

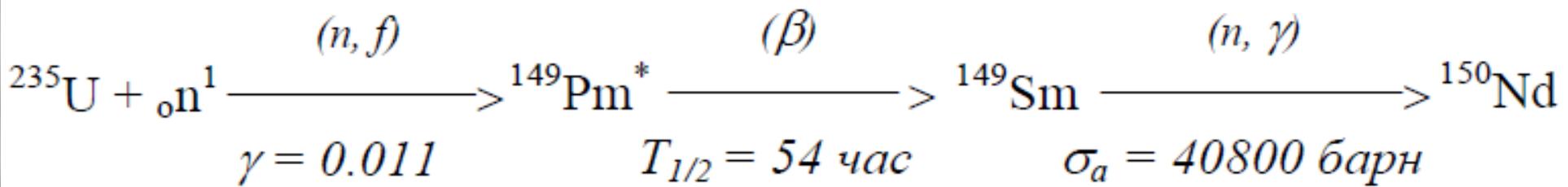
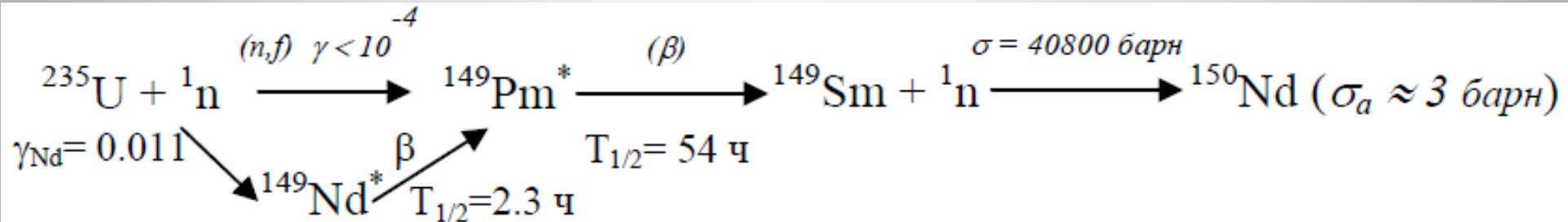
Тема 6: ОТРАВЛЕНИЯ РЕАКТОРА САМАРИЕМ

Самарий-149

$$\square \sigma_{a0}^{Sm} = 40800 \text{ барн}$$

$$\square T_{1/2}^{Sm} = 13.84 \text{ года}$$

Схема образования-убыли ^{149}Sm и дифференциальные уравнения отравления реактора самарием



$$\frac{dN_{Sm}}{dt} = \lambda_{Pm} N_{Pm}(t) - \sigma_a^{Sm} N_{Sm}(t) \Phi(t)$$

$$\frac{dN_{Pm}}{dt} = \gamma_{Pm} \sigma_f^5 N_5(t) \Phi(t) - \lambda_{Pm} N_{Pm}(t)$$

Потери реактивности при стационарном отравлении реактора самарием

Условия

$$N_{Sm}(t) = N_{Sm}^{cm} \text{ и } N_{Pm}(t) = N_{Pm}^{cm}$$

$$dN_{Sm}/dt = 0 = dN_{Pm}/dt$$

$$\Phi(t) = idem = \Phi_0$$

$$0 = \lambda_{Pm} N_{pm}^{cm} - \sigma_a^{Sm} N_{Sm}^{cm} \Phi_0$$
$$0 = \gamma_{Pm} \sigma_f^5 N_5 \Phi_0 - \lambda_{Pm} N_{Pm}^{cm}$$

