



Дистанционное зондирование ионосферы



Вариации волновых характеристик нормальных мод атмосферы в мезосфере и нижней термосфере высоких широт Северного полушария

Санкт-Петербург
2023

Исполнитель: Соколов А. В., кафедра физики атмосферы СПбГУ

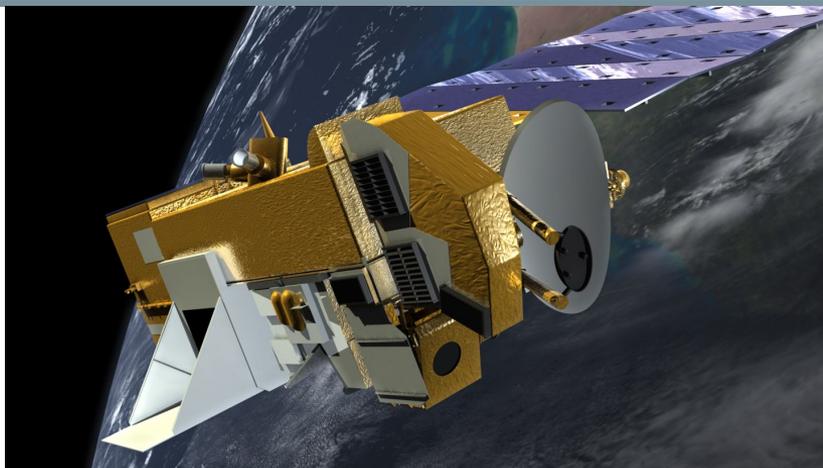


Аннотация:

В данной работе показан метод использования непрерывного вейвлет-преобразования Морле в изучении изменчивости нормальных мод атмосферы на основе данных микроволновых измерений радиометра MLS (Aura). Выполнено выделение отдельных гармоник в поле температуры, которые могут быть интерпретированы как нормальные атмосферные моды. Выполнено сравнение результатов вейвлет-анализа с данными наблюдений частоты появления серебристых облаков. Рассчитанные амплитуды используются для анализа нелинейных взаимодействий между нормальными модами атмосферы и частотой возникновения серебристых облаков. Полученные результаты показали, что качественное соответствие между изменчивостью волновых структур и вейвлет-преобразованием наблюдается для волн с периодами более 5 суток.



Инструменты



Earth Observing Satellites Aura

Запущен на солнечно-синхронную около-полярную орбиту (705 км высота, 98° наклонение) летом 2004 г. На борту находятся 4 инструмента для изучения состояния атмосферы

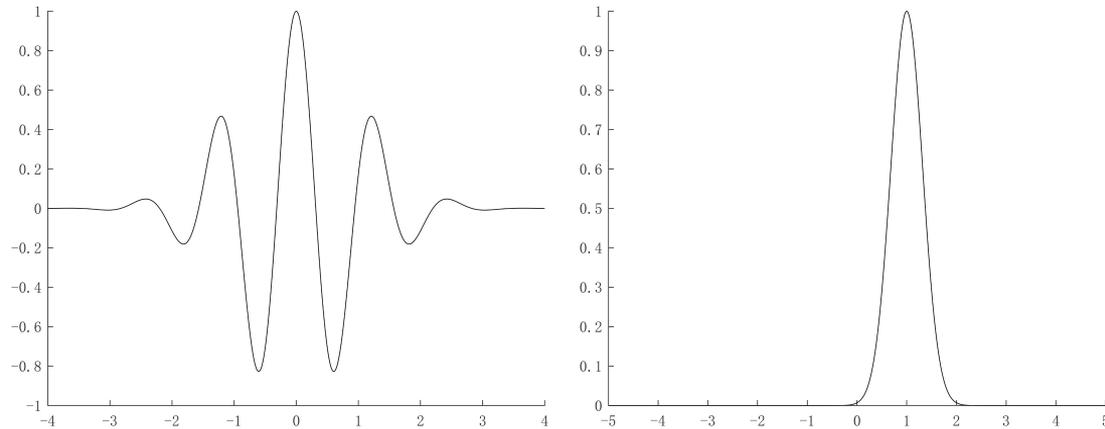
Microwave Limb Sounder

Фиксирует микроволновое излучение в широком спектральном диапазоне. Измерения проходят непрерывно, 24 часа в сутки





