

ЧИСЛЕННОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ДВУХТЕМПЕРАТУРНОЙ МОДЕЛИ ТЕПЛОПЕРЕНОСА В МЕТАЛЛИЧЕСКОЙ НАНОПЛЁНКЕ

Михеева Галина Вениаминовна

*Самарский государственный технический университет,
Самара, 443001, ул. Молодогвардейская, 244*

ВЫВОД СИСТЕМЫ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ

$$c_1 \frac{\partial T_1}{\partial t} = \lambda_1 \frac{\partial^2 T_1}{\partial x^2} + \alpha(T_2 - T_1) + Q(x, t); \quad (1)$$

$$c_2 \frac{\partial T_2}{\partial t} = \alpha(T_1 - T_2), \quad (2)$$

$$Q(x, t) = Q_0 \exp\left(-\frac{x}{\mu} - \frac{(t - t_0)^2}{\beta t_0^2}\right) \quad (3)$$

$$T_1(x, 0) = T_2(x, 0) = T_0; \quad (4)$$

$$\frac{\partial T_1(0, t)}{\partial x} = \frac{\partial T_1(\delta, t)}{\partial x} = 0, \quad (5)$$

$$\Theta_1 = \frac{T_1}{T_0}; \quad \Theta_2 = \frac{T_2}{T_0}; \quad \xi = \frac{x}{\delta}; \quad \text{Fo} = \frac{\lambda_1 t}{c_1 \delta^2}; \quad \text{Fo}_0 = \frac{\lambda_1 t_0}{c_1 \delta^2}, \quad (6)$$

$$\frac{\partial \Theta_1}{\partial \text{Fo}} = \frac{\partial^2 \Theta_1}{\partial \xi^2} + \Omega(\xi, \text{Fo}) + \text{Bi} (\Theta_2 - \Theta_1); \quad (7)$$

$$\frac{\partial \Theta_2}{\partial \text{Fo}} = \text{Bi} F_2 (\Theta_1 - \Theta_2), \quad (\text{Fo} > 0; \quad 0 < \xi < 1); \quad (8)$$

$$\Theta_1(\xi, 0) = \Theta_2(\xi, 0) = 1; \quad (9)$$

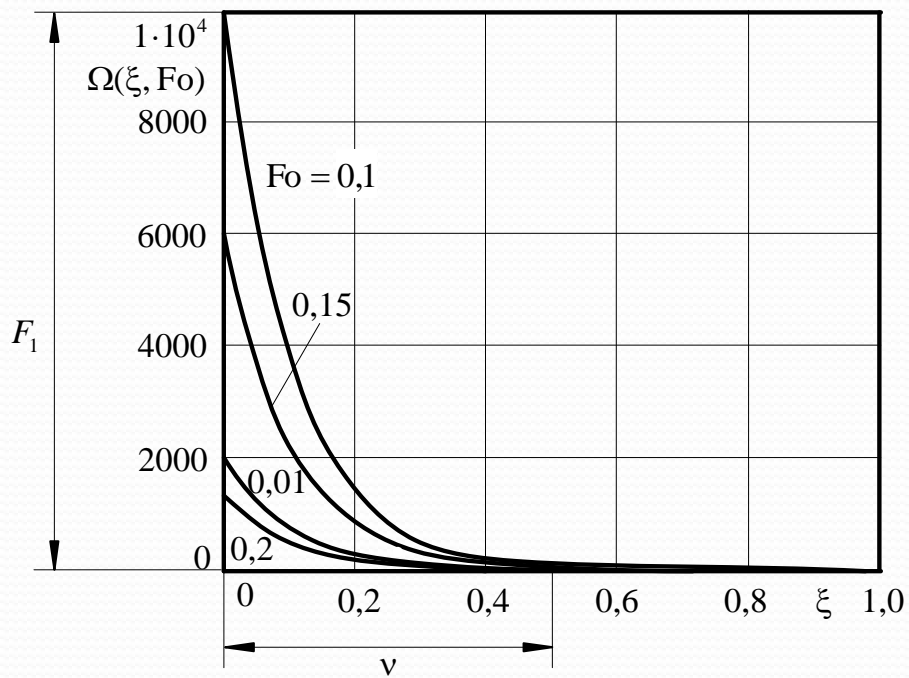
$$\frac{\partial \Theta_1(0, \text{Fo})}{\partial \xi} = \frac{\partial \Theta_1(1, \text{Fo})}{\partial \xi} = 0, \quad (10)$$

