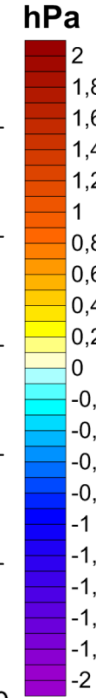
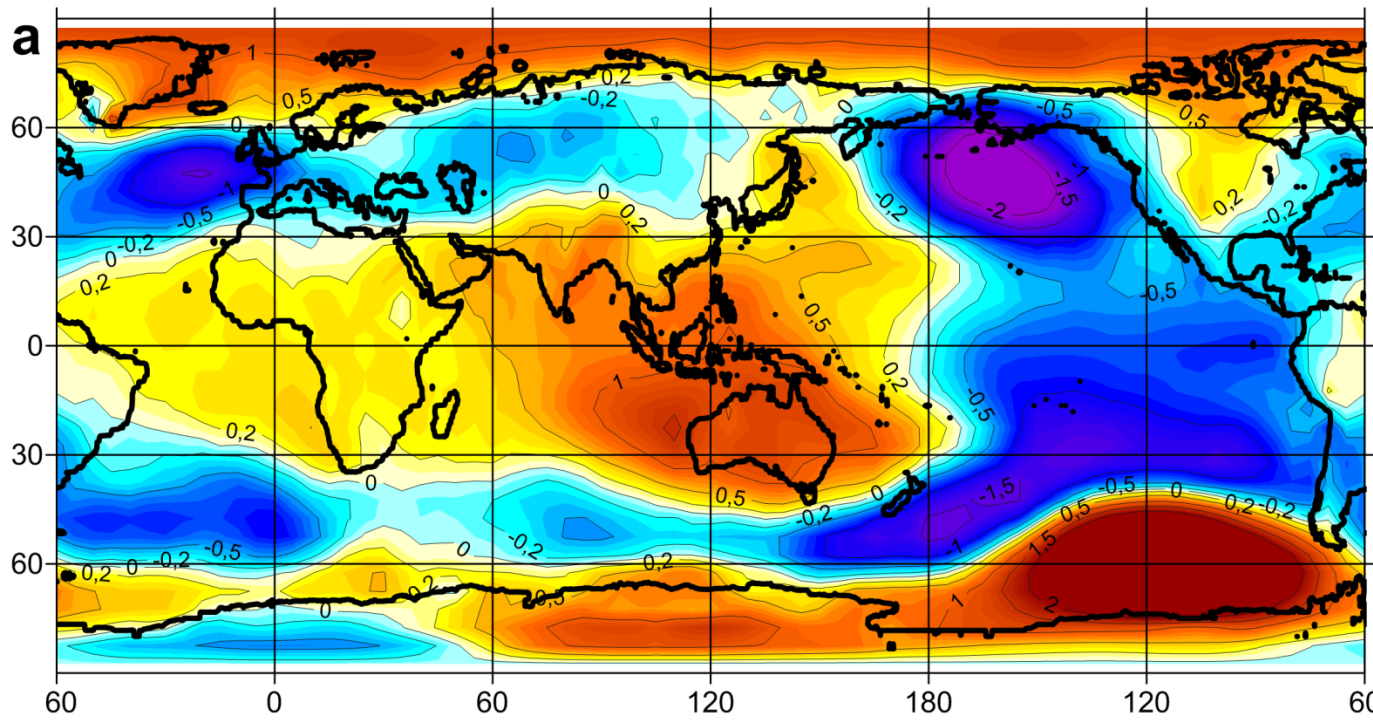


О ВОЗДЕЙСТВИИ ВНЕШНИХ ПЕРИОДИЧЕСКИХ СИЛ НА КОЛЕБАНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ МИРОВОГО ОКЕАНА

*Серых Илья Викторович,
Сонечкин Дмитрий Михайлович*

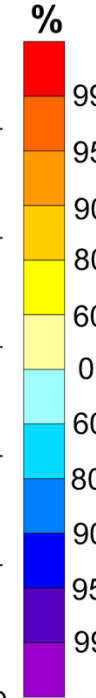
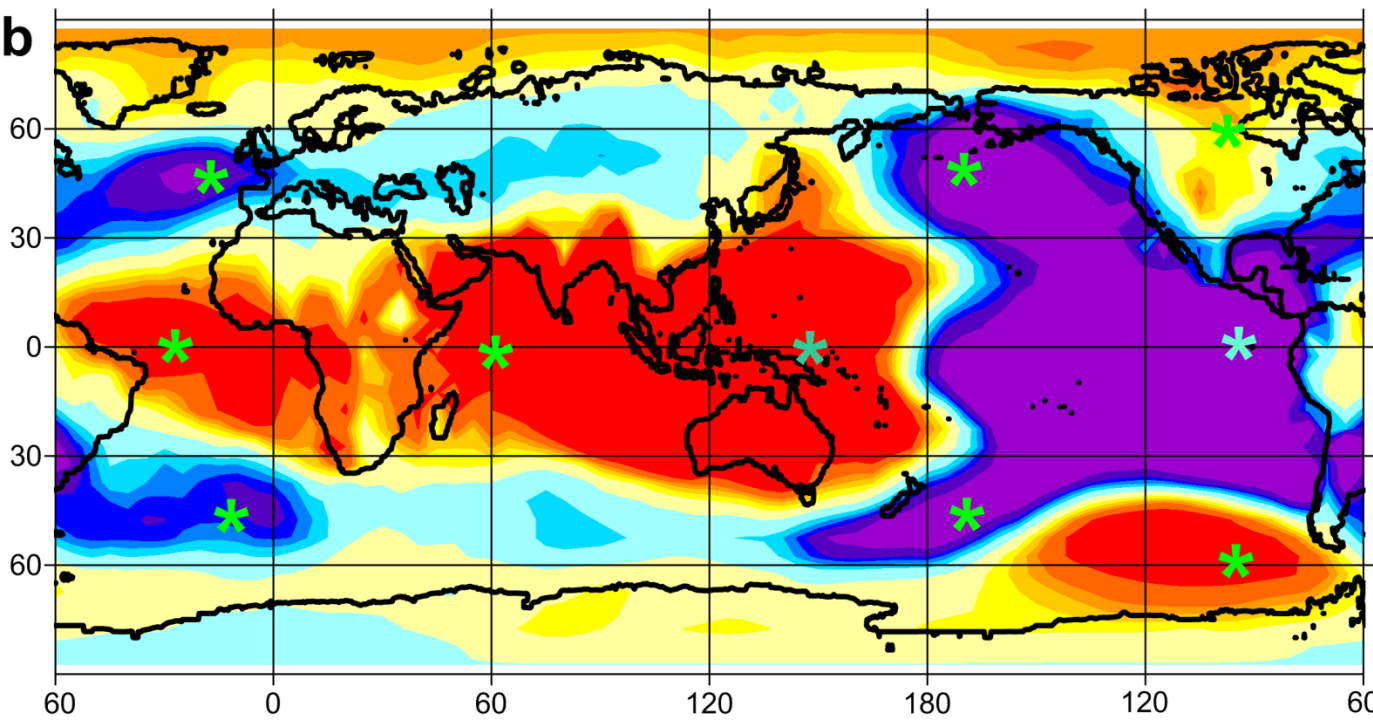


*Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН
iserykh@ocean.ru*

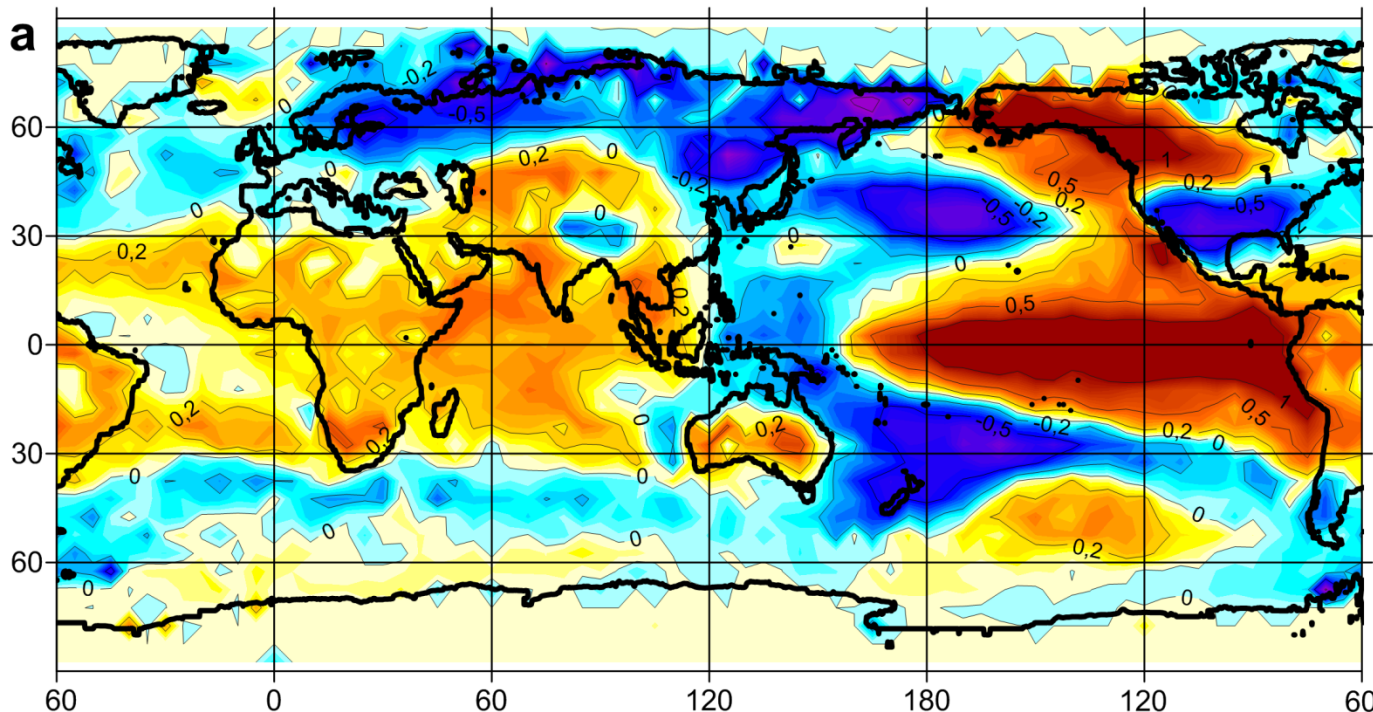


**Амплитуда
Глобальной
Атмосферной
Осцилляции
(ГАО):
атмосферное
давление**

**a) Поле разности
аномалий
атмосферного
давления на уровне
моря между
средним
Эль-Ниньо и
средним Ла-Нинья
по данным HadSLP2
за 1920-2017 гг.**