Вейвлет Морле



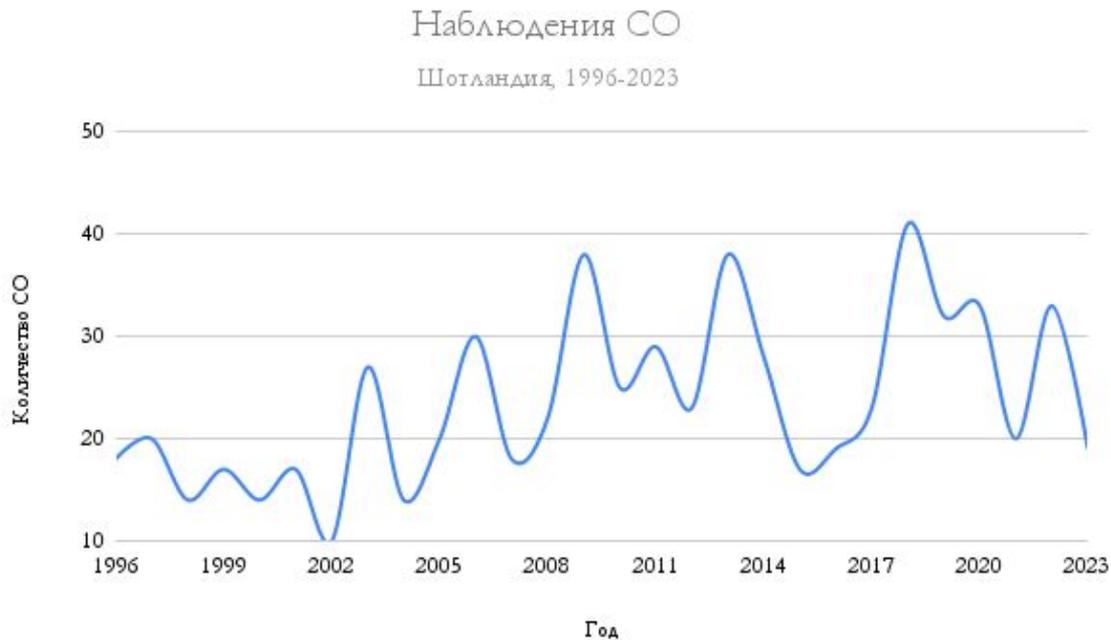
Зависимость от времени (слева) и образ Фурье (справа)

$$\hat{\psi}(\omega) = 2e^{-(\omega-1)^2} \mathbb{1}_{[0, \infty)}$$

Базис



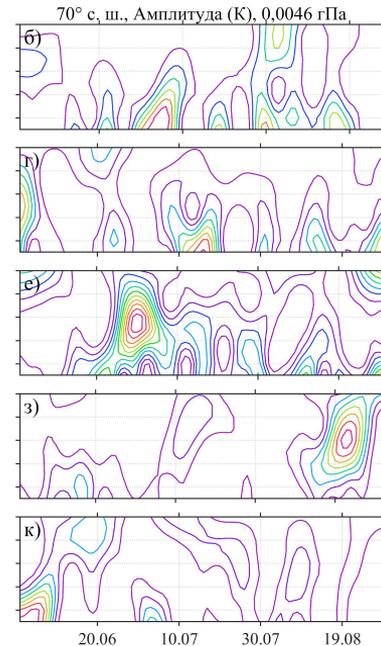
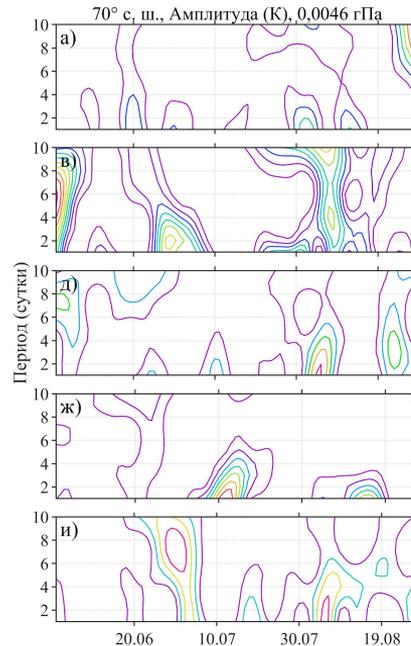
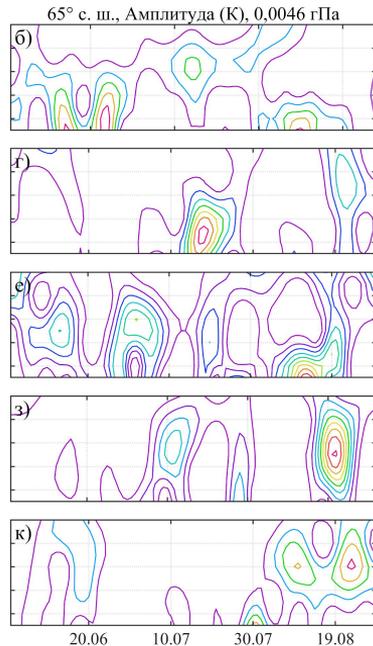
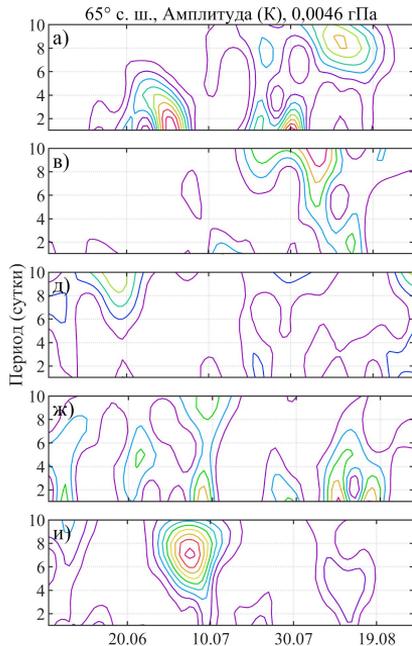
Наблюдения CO



