

Исследования астроклимата Байкальской астрофизической обсерватории

Большасова Л.А.¹, Лукин В.П.¹, Ковадло П.Г.^{1,2}, Шиховцев А.Ю.²



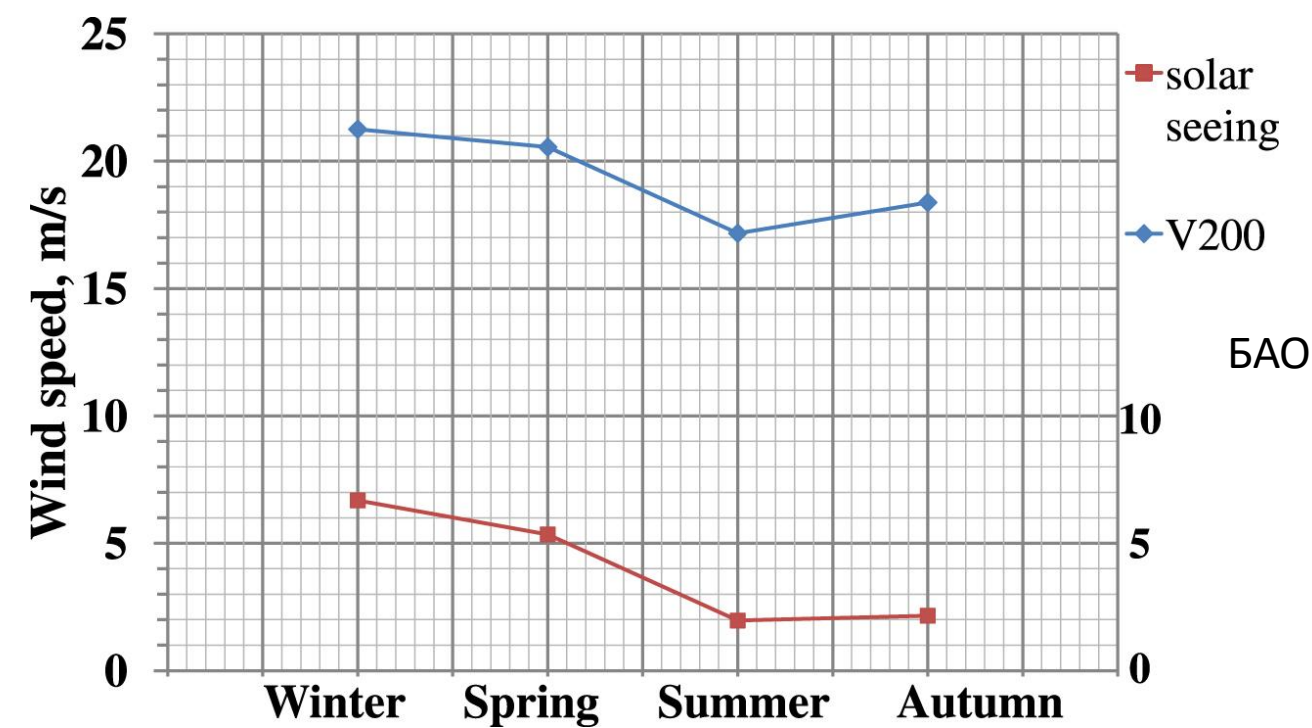
¹ Институт оптики атмосферы им. В.Е. Зуева СО РАН, г. Томск