ЧИСЛЕННЫЙ МЕТОД РЕШЕНИЯ

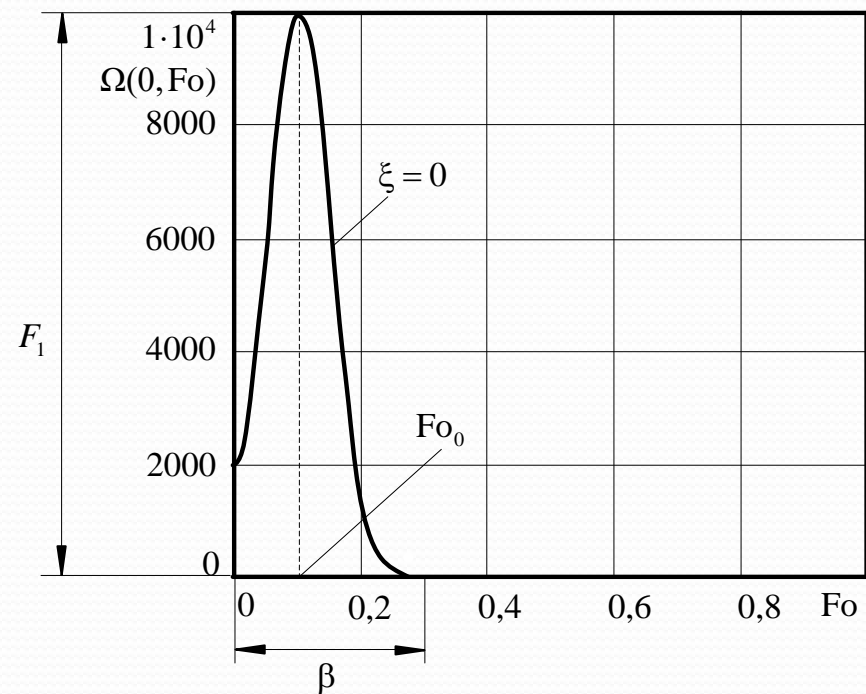
$$\frac{\Theta_{1j}^{n+1} - \Theta_{1j}^n}{h_t} = \frac{\Theta_{1j+1}^{n+1} - 2\Theta_{1j}^{n+1} + \Theta_{1j-1}^{n+1}}{h_\xi^2} + \text{Bi}(\Theta_{2j}^{n+1} - \Theta_{1j}^{n+1}) + \quad (11)$$

$$+ F_1 \exp\left(-\frac{j h_\xi}{\nu} - \frac{(h_t(n+1) - \text{Fo}_0)^2}{\beta \text{Fo}_0^2}\right), \quad (n \geq 1; \quad j = \overline{1, M-1});$$

$$\frac{\Theta_{2j}^{n+1} - \Theta_{2j}^n}{h_t} = \text{Bi}F_2 (\Theta_{1j}^{n+1} - \Theta_{2j}^{n+1}), \quad (n \geq 1; \quad j = \overline{1, M}). \quad (12)$$



(a)



(b)

Рис 1. (a) Распределение количества тепла, вызванного лазерным импульсом, по координате ξ в различные моменты времени. (b) Изменение количества тепла, вызванное лазерным импульсом на границе $\xi = 0$ во времени

Исходные данные

Таблица 1. Исходные данные для численного расчёта

λ_1 , Вт/(м·К)	c_1 , Дж/(м ³ ·К)	c_2 , Дж/(м ³ ·К)	J, Вт/м ²	μ , нм	δ , нм	α , Вт/(м ³ ·К)	T_0 , К
35.3	$4.9 \cdot 10^4$	$1.5 \cdot 10^6$	$2 \cdot 10^{15}$	15.3	100	$1.2 \cdot 10^{17}$	300
F ₁	F ₂	Bi	ν	<u>F₀₀</u>	β	<u>t₀</u> , пс	Q ₀ , Дж/м ³
123436	0.03	34	0.15	0.72	0.5	10	$1.3 \cdot 10^{23}$