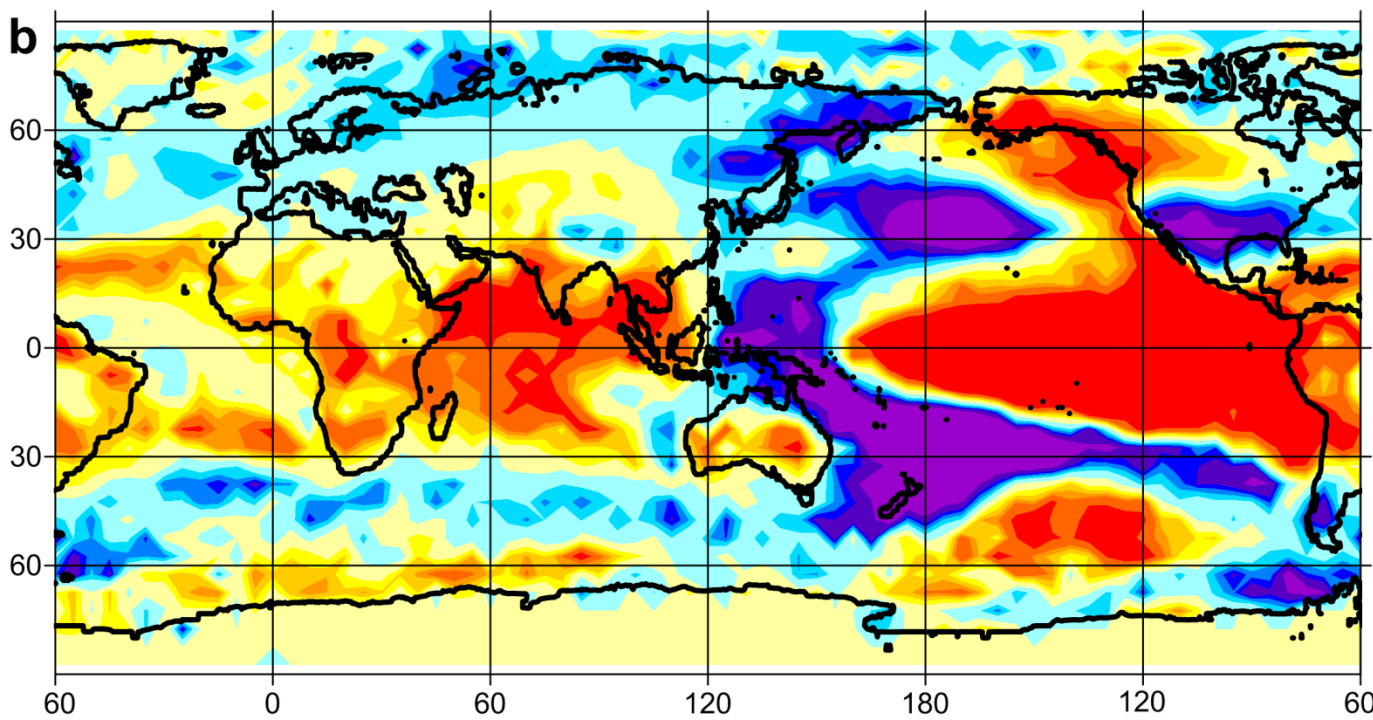


**b) Поле значений t-
критерия Стьюдента
для (a).
Звездочками
отмечены регионы
для расчета индекса
ГАО.**

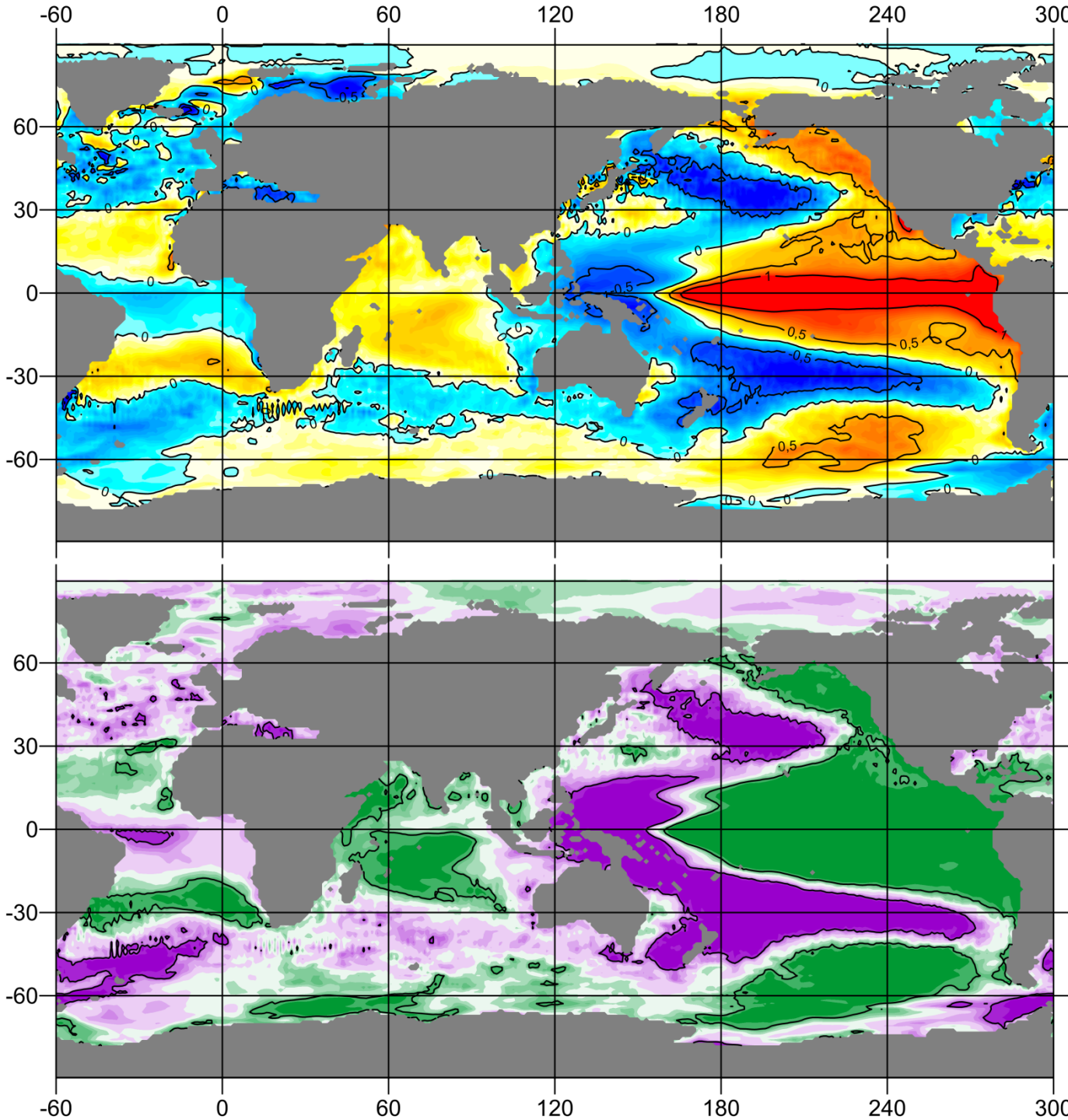


**Амплитуда
ГАО:
температура у
поверхности**

**а) Поле разности
аномалий
приповерхностной
температуры
между средним
Эль-Нинья и
средним Ла-Нинья
по данным
HadCRUT за 1920-
2017 гг.**



**б) Поле значений t-
критерия Стьюдента
для (а).**



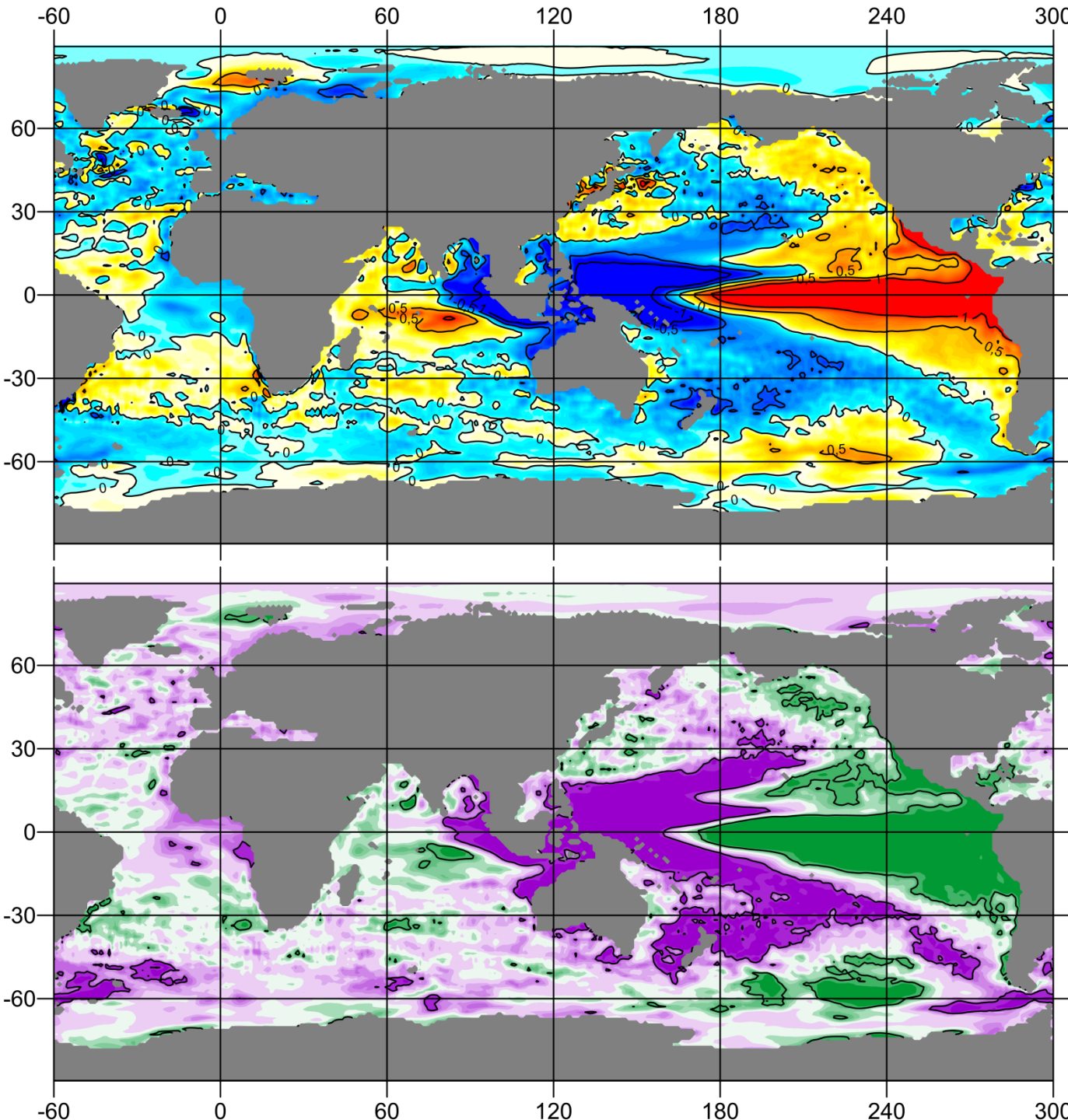
**Амплитуда
ГАО:
температура
на глубине
5 метров**

°C
1
0,8
0,6
0,4
0,2
0
-0,2
-0,4
-0,6
-0,8
-1

**Амплитуды
колебаний
аномалий
температуры на
глубине 5 метров
между**

%
99
95
90
80
60
0
60
80
90
95
99

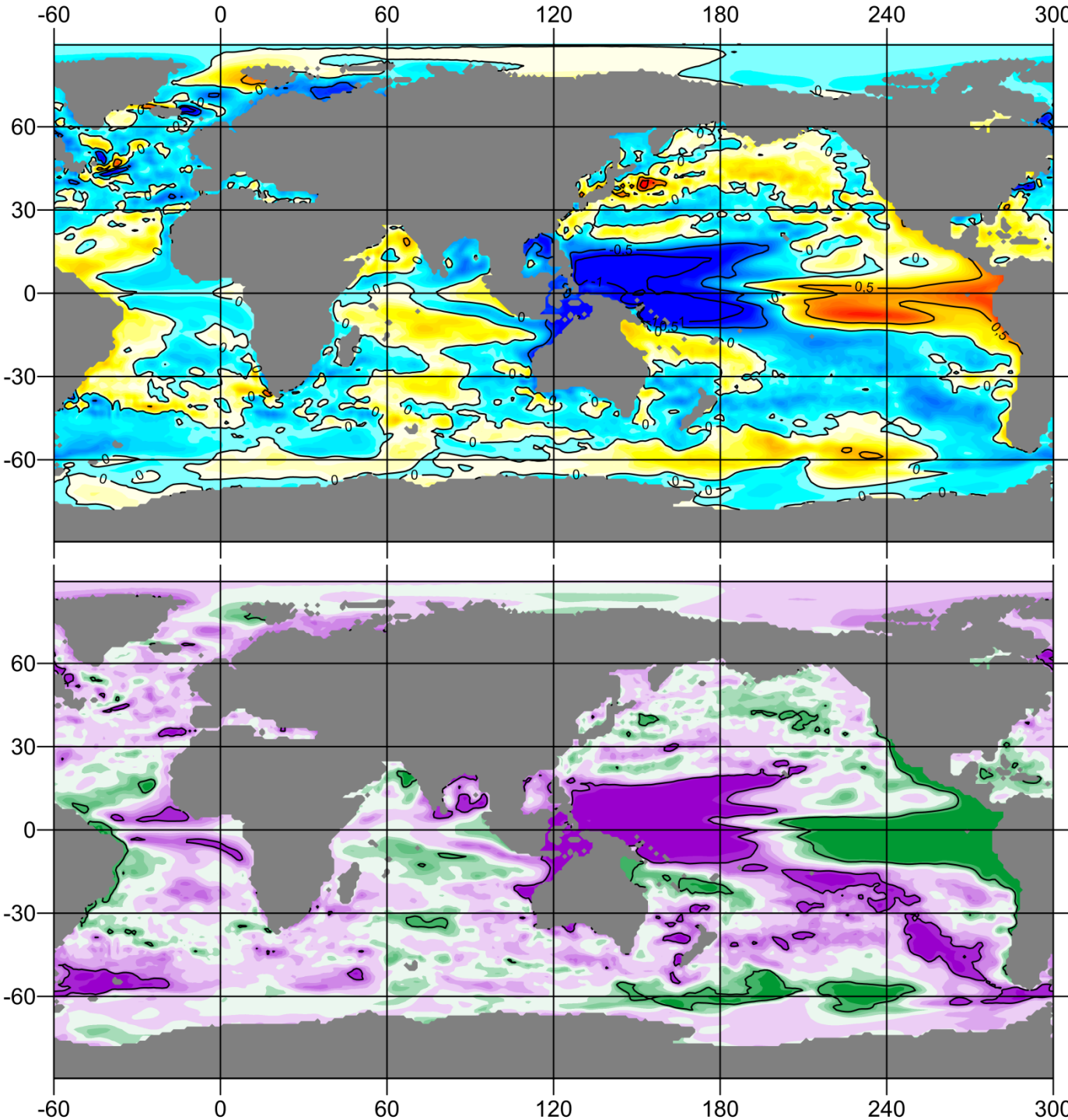
**противополож-
ными фазами ГАО
(по индексу ГАО)
по данным
GECCO2 за 1948-
2016 гг., и
соответствующий
тест Стьюдента.**



