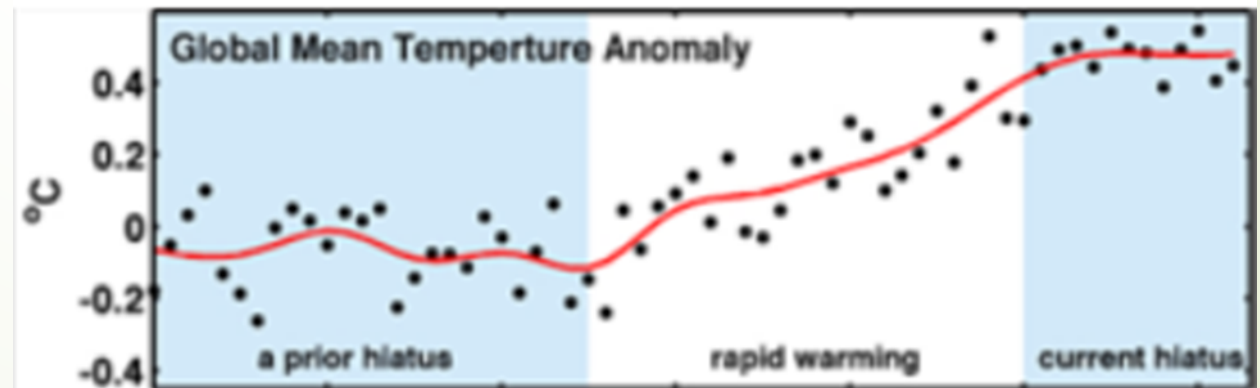
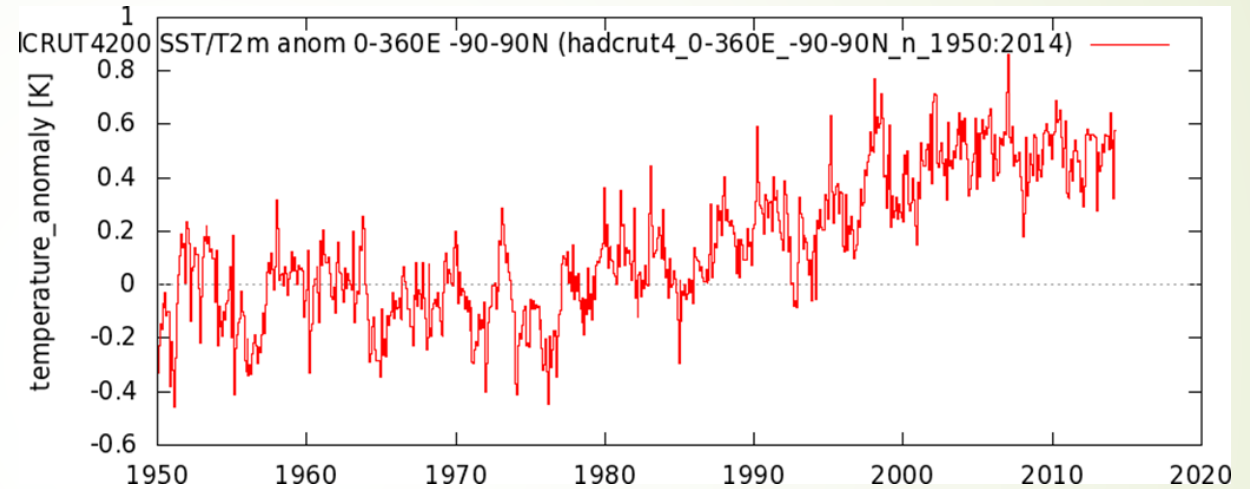


Hidden staircase signal in recent climate dynamics

Belolipetsky P.V.



