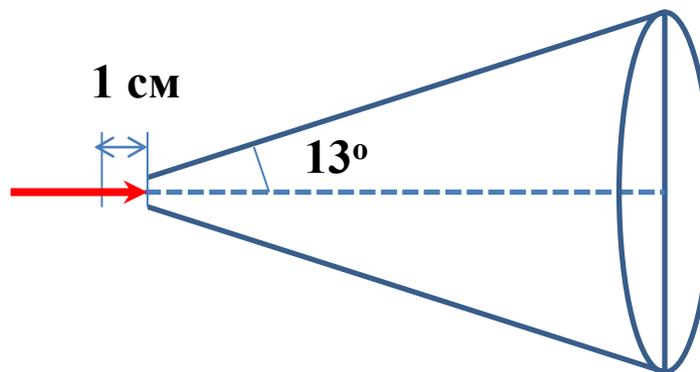
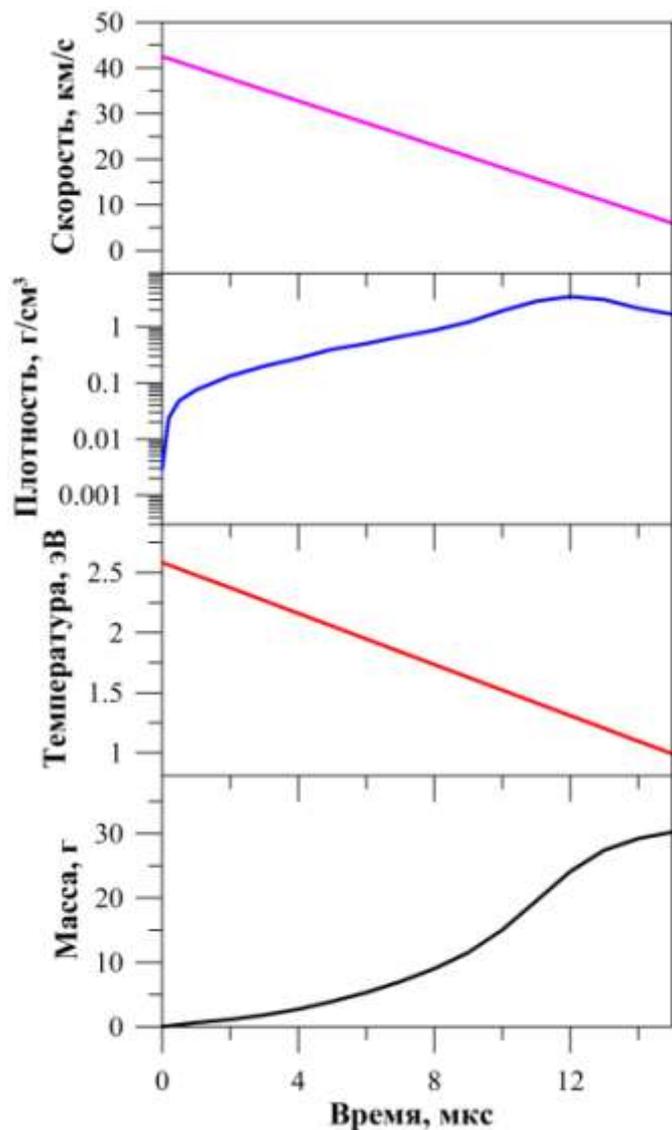




**ОЦЕНКА УЧЕТА ПЕРЕНОСА ИЗЛУЧЕНИЯ
ПРИ ОПРЕДЕЛЕНИИ ПАРАМЕТРОВ
ПЛАЗМЕННОЙ СТРУИ
НА НАЧАЛЬНОЙ СТАДИИ ЕЕ ИНЖЕКЦИИ**

Постановка задачи



← Параметры инжектируемых паров алюминия

Параметры окружающего воздуха:

- 1) плотность $2.7 \cdot 10^{-8}$ г/см³ ;
температура 190 К; давление 1.47 дин/см²
соответствует высоте 78 км.
- 2) плотность $3 \cdot 10^{-12}$ г/см³ ;
температура 799 К; давление 0.00722 дин/см²
соответствует высоте 140 км.

Система уравнений газовой динамики

$$\frac{\partial u}{\partial t} + r^2 \frac{\partial p}{\partial m} = 0, \quad \frac{\partial v}{\partial t} - \frac{\partial(r^2 u)}{\partial m} = 0,$$

$$\frac{\partial e}{\partial t} + p \frac{\partial(r^2 u)}{\partial m} + \frac{\partial(r^2 W)}{\partial m} = 0, \quad W = \sum_{i_{\max}} W_i,$$

m - лагранжева массовая координата ($dm = r^2 \rho dr$, где r - радиус), u - скорость, p - газокинетическое давление, v - удельный объем ($v = 1/\rho$, где ρ - плотность газа), e - удельная внутренняя энергия, q - плотность потока теплового излучения в направлении оси r .

Эта система уравнений дополняется табличными уравнениями состояния паров алюминия и воздуха $e = e_{v,a}(\rho, T)$, $p = p_{v,a}(\rho, T)$.

Уравнения переноса излучения

$$\frac{1}{r^2} \frac{\partial r^2 W_i}{\partial r} + \kappa_{pi} c U_i = \kappa_{pi} 4\pi B_i, \quad \frac{c}{3} \frac{\partial U_i}{\partial r} + \kappa_{pi} W_i = 0,$$

Граничные условия: $W_i|_{r=0} = 0, \quad W_i|_{r=R} = \frac{cU}{2}$

$$U_i = \frac{1}{c} \int I_i d\Omega, \quad W_i = \int I_i \vec{\Omega} d\Omega, \quad I_i = \int_{\varepsilon_{i,1}}^{\varepsilon_{i,2}} I_\varepsilon d\varepsilon$$

$$B_i = \int_{\varepsilon_{i,1}}^{\varepsilon_{i,2}} B_\varepsilon d\varepsilon \quad B_\varepsilon = \frac{15}{\pi^5} \frac{\sigma \varepsilon^3}{\exp(\varepsilon/T) - 1} \quad k_{pi} = \frac{\int_{\varepsilon_{i,1}}^{\varepsilon_{i,2}} k_\varepsilon B_\varepsilon d\varepsilon}{\int_{\varepsilon_{i,1}}^{\varepsilon_{i,2}} B_\varepsilon d\varepsilon}$$

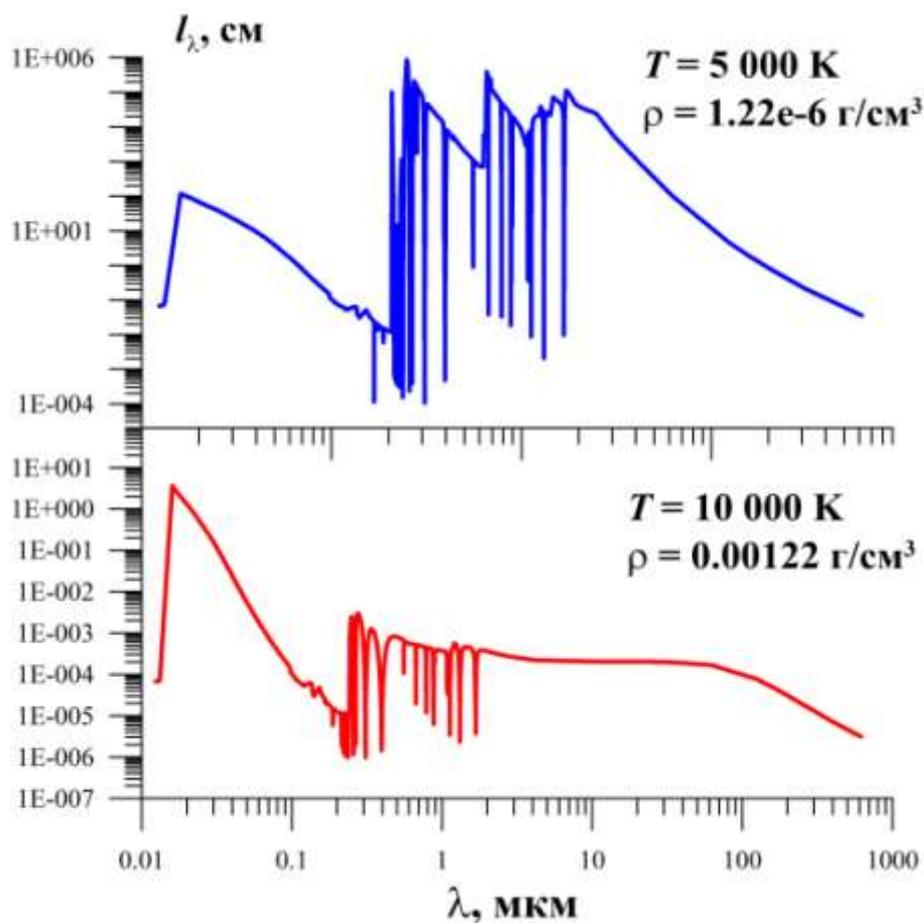
$\sigma = 0.1029 \text{ МВт}/(\text{см}^2\text{эВ}^4)$ - постоянная Стефана-Больцмана.