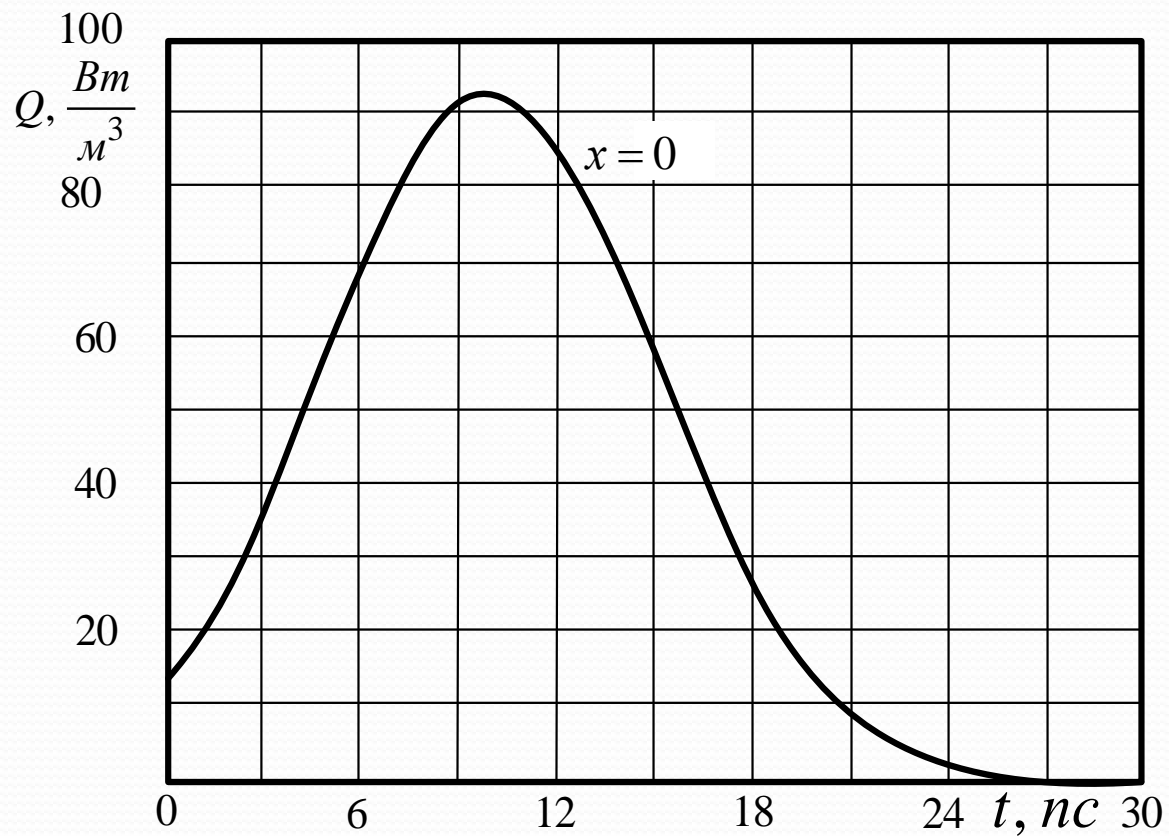


Рис. 2. Изменение мощности внутреннего источника теплоты в точке $x=0$

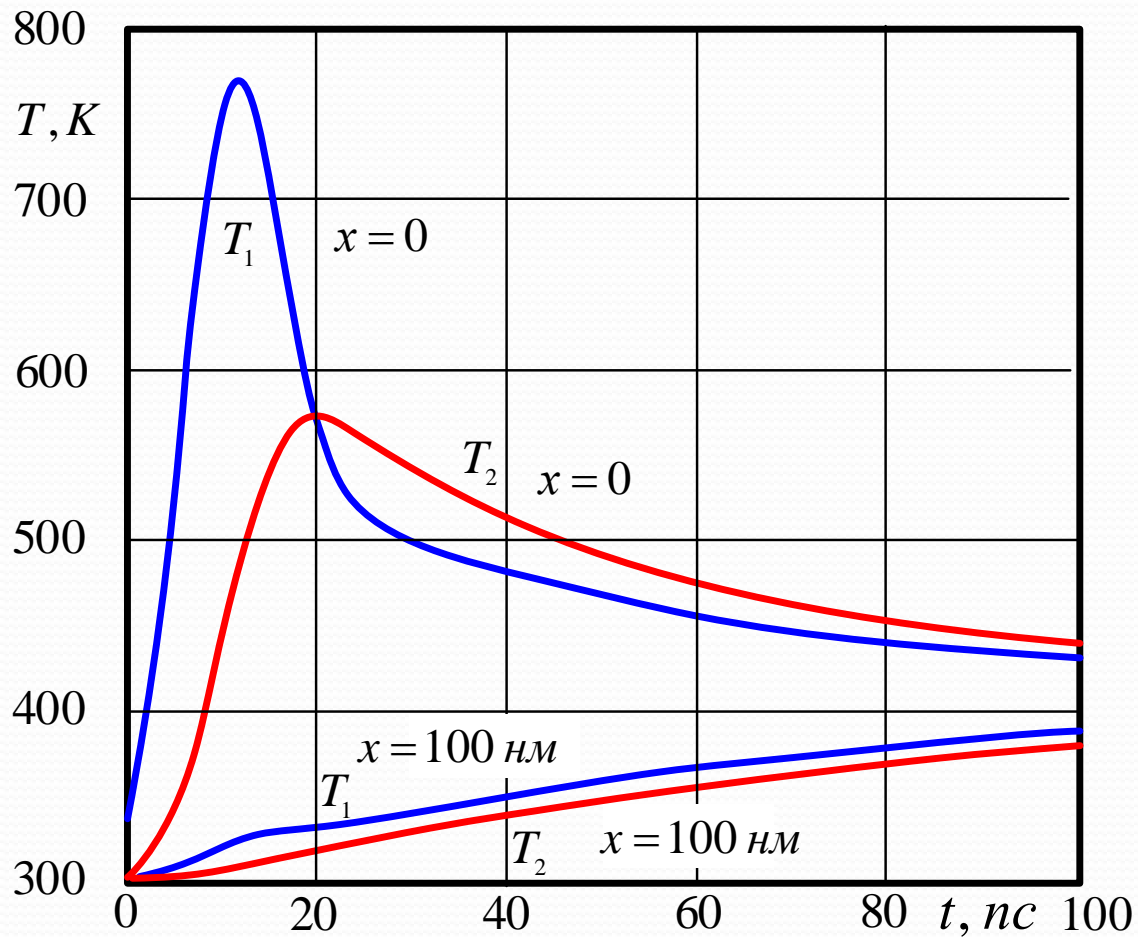


Рис. 3. Зависимость температур T_1 и T_2 от времени на поверхности $x=0$ и $x=100$ нм свинцовой плёнки