Global near surface temperature anomaly dynamics at 1950-2014 yeeears



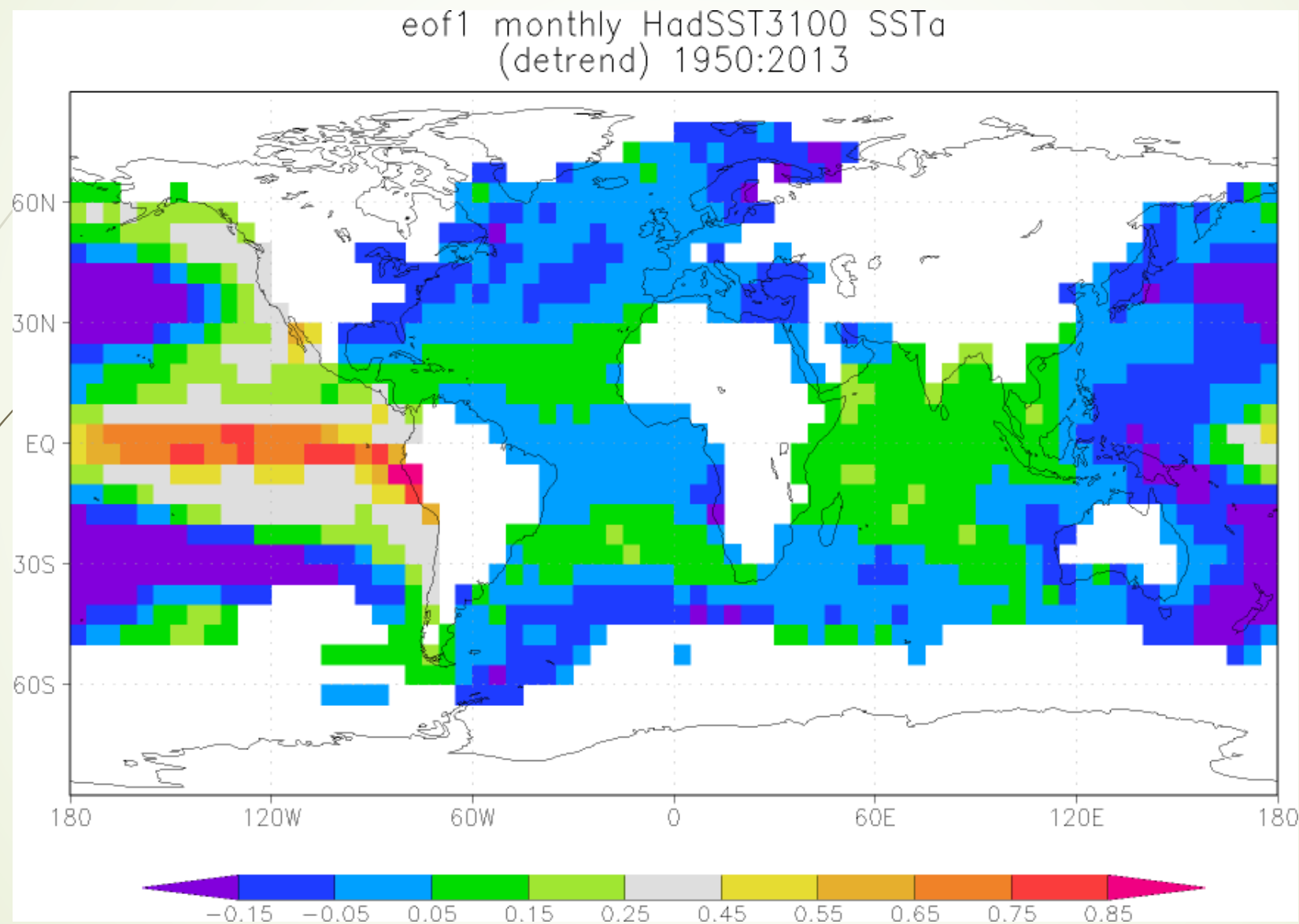
Вывод индекса ENSO

- Для вывода индекса использовался поиск эмпирических ортогональных функций (EOF) в температурах поверхности океана HadSST3 с помощью сайта Climate Explorer.
- Что делает анализ EOF? В общем происходит поиск с помощью некоторого алгоритма функций от пространственных координат EOF(широта, долгота) и временных рядов, так называемых главных компонент PC(t) с целью минимизировать остатки RES в линейном разложении:

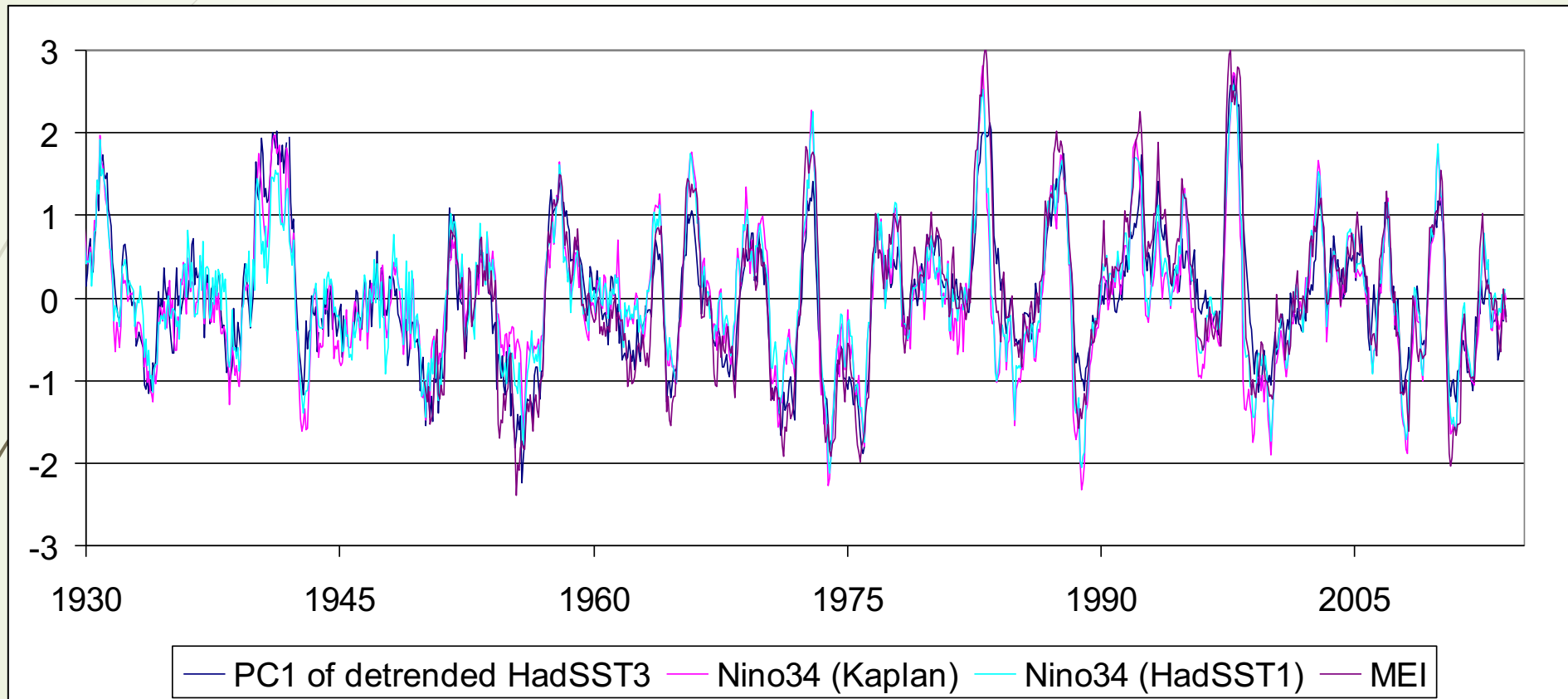
$$\text{HadSST3}(\text{lat}, \text{lon}, t) = \text{EOF1}(\text{lat}, \text{lon}) * \text{PC1}(t) +$$

$$\text{EOF2}(\text{lat}, \text{lon}) * \text{PC2}(t) + \dots + \text{EOFn}(\text{lat}, \text{lon}) * \text{PCn}(t) + \text{RES}(\text{lat}, \text{lon}, t)$$