$$0 = \gamma_{Pm} \sigma_f^5 N_5 \Phi_0 - \sigma_a^{Sm} N_{Sm}^{cm} \Phi_0$$

$$N_{Sm}^{cm} = \frac{\gamma_{Pm}}{\sigma_a^{Sm}} \sigma_f^5 N_5$$

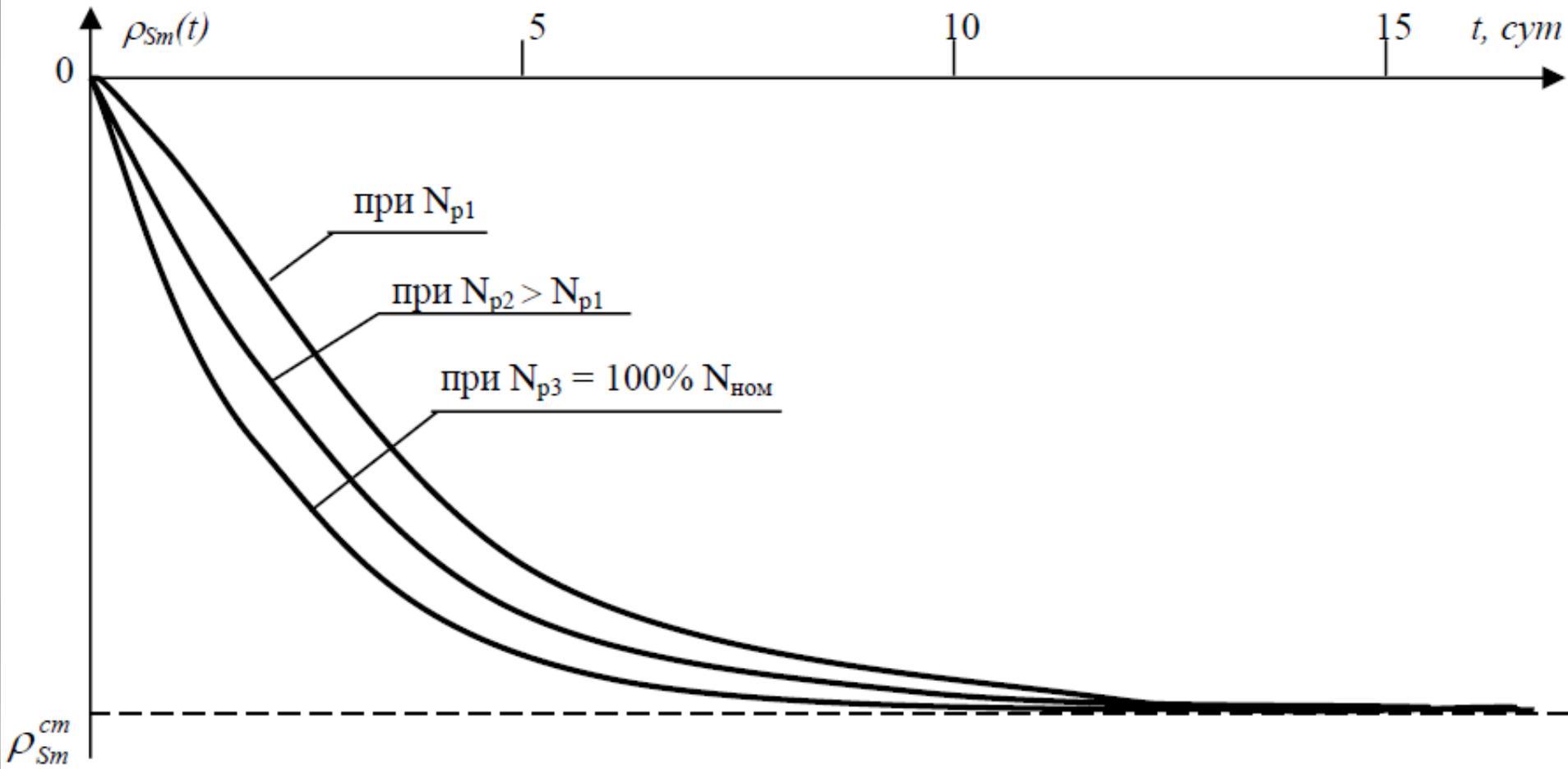
$$\rho_{Sm}^{cm} = -\theta \cdot q_{Sm}^{cm} = -\frac{\sigma_a^{Sm} \theta}{\sigma_a^s N_s} N_{Sm}^{cm}$$

