

# О влиянии квази-периодических внешних сил на Эль-Ниньо - Южное колебание

**Серых Илья Викторович**

*Институт океанологии имени П. П. Ширшова РАН, Москва*

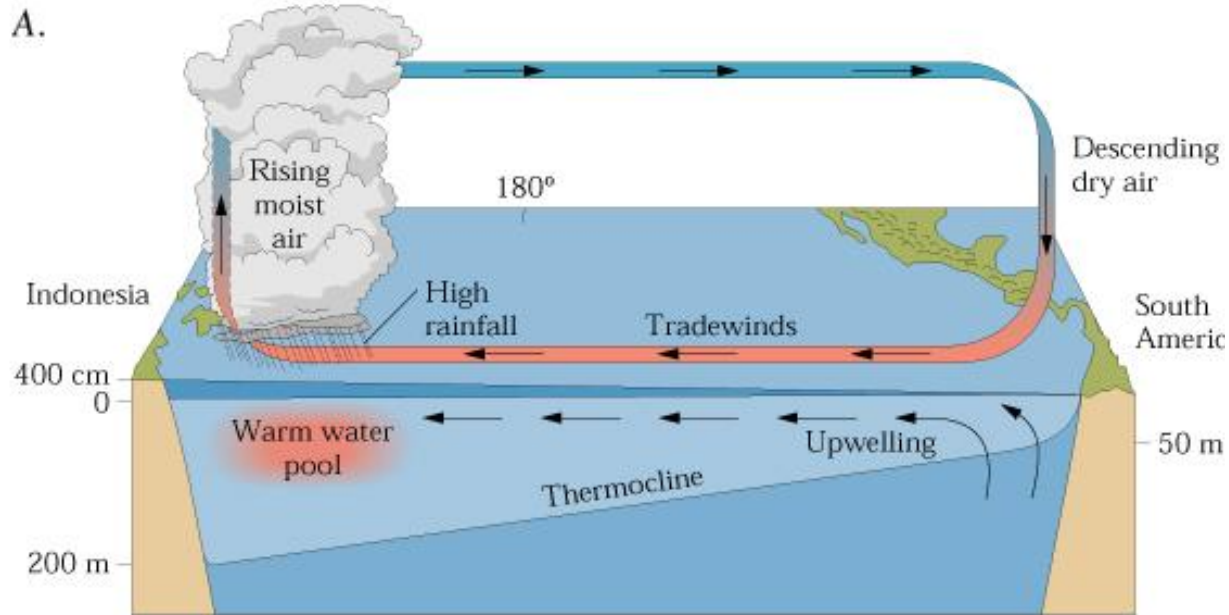


[iserykh@ocean.ru](mailto:iserykh@ocean.ru)

МОСКВА, ИКИ РАН, 2025

# Эль-Ниньо – Южное колебание

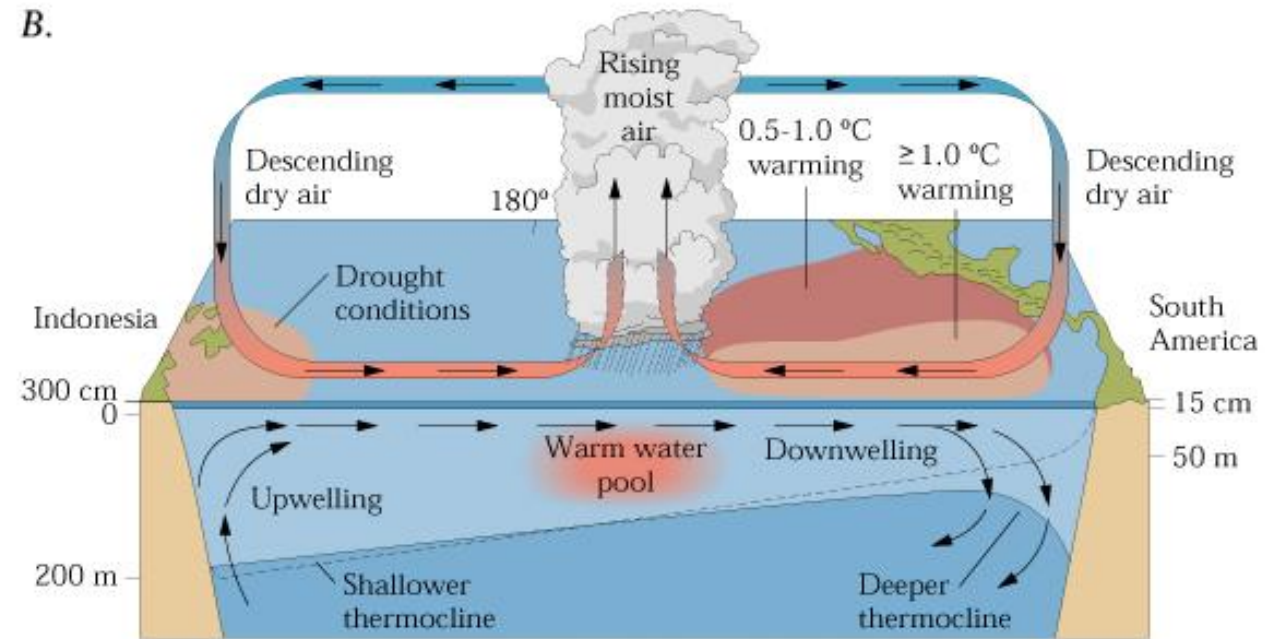
## Нейтральное состояние



"Normal" conditions in the tropical Pacific

При нейтральном состоянии тропиков Тихого океана пассатные ветры смещают теплую воду к берегам Индонезийского архипелага, где образуется зона конвекции, в которой влажный воздух поднимается в верхние слои тропосферы. При этом в данном регионе наблюдается повышение уровня океана и заглубление термоклина.

## Эль-Ниньо



El Niño conditions in the tropical Pacific

При Эль-Ниньо пассатные ветры ослабевают, теплая вода и зона конвекции смещаются в центр Тихого океана, что приводит к изменению циркуляции атмосферы. В западной части происходит поднятие термоклина и уменьшение уровня океана, а у берегов Южной Америки наблюдается ослабевание апвеллинга и заглубление термоклина.