**Амплитуда
ГАО:
температура
на глубине
75 метров**

Амплитуды
колебаний
аномалий
температуры на
глубине 75 метров
между

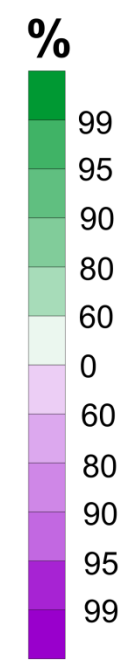
противополож-
ными фазами ГАО
(по индексу ГАО)
по данным
GECCO2 за 1948-
2016 гг., и
соответствующий
тест Стьюдента.

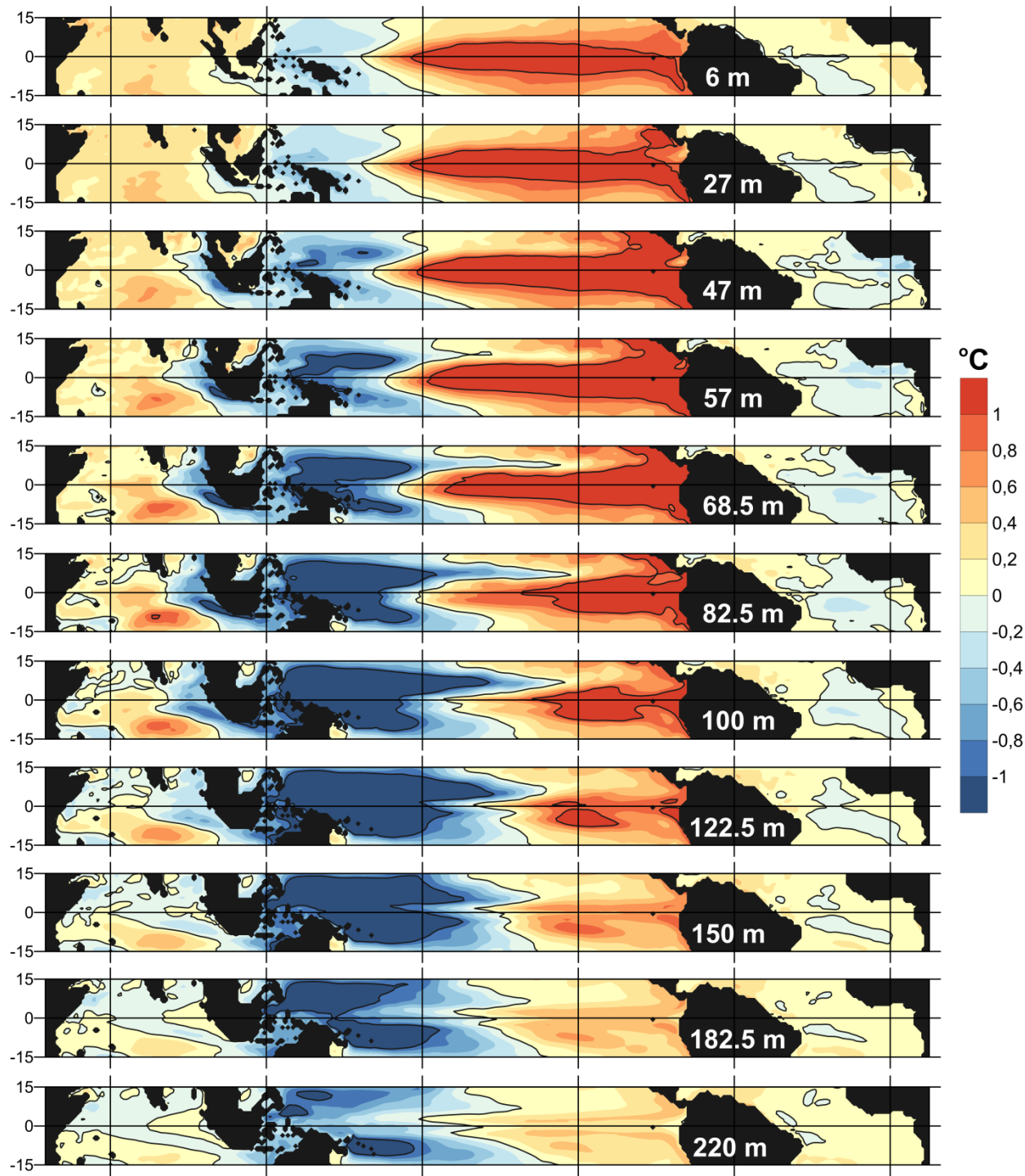


**Амплитуда
ГАО:
температура
на глубине
175 метров**

**Амплитуды
колебаний
аномалий
температуры на
глубине 175
метров между
противополож-
ными фазами ГАО**

**(по индексу ГАО)
по данным
GECCO2 за 1948-
2016 гг., и
соответствующий
тест Стьюдента.**



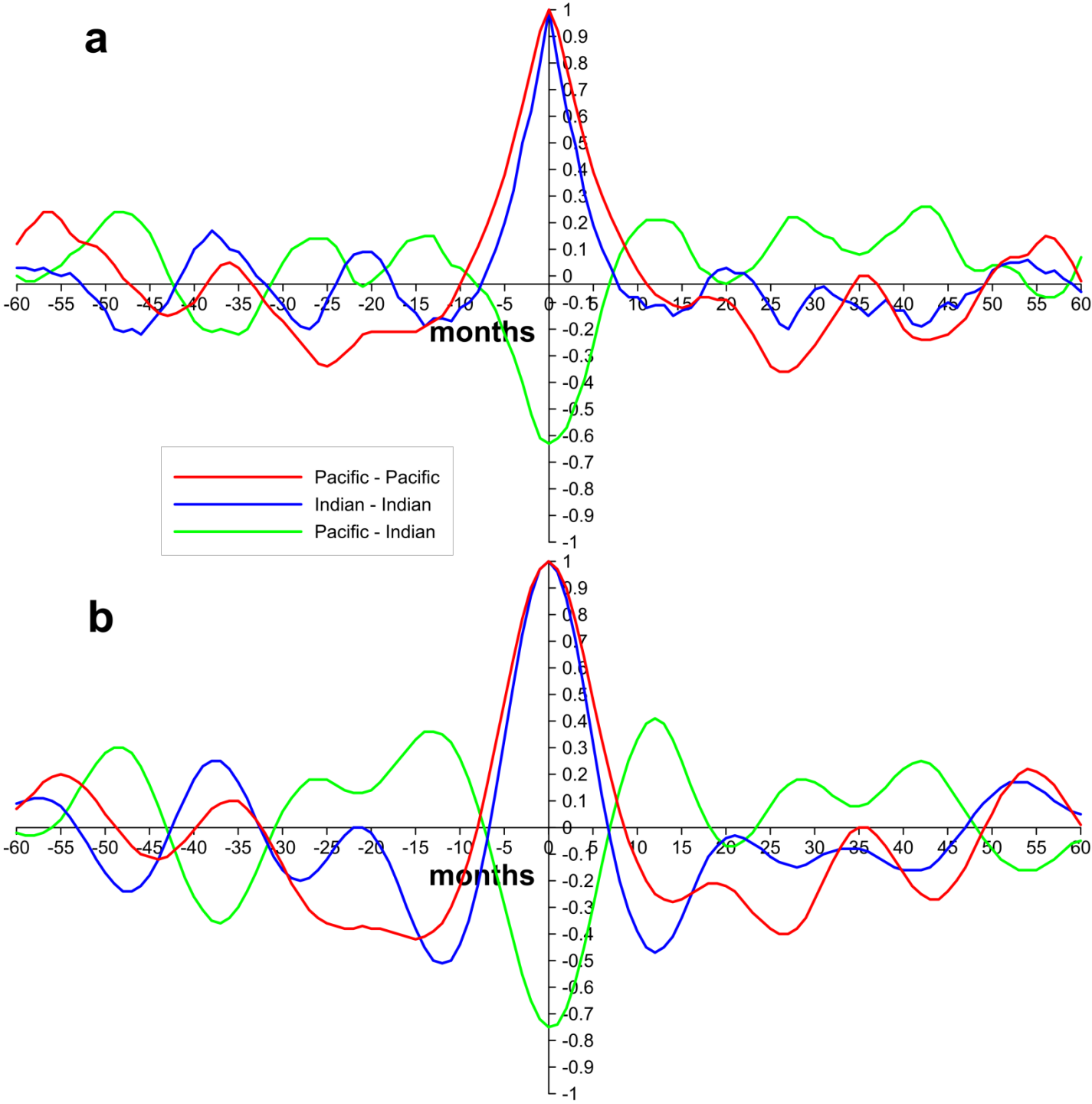


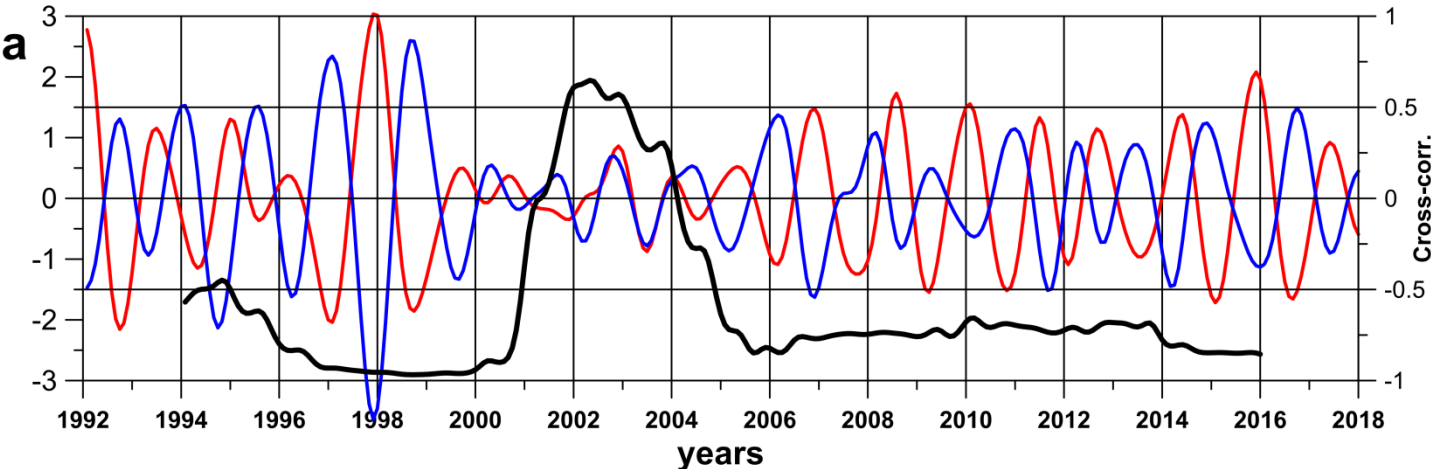
Амплитуда ГАО: температура на глубинах 6-220 метров

Средние
амплитуды
колебаний
аномалий
температуры
в тропиках Тихого
и Индийского
океанов
на различных
глубинах от 6 до
220 метров между
противоположны
ми фазами ГАО
(по EGAO) по
данным GECCO3
за период 1948-
2018 гг.