Межгодовая
изменчивость
количества CO,
наблюдаемых с
территории
Шотландии



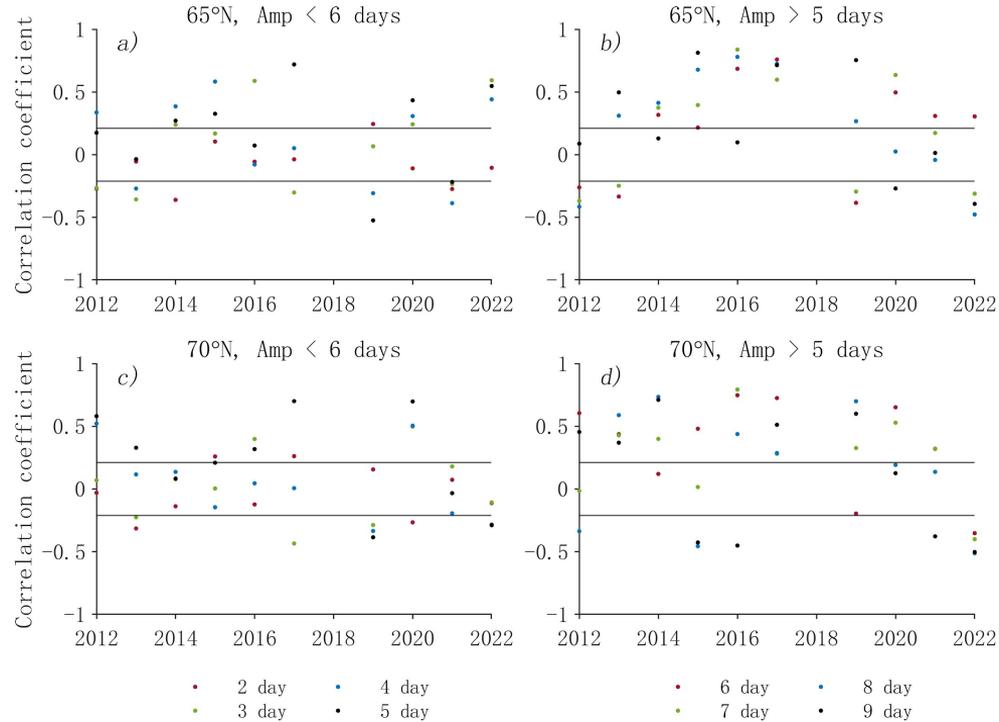
Вейвлет анализ



Изоплеты значений коэффициентов вейвлет-разложения сигнала температуры на 65° с. ш. (слева) и 90° с. ш. (справа)



Теснота связи



Скользящая по 10-ти годам корреляция между сигналами средненочной температуры и вейвлет-амплитудами ПВ



Заключение

Результаты:

На 65° с. ш. значимыми являются 70% значений коэффициента корреляции, при этом высокая корреляция наблюдается в 21% случаев, из которых большая часть приходится на ПВ, с периодами более 4 суток. На широте 70° с. ш. значимы 64% значений r . Высокая корреляция наблюдается в 24% случаев, большая часть приходится на возмущения с временными масштабами от 5 сут и выше. На обеих широтах наибольшая теснота связи наблюдается у 6-, 7-, 8- и 9-дневной волны: $r_{7 \text{ сут}}=0,84$, $r_{8 \text{ сут}}=0,78$, $r_{9 \text{ сут}}=0,81$ на широте 65° с. ш., и $r_{6 \text{ сут}}=0,75$, $r_{7 \text{ сут}}=0,79$, $r_{8 \text{ сут}}=0,73$ на широте 70° с. ш.

Анализ полученных результатов показал, что для всех рассмотренных лет существуют квазипериодические колебания температуры, соответствующие ПВ с периодами от 30 часов до 10 суток. При этом высокая теснота связи амплитуд этих колебаний с рядами средненочной температуры отмечается у $\frac{1}{2}$ событий на 65° с. ш., и $\frac{1}{4}$ событий на 70° с. ш. Максимальные значения коэффициента корреляции на обеих широтах наблюдаются у 7-дневной волны. Следует обратить внимание на высокие показатели тесноты связи для ПВ с периодами от 5 сут и выше. Исследования в данной области требуют дальнейшего и более детального рассмотрения.

Работа выполнена в рамках проекта РНФ (грант №20-77-2021-10006-П)