



ИНСТИТУТ СОЛНЕЧНО-ЗЕМНОЙ ФИЗИКИ
СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

Особенности параметризации дневной оптической турбулентности в
месте расположения Большого Солнечного Вакуумного Телескопа

Шиховцев А.Ю. (1), Коваadlo П.Г. (1)

(1) Институт солнечно-земной физики СО РАН, Иркутск, Россия



Актуальность темы связана с необходимостью совершенствования методов оценки характеристик оптической турбулентности над различными астроплощадками, включая существующие и новые, в приложении к телескопам наземного базирования (выбор новых мест для размещения телескопов по метеорологическим данным и планирование наблюдательного времени)

Разработка метода оценки структурной постоянной турбулентных флуктуаций показателя преломления воздуха, основанного на сопоставлении оптических и акустических измерений



Особенности параметризации турбулентных характеристик в приземном слое атмосферы и возможности восстановления вертикальных профилей оптической турбулентности

$$C_n^2(z) = aL_0(z)^{4/3}M(z)^2,$$

$$M = \left(\frac{-79 \cdot 10^{-6} P}{T} \right) \frac{\partial \ln \theta}{\partial z},$$

$$L_0^{4/3} = \begin{cases} 0.1^{4/3} \cdot 10^{1.64+42 \cdot S}, & \text{тропосфера} \\ 0.1^{4/3} \cdot 10^{0.506+50 \cdot S}, & \text{стратосфера} \end{cases}$$

$$S = \left[\left(\frac{\partial u}{\partial z} \right)^2 + \left(\frac{\partial v}{\partial z} \right)^2 \right]^{0.5}$$

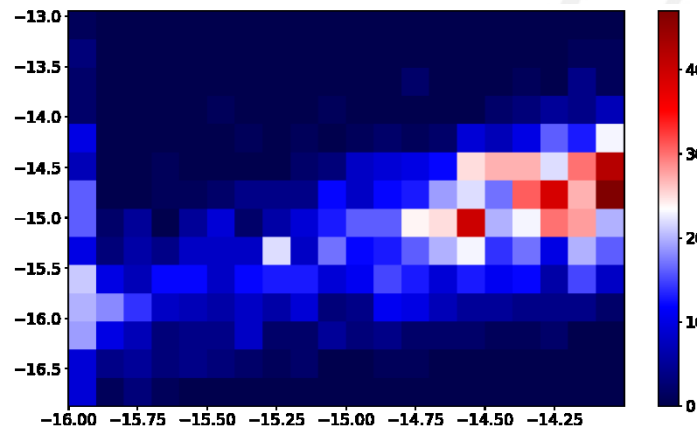
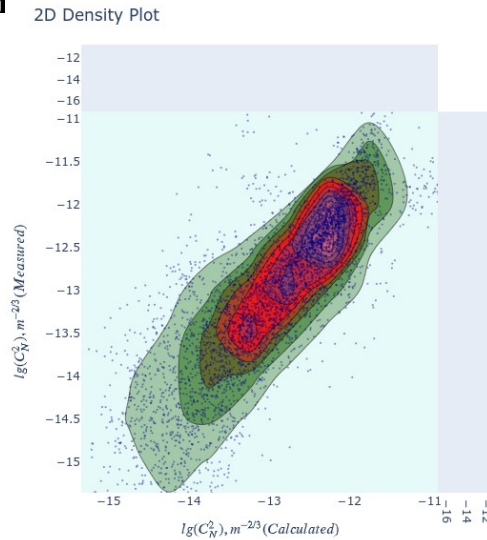
Предлагаемая схема для расчета внешнего масштаба турбулентности:

$$L_0 = a_{ST} 10^{k_1 S + k_2 \frac{dT}{dz} - k_3 \omega P}$$

1 слагаемое – генерация турбулентности за счет сдвигов скорости ветра

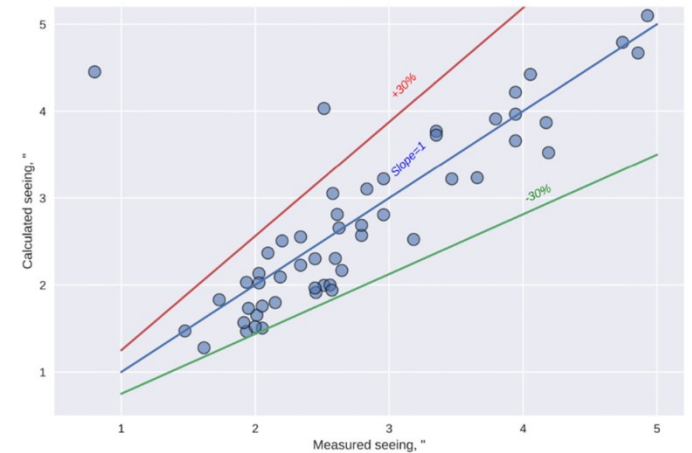
2 слагаемое - подавление или генерация турбулентности под действием стратификации атмосферы