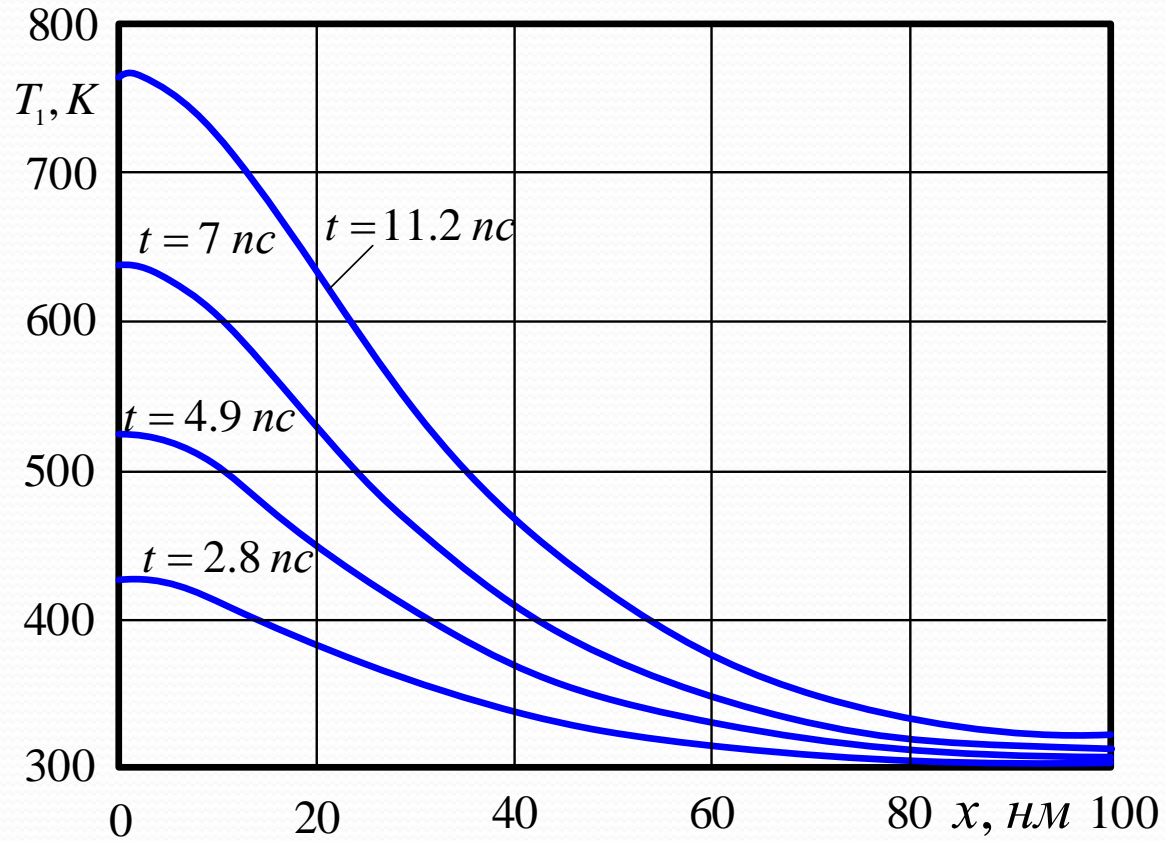


Рис. 4. Зависимость температуры T_1 от
толщины свинцовой плёнки