Связи Тихого и Индийского океанов

Автокорреляционные функции временных рядов вариаций средних аномалий температуры воды на глубине 75 метров в районах (5°S ; 5°N) x (90°W ; 80°W) Тихого океана (красная линия) и (5°S ; 5°N) x (90°E ; 100°E) Индийского океана (синяя линия), и их кросскорреляционная функция (зеленая линия) без (а) и с полосовой фильтрацией от 1 года до 7 лет (b) по данным ECCO-V4r4 за 1992-2017 гг.



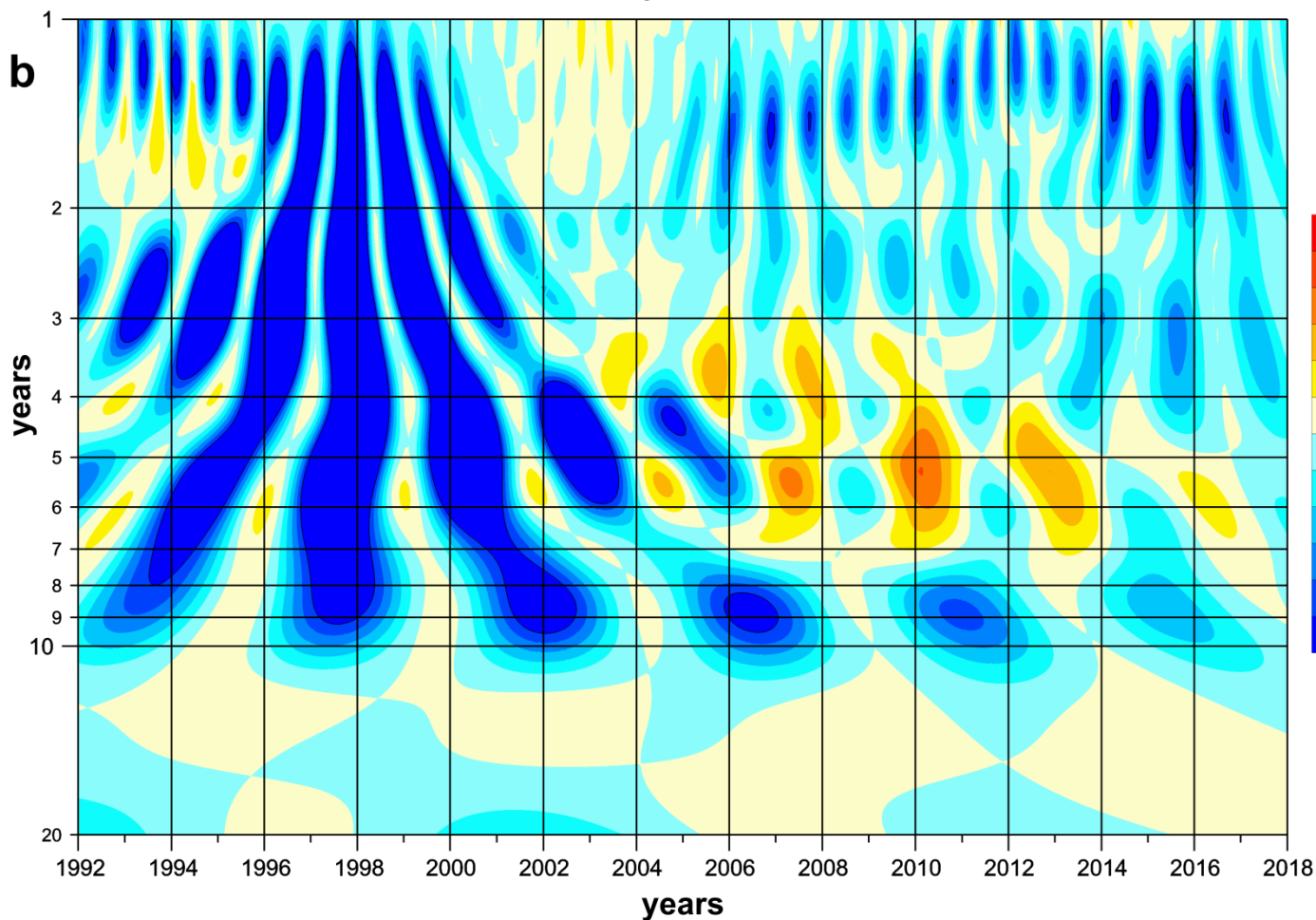


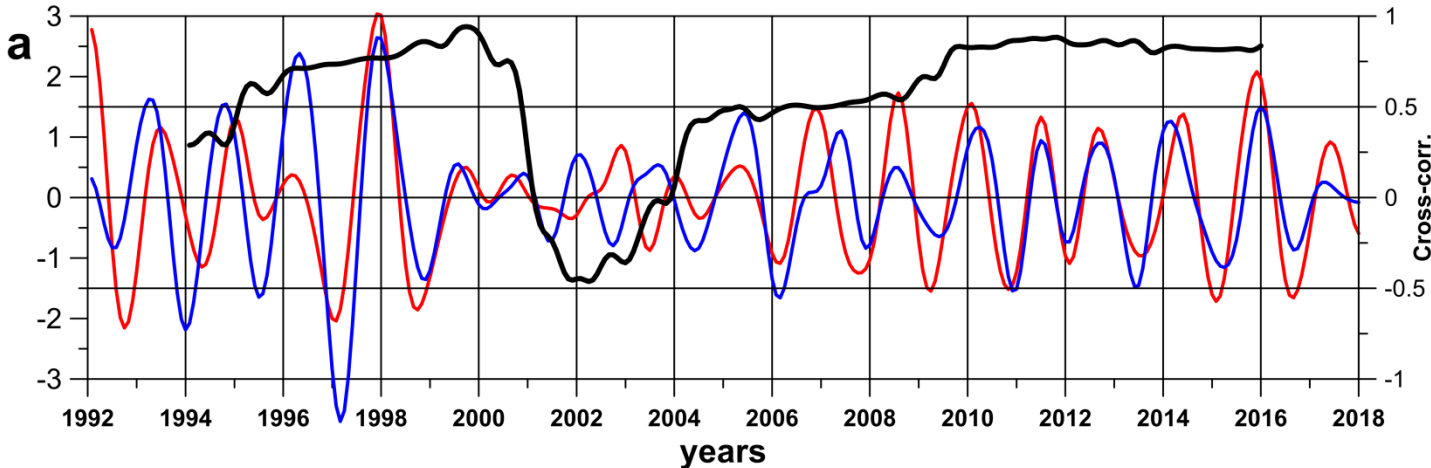
Связи Тихого и Индийского океанов

а) Ряды аномалий океанических температур в районах (5°S; 5°N) x (90°W; 80°W) для Тихого океана (красная линия) и (5°S; 5°N) x (90°E; 100°E) для Индийского океана (синяя линия) на глубине 75 метров с полосовой фильтрацией от 17 до 20 месяцев по данным ECCO-V4r4 за 1992-2017 гг.

Скользящая кросскорреляция с окном 4 года между этими рядами показана черной линией.

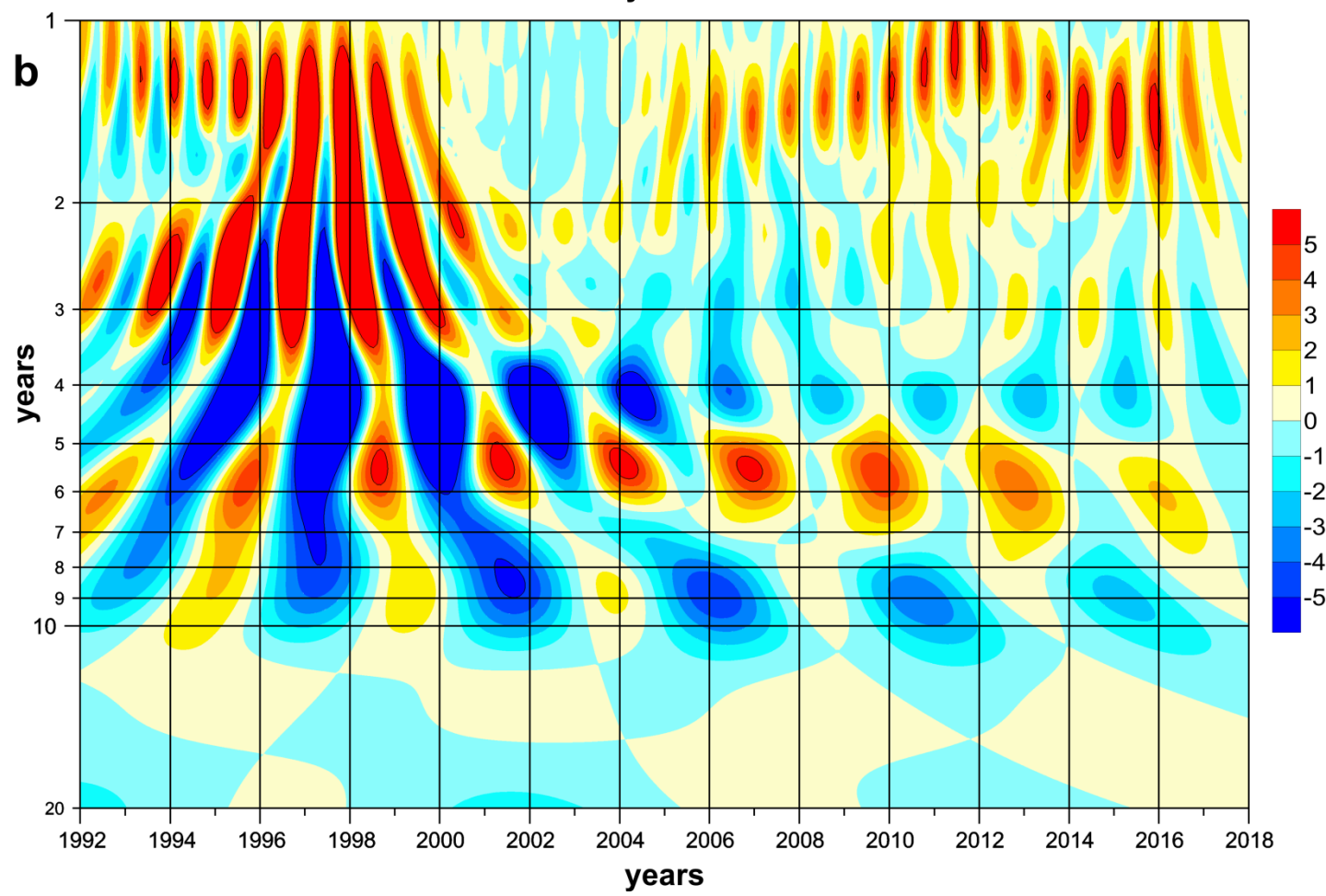
б) Картина кроссвейвлетного преобразования этих рядов без фильтрации.