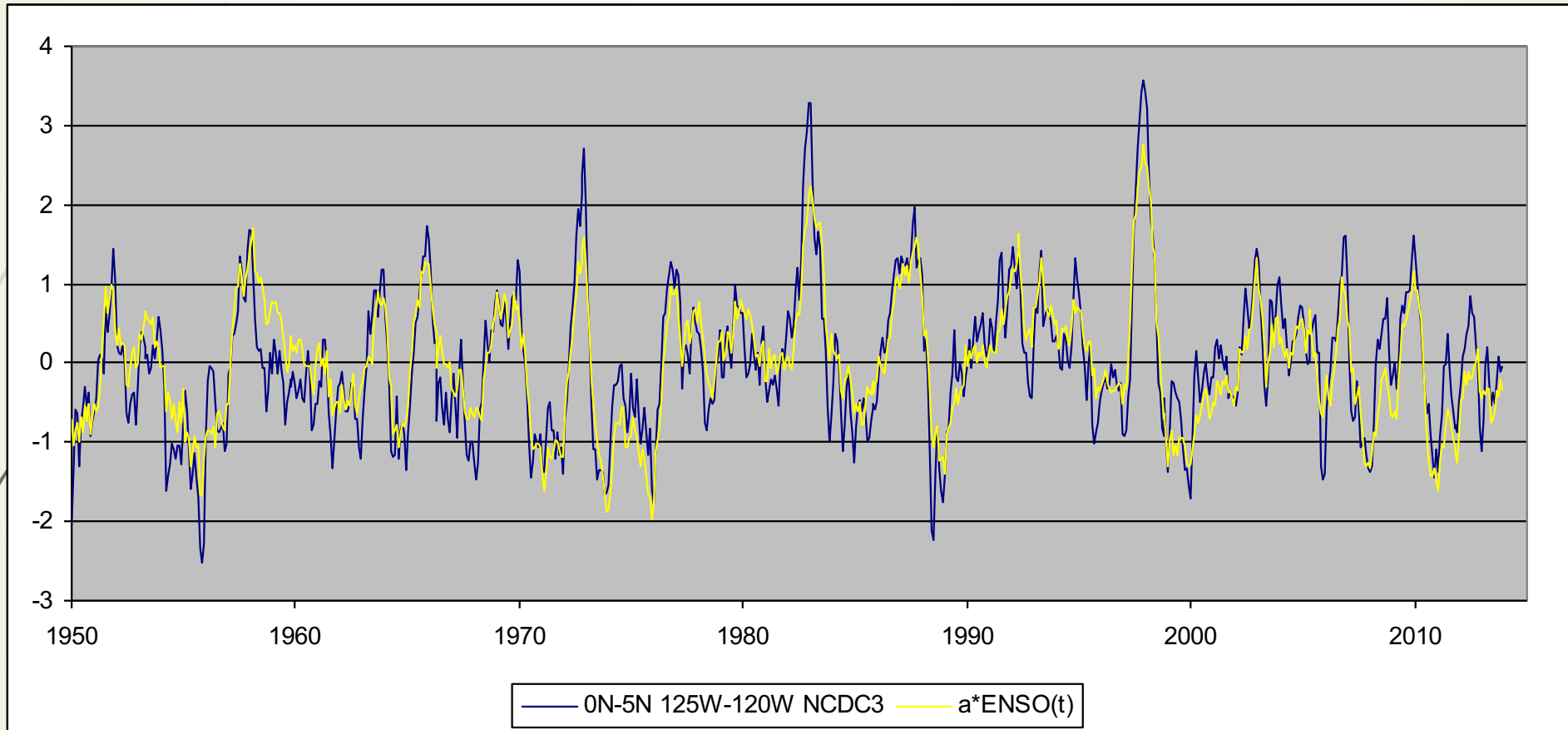
Карта первой ортогональной функции от HadSST3 1950-2013 годов