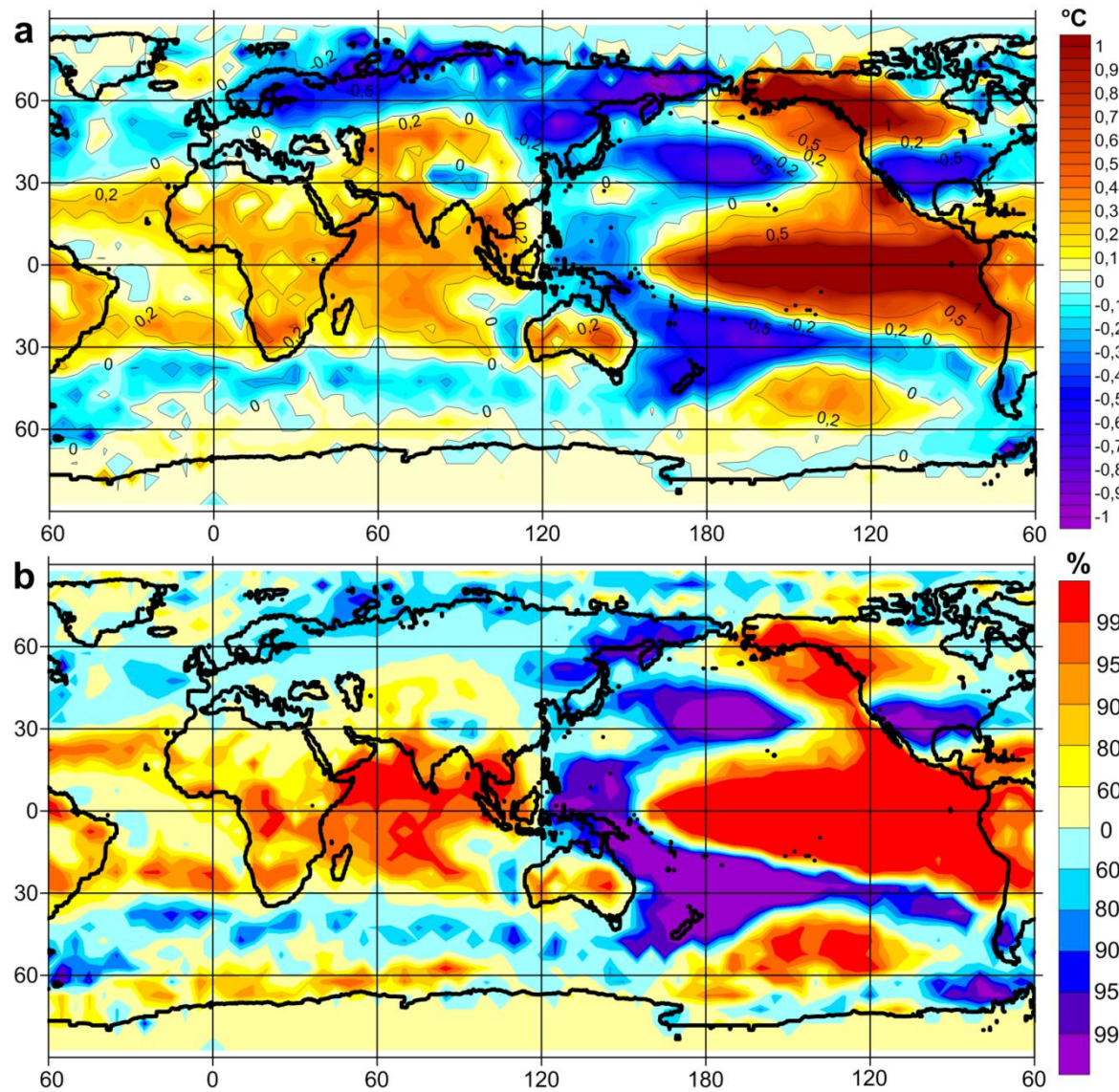
# Данные и методика

- **NCEP/NCAR** (NCEP/NCAR Reanalysis 1) 1948-н.в.
- **HadCRUT4** (Met Office Hadley HadCRUT.4.5.0.0 Temperature) 1850-н.в.
- **HadSLP2** (Met Office Hadley Centre's mean Sea Level Pressure data set) 1850-н.в.
- **20thC\_Rean** (NOAA-CIRES 20th Century Reanalysis V3) 1836-2015 гг.
- **ERA-20C** (ECMWF Atmospheric Reanalysis of the 20th Century) 1900-2010 гг.
- **JRA-55** (JMA Japanese 55-year Reanalysis) 1958-2014 гг.