$$\frac{\partial I_i}{\partial s} + k_{pi} I_i = k_{pi} B_i$$

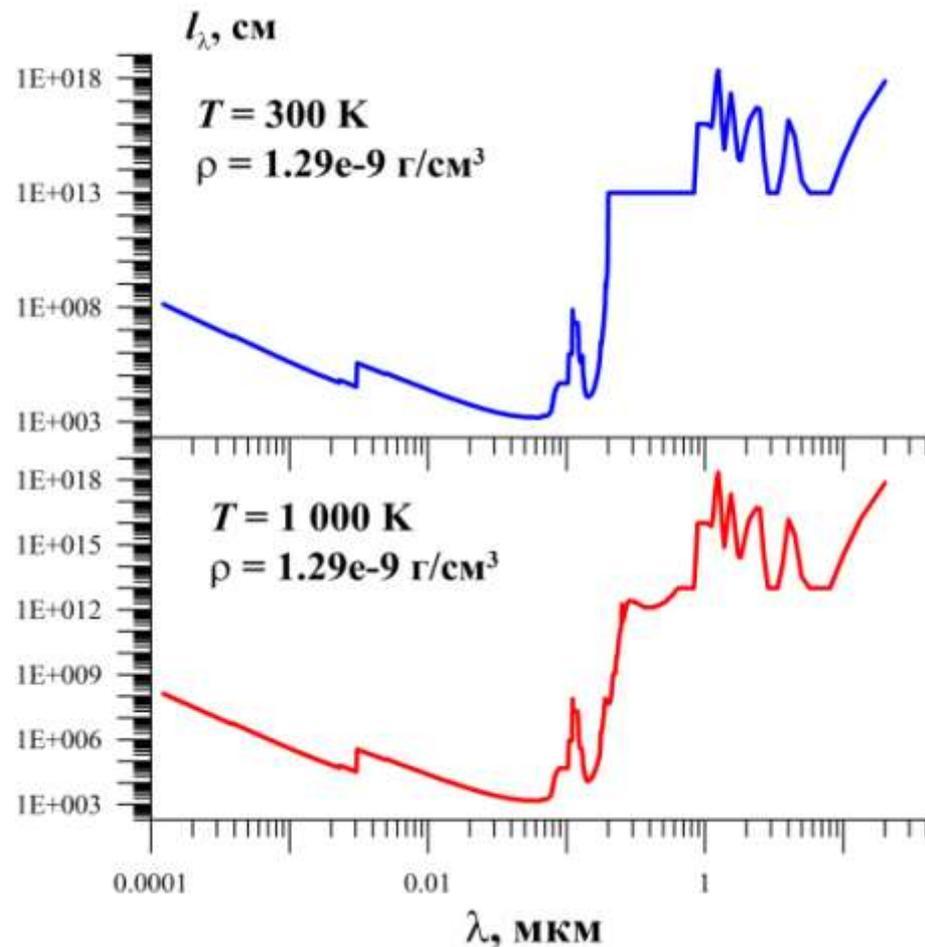
$$\frac{\partial I_\varepsilon}{\partial s} + k_\varepsilon I_\varepsilon = k_\varepsilon B_\varepsilon$$

Зависимости $k_\lambda = k_\lambda(T, \rho, \lambda)$, характеризующие оптические свойства газов в рассматриваемом диапазоне изменения параметров задаются в виде таблиц.

