

Параллельный перенос

$$dU^\alpha = -\Gamma^\alpha_{\beta\gamma} U^\beta dx^\gamma$$

Перенос по кривой $t = const$

$$\frac{dU^\alpha}{dx^1} = -\Gamma^\alpha_{\beta 1} U^\beta$$

Перенос по светоподобной кривой $\sqrt{g_{00}}dx^0 = \sqrt{g_{11}}dx^1$

$$\frac{dU^\alpha}{dx^1} = -\left(\sqrt{\frac{g_{00}}{g_{11}}}\Gamma^\alpha_{\beta 0} + \Gamma^\alpha_{\beta 1}\right)U^\beta$$

3-скорость

$$V^i = \frac{\sqrt{g_{ii}} U^i}{\sqrt{g_{00}} U^0}$$

Красное смещение

$$1 + z = \sqrt{\frac{1 + V}{1 - V}}$$

$$1 + z = \frac{(k_\alpha U^\alpha)_{em}}{(k_\alpha U^\alpha)_{obs}} = \frac{(\bar{k}_\alpha \bar{U}^\alpha)_{obs}}{(k_\alpha U^\alpha)_{obs}} = \frac{(k_\alpha \bar{U}^\alpha)_{obs}}{(k_\alpha U^\alpha)_{obs}}$$

Перенос по светоподобной кривой

Стационарные координаты

$$ds^2 = f(r)dt^2 - \frac{1}{f(r)}dr^2 - r^2d\theta^2 - r^2\sin^2\theta d\phi^2$$

Перенесенная 4-скорость

$$U^0 = \frac{f + f^*}{2f\sqrt{f^*}}$$
$$U^1 = \frac{-f + f^*}{2\sqrt{f^*}}$$
$$U^2 = 0$$
$$U^3 = 0$$

3-скорость

$$\frac{-f + f^*}{f + f^*}$$

Красное смещение

$$1 + z = \sqrt{\frac{f}{f^*}}$$

Координаты Леметра

$$\tau = t + \int \frac{\sqrt{1-f} dr}{f}$$

$$\rho = t + \int \frac{dr}{f\sqrt{1-f}}$$

$$ds^2 = d\tau^2 - (1-f)d\rho^2 - r^2 d\theta^2 - r^2 \sin^2\theta d\phi^2$$

Перенесенная 4-скорость

$$U^0 = ch\left[\ln\left(\frac{1-\sqrt{1-f}}{1-\sqrt{1-f^*}}\right)\right]$$

$$U^1 = \frac{1}{\sqrt{1-f}} sh\left[\ln\left(\frac{1-\sqrt{1-f}}{1-\sqrt{1-f^*}}\right)\right]$$

$$U^2 = 0$$

$$U^3 = 0$$

3-скорость

$$th\left[\ln\left(\frac{1-\sqrt{1-f}}{1-\sqrt{1-f^*}}\right)\right]$$

Красное смещение

$$1+z = \frac{1-\sqrt{1-f}}{1-\sqrt{1-f^*}}$$

Метрика Фрийдмана

Перенесенная 4-скорость

$$U^0 = \frac{a^2 + a_*^2}{2aa_*}$$

$$U^1 = -\frac{1}{2a_*} + \frac{a_*}{2a^2}$$

$$U^2 = 0$$

$$U^3 = 0$$

3-скорость

$$\frac{-a^2 + a_*^2}{a^2 + a_*^2}$$

Красное смещение

$$1 + z = \frac{a}{a_*}$$

Перенос по кривой $t = \text{const}$

Стационарные координаты

$$ds^2 = f(r)dt^2 - \frac{1}{f(r)}dr^2 - r^2d\theta^2 - r^2\sin^2\theta d\phi^2$$

$$U = \left(\frac{1}{\sqrt{f}}, 0, 0, 0\right)$$

$$V = 0$$

Координаты Леметра

$$ds^2 = d\tau^2 - (1 - f)d\rho^2 - r^2d\theta^2 - r^2\sin^2\theta d\phi^2$$

скорость

$$U^0 = ch[\sqrt{1 - f} - \sqrt{1 - f^*}]$$

$$U^1 = \frac{sh[\sqrt{1 - f} - \sqrt{1 - f^*}]}{\sqrt{1 - f}}$$

$$U^2 = 0$$

$$U^3 = 0$$

$$V = th[\sqrt{1 - f} - \sqrt{1 - f^*}] = th[-\bar{V} + \bar{V}^*]$$

Фридман

$$U^0 = ch[Hr]$$

$$U^1 = \frac{1}{a} sh[Hr]$$

$$U^2 = 0$$

$$U^3 = 0$$

$$V = th[Hr] = th[\bar{V}^*]$$

Пекулярные скорости V_* , $\gamma_* = \frac{1}{\sqrt{1-V_*^2}}$

$$V_{pec} = th[arcsch(\gamma_* V_*) + \Delta\bar{V}] = [1 - th^2(\Delta\bar{V})] * (V_* + th(\Delta\bar{V})V_*^2 + th^2(\Delta\bar{V})V_*^3 + O(V_*^4))$$

Фридман

$$\Delta\bar{V} = Hr$$

Леметр

$$\Delta\bar{V} = \sqrt{1-f} - \sqrt{1-f^*}$$