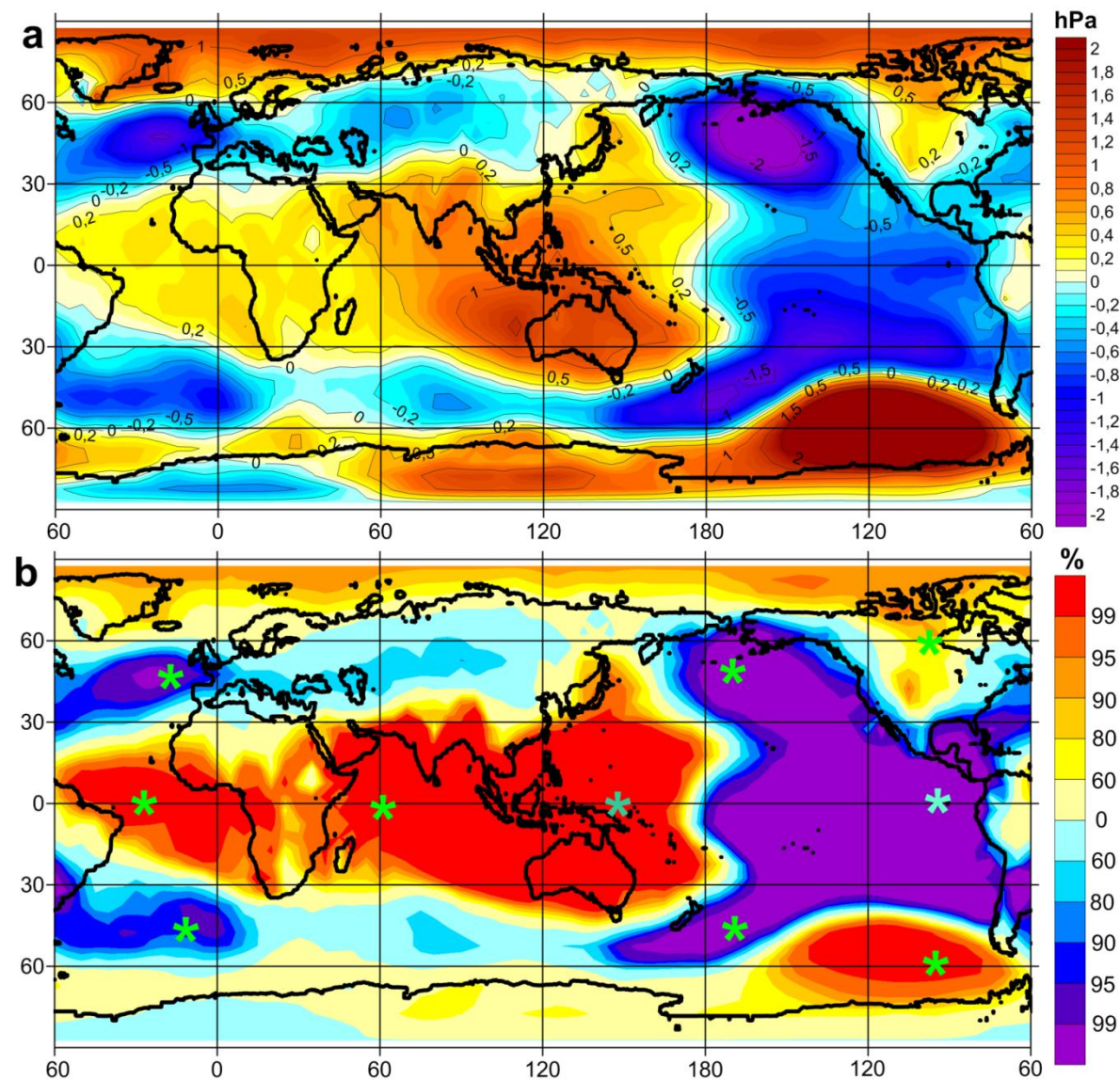


## Амплитуда колебаний температуры



а) Поле разности аномалий приповерхностной температуры между средним Эль-Ниньо и средним Ла-Нинья по данным HadCRUT за 1920-2017 гг. б) Поле значений  $t$ -критерия Стьюдента для (а).