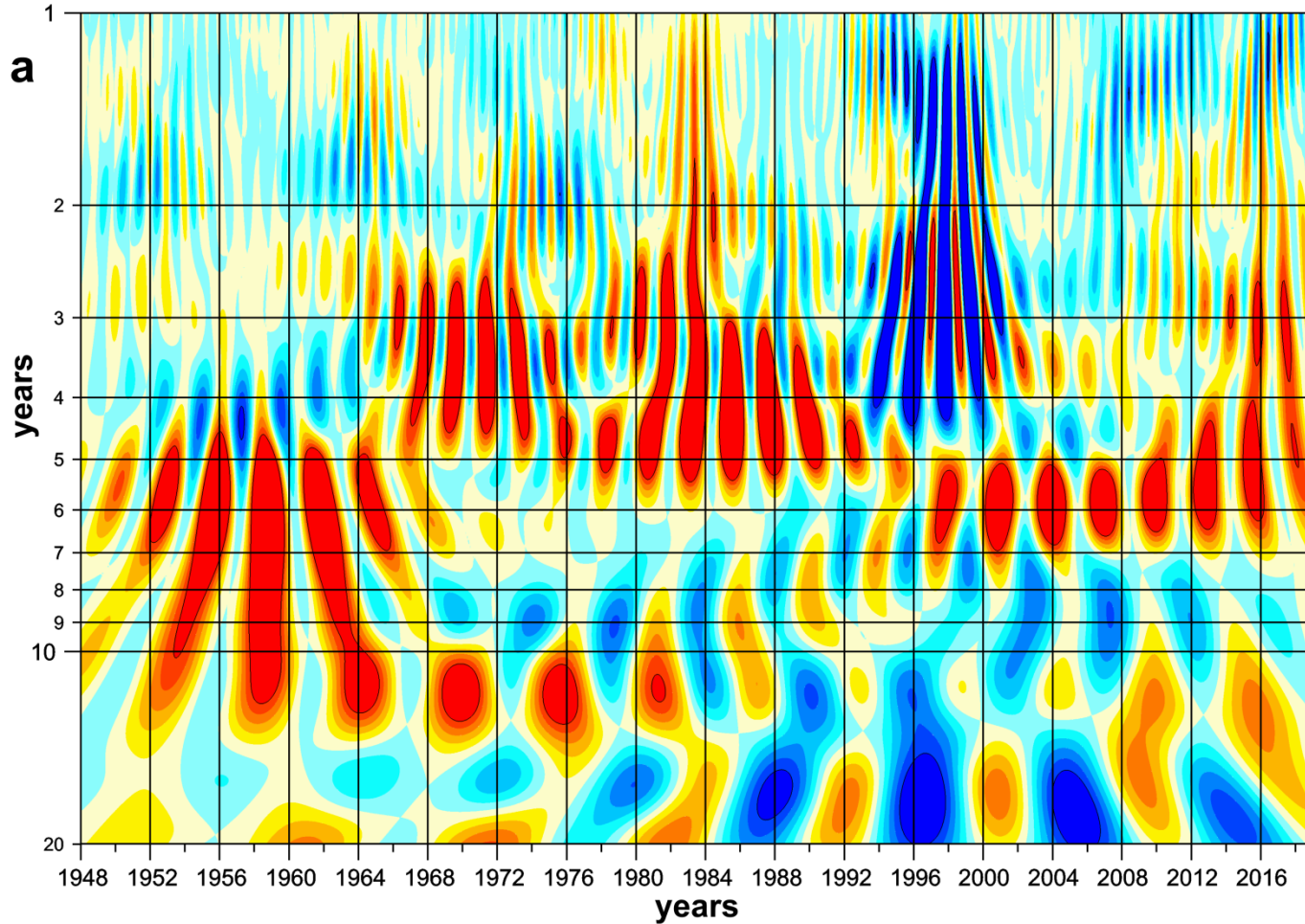


Связи Тихого и Индийского океанов

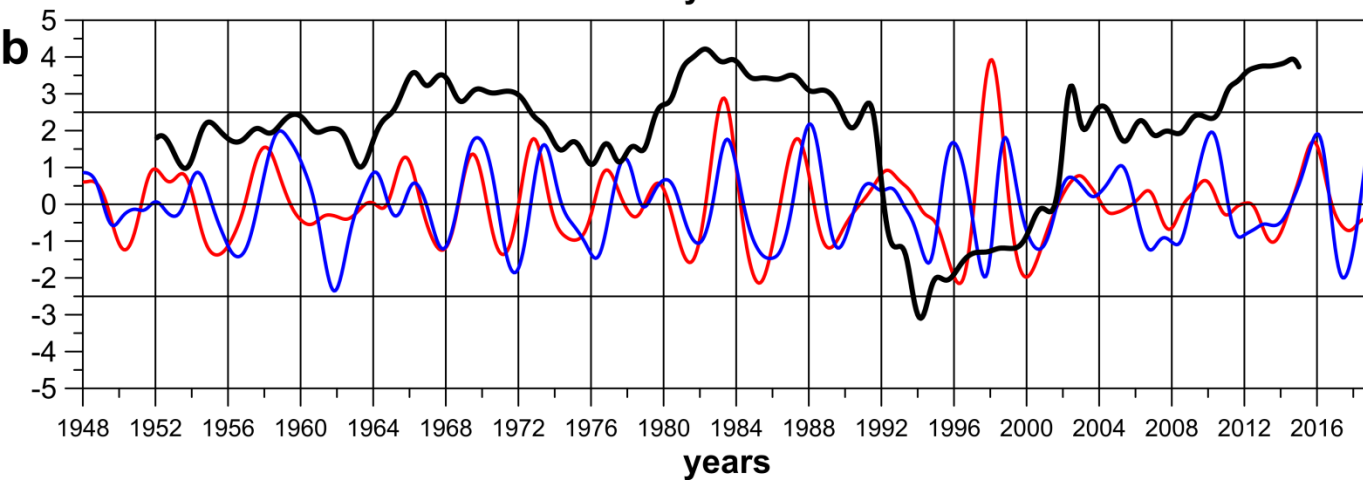
То же самое, что на
предыдущем слайде,
но ряд температур
Индийского океана
сдвинут назад на 9
месяцев.



Связи Тихого и Индийского океанов

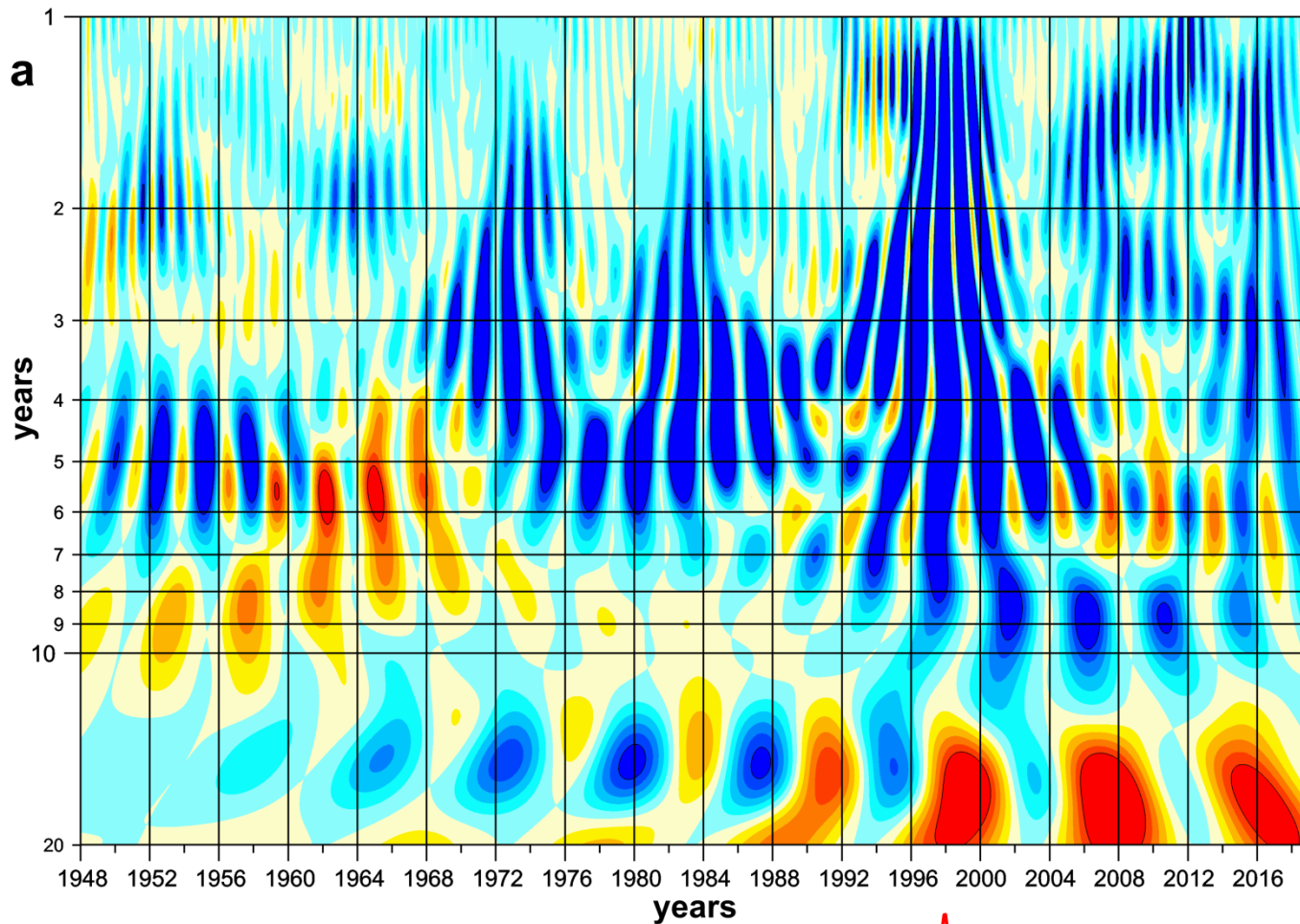


а) Диаграмма кроссвейвлетного преобразования рядов аномалий океанических температур в районах (5° ю.ш.; 5° с.ш.) \times (90° з.д.; 80° з.д.) для Тихого океана и (5° ю.ш.; 5° с.ш.) \times (90° в.д.; 100° в.д.) для Индийского океана на глубине 6 метров по данным ГЕССОЗ за 1948-2018 гг.



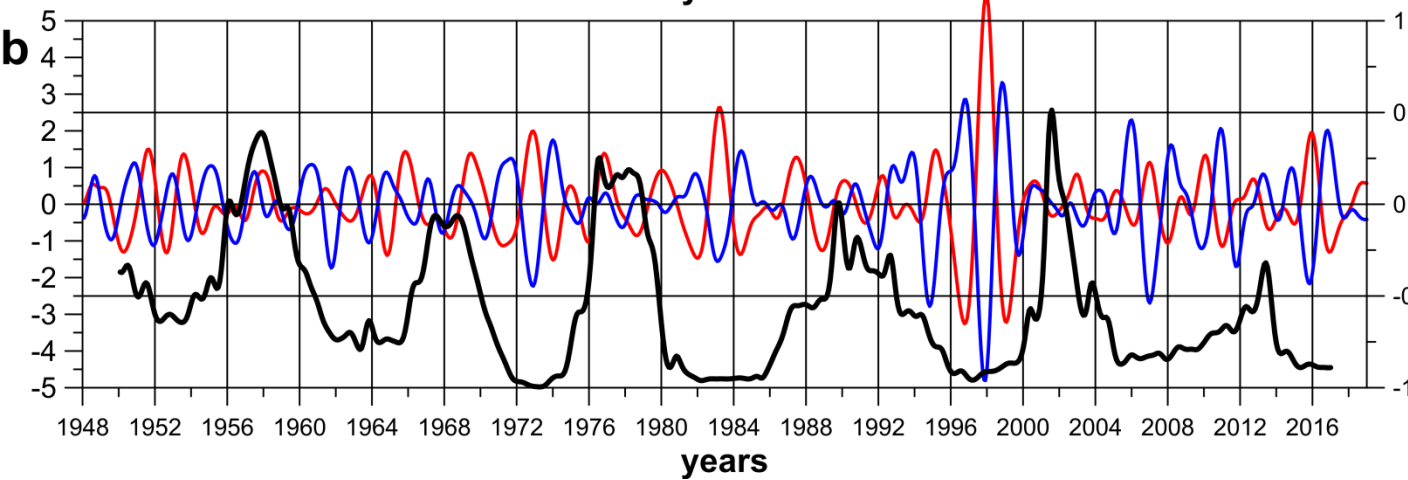
б) Ряды для Тихого океана (красная линия) и для Индийского океана (синяя линия) с полосовой фильтрацией от 3 до 7 лет, и скользящая кросскорреляция с окном 8 года между этими рядами (черная линия).

