

## Лекция 14 Проблемы создания Лазерных Опорных Звезд (ЛОЗ)

1. Оценки основных параметров турбулентности и требуемых характеристик астрономических АС.
2. Рэлеевские ЛОЗ.
3. Натриевые ЛОЗ.
4. Проблема измерения наклонов.

### 1. Оценки основных параметров турбулентности и требуемых характеристик астрономических АС.

1.1. Обозначения спектральных диапазонов при астрономических наблюдениях:

V – 0.55 мкм, R – 0.6 мкм, J – 1.25 мкм, K – 2.2 мкм.

1.2. Связь между звездной величиной и световым потоком.

В фотометрическом диапазоне R звезда 0-ой звездной величины даёт поток 8000 фотонов в секунду на квадратный сантиметр в каждом нанометре полосы. Для звездной величины  $m$  поток уменьшается в  $10^{0.4m}$  раз.

1.2. Структурная функция фазовых флуктуаций и радиус Фрида при Колмогоровской модели турбулентности:

$$D(\mathbf{r}) = 6.88 \left( \frac{r}{r_0} \right)^{5/3}, \quad (14.1)$$

$$r_0 = \left( \frac{2.91}{6.88} k^2 \cos^{-1} \gamma \int_0^\infty C_N^2(z) dz \right)^{-3/5}, \quad k = \frac{2\pi}{\lambda}.$$

Две физические интерпретации параметра Фрида:

- 1) размер апертуры, в пределах которой среднеквадратичное значение фазовых aberrаций составляет 1 радиан;
- 2) размер апертуры, которая имеет такое же разрешение, как дифракционно ограниченное при отсутствии турбулентности.

Типичные значения  $r_0$  при астрономических наблюдениях:

V диапазон – 10...20 см,

K диапазон – 50...100 см.

1.3. «Хорошая оптическая система» по критерию Марешала:  $S \geq 0.8 \Rightarrow \sigma_\varphi \approx \lambda/14$ , однако оптики считают, что система «неплохая» уже при  $\sigma_\varphi \approx \lambda$ .

1.4. Угловое разрешение телескопа с  $D=1$  м в V диапазоне:

1.5. Частота Гринвуда (характерная частота временного спектра фазовых флуктуаций):

$$f_G = \left( 0.102 k^2 \cos^{-1} \gamma \int_0^\infty C_N^2(z) [v_\perp(z)]^{5/3} dz \right)^{3/5}. \quad (14.2)$$

Для одного слоя:

$$f_G = 0.43 \frac{|v_\perp|}{r_0}. \quad (14.3)$$

$$\sigma^2 = \left( \frac{f_G}{f_{3db}} \right)^{5/3}, \quad f_{3db} - \quad (14.4)$$

1.6. Угол Анизопланатизма:

$$\theta_0 = \left( 2.91 k^2 \cos^{-1} \gamma \int_0^{\infty} C_N^2(z) z^{5/3} dz \right)^{-3/5}. \quad (14.5)$$

$$\sigma_{\theta}^2 = \left( \frac{\theta}{\theta_0} \right)^{5/3}, \quad (14.6)$$

Для одного тонкого слоя на высоте  $z$ :

$$\theta_0 \approx 0.31 \frac{r_0}{z}. \quad (14.7)$$

Фазовая ошибка, вносимая фокальным анизопланатизмом:

$$\sigma_{\varphi}^2 = \left( \frac{D}{d_0} \right)^{5/3}, \quad d_0 \propto \lambda^{6/5}, \quad (14.8)$$

где характерный размер  $d_0$  зависит от высоты ЛОЗ и профиля атмосферной турбулентности.

### **Задания по Лекции 14.**

1.

### **Вопросы по Лекции 14.**

1.

### **Вспомогательные формулы:**

Литература.

1. Happer et al. J. Opt. Soc. Am. A, Vol. 11, No 1, January 1994.
2. Parenti R. R. and Sasiela R. J. J. Opt. Soc. Am. A, Vol. 11, No 1, January 1994. (table)
3. *Laser Guide Star Adaptive Optics for Astronomy*. Ed. N. Ageorges and C. Dainty. Kluwer Academic Publ., NATO ASI Series, Series C: Mathematical and Physical Sciences – Vol. 551.
4. [А.В. Токовинин](#) Учебное пособие по адаптивной оптике обсерватории Серро Тололо (Перевод Д.Ю.Цветкова, научное редактирование С.А.Потанина) <http://www.astronet.ru/db/msg/1205112/part1/turb.html#SEC1.6>