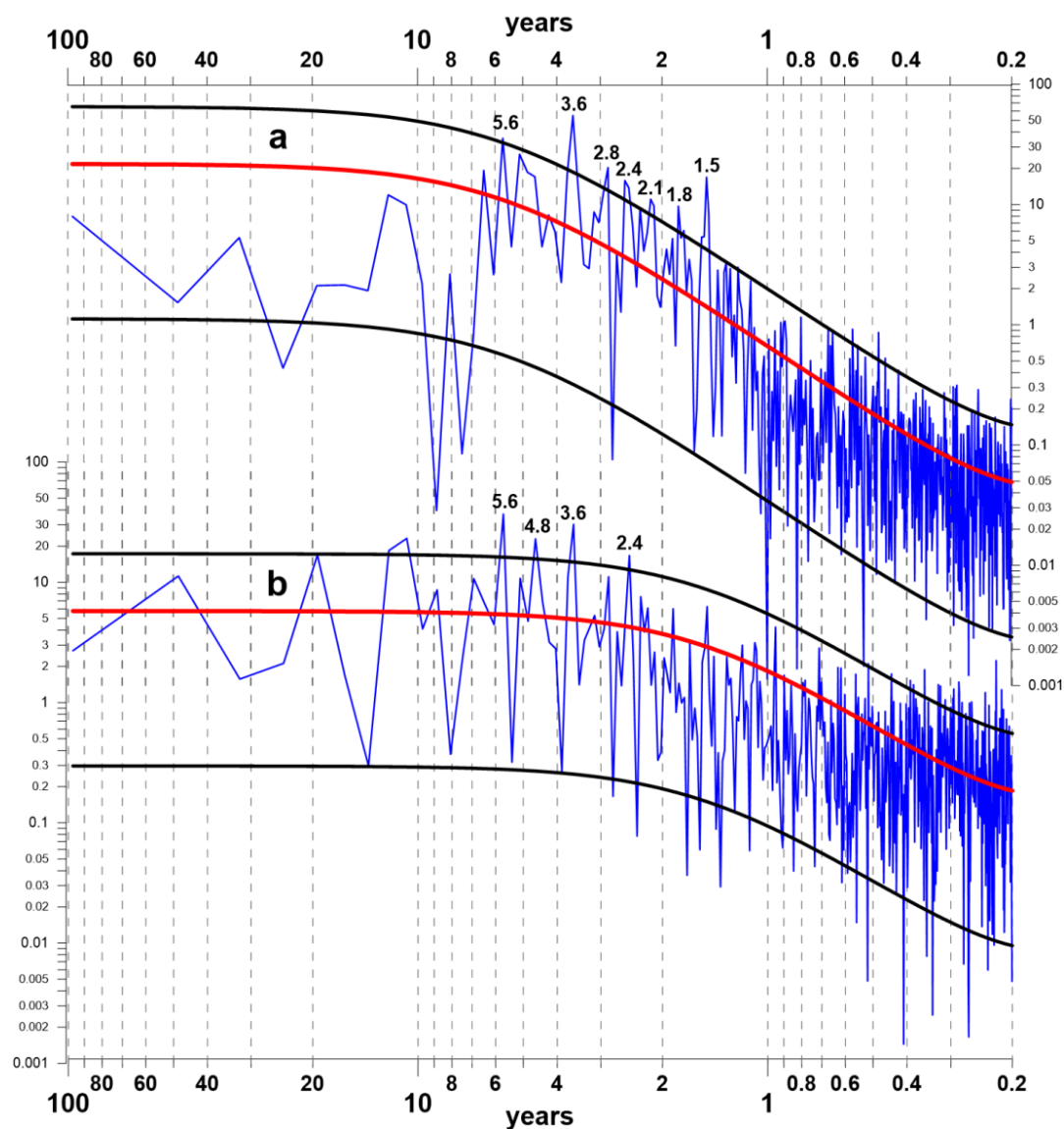
## Амплитуда колебаний давления



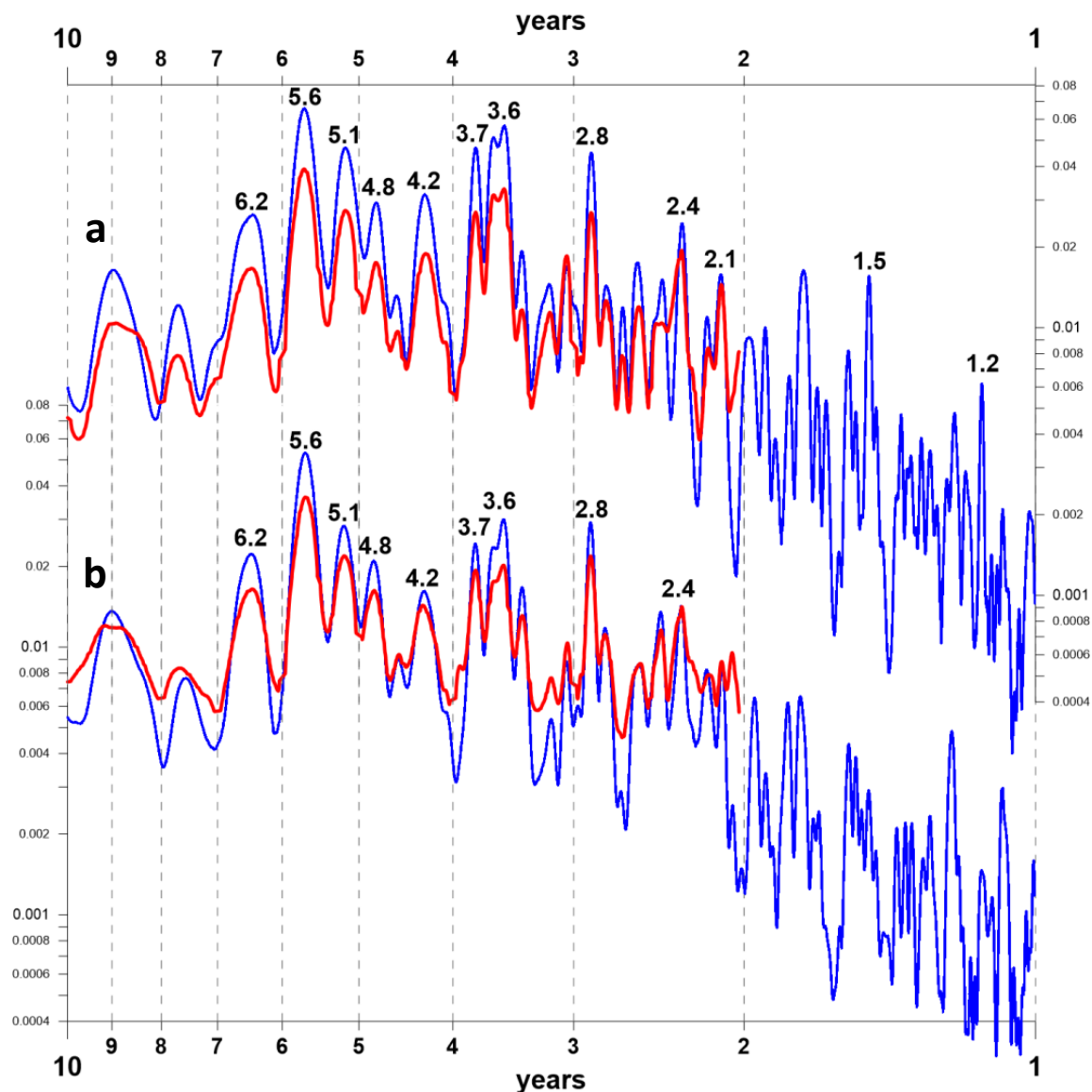
а) Поле разности аномалий атмосферного давления на уровне моря между средним Эль-Ниньо и средним Ла-Нинья по данным HadSLP2 за 1920-2017 гг. б) Поле значений  $t$ -критерия Стьюдента для (а). Звездочками отмечены регионы для расчета индекса Глобальной атмосферной осцилляции (ГАО).



# Детальный вид спектральных оценок индексов Эль-Ниньо – Южного колебания и ГАО



Спектры нормированных индексов Эль-Ниньо (а) и ГАО (б), рассчитанные по данным HadISST и HadSLP2 после удаления годового хода за период 1920-2016 гг. Красные линии соответствуют спектрам «красного шума». Также показаны 95%- и 5%-квантили спектров «красного шума».



Спектры с максимальным разрешением нормированных индексов Эль-Ниньо (а) и Южного колебания (б) (синий) и их отображений на годовом периоде (красный) по данным NOAA-CIRES 20CrV2c за 1870-2014 гг.