$$\rho_{Sm}^{cm} = -\gamma_{Pm} \frac{\sigma_f^s}{\sigma_a^s} \theta$$

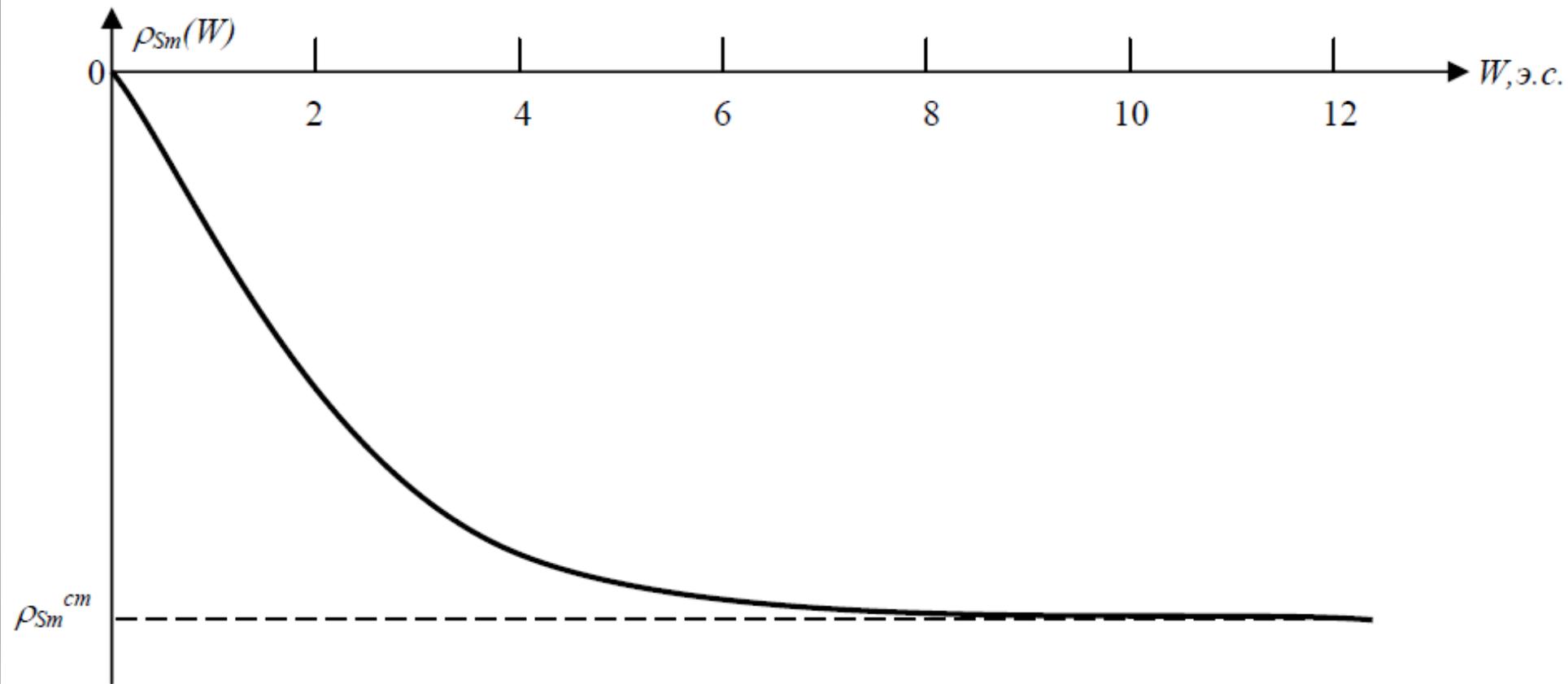
$$\rho_{Sm}^{cm} = -0.011 \cdot \frac{582.3}{680.9} \cdot \theta \approx -0.00937\theta \approx -0.937\theta, [\%]$$

Закономерность роста потерь реактивности от отравления самарием до выхода реактора на стационарный уровень отравления

$$\rho_{Sm}(t) = \rho_{Sm}^{cm} \left[1 - \frac{\lambda_{Pm}}{\sigma_a^{Sm} \Phi_o - \lambda_{Pm}} \exp(-\sigma_a^{Sm} \Phi_o t) \right]$$



Качественный вид переходных процессов выхода реактора на стационарное отравление самарием-149 на различных уровнях мощности в начале кампании активной зоны.