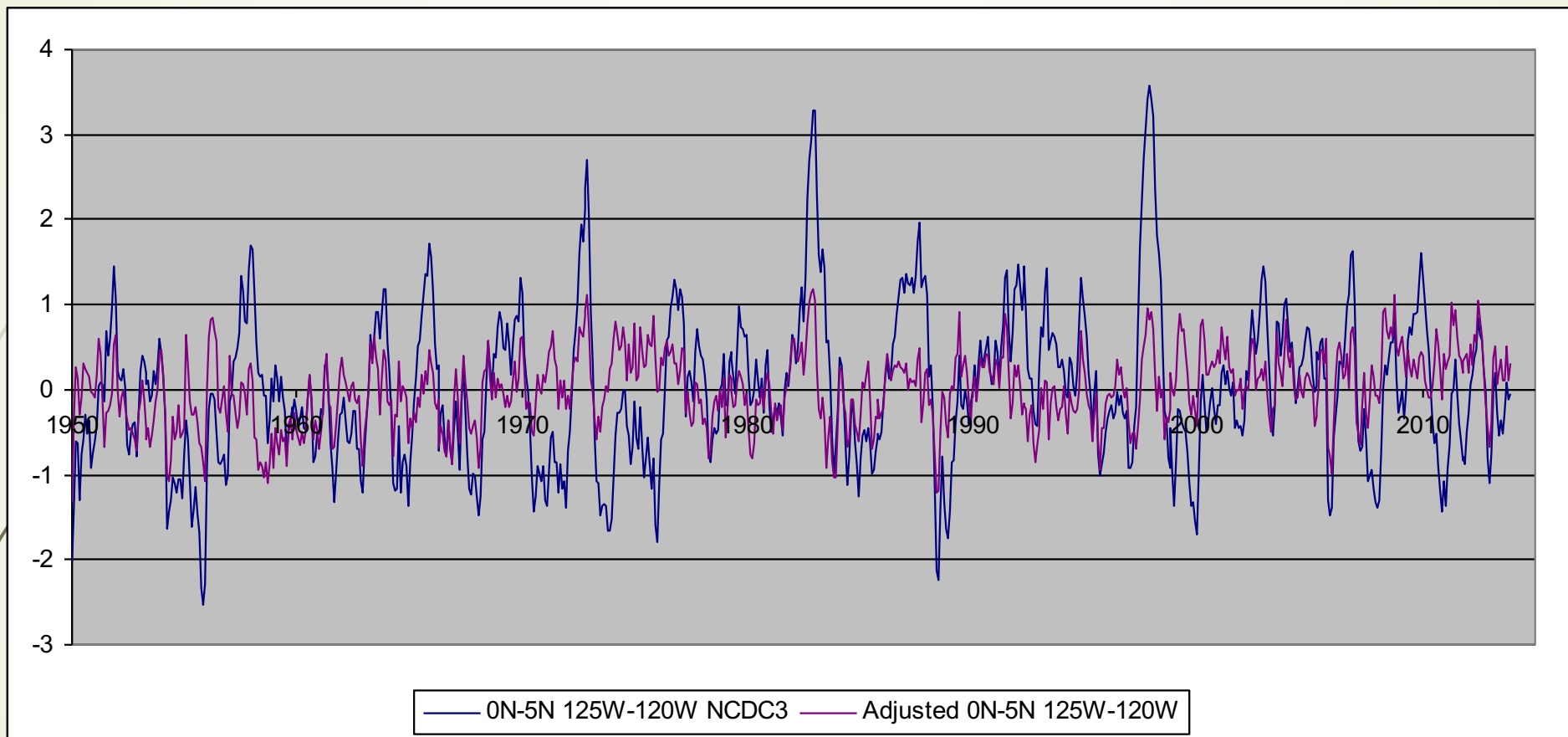
Сравнение различных индексов ENSO.