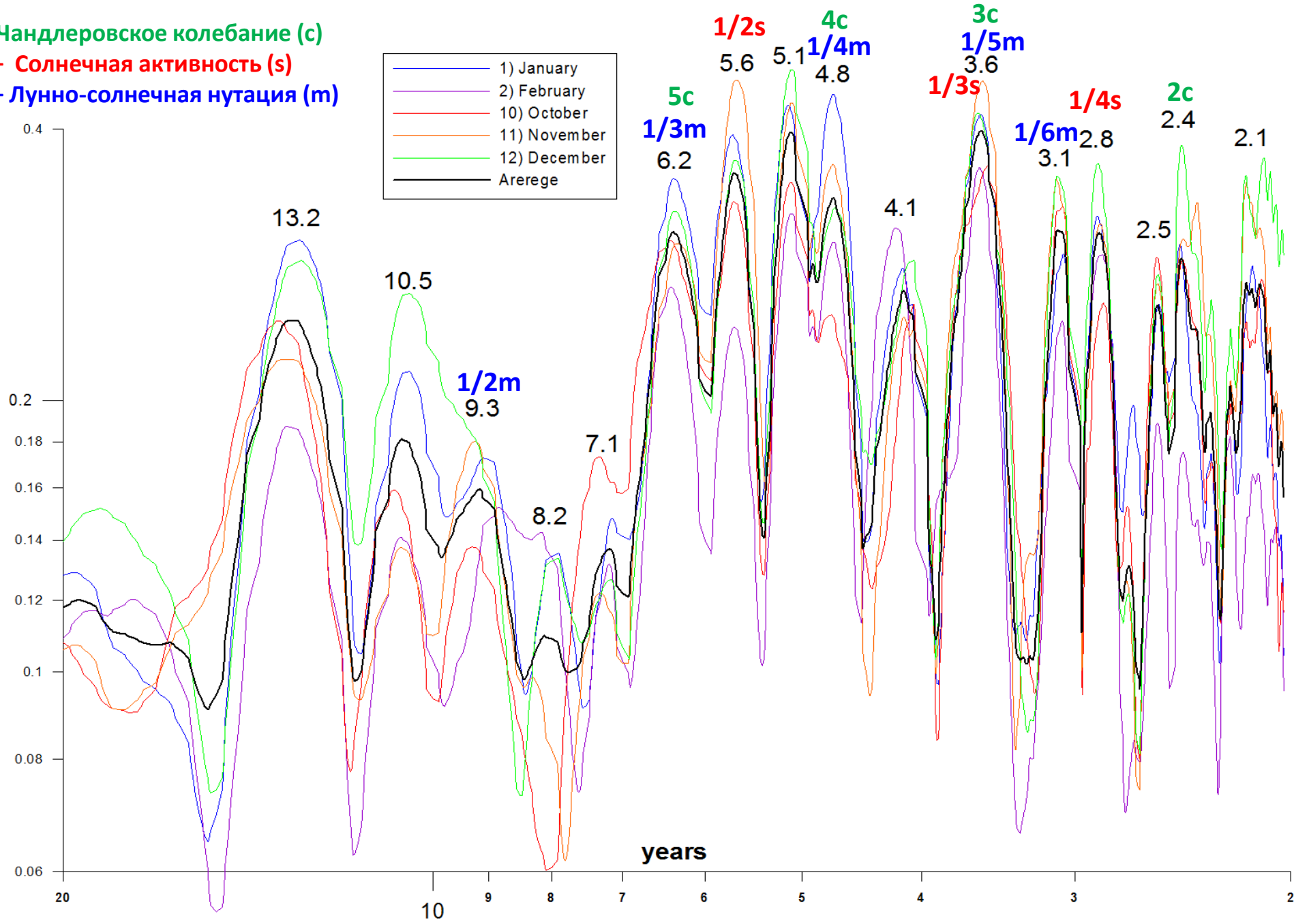
# Детальный вид спектральных оценок индекса Эль-Ниньо

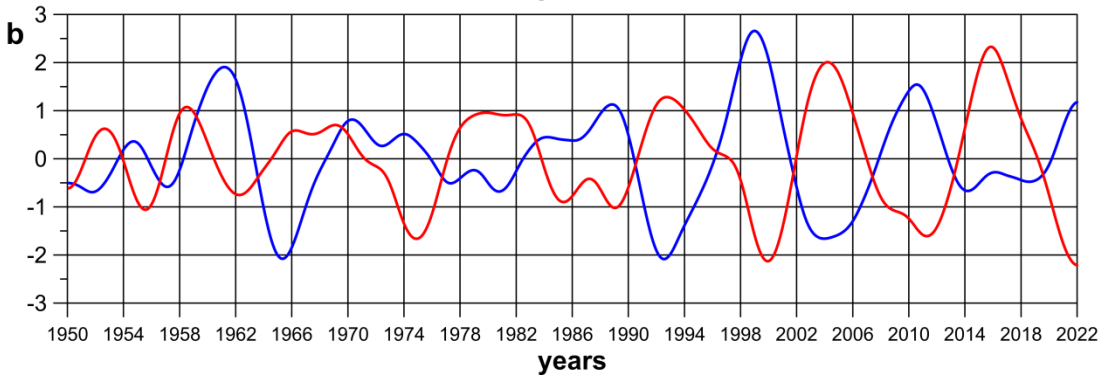
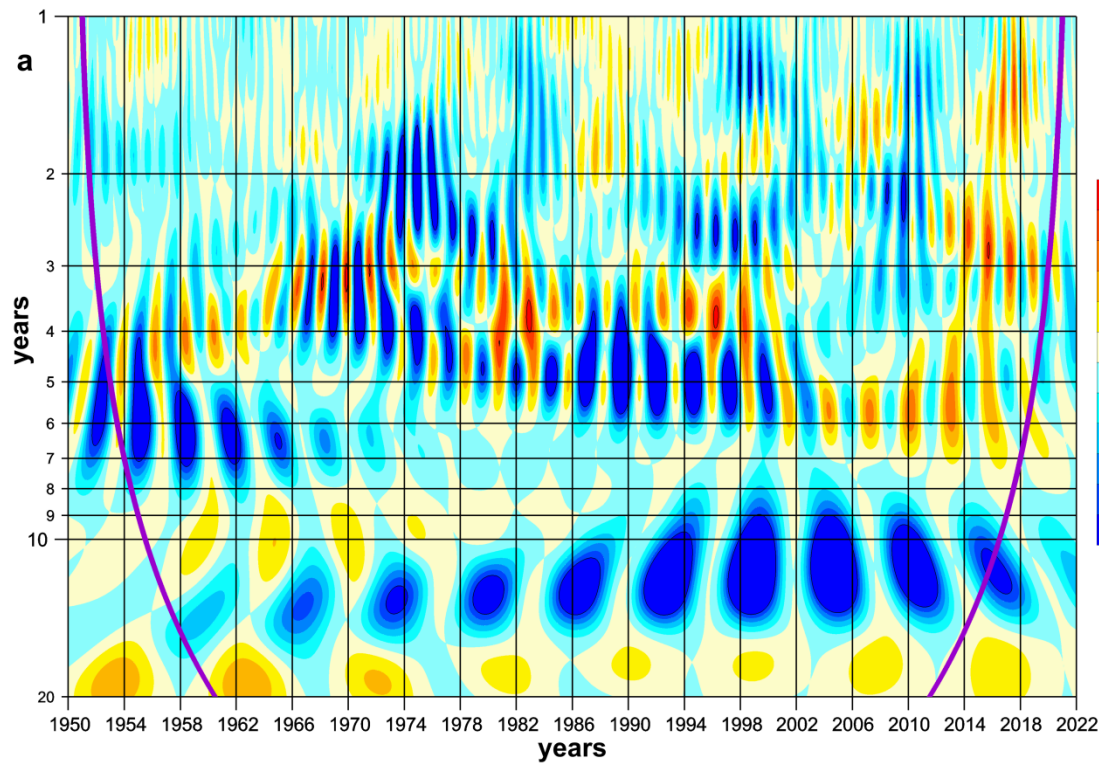
1.2 г. – Чандлеровское колебание (с)