² Институт солнечно-земной физики СО РАН, г. Иркутск

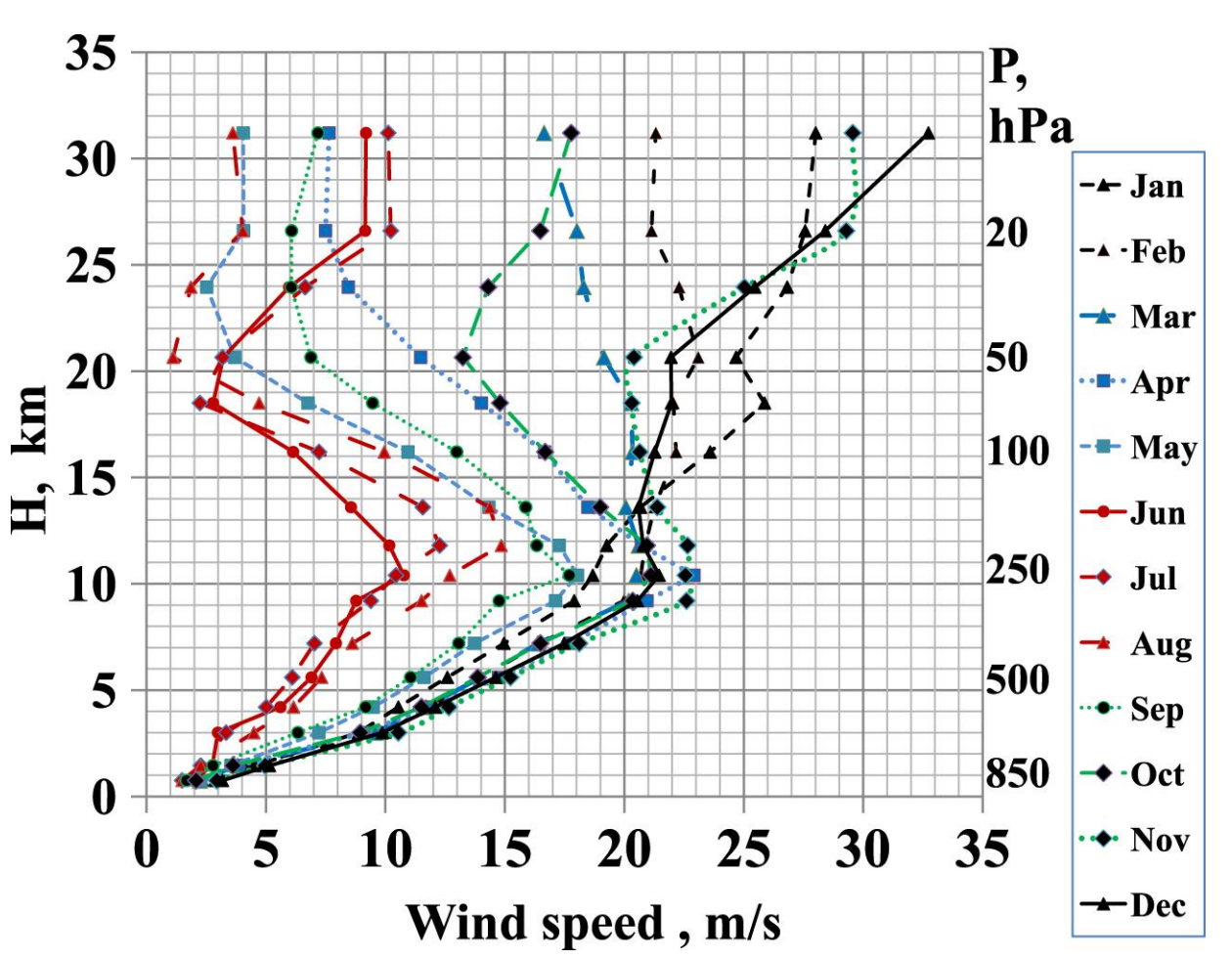
Байкальская астрофизическая обсерватория (БАО) Института солнечно-земной физики СО РАН находится на берегу озера Байкал. Главным инструментом обсерватории является Большой Солнечный Вакуумный Телескоп (БСВТ) с диаметром главного зеркала 1 метр. В докладе представлены результаты исследования астроклимата для Байкальской астрофизической обсерватории, в связи с задачей разработки адаптивной оптической системы для телескопа БСВТ.

Параметр применимости адаптивной оптики (АО) в обсерватории:

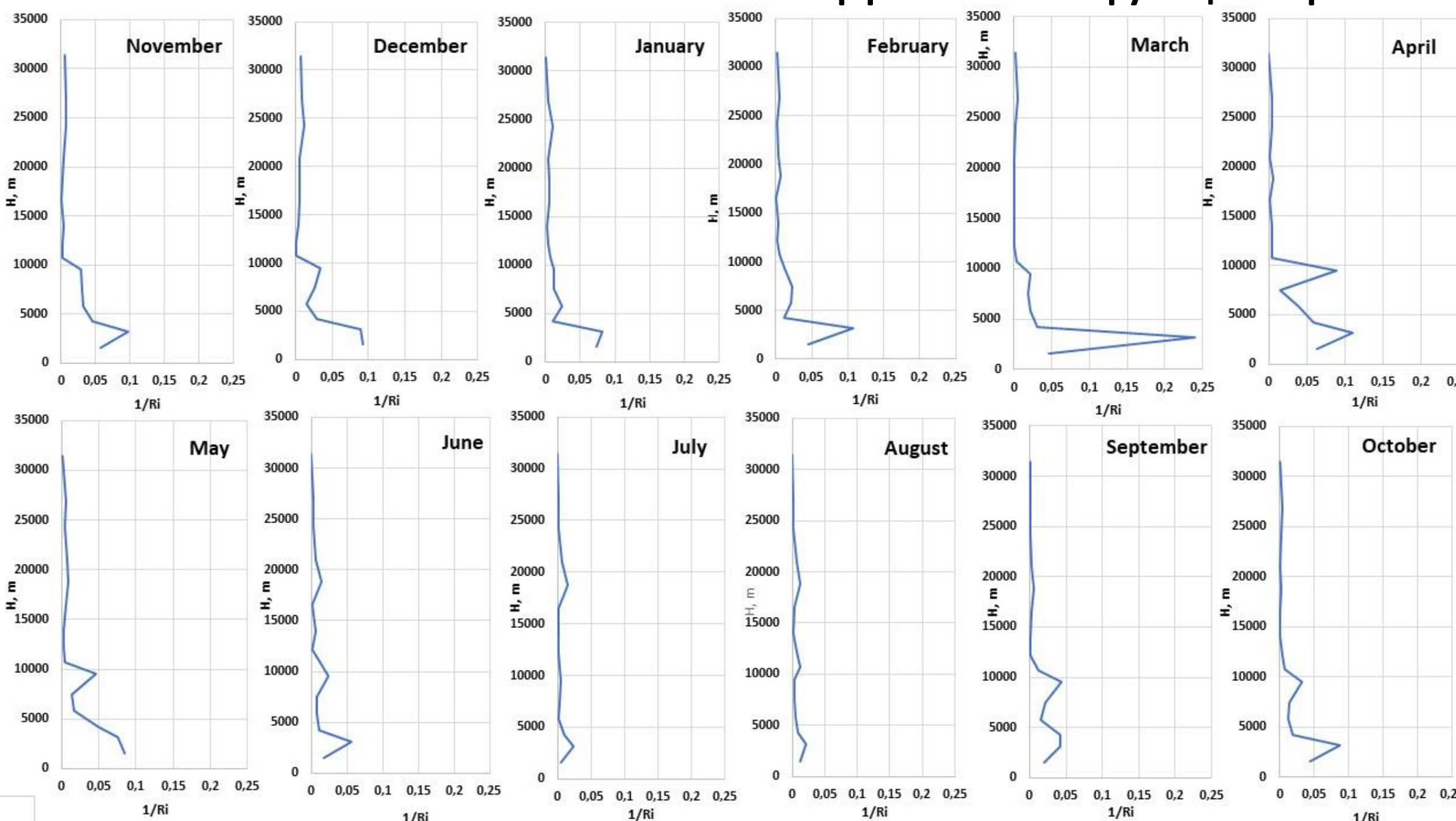
V200- скорость ветра на уровне 200мбар



Вертикальное распределение скорости ветра над БАО определяет требования к быстродействию АО системы БСВТ



Вертикальное распределение атмосферной турбулентности над БАО определяет параметры АО системы БСВТ и эффективность функционирования.



The Richardson number determines the corresponding contribution of convective and dynamic factors to power turbulence according to the formula:

$$Ri = \frac{g \frac{\partial \theta}{\partial z}}{\theta \left(\frac{\partial v}{\partial z} \right)^2} \quad (1)$$

where g is acceleration of gravity. The potential temperature θ is defined by

$$\theta(h) = T(h) \left(\frac{p(h)}{1000} \right)^{-0.288} \quad (2)$$

for a temperature T in kelvins and a pressure p in millibars. The gradient of wind speed is calculated as follows:

$$\frac{\partial V}{\partial h} = \sqrt{\left(\frac{\partial v}{\partial h} \right)^2 + \left(\frac{\partial u}{\partial h} \right)^2} \quad (3)$$

where v and u are components of the wind speed, respectively. We use following equation, which generally represents the Tatarskii equation, to estimate vertical profile of refractive index structure constant from reanalysis data [Tatarskii (1961):

$$C_n^2 = a L^{4/3} M^2 \quad (4)$$

where L is the outer scale of the atmospheric turbulent flow, a = 2.8 is constant, M is the refractive index gradient provided by equation:

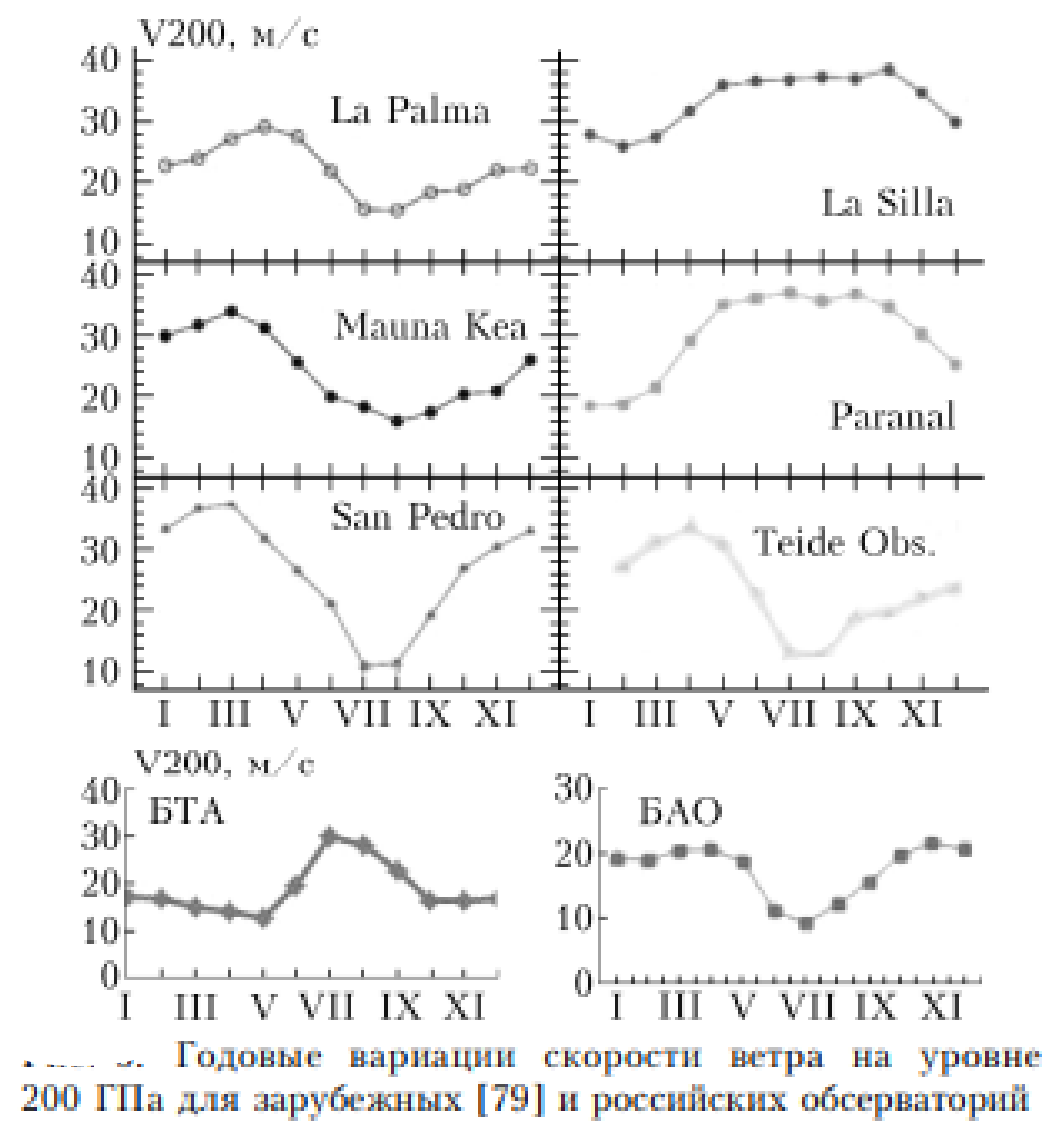
$$M = \frac{\partial N}{\partial h} = \frac{-79 \cdot 10^6 P(h) \partial \theta}{\theta(h) T(h) \partial h} \quad (5)$$

where $\theta(h)$ is the profile of potential temperature, T(h) is the profile of temperature in kelvins and p is pressure on levels in hPa, respectively.