Алюминий

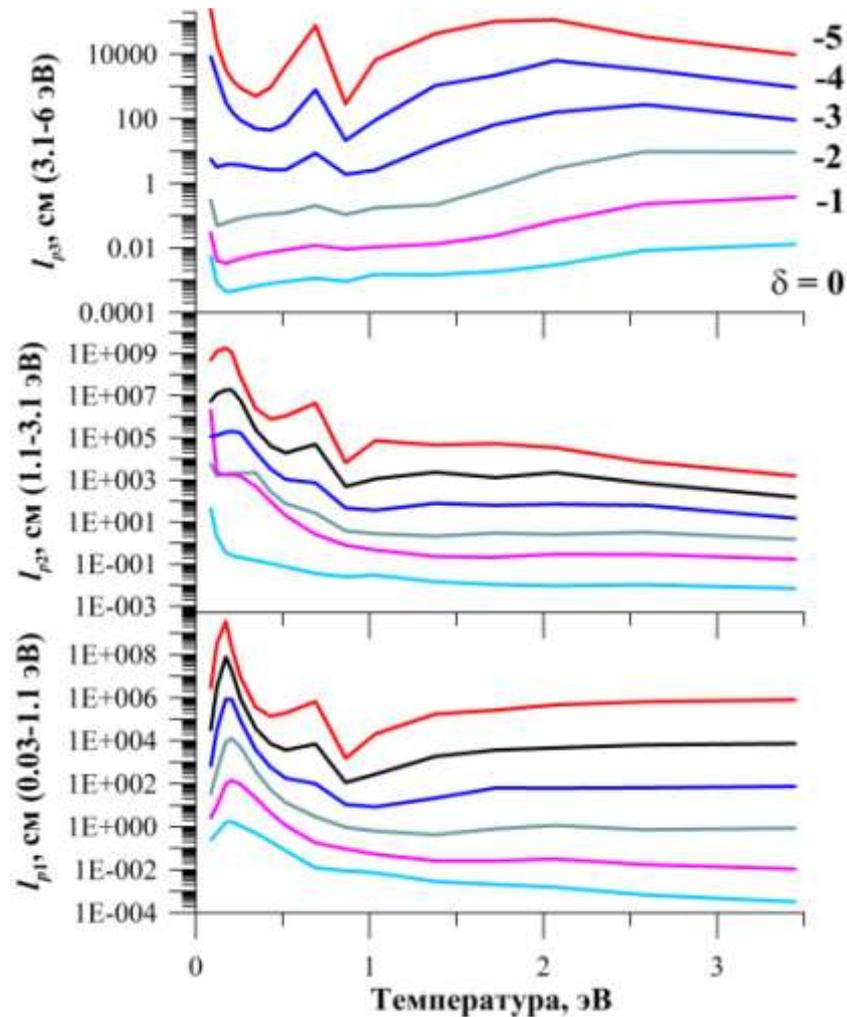


Воздух

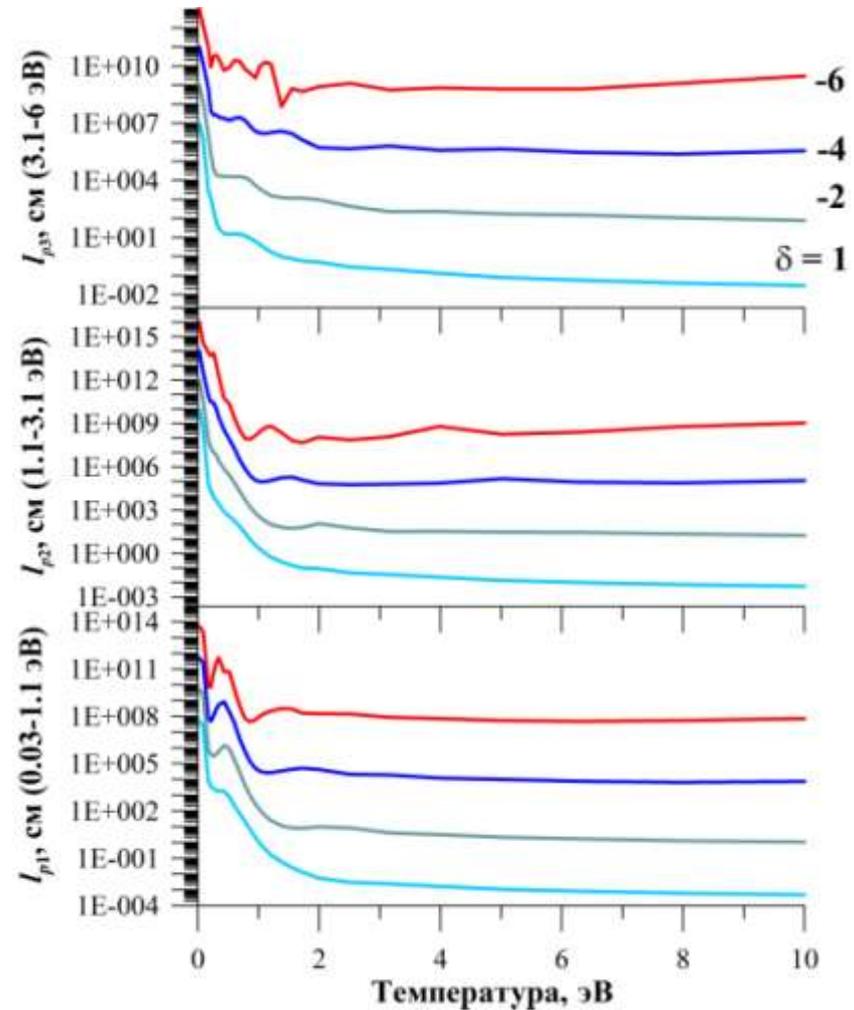


Группы по энергиям фотонов: инфракрасное излучение (**0.03÷1.1 эВ**);
 видимый свет (**1.1÷3.1 эВ**) ; ультрафиолетовый диапазон (**3.1÷6 эВ**)

Алюминий



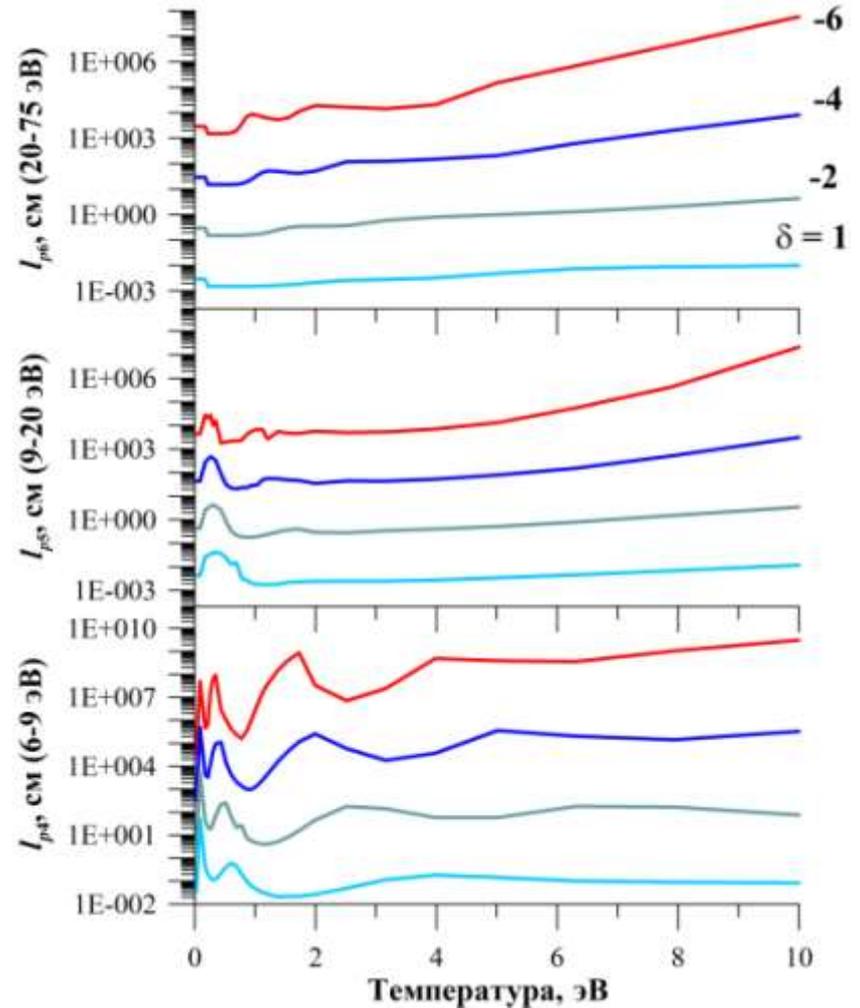
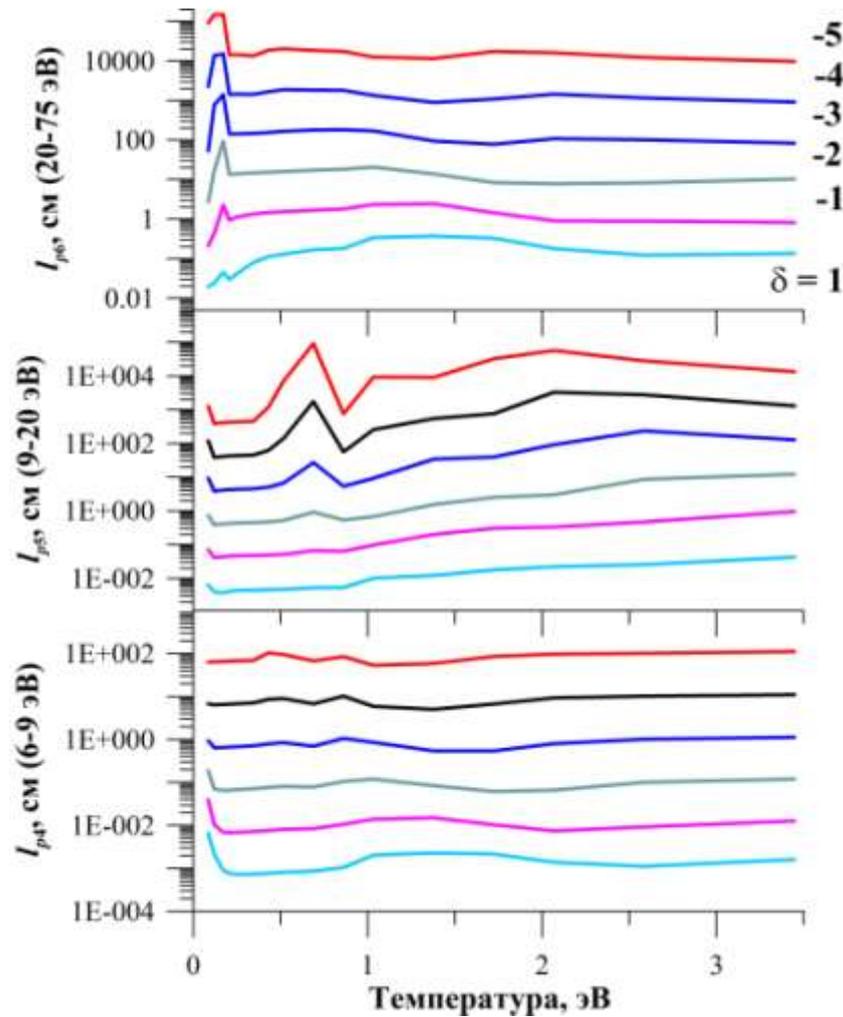
Воздух