11.2 г. – Солнечная активность (s)

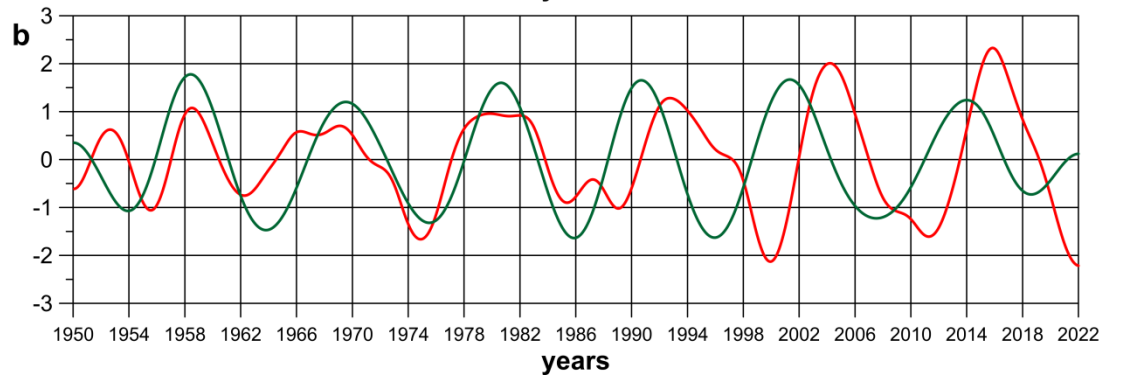
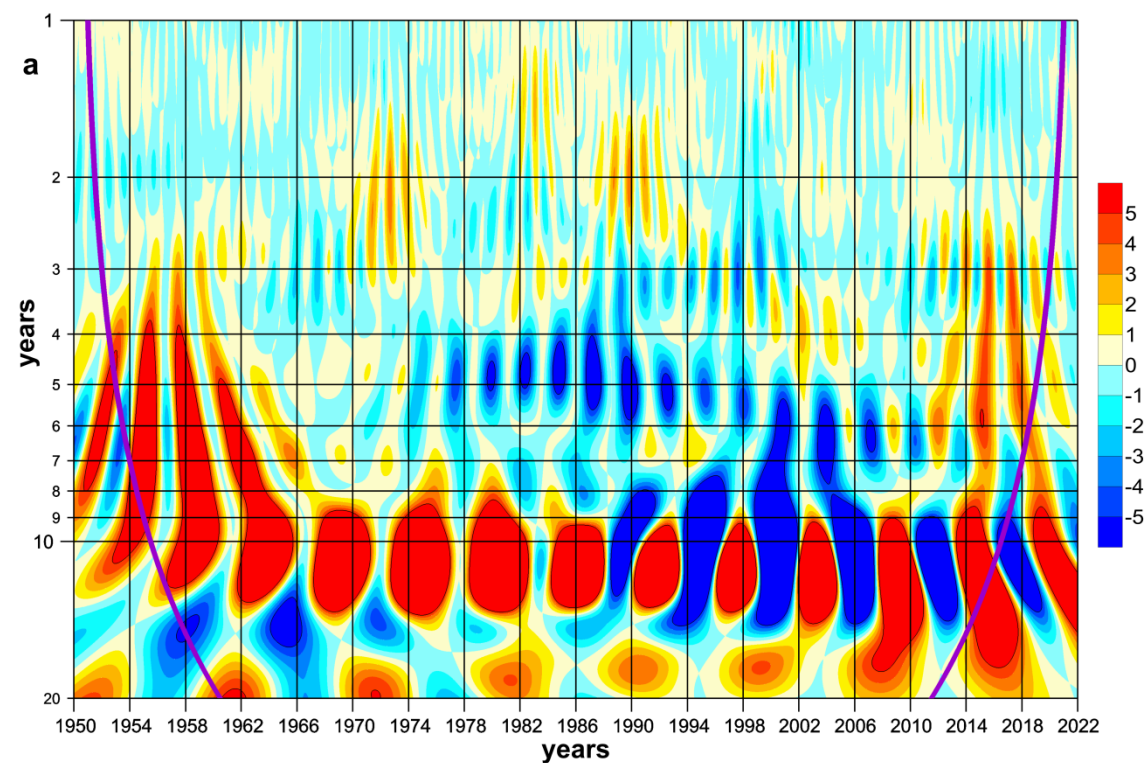
18.6 г. – Лунно-солнечная нутация (m)

Энергетические спектры с максимальным разрешением индекса Эль-Ниньо (EONI) отдельно для январей, февралей, октябрей, ноябрей и декабрей, а также их среднее значение, по данным NOAA-CIRES 20CRv2c за 1920–2014 гг.