The choice of a model for the L profile is very important. We estimate the profile of L, as largest energy scale of the atmospheric turbulent flow by following model according to equation [Masciadri (2001):

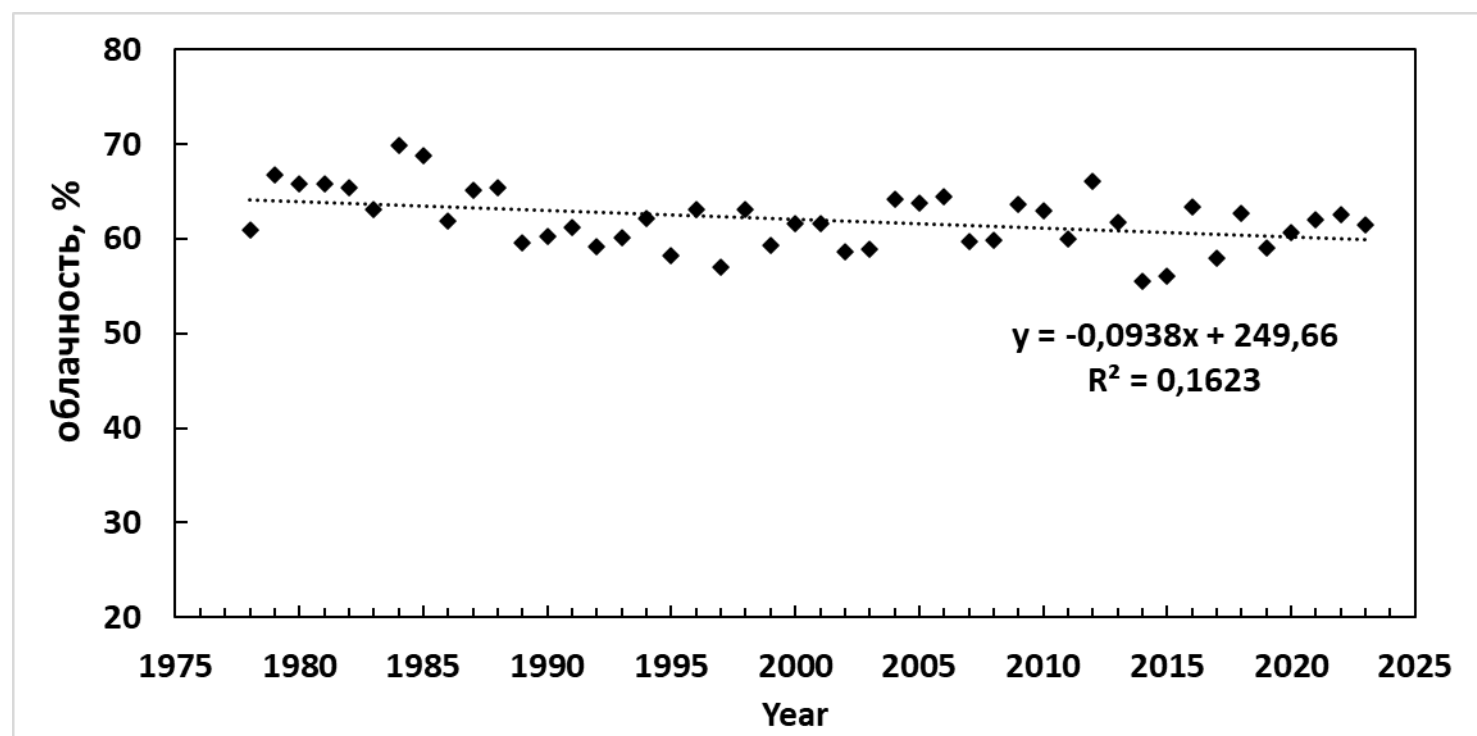
$$L = \sqrt{\frac{2E(h)}{\theta(h) \frac{\partial \theta}{\partial h}}} \quad (6)$$

where g = 9.8 m/s² is the acceleration of gravity and E is the turbulent kinetic energy. We determined E by the square of wind shear equation [Osborn (2018).