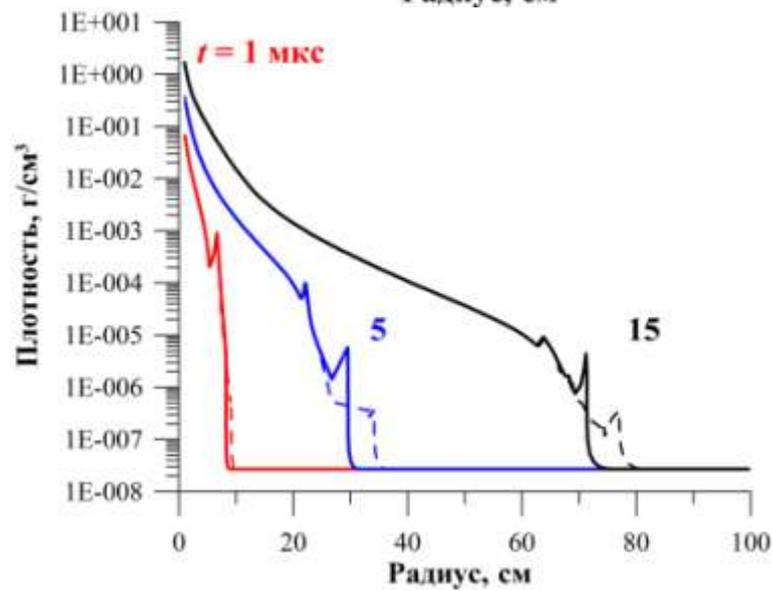
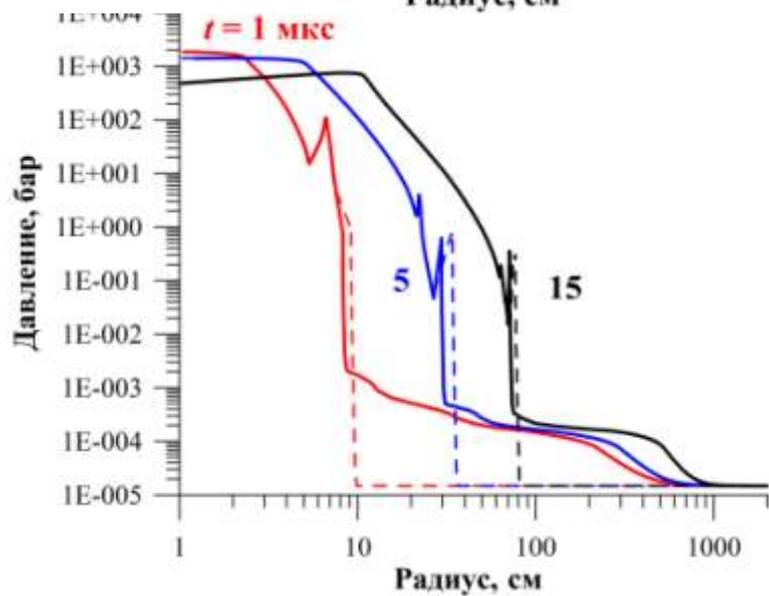
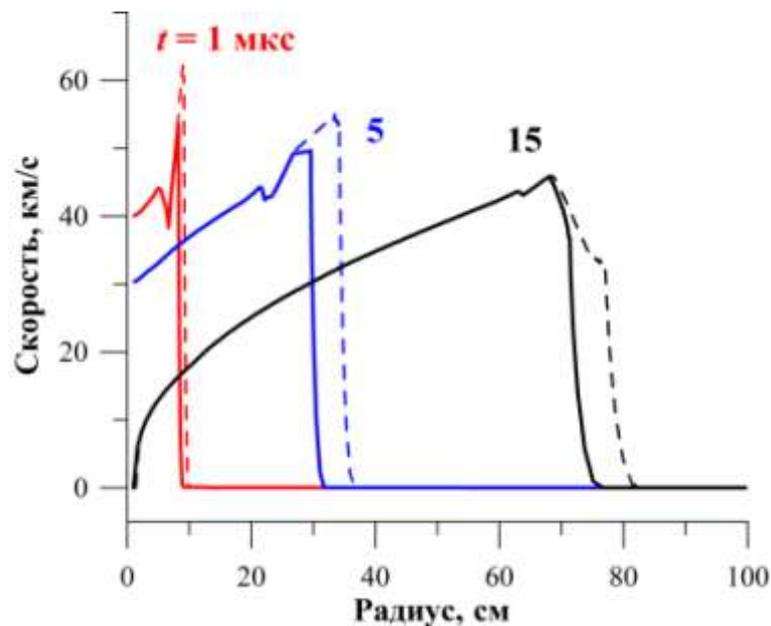
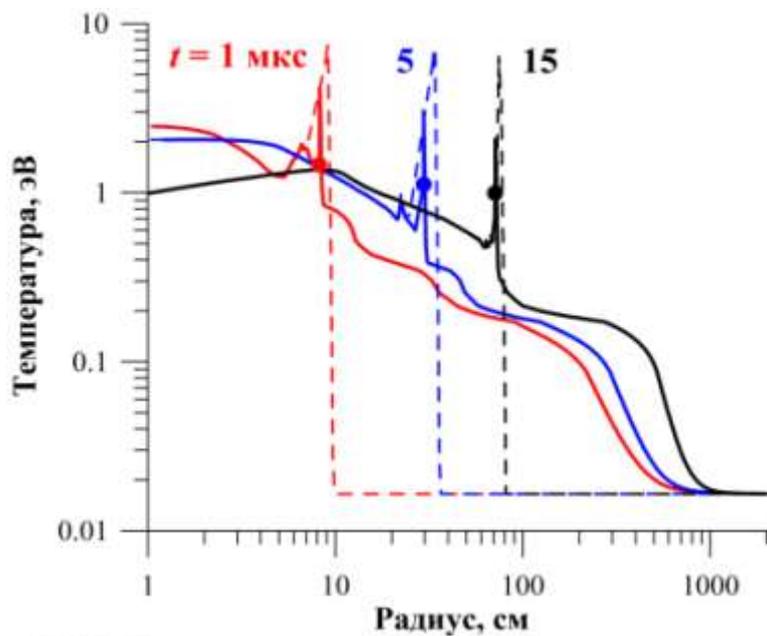
Группы по энергиям фотонов: (6÷9 эВ) (9÷20 эВ) (20÷76 эВ)