Нестационарный выход реактора на стационарное отравление самарием в начале кампании

**Нестационарное
переотравление реактора
самарием после останова
(«прометиевый провал»)**

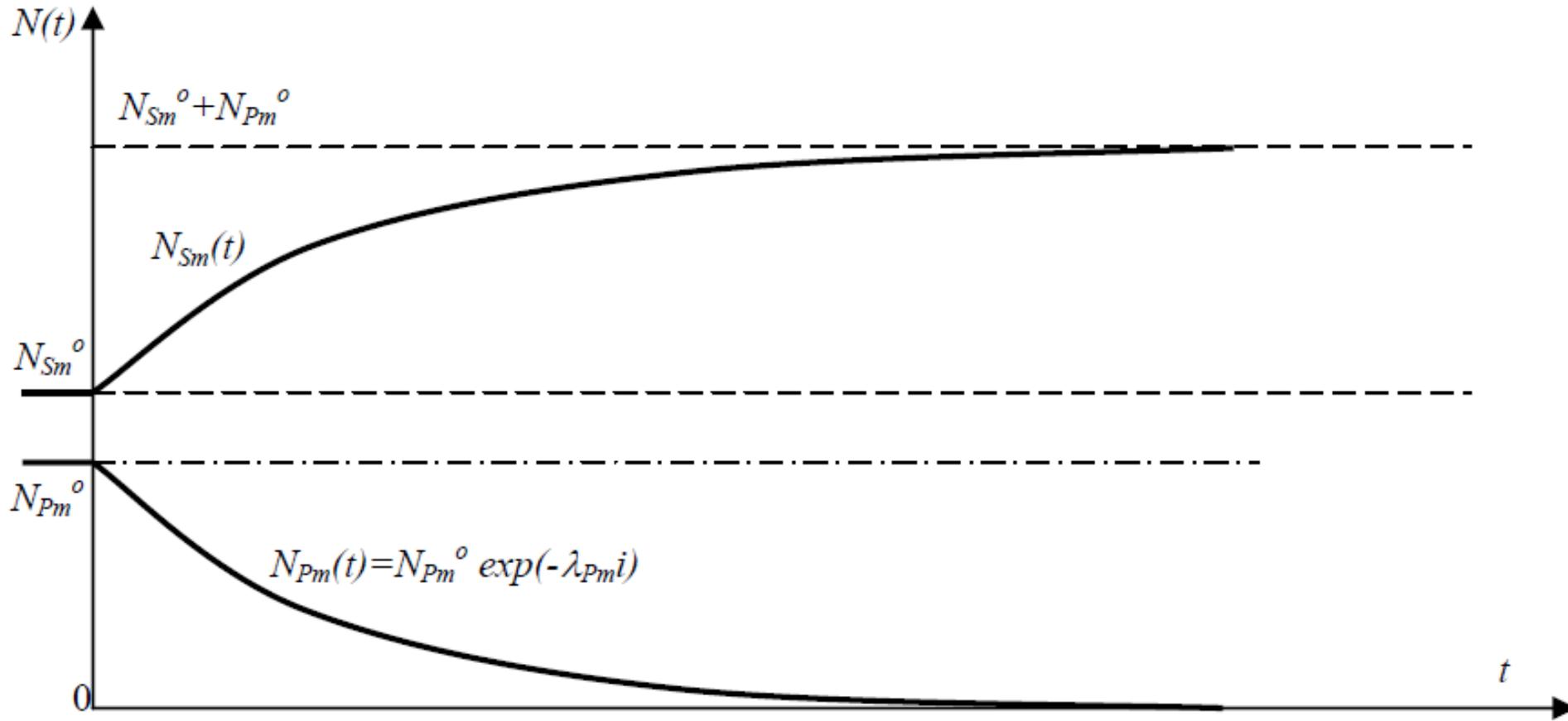
$$\frac{dN_{Sm}}{dt} = \lambda_{Pm} N_{Pm}(t).$$

$$\frac{dN_{Pm}}{dt} = -\lambda_{Pm} N_{Pm}(t).$$

$$\frac{dN_{Sm}}{dt} + \frac{dN_{Pm}}{dt} = \lambda_{Pm} N_{Pm}(t) - \lambda_{Pm} N_{Pm}(t) = 0$$