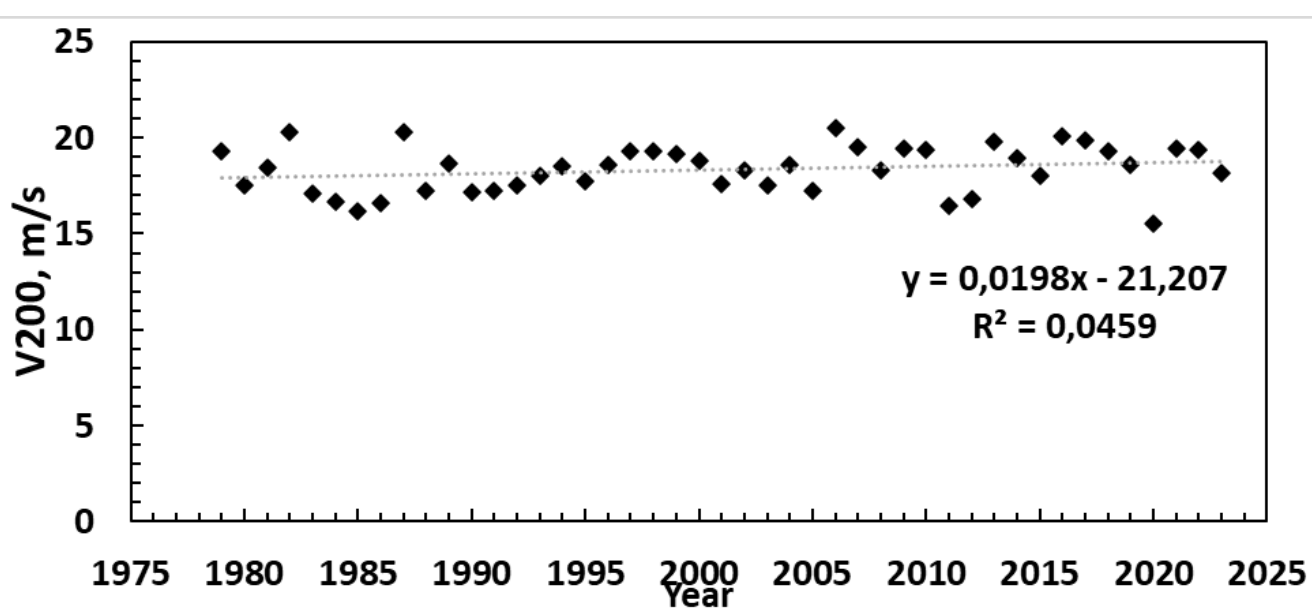
Годовые вариации скорости ветра на уровне 200 ГПа для зарубежных [79] и российских обсерваторий

Облачность



Тест Манна-Кендалла - непараметрический тест, который определяет наличие или отсутствие тренда данных временного ряда.

1. Статистически значимое уменьшение облачности над БАО по уровню значимости 0,05
2. Статистически значимое увеличение V200 по уровню значимости 0,1



Список литературы

1. Tatarskii V.I., 1961, Wave Propagation in a Turbulent Medium, McGraw-Hill Book Company, Inc. 315p.
2. Masciadri E., Jabouille P. Improvements in the optical turbulence parameterization for 3D simulations in a region around a telescope Astronomy & Astrophysics, 2001. V.376 2, P. 727–734.
3. Osborn J., Sarazin M., Atmospheric turbulence forecasting with a General Circulation Model for Cerro Parana //MNRAS, 2018, V. 480, P. 1278–1299.
4. Bolbasova L.A., Shikhovtsev A.Yu., Kopylov E.A., Selin A.A., Lukin V.P., Kovadlo P.G. Daytime optical turbulence and wind speed distributions at the Baikal Astrophysical Observatory //MNRAS. 2019. V.482. P. 2619–2626
5. Bolbasova L A, Andrakhanov A A, Shikhovtsev A Yu The application of machine learning to predictions of optical turbulence in the surface layer at Baikal Astrophysical Observatory // MNRAS. 2021. V. 504, P.6008–6017

