

3. РАСПАД СМЕСИ РАДИОНУКЛИДОВ

Если несколько радиоактивных веществ смешать вместе, то наблюдаемая полная активность представляет собой сумму активностей всех веществ

$$A(t) = \sum_{i=1}^n a_i \exp(-\lambda_i t), \quad (10)$$

где λ_i – постоянная распада i -го радионуклида, n – число радионуклидов в смеси.

Рис 3. 1. Распад смеси двух радионуклидов. Влияние исходного состава смеси.

Периоды полураспада: $T_1=10$ мин, $T_2=50$ мин.

$$A(t) = A_0(p_1 \exp(-\lambda_1 t) + p_2 \exp(-\lambda_2 t))$$

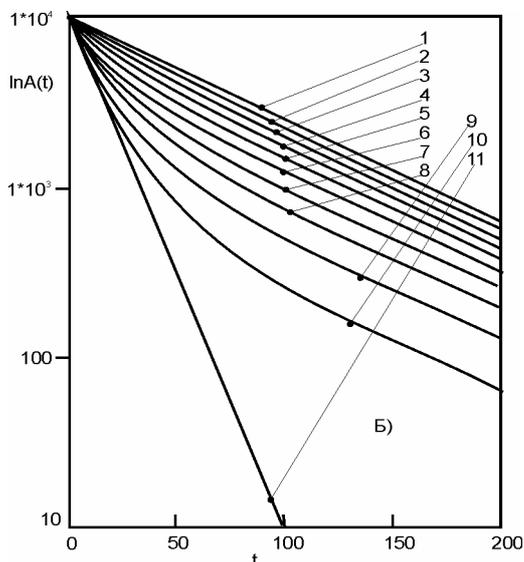
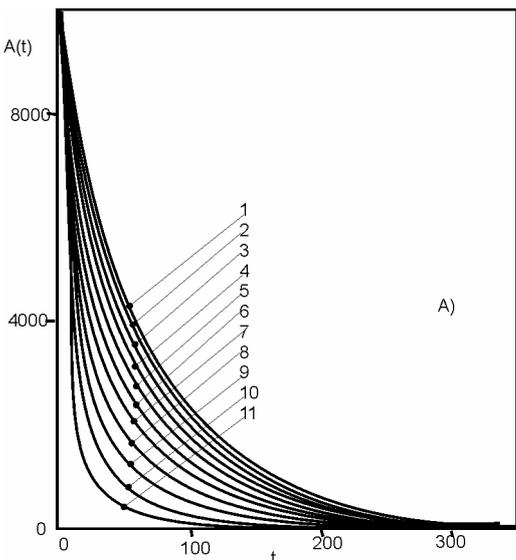
$A_0=10000$ расп/мин, t – мин;

№	p_1	p_2
1	0.0	1.0
2	0.1	0.9
3	0.2	0.8
4	0.3	0.7
5	0.4	0.6
6	0.5	0.5
7	0.6	0.4
8	0.7	0.3
9	0.8	0.2
10	0.9	0.1
11	1.0	0.0

а) Исходный масштаб

б) Логарифмический масштаб

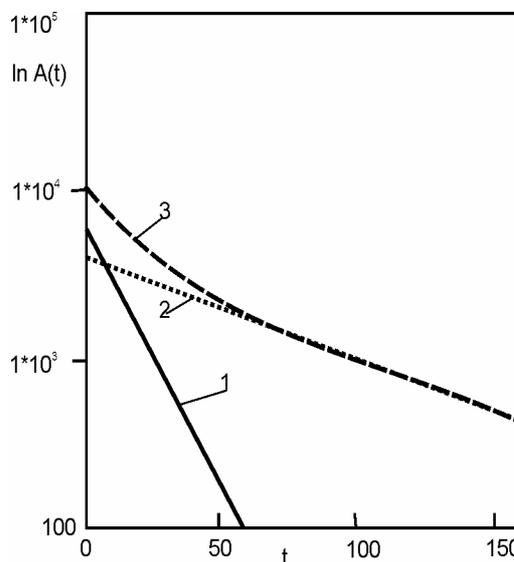
В качестве примера на **Рис.3. 1** представлена кинетика распада смеси двух радионуклидов, периоды полураспада которых различаются в пять раз. Кинетика такого распада описывается формулой:



$$A = A_1 + A_2 = A_{10} e^{-\lambda_1 t} + A_{20} e^{-\lambda_2 t} \quad (11)$$

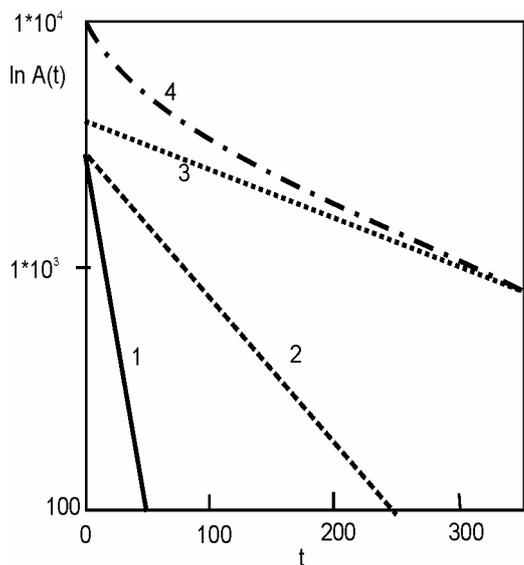
Рисунок иллюстрирует влияние вкладов различных компонентов на форму кривой распада. В исходном масштабе (**Рис.3. 1а**) по форме кривой трудно определить распадается ли один изотоп, или некоторая смесь радионуклидов. Для анализа кривой распада с целью определения количества компонентов в смеси, их относительных вкладов в суммарную активность, а так же постоянных распада (т.е. определение типа изотопов элементов, участвующих в распаде) необходимо использовать нелинейный вариант метода наименьших квадратов.

Рис. 3. 2. Разложение кривой распада смеси двух радионуклидов на элементарные составляющие. $T_1=10$ мин, $T_2=50$ мин; $p_1=0.6$, $p_2=0.4$. Кривая 1 – распад короткоживущего компонента, кривая 2 – распад долгоживущего компонента, кривая 3 – распад смеси компонентов.



Задача несколько упрощается при перестроении кривых распада в полулогарифмическом масштабе (**Рис. 3. 1б**). Распад чистых радионуклидов на таком графике представляется прямой линией (тангенс угла наклона которой соответствует постоянной распада), а распад смеси – в виде некоторой

нисходящей параболы (кривая $\lg A - t$ смеси всегда вогнута относительно начала координат), переходящей при больших временах в прямолинейную зависимость.



Разложение кривой распада смеси радиоактивных веществ на элементарные составляющие проиллюстрировано **Рис. 3.2.** для двухкомпонентной смеси и **Рис.3.3** – для трехкомпонентной смеси. Для получения удовлетворительных результатов определения радиоактивных постоянных необходимо проводить наблюдения распада с большой точностью (набирать хорошую статистику распада) и измерять кинетику распада в течение времен не меньших, чем два периода наиболее долгоживущего компонента смеси.

Рис.3.3 Кинетика распада смеси трех радионуклидов.

$$A(t) = A_0(p_1 \cdot \exp(-\lambda_1 t) + p_2 \cdot \exp(-\lambda_2 t) + p_3 \cdot \exp(-\lambda_3 t))$$

$A_0 = 10000$ расп/мин, t – мин;

Периоды полураспада: $T_1 = 10$ мин, $T_2 = 50$ мин, $T_3 = 150$ мин.

Кривая 1 – распад компонента 1, кривая 2 – распад компонента 2, кривая 3 – распад компонента 3, кривая 4 – распад смеси трех веществ.