$$N_{Pm}(t) = N_{Pm0} \exp(-\lambda_{Pm} t)$$

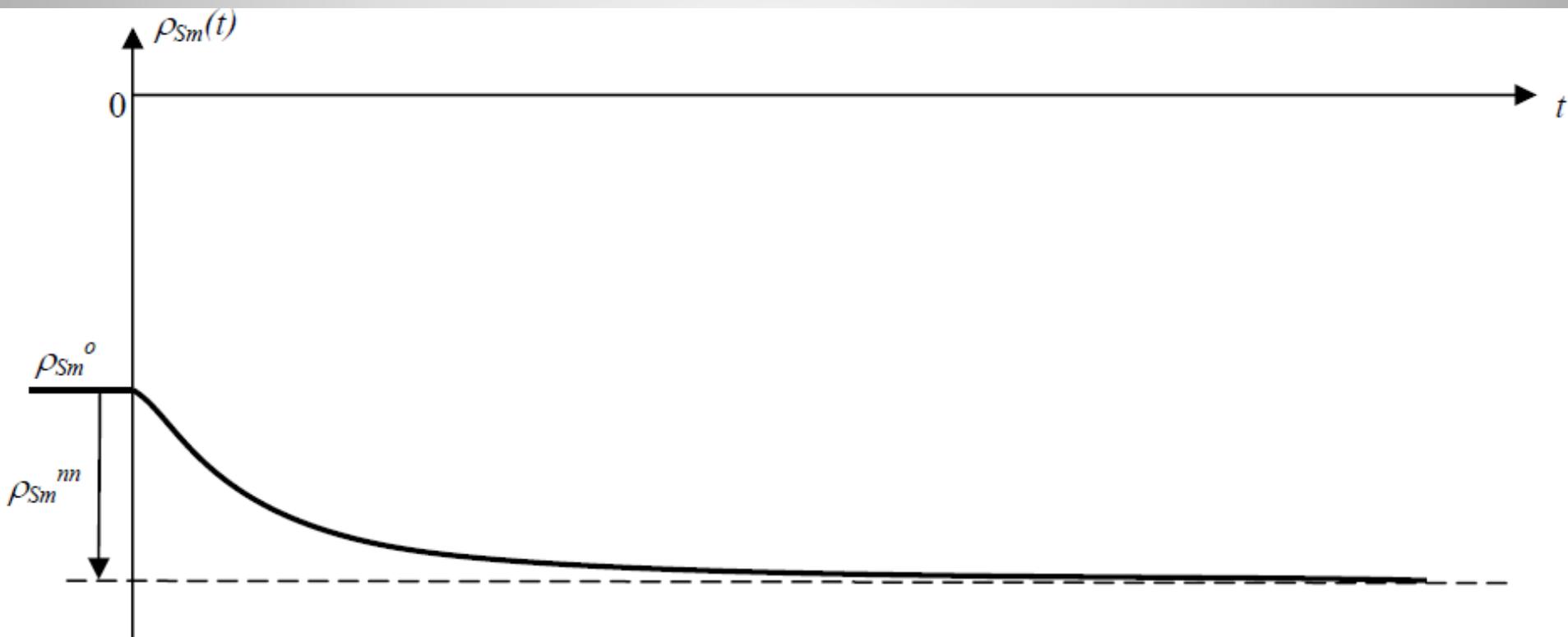
$$N_{Sm}(t) = N_{Sm0} + N_{Pm0} [1 - \exp(-\lambda_{Pm} t)]$$



Убыль концентрации прометия и рост концентрации самария после останова реактора

После останова реактора концентрация самария от значения в момент останова (N^{Sm0}) возрастает до значения ($N_{Sm0} + N_{Pm0}$) по экспоненциальному закону за счёт β -распада накопленного к моменту останова прометия, и этот рост происходит с периодом, равным периоду полураспада прометия ($T_{1/2} = 54$ часа).

$$\rho_{Sm}(t) = \rho_{Sm0} + \rho_{Sm}^{mn} [1 - \exp(-\lambda_{Pm} t)]$$



Экспоненциальный рост потерь запаса реактивности с периодом полураспада ^{149}Pm , называемый «прометиевым провалом»