3 слагаемое – подавление турбулентности за счет упорядоченных мезомасштабных вихревых структур, формируемых в нижнем 400 – 700 м слое атмосферы над БСВТ



Модельные и расчетные значения структурной характеристики C_n^2

Сопоставление с данными измерений характеристик фазовых турбулентных искажений



Измеренные (БСВТ) и модельные значения полной ширины функции размытия точки на уровне половины ее максимума ПШФРТ

С одной стороны ПШФРТ определяется интегралом модельных значений C_n^2 по высоте, с другой ПШФРТ – измеряемая величина с помощью датчика Шака-Гартмана



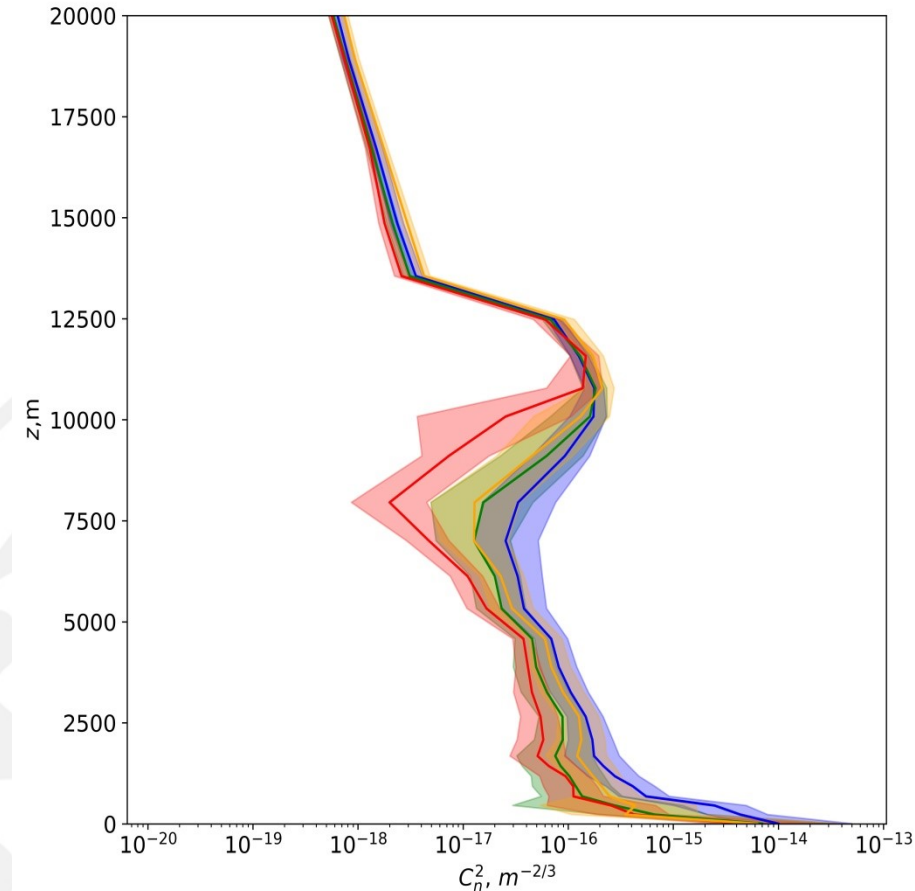
Особенности параметризации турбулентных характеристик в приземном слое атмосферы и возможности восстановления вертикальных профилей оптической турбулентности

Реанализ ERA-5 и данные о метеорологических характеристиках на разных высотных уровнях над БСВТ

Привязка (корректировка) профилей к данным измерений амплитуды фазовых турбулентных искажений.

Привязка (корректировка) профилей с учетом мачтовых измерений, выполненных с помощью ультразвукового анемометра (анемометров)

Удовлетворение ограничениям на внешний масштаб турбулентности, изопланатический угол и параметр Фрида.



Вертикальные профили оптической турбулентности над БСВТ, зима (синяя линия), весна (зеленая линия), лето (красная линия), осень (оранжевая линия)



Выводы

Создан метод для оценки структурной характеристики турбулентных флуктуаций показателя преломления воздуха, основанный на учете приземных мачтовых измерений турбулентных характеристик, данных измерений турбулентных фазовых искажений и данных реанализа ERA-5.

Для места расположения Большого Солнечного Вакуумного Телескопа(БСВТ) получены усредненные вертикальные профили оптической турбулентности, учитывающие данные приземных мачтовых измерений турбулентных характеристик и данные измерений турбулентных фазовых искажений в фокальной плоскости телескопа



ИНСТИТУТ СОЛНЕЧНО-ЗЕМНОЙ ФИЗИКИ
СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 24-72-10043,
<https://rscf.ru/project/24-72-10043/>