_c}{{}^{38}\text{Ar}_c} - \frac{{}^{40}\text{Ar}_u}{{}^{38}\text{Ar}_u} - \frac{\left(1 - \frac{{}^{38}\text{Ar}_c}{{}^{36}\text{Ar}_c} \cdot \frac{{}^{36}\text{Ar}_u}{{}^{38}\text{Ar}_u} \right)}{\frac{{}^{38}\text{Ar}_c}{{}^{36}\text{Ar}_c} \cdot \frac{{}^{36}\text{Ar}_a}{{}^{38}\text{Ar}_a} - 1} \right) \cdot \left(\frac{{}^{40}\text{Ar}_a}{{}^{38}\text{Ar}_a} - \frac{{}^{40}\text{Ar}_c}{{}^{38}\text{Ar}_c} \right)$$

$$t = \frac{1}{\lambda} \ln \left(\frac{{}^{40}\text{Ar}^*}{{}^{40}\text{K}} \cdot \frac{\lambda}{\lambda_{EC}} + 1 \right)$$

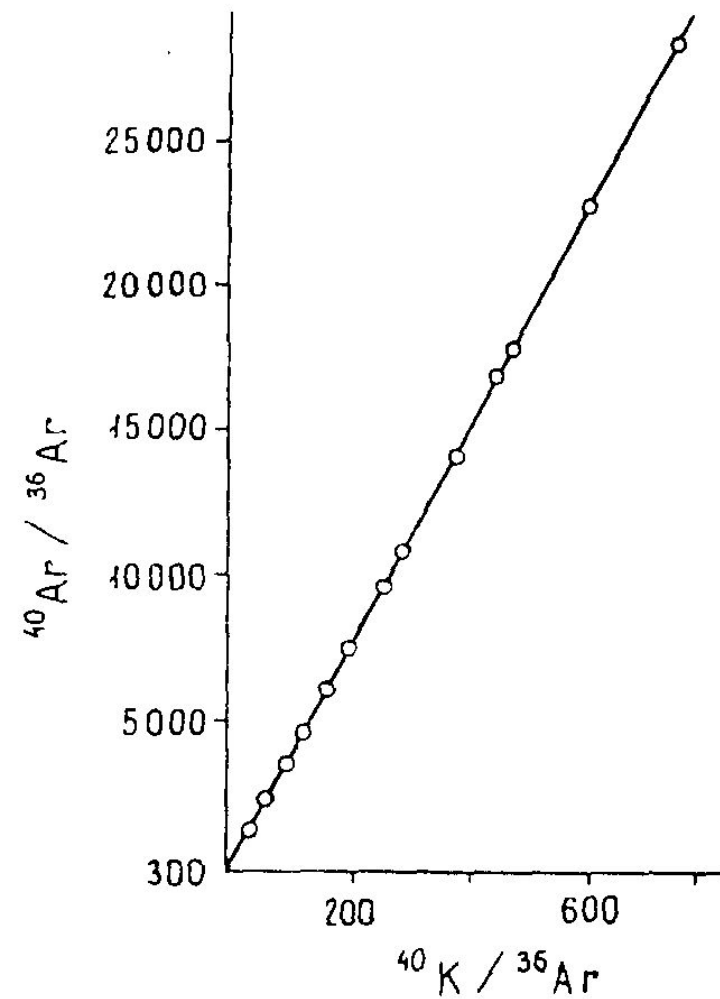


~~Интрузивные образования~~

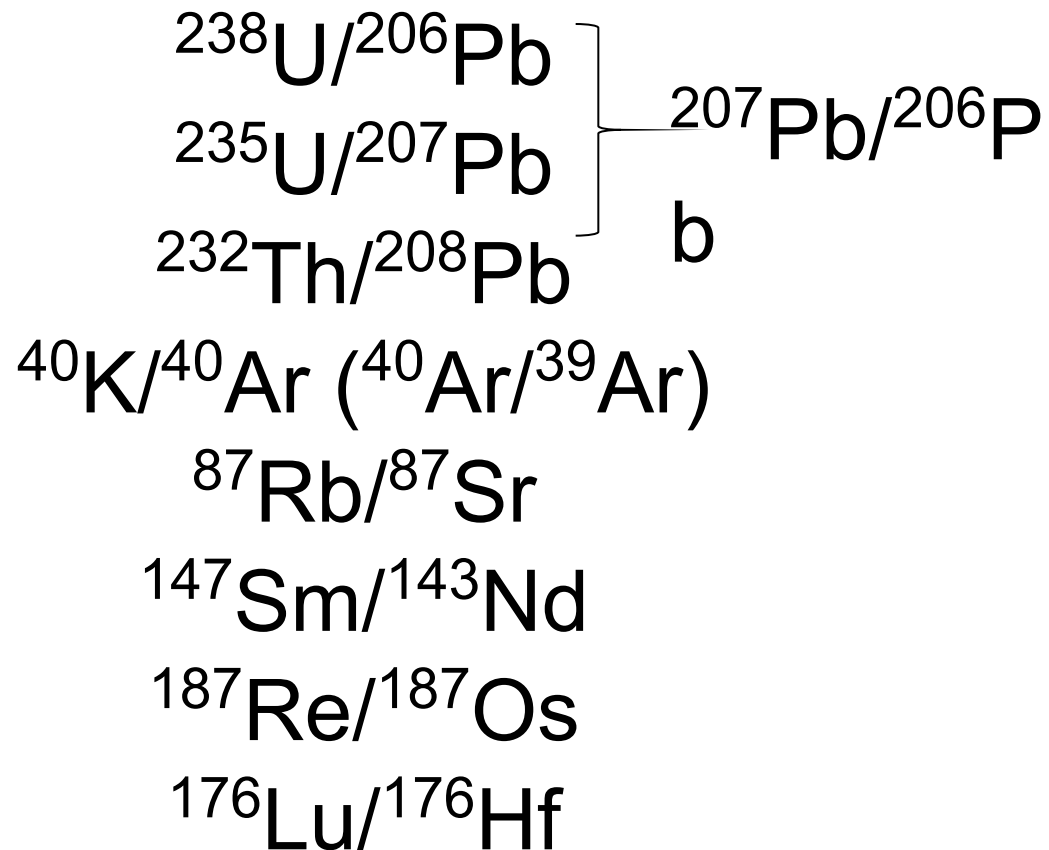


~~Породы без потерь аргона~~

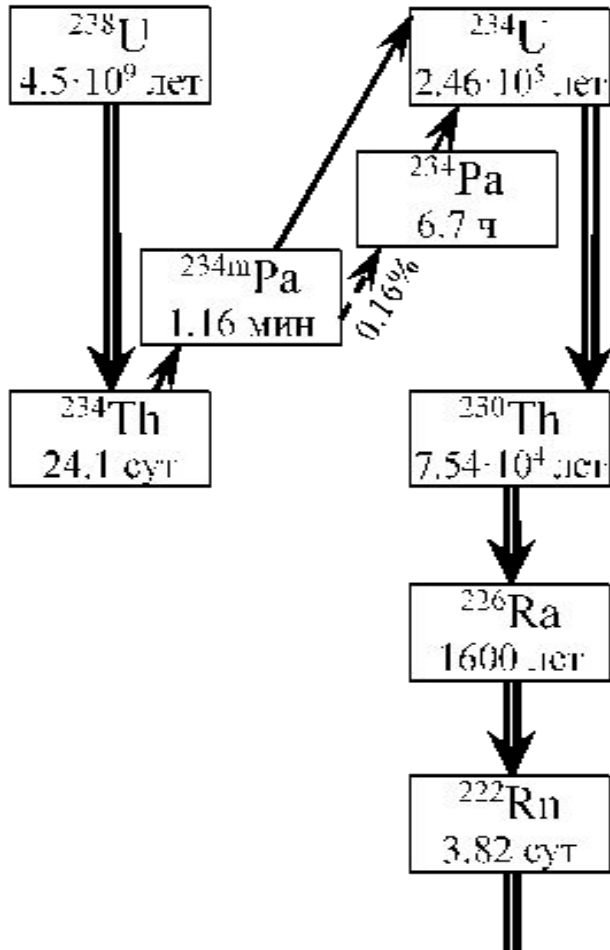
~~Зона потерь аргона у биотитов~~



$$\frac{{}^{40}\text{Ar}}{{}^{36}\text{Ar}} = \frac{{}^{40}\text{Ar}_0}{{}^{36}\text{Ar}_0} + \frac{\lambda_{EC}}{\lambda} \cdot \frac{{}^{40}\text{K}}{{}^{36}\text{Ar}} (e^{\lambda t} - 1)$$