Алюминий

Воздух

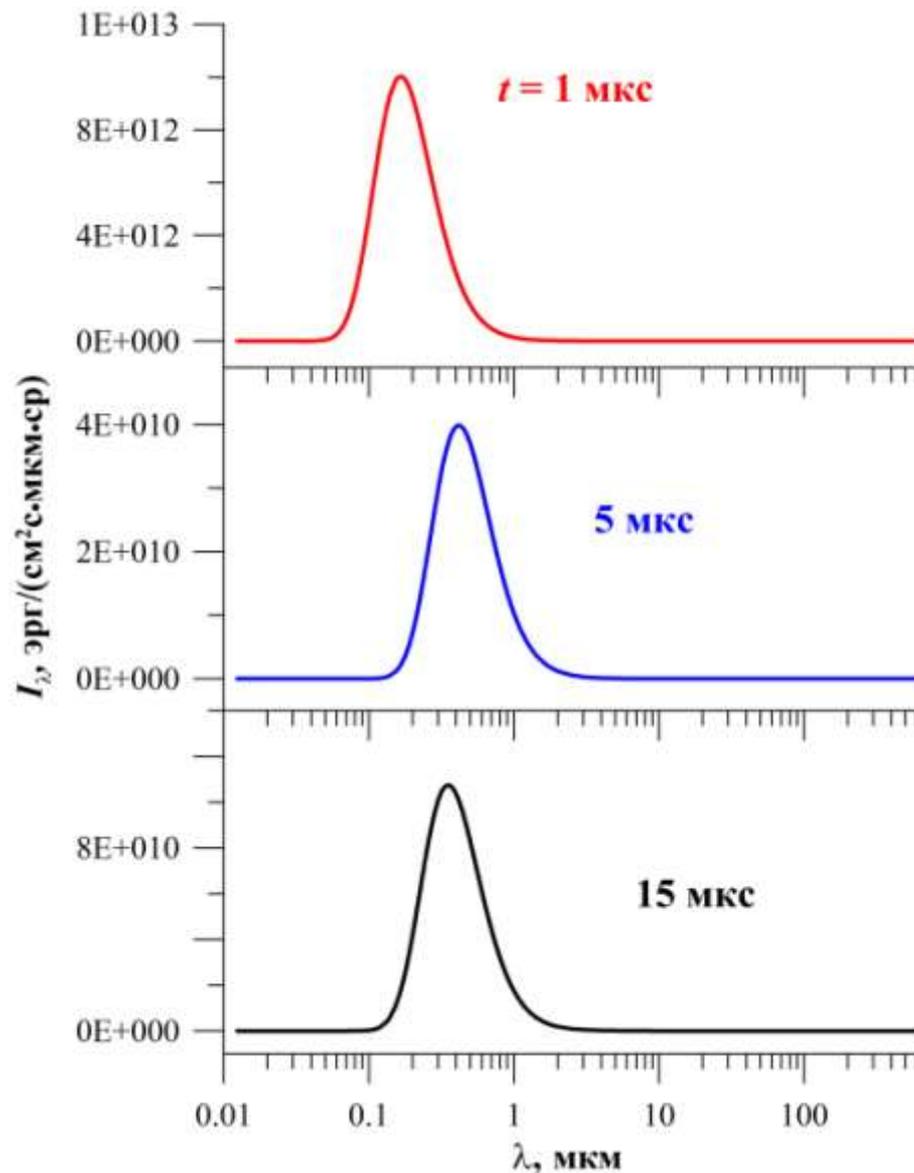
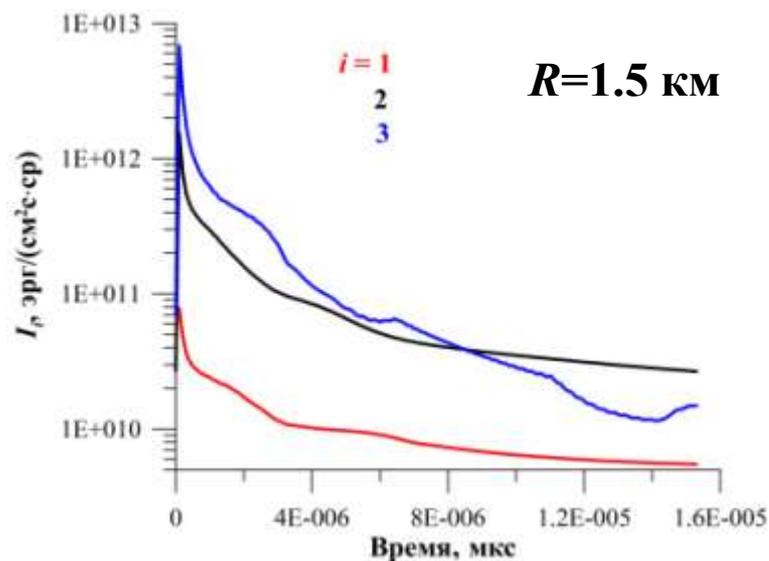
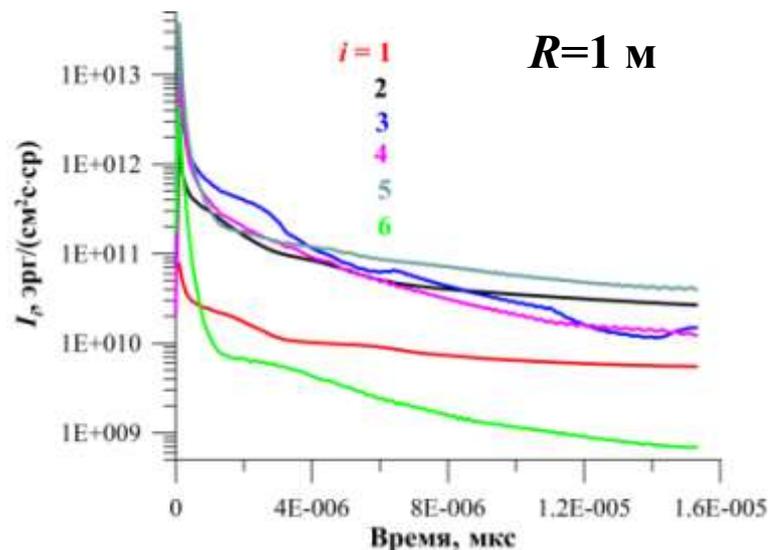


Результаты расчетов $H = 78$ км

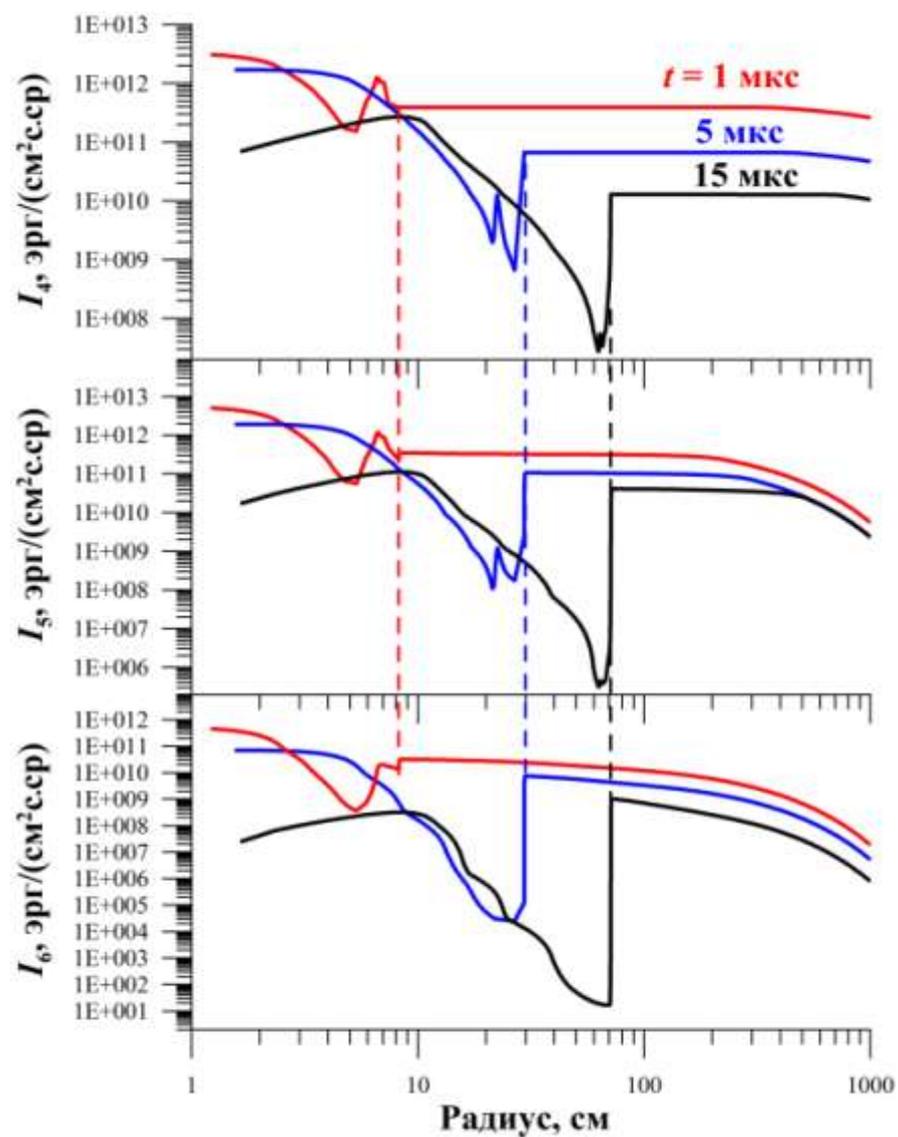
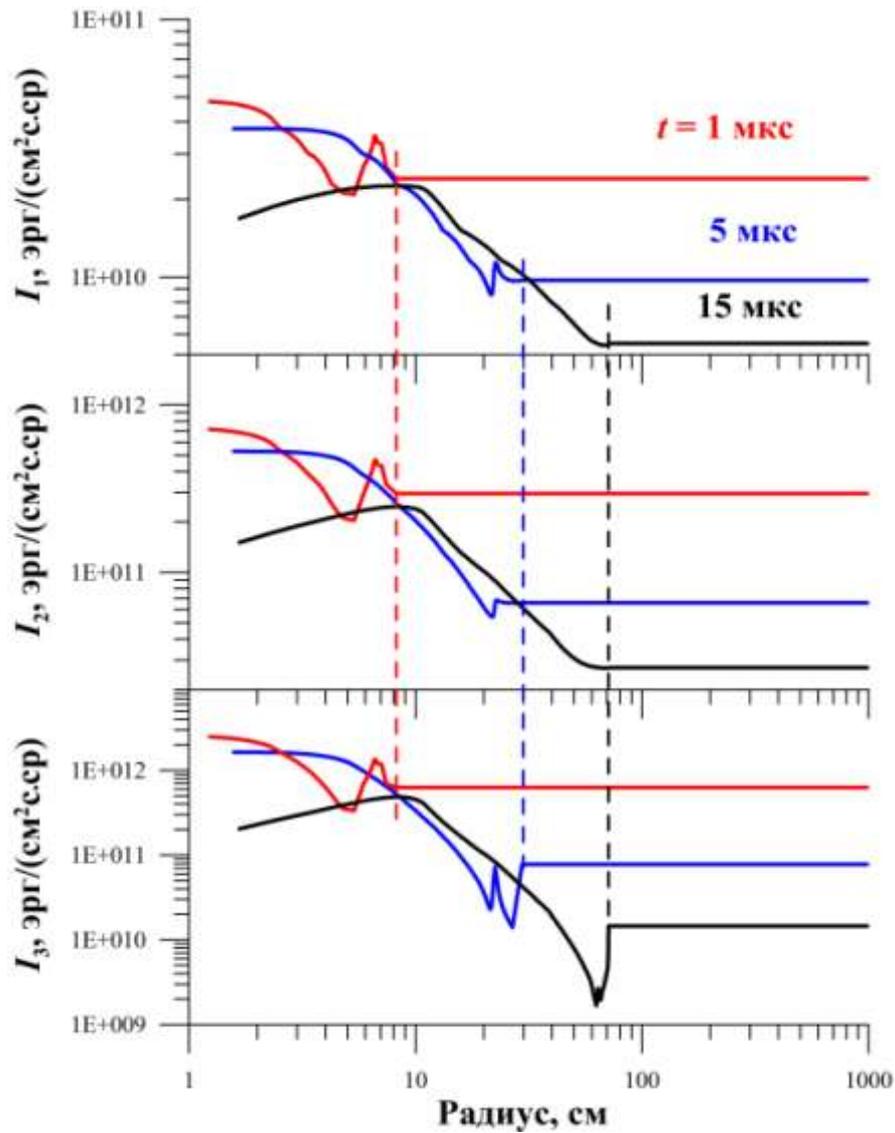