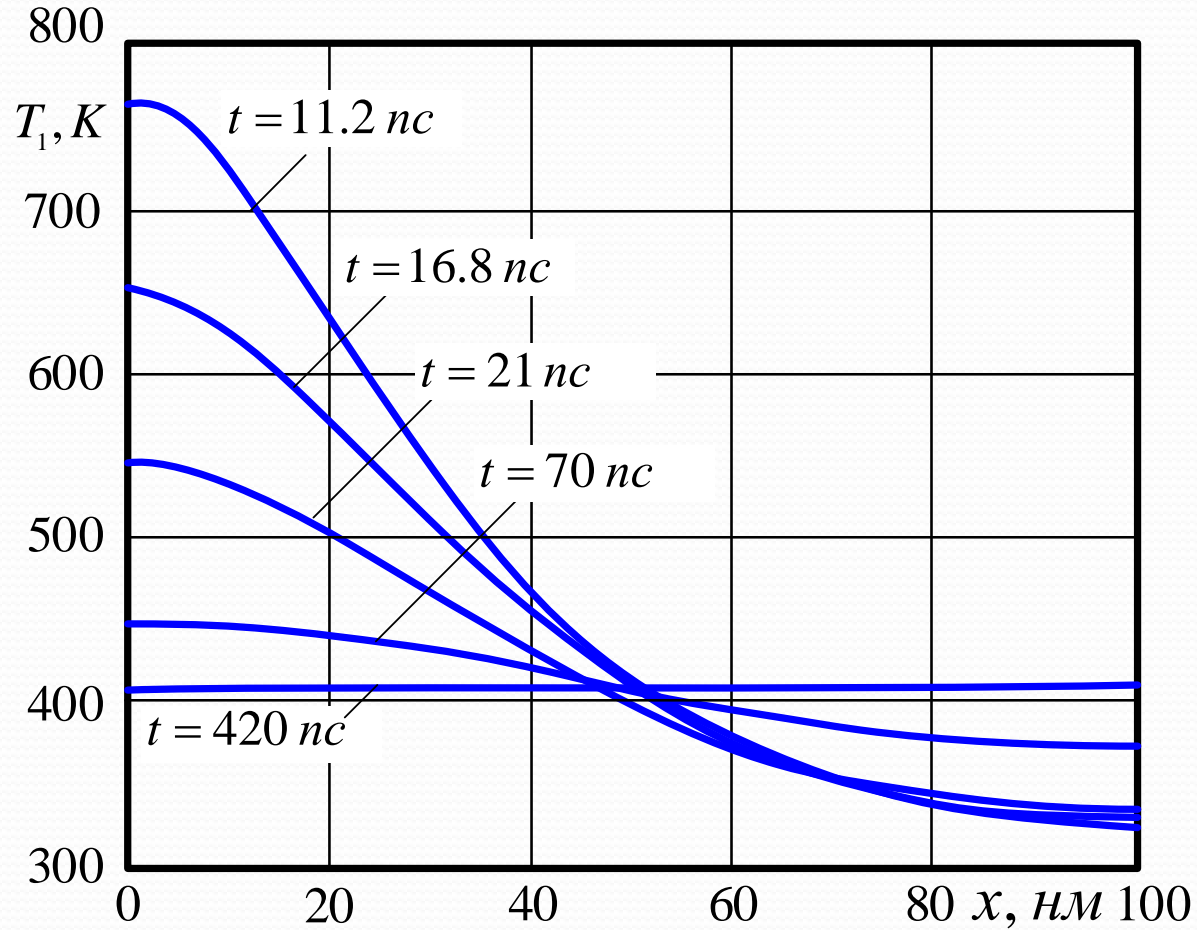


Рис. 5. Зависимость температуры T_1 от
толщины свинцовой плёнки
(продолжение рис. 4)