Связи Тихого и Индийского океанов



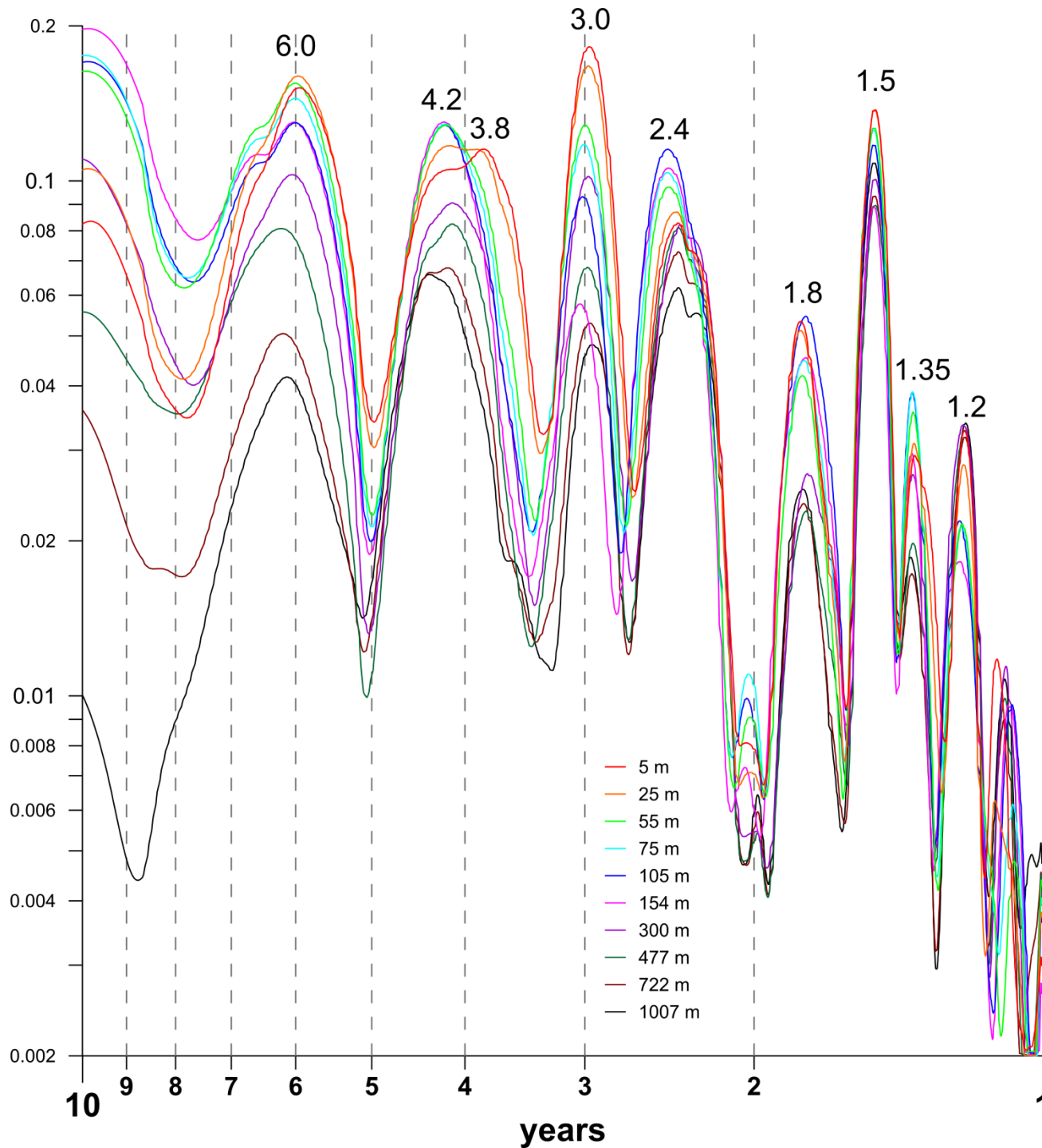
а) Диаграмма кроссвейвлетного преобразования рядов аномалий океанических температур в районах (5° ю.ш.; 5° с.ш.) \times (90° з.д.; 80° з.д.) для Тихого океана и (5° ю.ш.; 5° с.ш.) \times (90° в.д.; 100° в.д.) для Индийского океана на глубине 82.5 метра по данным GECCO3 за 1948-2018 гг.

б) Ряды для Тихого океана (красная линия) и для Индийского океана (синяя линия) с полосовой фильтрацией от 2 до 3 лет, и скользящая кросскорреляция с окном 4 года между этими рядами (черная линия).

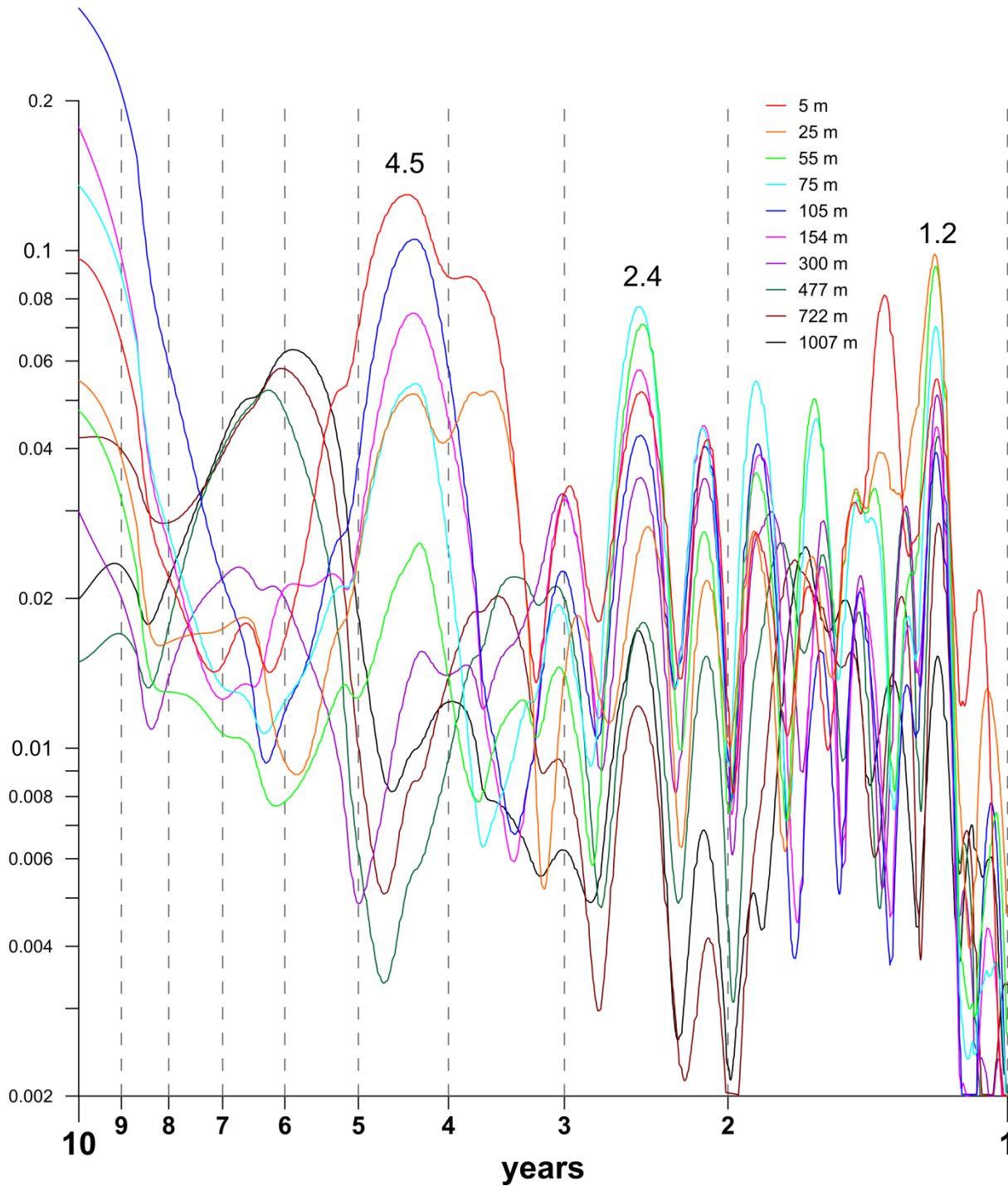


Спектральная оценка вариаций температуры Тихого океана

Энергетические
спектры вариаций
аномалий
температуры воды,
рассчитанные для
глубин от 5 до 1007
метров в регионе
(5°S; 5°N) x (150°W;
105°W) Тихого океана
по данным ECCO-
V4r4 за 1992-2017 гг.



Спектральная оценка вариаций температуры Атлантического океана



Энергетические
спектры вариаций
аномалий
температуры воды,
рассчитанные для
глубин от 5 до 1007
метров в регионе
(5°S; 5°N) x (10°W;
10°E) Атлантического
океана по данным
ECCO-V4r4 за 1992-
2017 гг.