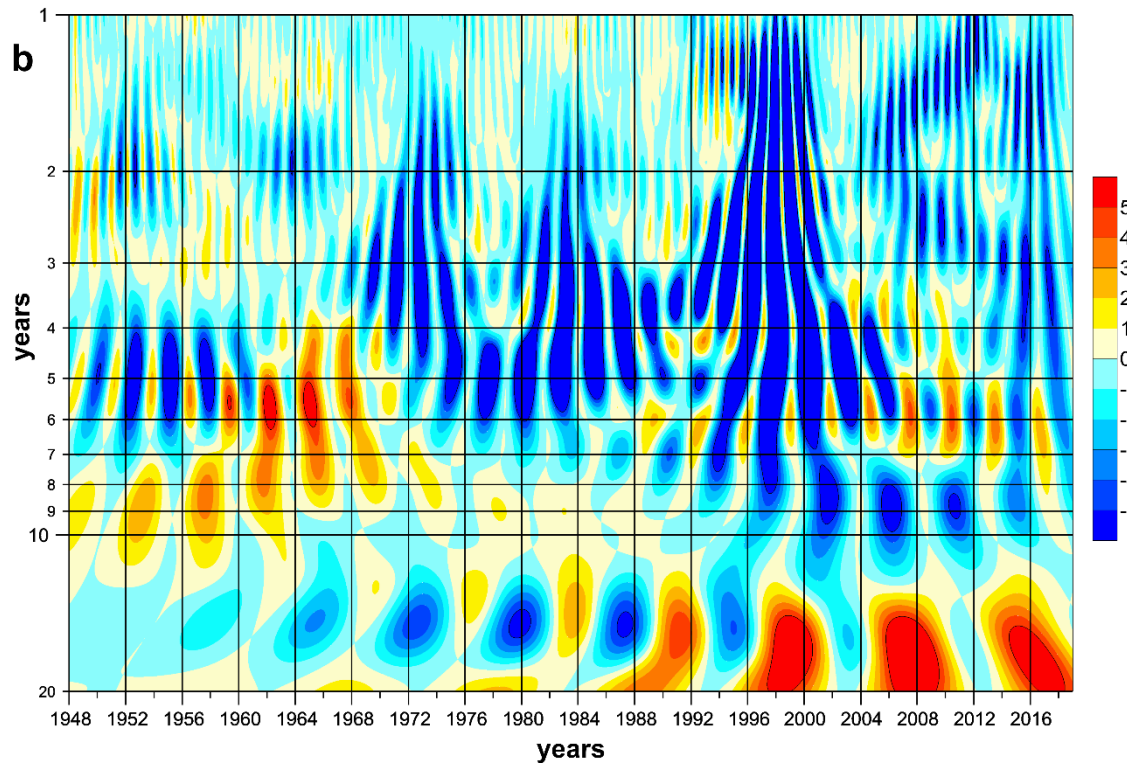
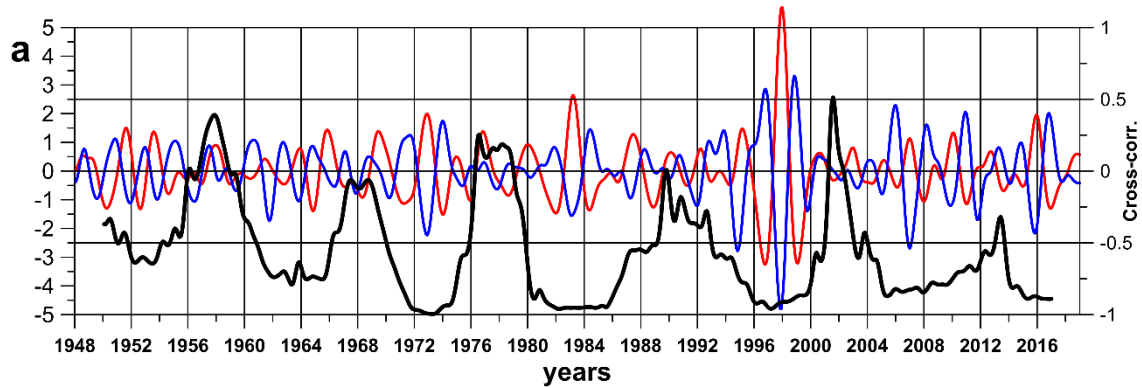