$^{230}\text{Th}/^{234}\text{U}$

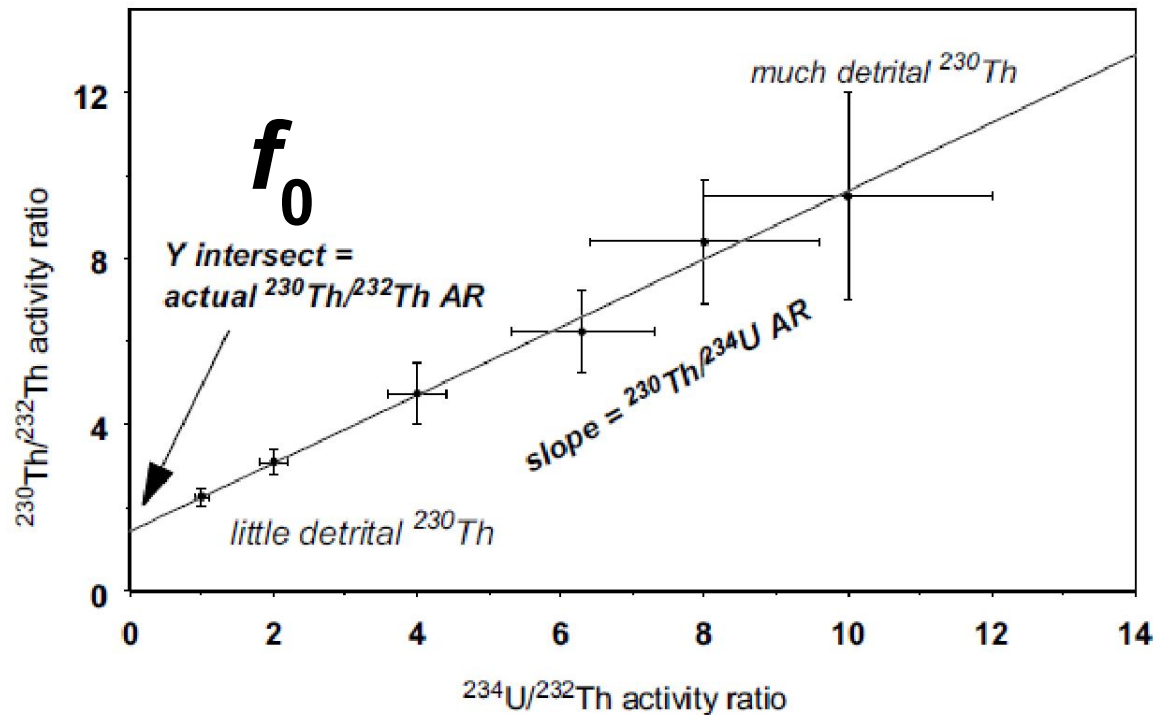


Ограничения

- Учет неравновесия $^{234}\text{U}/^{238}\text{U}$ в момент захвата урана.
- Захват некоторого количества ^{230}Th .
- Торф не должен был испытывать иссушения.

$^{230}\text{Th}/^{234}\text{U}$

$$\frac{^{230}\text{Th}^*}{^{234}\text{U}} = \frac{^{238}\text{U}}{^{234}\text{U}} \cdot \left(1 - e^{-\lambda(^{230}\text{Th}) \cdot t}\right) + \left(1 - \frac{^{238}\text{U}}{^{234}\text{U}}\right) \cdot \left(\frac{\lambda(^{230}\text{Th})}{\lambda(^{230}\text{Th}) - \lambda(^{234}\text{U})}\right) \cdot \left(1 - e^{-(\lambda(^{230}\text{Th}) - \lambda(^{234}\text{U})) \cdot t}\right)$$



$$\frac{^{230}\text{Th}^*}{^{234}\text{U}} = \frac{^{238}\text{U}}{^{234}\text{U}} \cdot \left(1 - e^{-\lambda(^{230}\text{Th}) \cdot t}\right) + \left(1 - \frac{^{238}\text{U}}{^{234}\text{U}}\right) \cdot \left(\frac{\lambda(^{230}\text{Th})}{\lambda(^{230}\text{Th}) - \lambda(^{234}\text{U})}\right) \cdot \left(1 - e^{-(\lambda(^{230}\text{Th}) - \lambda(^{234}\text{U})) \cdot t}\right)$$