Результаты расчетов $H = 78$ км

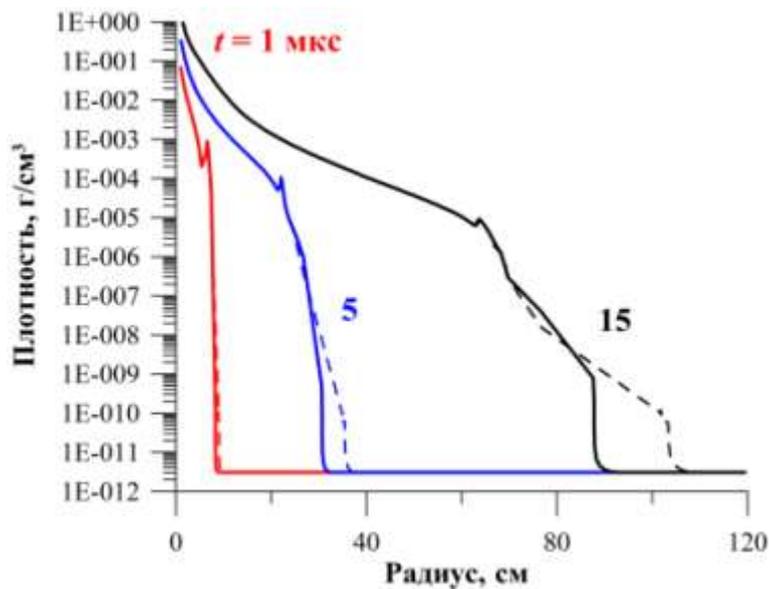
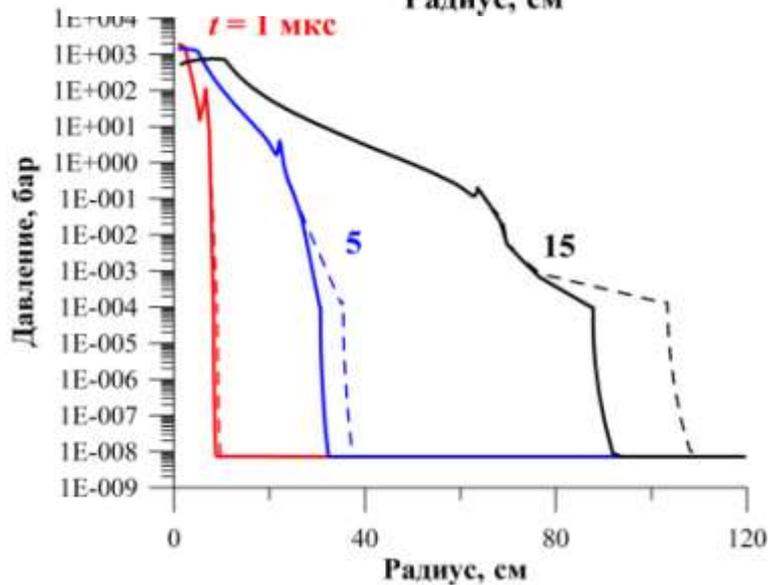
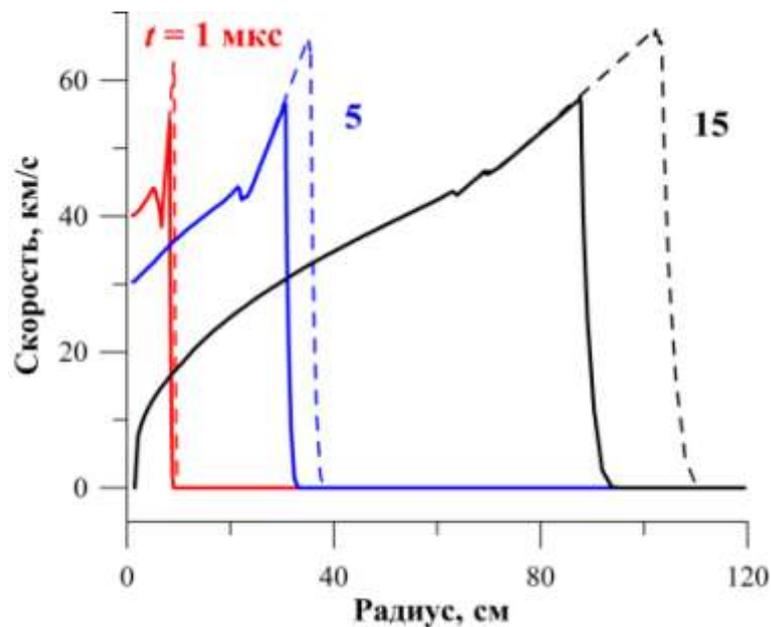
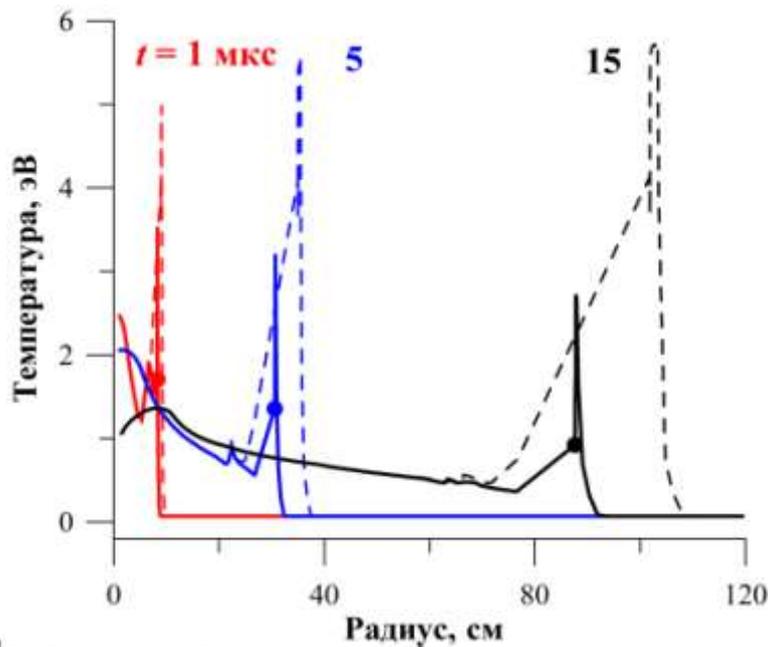
Граница пары-воздух