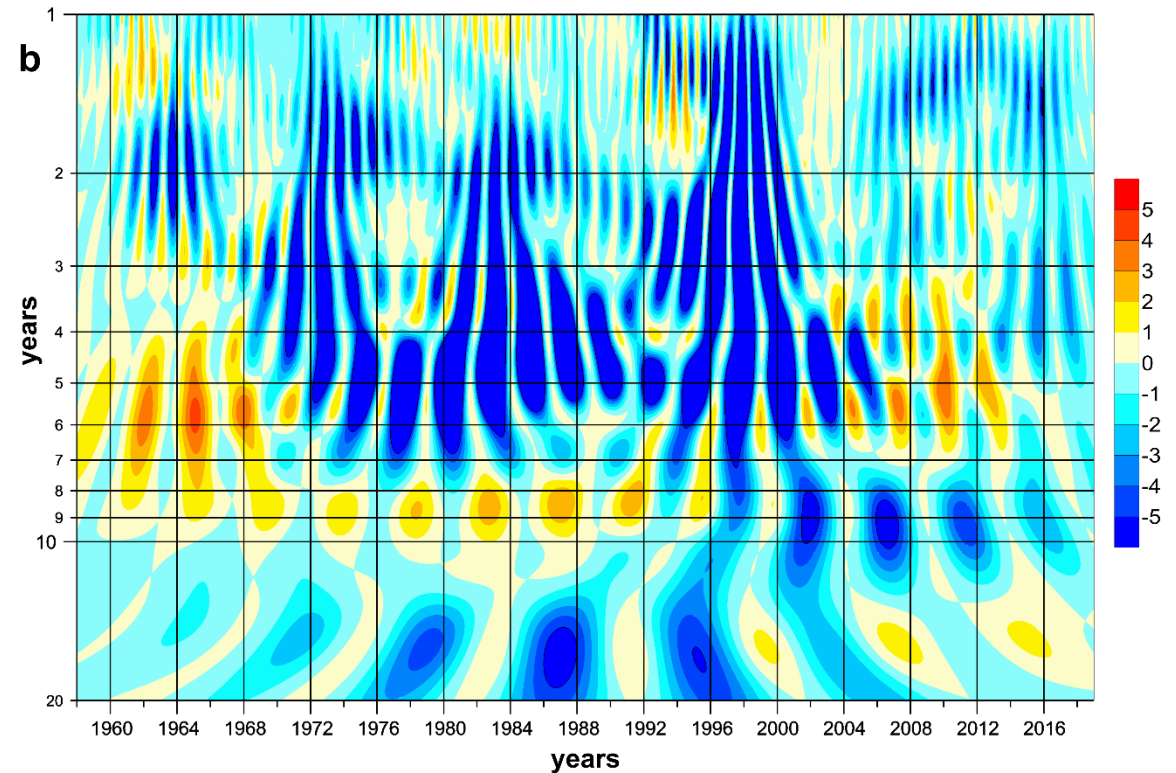
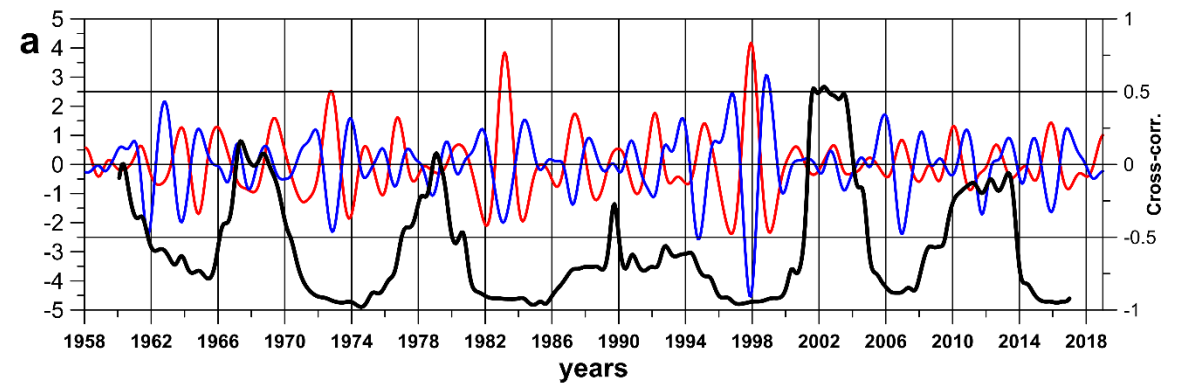
а) Кросс-вейвлетная диаграмма синхронности вариаций океанического индекса Эль-Ниньо (ONI) и индекса Южной кольцевой моды (ЮКМ). Произведено предварительное центрирование и нормирование рядов на их среднеквадратические отклонения. Краевые эффекты вейвлетов показаны фиолетовыми линиями.  
 б) Временные ряды ONI (красный) и индекса ЮКМ (синий) после применения полосового фильтра Баттерворта от 10 до 12 лет.



а) Кросс-вейвлетная диаграмма синхронности вариаций океанического индекса Эль-Ниньо (ONI) и временного ряда общего солнечного излучения (TSI). Произведено предварительное центрирование и нормирование рядов на их среднеквадратические отклонения. Краевые эффекты вейвлетов показаны фиолетовыми линиями.  
 б) Временные ряды ONI (красный) и TSI (зеленый) после применения полосового фильтра Баттерворта от 10 до 12 лет.



а) Ряды аномалий океанических температур в районах  $(5^{\circ}\text{S}; 5^{\circ}\text{N}) \times (90^{\circ}\text{W}; 80^{\circ}\text{W})$  для Тихого океана (красная линия) и  $(5^{\circ}\text{S}; 5^{\circ}\text{N}) \times (90^{\circ}\text{E}; 100^{\circ}\text{E})$  для Индийского океана (синяя линия) на глубине 75 метров с полосовой фильтрацией от 2 до 3 лет по данным GECCO3 за 1948-2018 гг. Скользящая кросскорреляция с окном 4 года между этими рядами показана черной линией.  
 б) Картина кроссвейвлетного преобразования этих рядов без фильтрации.



а) Ряды аномалий океанических температур в районах  $(5^{\circ}\text{S}; 5^{\circ}\text{N}) \times (90^{\circ}\text{W}; 80^{\circ}\text{W})$  для Тихого океана (красная линия) и  $(5^{\circ}\text{S}; 5^{\circ}\text{N}) \times (90^{\circ}\text{E}; 100^{\circ}\text{E})$  для Индийского океана (синяя линия) на глубине 75 метров с полосовой фильтрацией от 2 до 3 лет по данным ORAS5 за 1958-2018 гг. Скользящая кросскорреляция с окном 4 года между этими рядами показана черной линией.  
 б) Картина кроссвейвлетного преобразования этих рядов без фильтрации.



# Заключения

- Показано, что Эль-Ниньо – Южное колебание (ЭНЮК) является элементом Глобальной атмосферной осцилляции (ГАО).
- На ЭНЮК и ГАО оказывают влияние следующие внешние квазипериодические силы:
  - годовой ход поступления тепла от Солнца,
  - 14-месячное чандлеровское колебание полюсов Земли,
  - 11-летнее изменение солнечной активности,
  - 18.6-летняя лунно-солнечная нутация оси вращения Земли.
- Из-за несоизмеримости периодов воздействия этих внешних сил есть основания полагать, что динамика ЭНЮК является не хаотической, а может быть описана математической моделью Странного нехаотического аттрактора.
- Показано, что ГАО помимо ЭНЮК содержит также моду связанную с Антарктическим колебанием – Южную кольцевую моду (ЮКМ).
- С помощью кросс-вейвлетного анализа индексов ЭНЮК и ЮКМ обнаружены их отрицательные связи на периодах колебаний близких к 11 годам.
- Анализ временных рядов этих индексов и временного ряда общего солнечного излучения (TSI) позволил выдвинуть гипотезу о влиянии синхронизации и рассинхронизации квази-11-летнего колебания солнечной активности и ЭНЮК на ослабление и усиление отрицательных связей между ЭНЮК и ЮКМ на периодах близких к 11 годам.
- Обнаружено, что отрицательные связи между ЭНЮК и Индоокеанским диполем (ИОД) на периодах от 2 до 3 лет разрушаются приблизительно каждые 11 лет, что может быть связано с вариациями солнечного излучения.