Влияние полюсного прилива на Эль-Ниньо

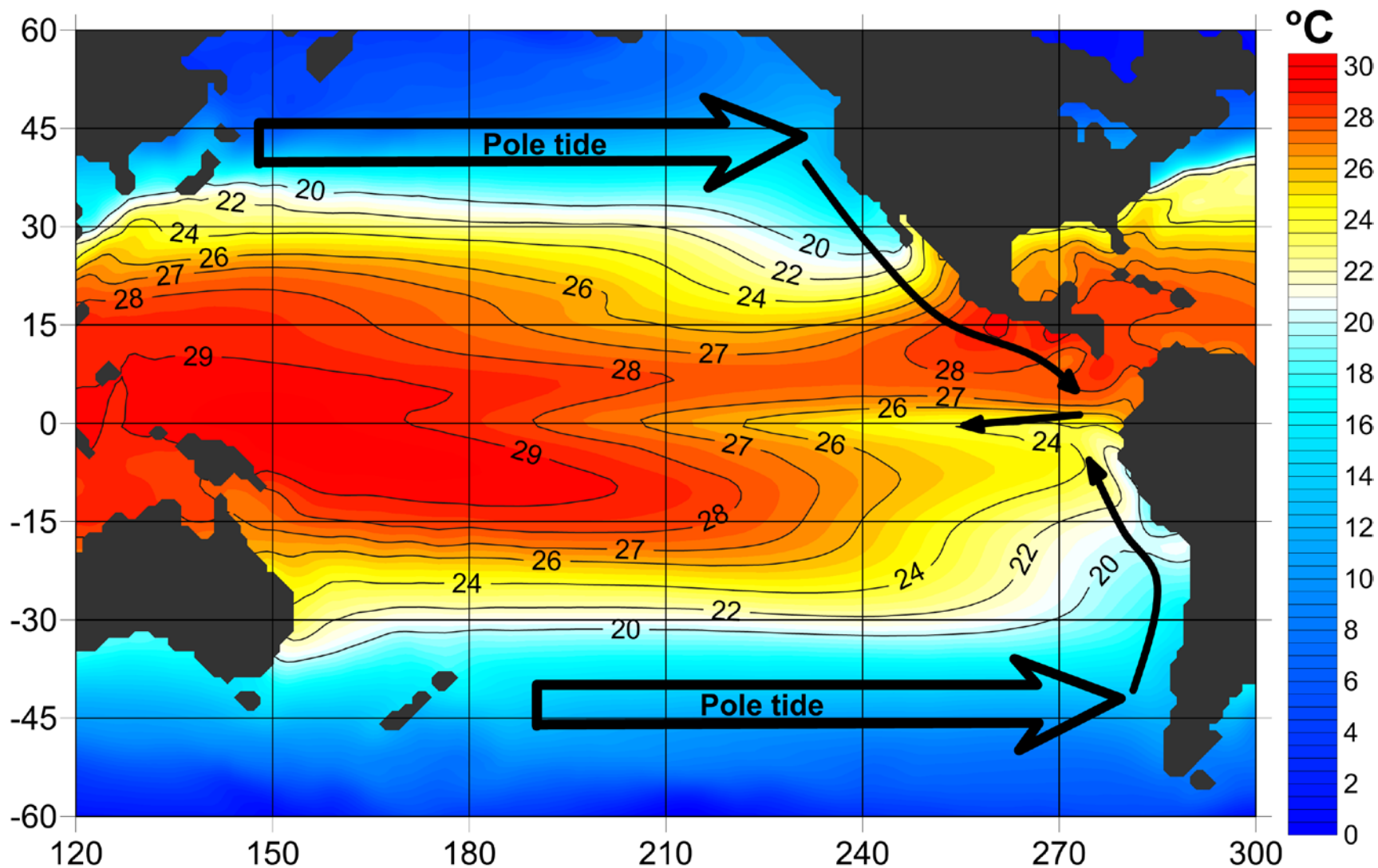
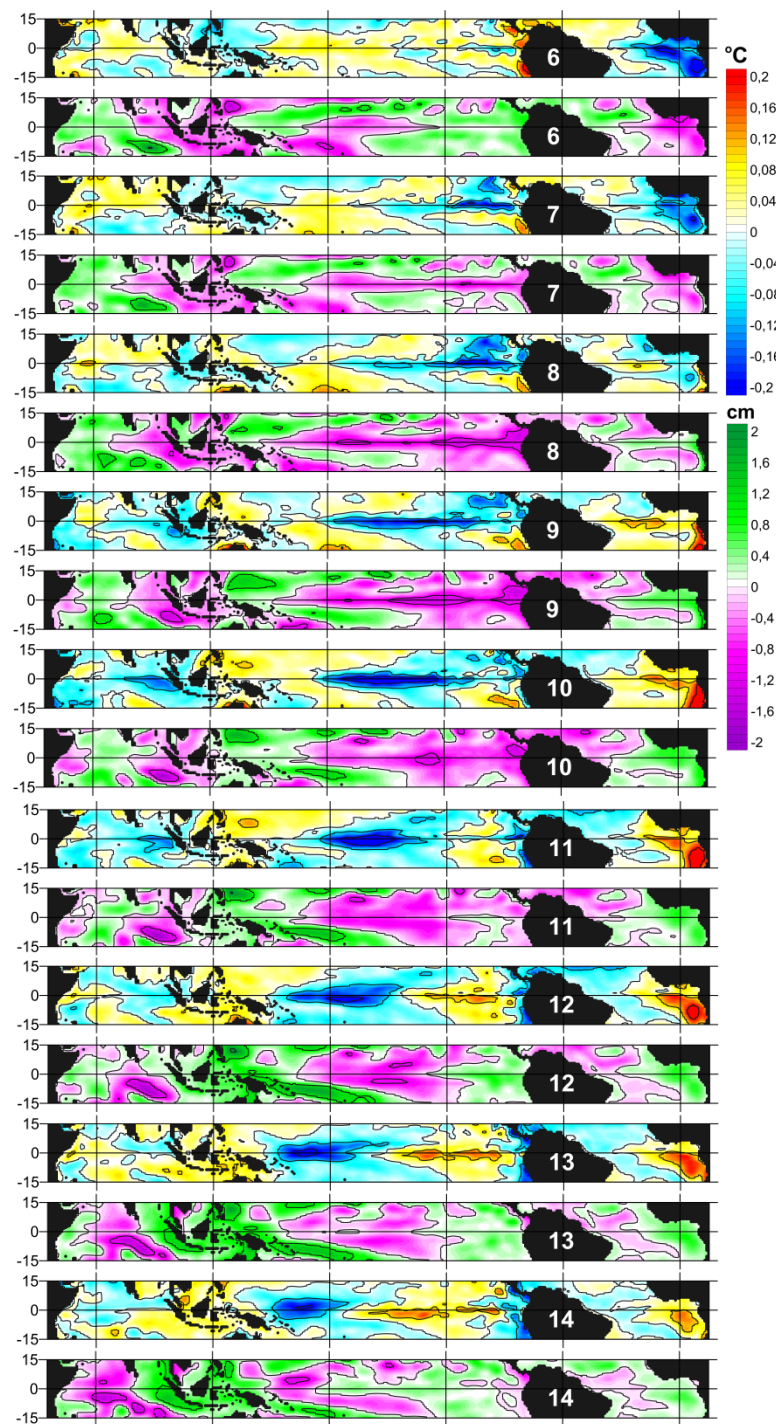
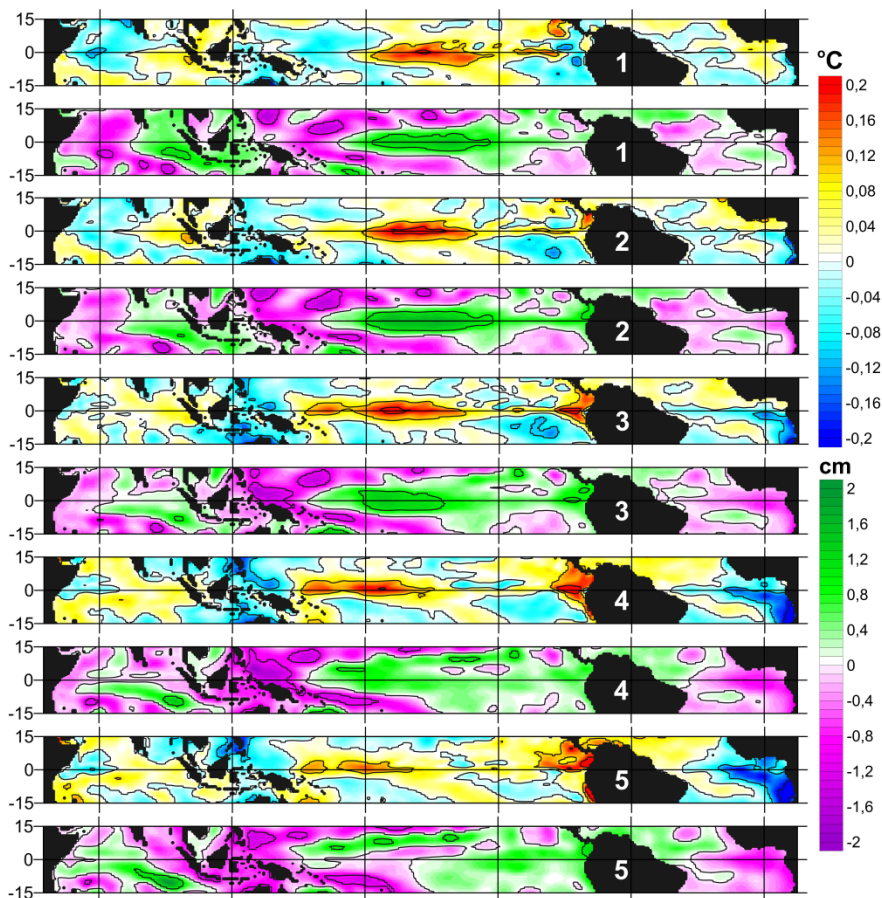
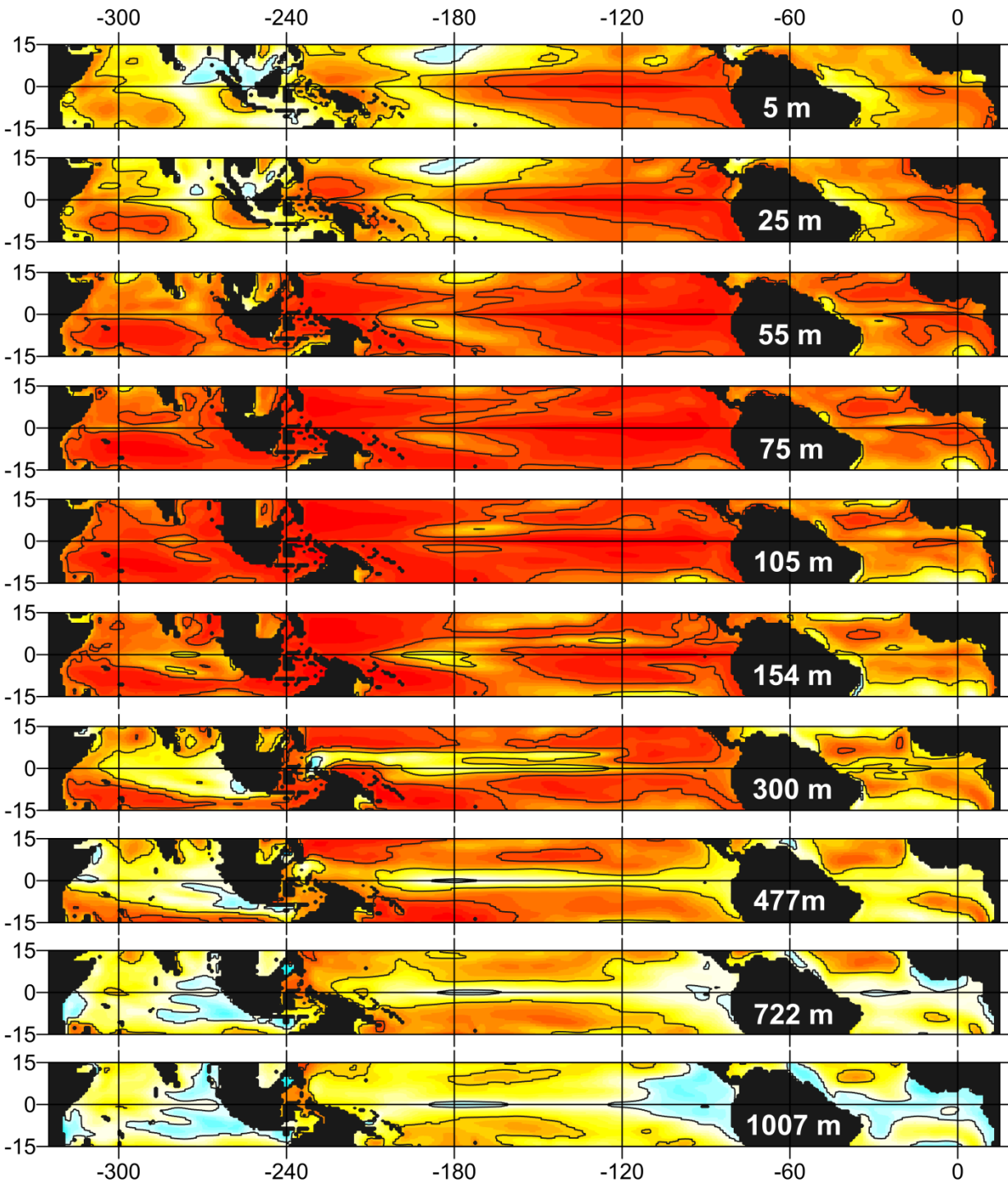


Схема того, как океанический полюсный прилив в Тихом океане может возбуждать Эль-Ниньо. В качестве фона показано поле среднегодовой температуры поверхности океана по данным NOAA OI SST за 1982-2017 гг.

Полюсный прилив на экваторе

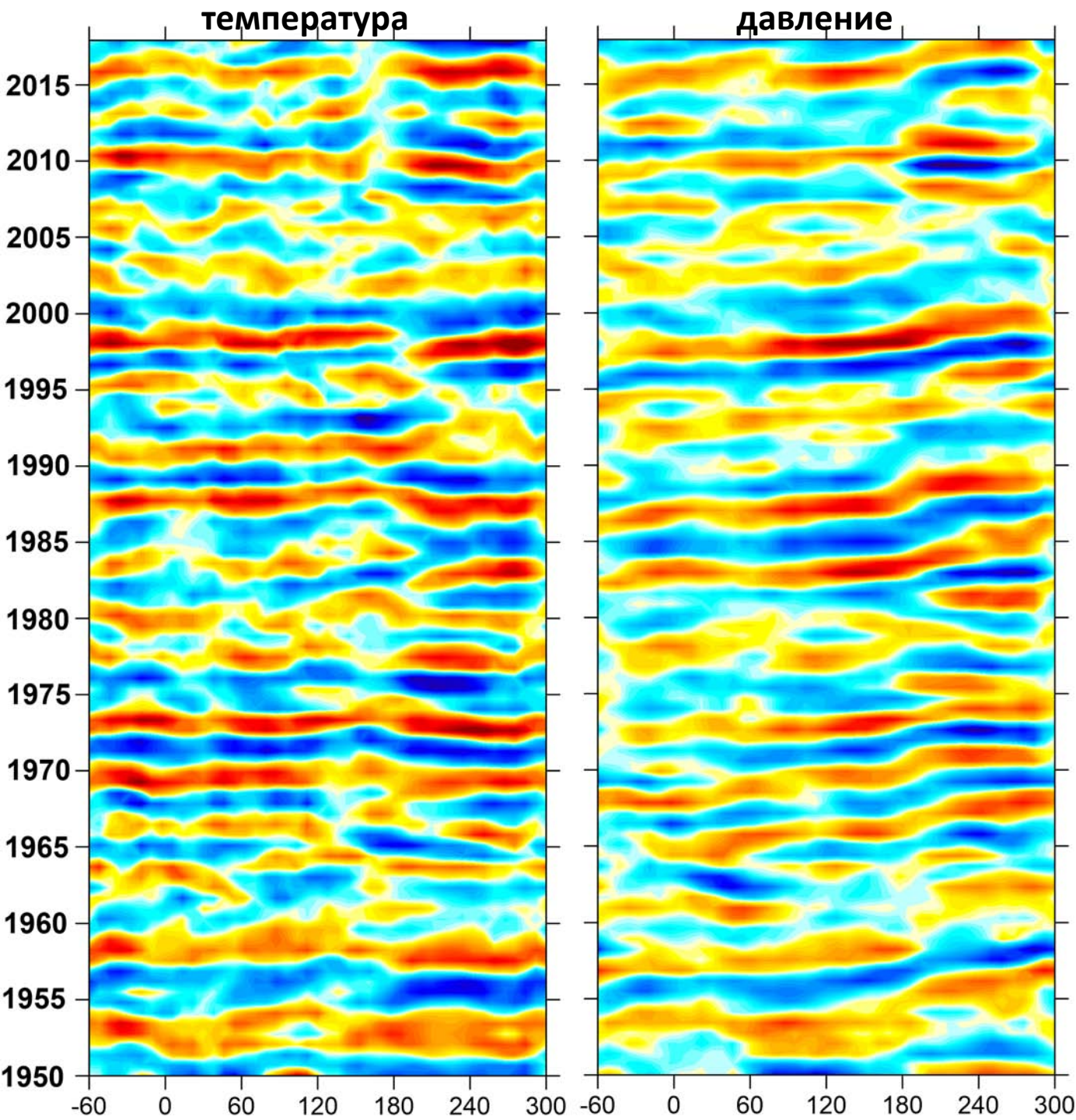
Средняя 14-месячная последовательность одновременных среднемесячных значений аномалий температуры воды (в отклонениях от средней температуры) на глубине 5 метров и аномалий высоты уровня поверхности океана (в отклонениях от средней высоты) по данным ECCO-V4r4 за 1997-2017 гг.