Результаты расчетов $H = 78$ км

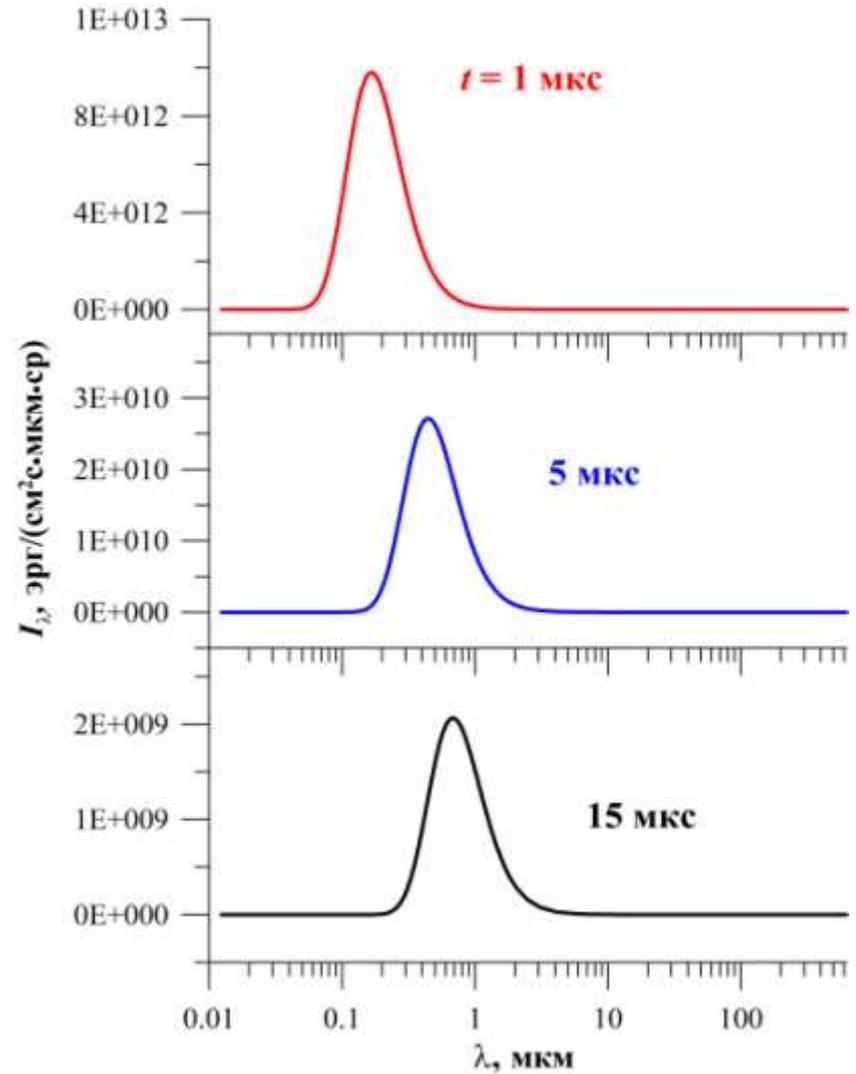
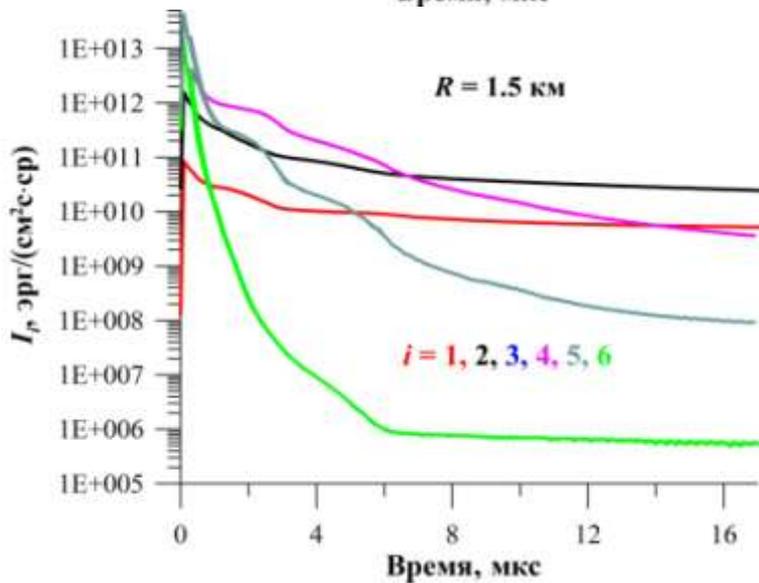
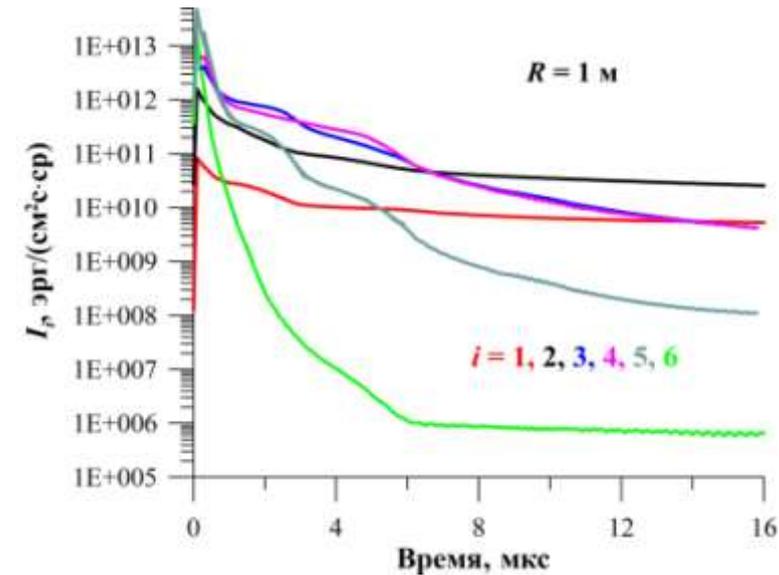