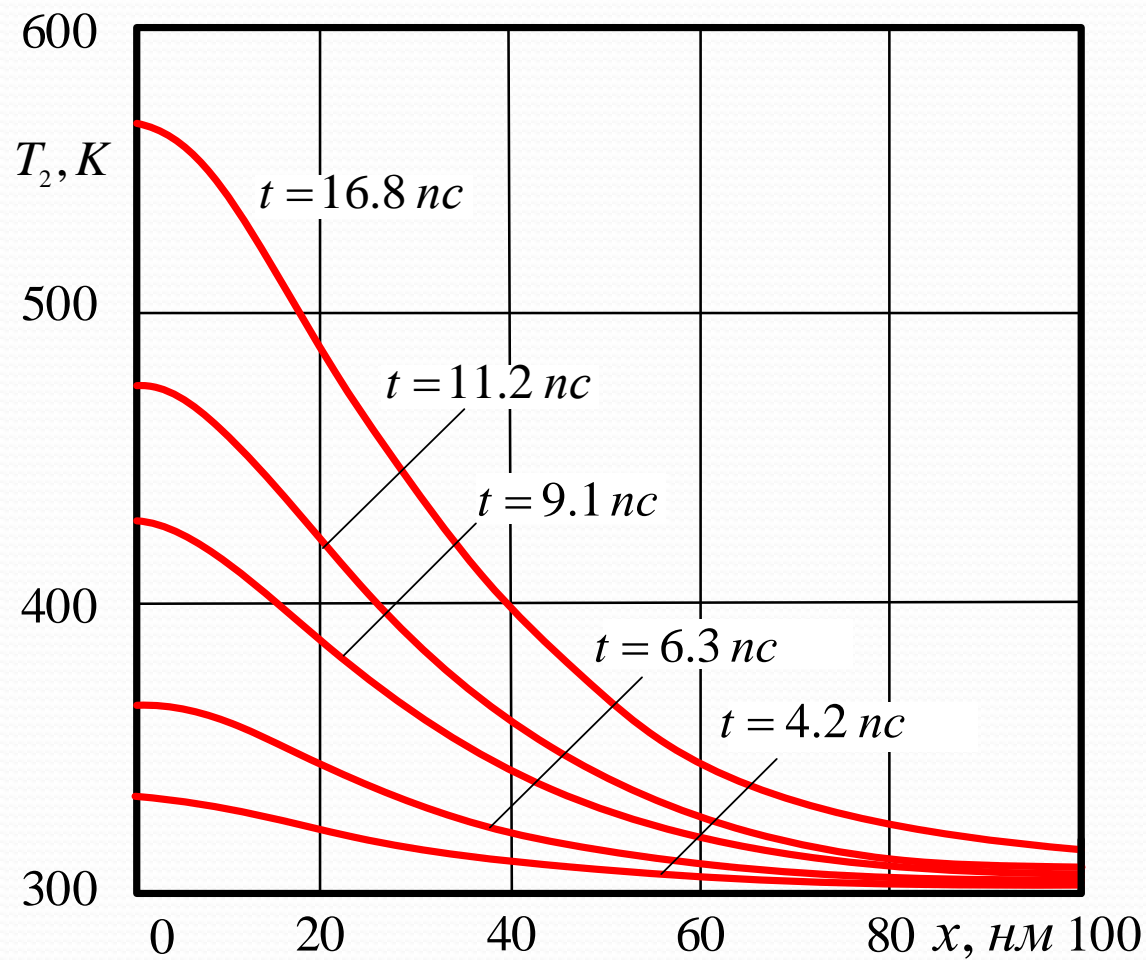


Рис. 6. Зависимость температуры T_2 от
толщины свинцовой плёнки

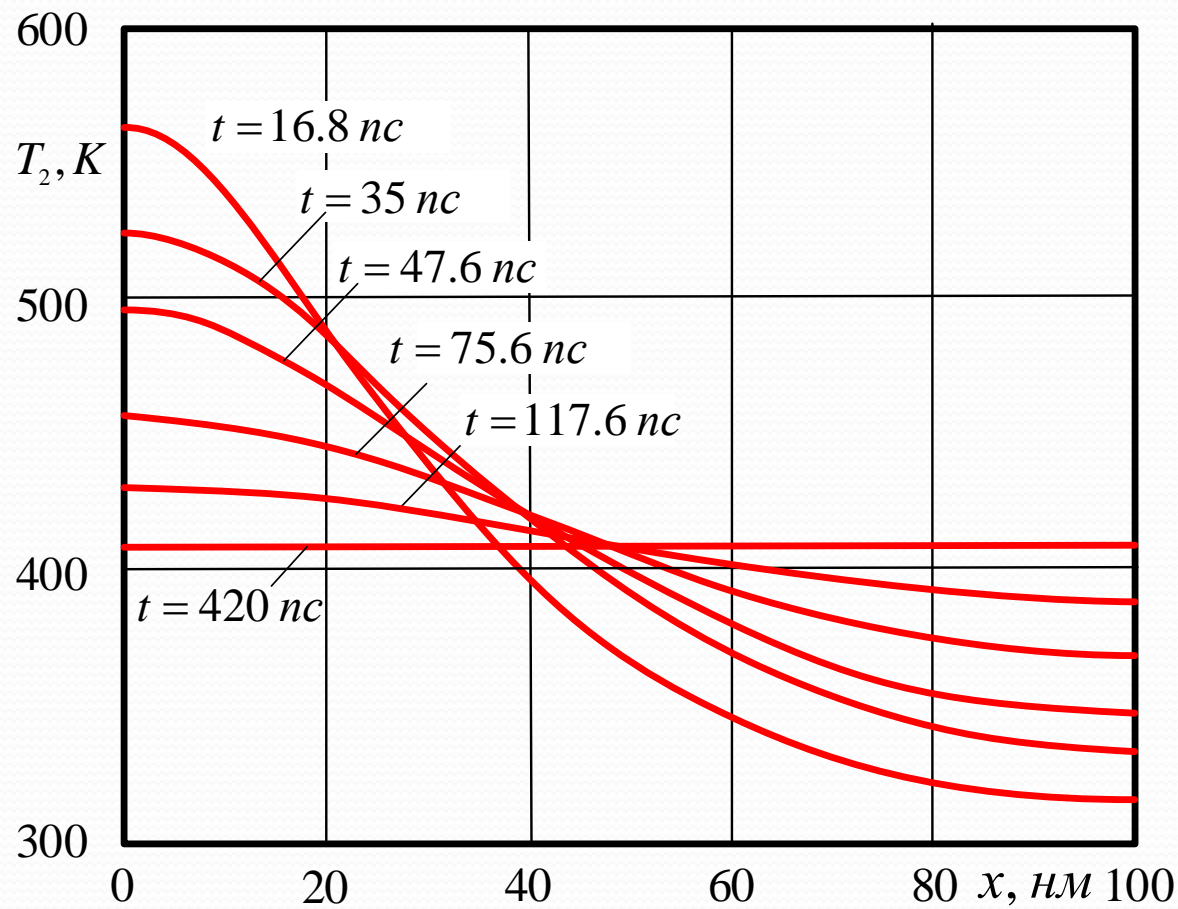


Рис. 7. Зависимость температуры T_2 от
толщины свинцовой плёнки
(продолжение рис. 6)



Спасибо за
внимание