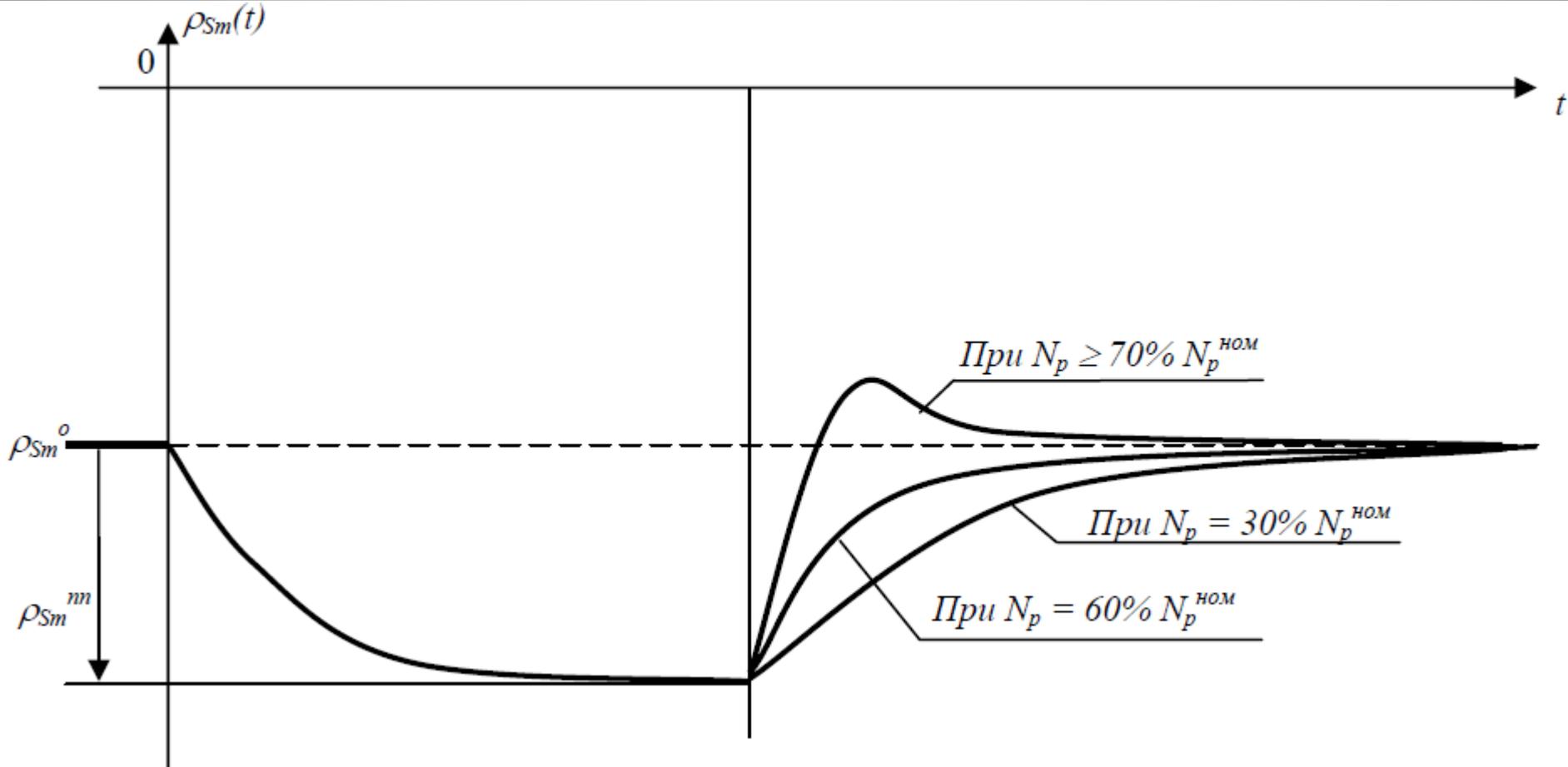
Глубина прометиевого провала

$$N_{Pm}^{ст} = \frac{\gamma_{Pm}}{\lambda_{Pm}} \sigma_f^5 N_5 \Phi_o$$

Время наступления максимума прометиевого провала

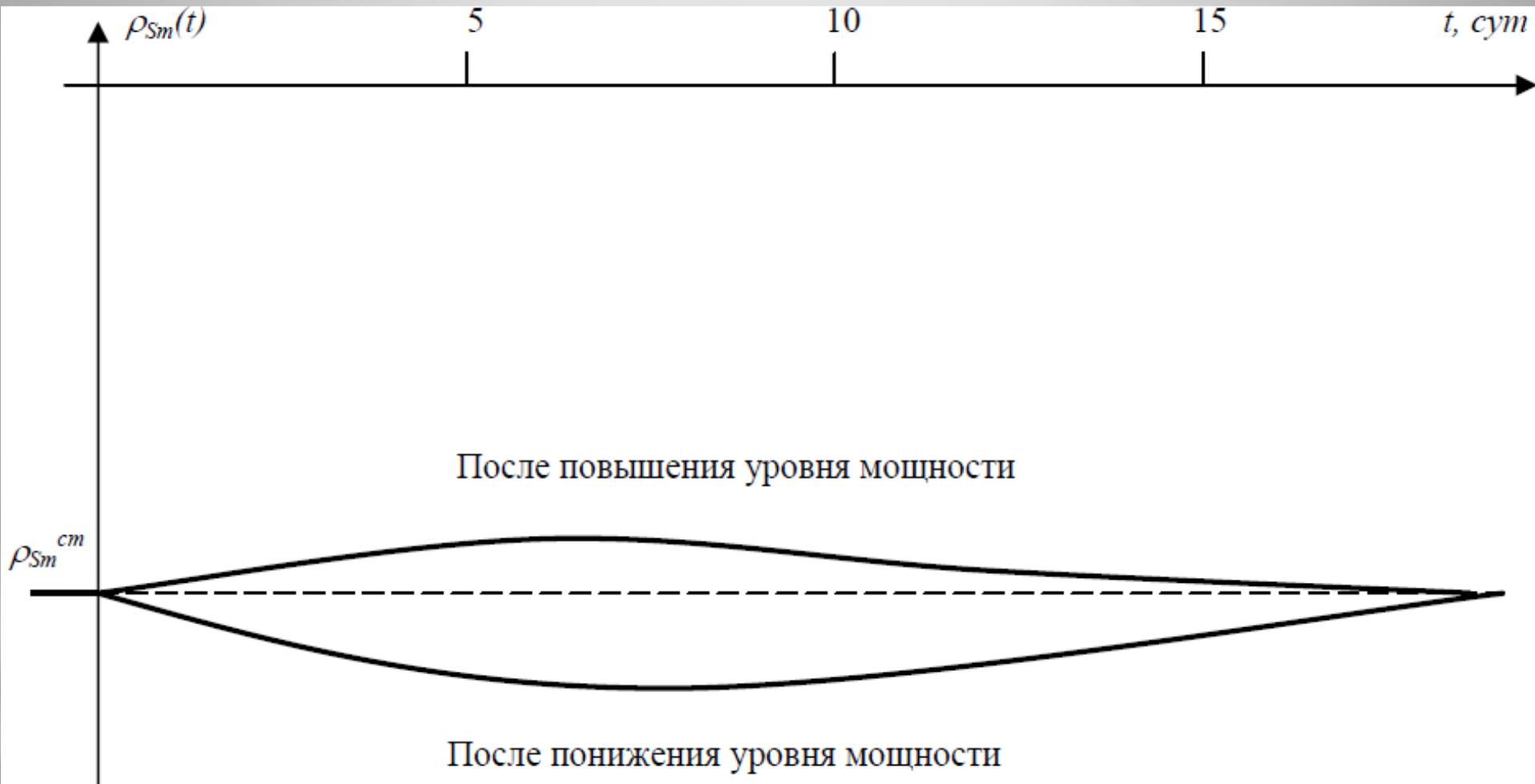
$$t_{mn} \approx 7 T_{1/2}^{Pm} = 7 \cdot 54 \approx 380 \text{ час} \approx 16 \text{ суток}$$

Переотравление самарием после пуска длительно стоявшего реактора



Переходные процессы изменения отравления реактора самарием при работе реактора на различных уровнях мощности после длительной стоянки.

**Нестационарное
переотравление реактора
самарием после перевода
реактора на более
высокий или более низкий
уровень мощности**



Качественный вид переходных процессов
переотравления реактора самарием
после изменений уровня мощности реактора.