Результаты расчетов $H = 140$ км

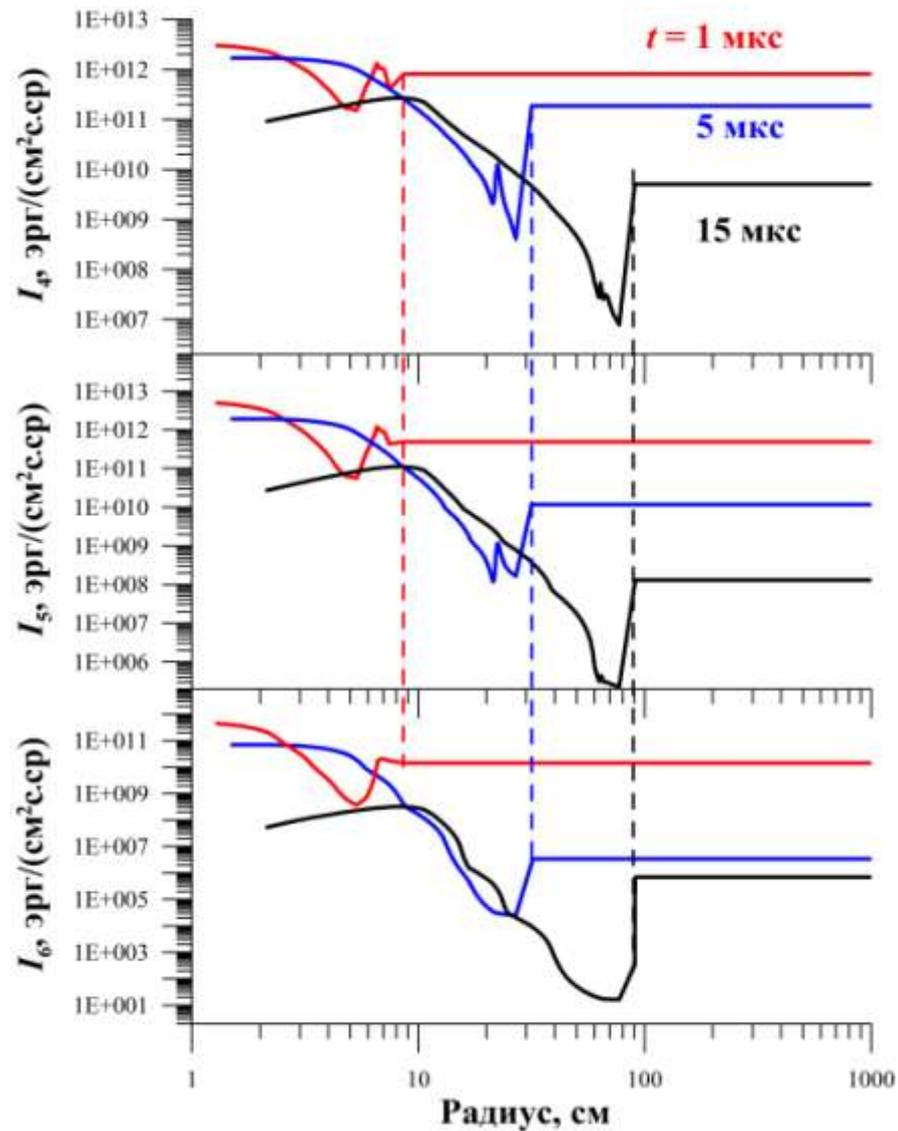
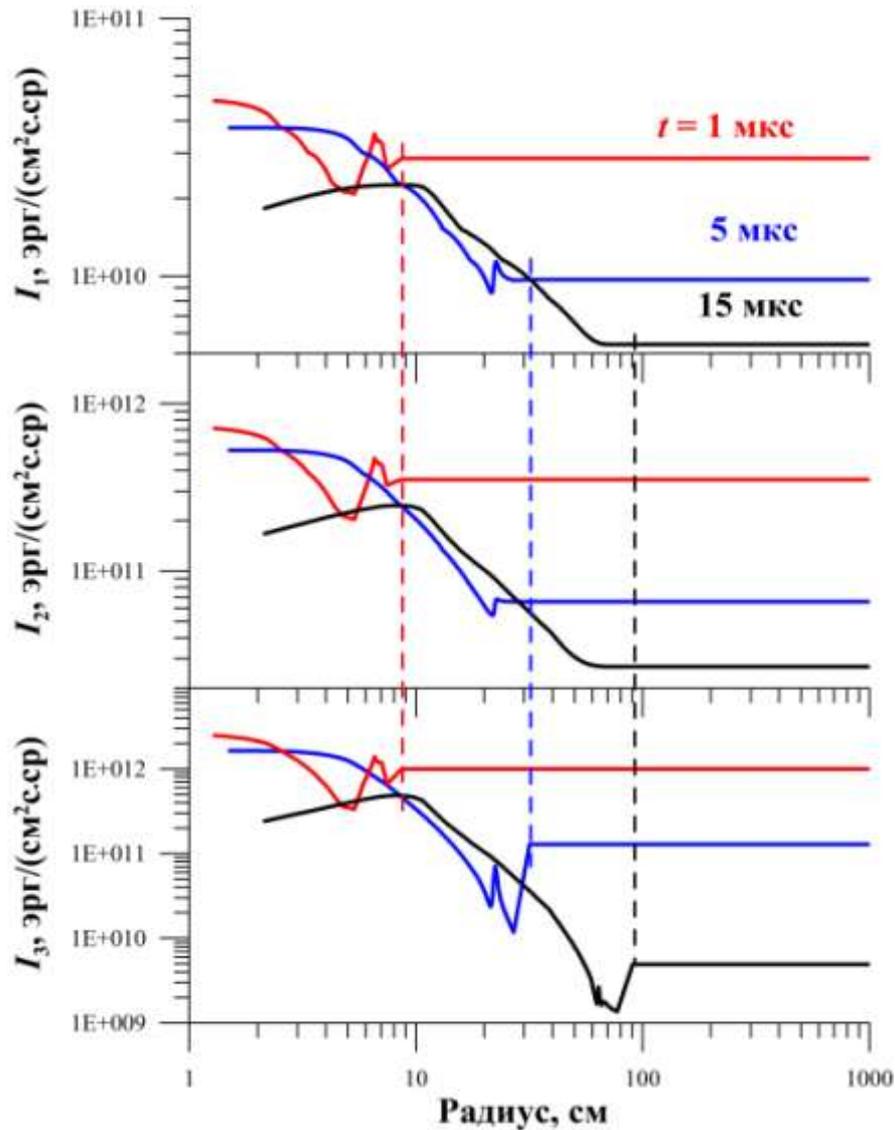


Результаты расчетов $H = 140$ км

Граница пары-воздух



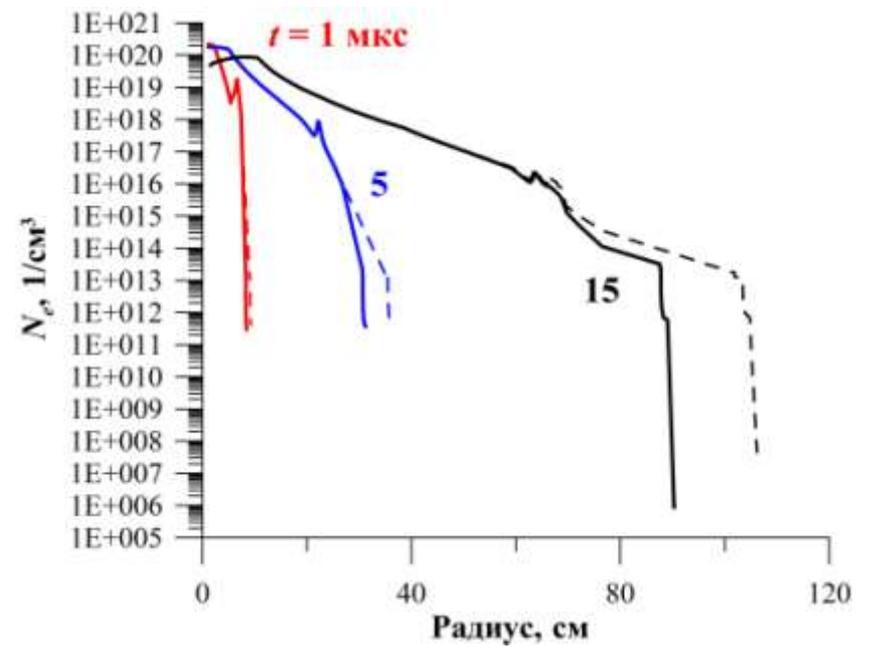
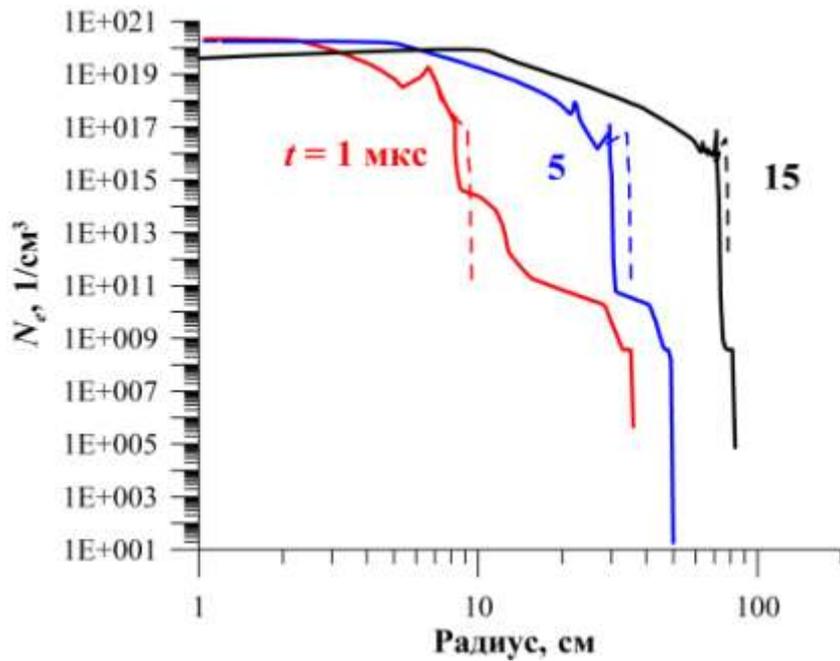
Результаты расчетов $H = 140$ км



Профили концентраций электронов

$H = 78$ км

$H = 140$ км



Спасибо за внимание!