Связи уровня океана и его температуры на различных глубинах

Кросскорреляции в приэкваториальных зонах между аномалиями уровня океана и аномалиями температуры воды на различных глубинах от 5 до 1007 метров по данным ECCO-V4r4 за 1992-2017 гг.

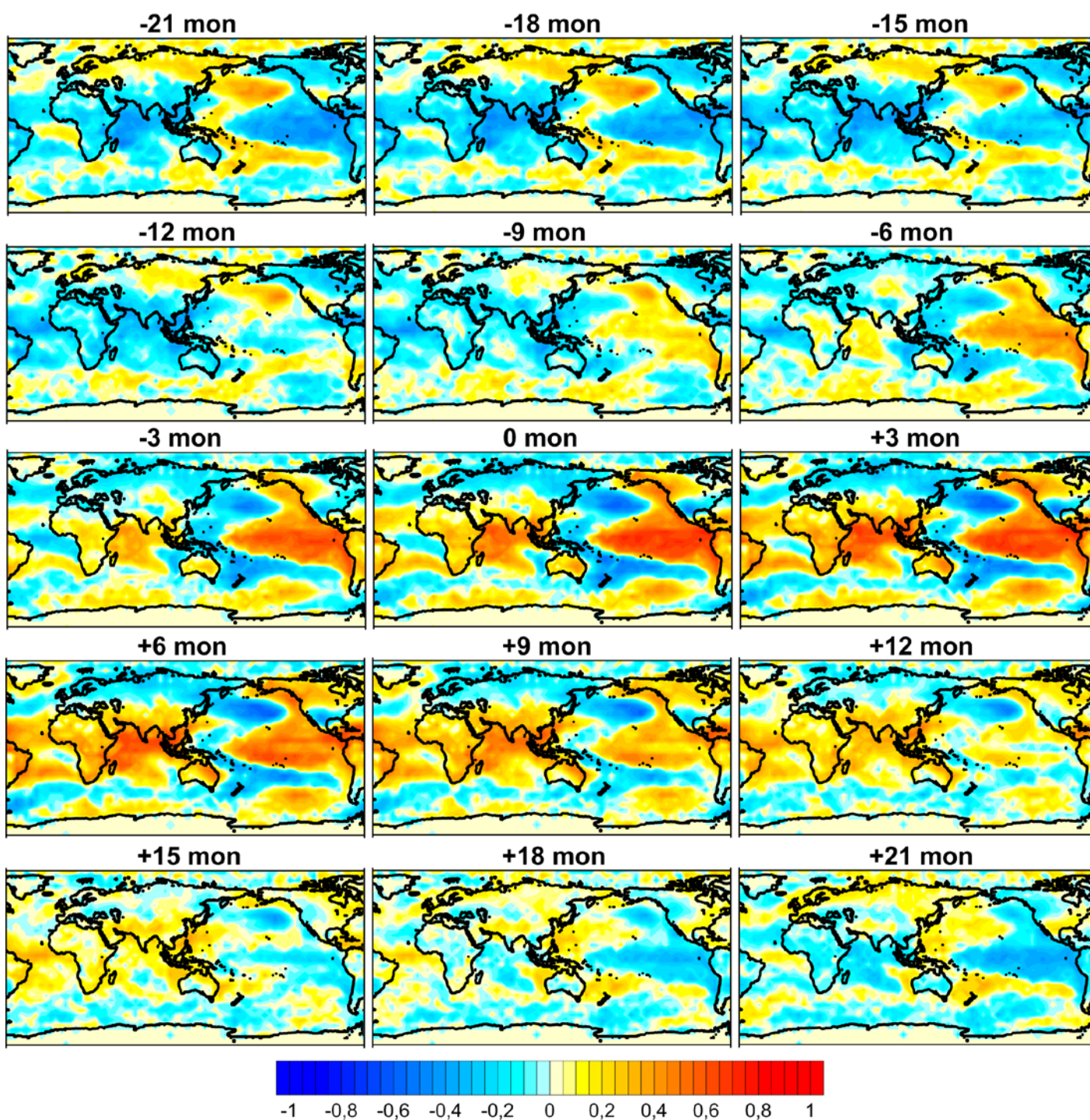


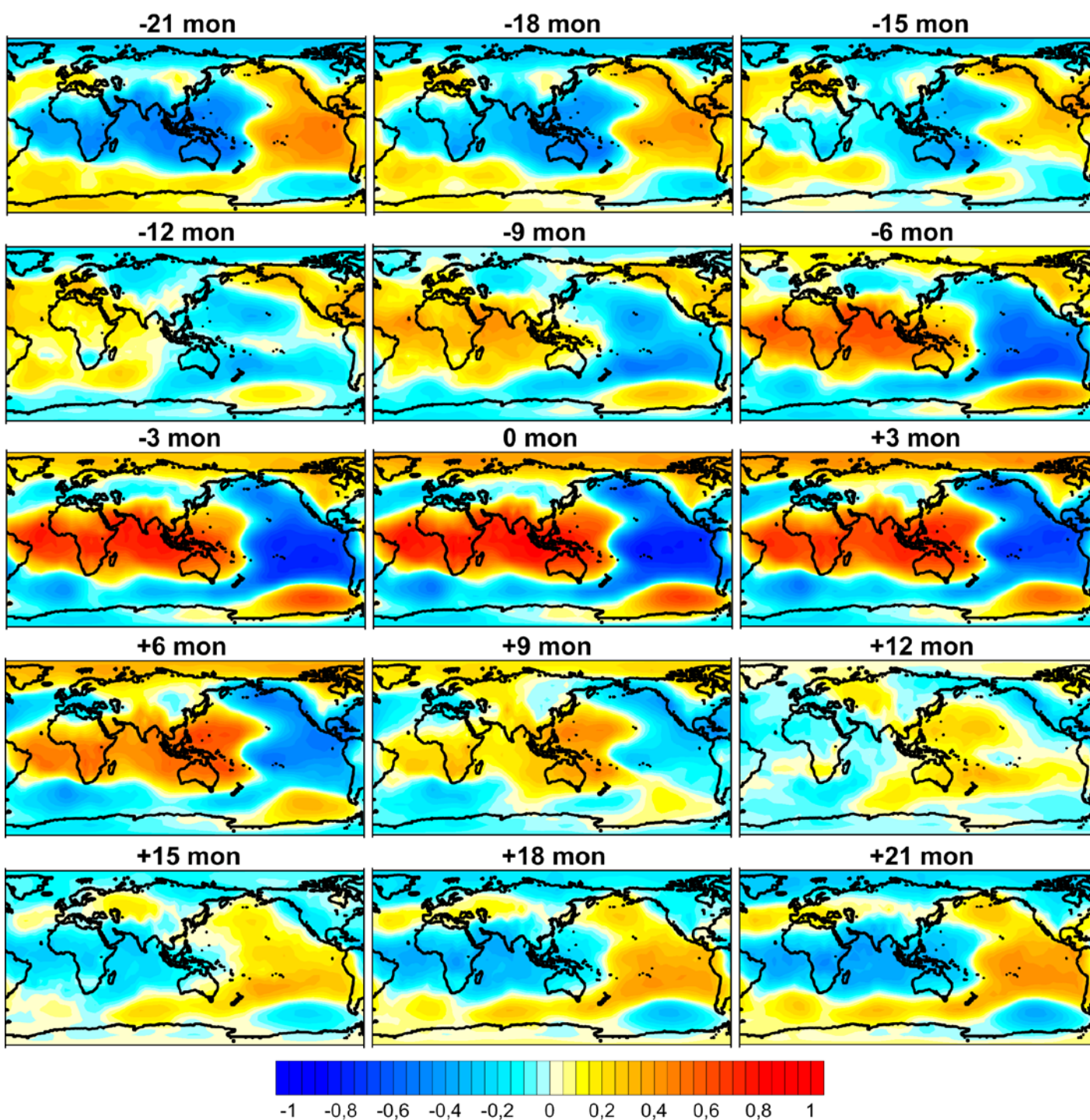
Динамика ГАО

Пространственно-временные диаграммы, показывающие распространение в планетарном тропическом поясе (30°N–30°S) межгодовых аномалий температуры воздуха у поверхности (слева) и атмосферного давления на уровне моря (справа) по данным NCER/NCAR за 1950-2017 гг. Диаграммы были централизованы, нормализованы и отфильтрованы с помощью полосового фильтра 2-7 лет.

Динамика ГАО: температура у поверхности

Последовательность полей кросскорреляций между аномалиями приповерхностной температуры и внетропическим индексом ГАО со сдвигами от -21 до +21 месяца по данным HadCRUT за период 1880-2017 гг.





Динамика ГАО: атмосферное давление

Последовательность
полей
кросскорреляций
между аномалиями
атмосферного
давления на уровне
моря и
внетропическим
индексом ГАО со
сдвигами от -21 до
+21 месяца по
данным HadSLP2 за
период 1880-2017 гг.

Динамика ГАО: температура на глубине 5 метров

**Последовательность
кросскорреляций
внетропического
индекса Глобальной
Атмосферной
Осцилляции (ЕГАО) с
полем аномалий
температуры воды на
глубине 5 метров,
рассчитанная для
временных сдвигов
от -21 (ЕГАО
лидирует) до +21
месяца (температура
воды лидируют) по
данным ЕССО-V4r4 за
1992-2017 гг.**

Динамика ГАО: температура на глубине 55 метров

**Последовательность
кросскорреляций
внетропического
индекса Глобальной
Атмосферной
Осцилляции (ЕГАО) с
полем аномалий
температуры воды на
глубине 55 метров,
рассчитанная для
временных сдвигов
от -21 (ЕГАО
лидирует) до +21
месяца (температура
воды лидируют) по
данным ЕССО-V4r4 за
1992-2017 гг.**

Динамика ГАО: температура на глубине 154 метра

**Последовательность
кросскорреляций
внетропического
индекса Глобальной
Атмосферной
Осцилляции (ЕГАО) с
полем аномалий
температуры воды на
глубине 154 метра,
рассчитанная для
временных сдвигов
от -21 (ЕГАО
лидирует) до +21
месяца (температура
воды лидируют) по
данным ЕССО-V4r4 за
1992-2017 гг.**

Динамика ГАО: температура на глубине 1007 метров

**Последовательность
кросскорреляций
внетропического
индекса Глобальной
Атмосферной
Осцилляции (ЕГАО) с
полем аномалий
температуры воды на
глубине 1007 метров,
рассчитанная для
временных сдвигов
от -21 (ЕГАО
лидирует) до +21
месяца (температура
воды лидируют) по
данным ЕССО-V4r4 за
1992-2017 гг.**

Заключения

- Используя данные о распределении температуры в толщах Тихого, Индийского и Атлантического океанов, исследована крупномасштабная структура пространственных и временных вариаций этой температуры. Найдено, что эта структура практически идентична пространственно – временной структуре температуры водной поверхности, которая свойственна недавно найденной Глобальной Атмосферной Осцилляции (ГАО). Вариации температуры воды в приэкваториальной зоне Тихого океана на глубинах до примерно 150 метров ведут себя так же, как вариации уровня моря и температуры водной поверхности. На еще больших глубинах вариации температуры воды обнаруживают «полосчатую» структуру. Но общее подобие с вариациями температуры водной поверхности сохраняется.
- Вариации температуры воды в толщах океанов распространяются с востока на запад вдоль экватора с периодом 14 месяцев. Это позволяет думать, что динамика этих температур управляется так называемыми Полюсными приливами. Поверхностный северотихоокеанский Полюсный прилив был найден ранее ответственным за возбуждение Эль-Ниньо. Глубинные Полюсные приливы в южной Атлантике и Южном Индийском океане, по-видимому, являются триггерами атлантического аналога Эль-Ниньо и Индоокеанского Диполя (ИД). Противофазное поведение Эль-Ниньо и ИД объясняется 180-градусной разницей в долготах этих феноменов.