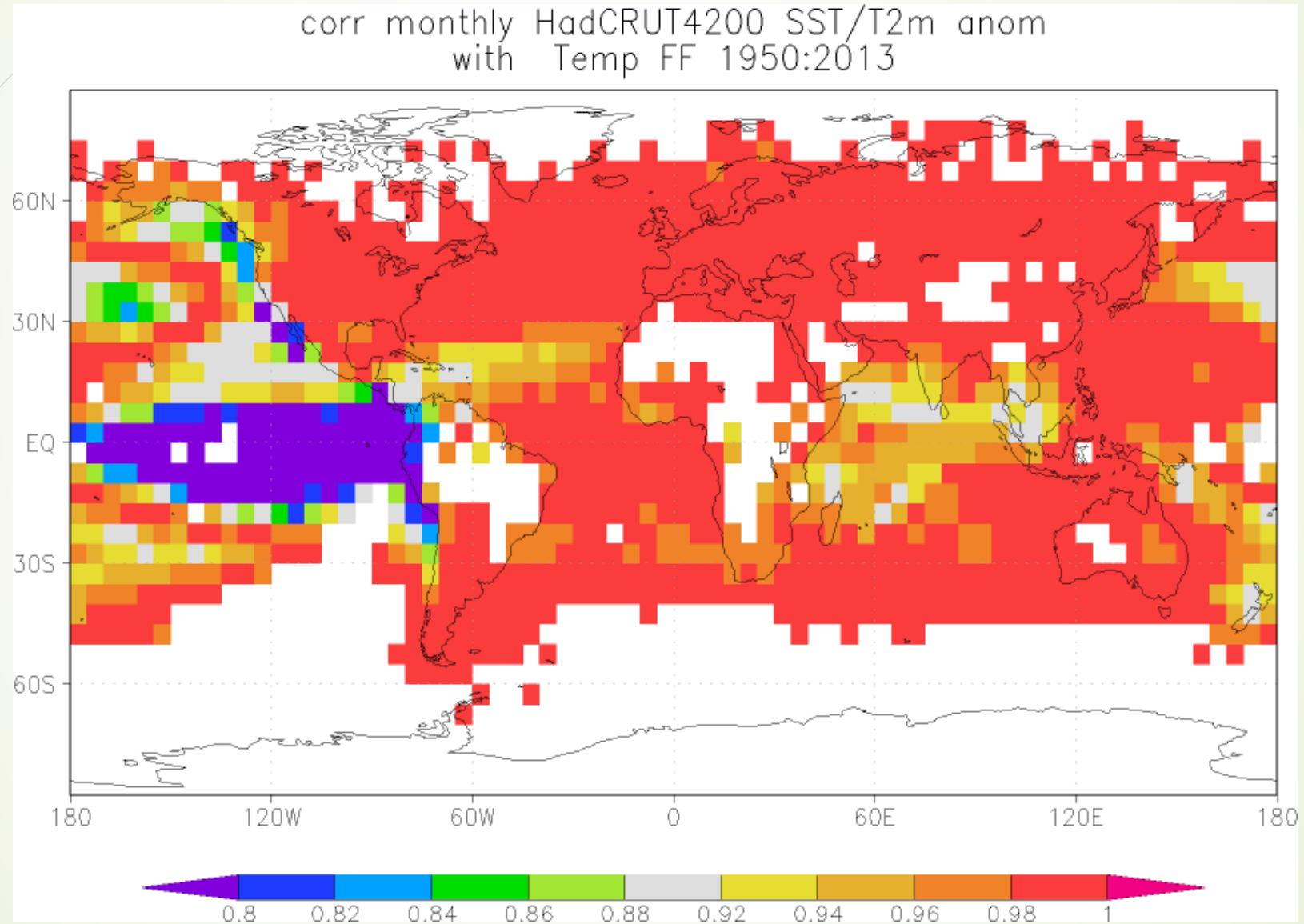
$$T(t) = a \cdot \text{ENSO}(t) + b + \text{Residual}(t).$$



До и после коррекции.

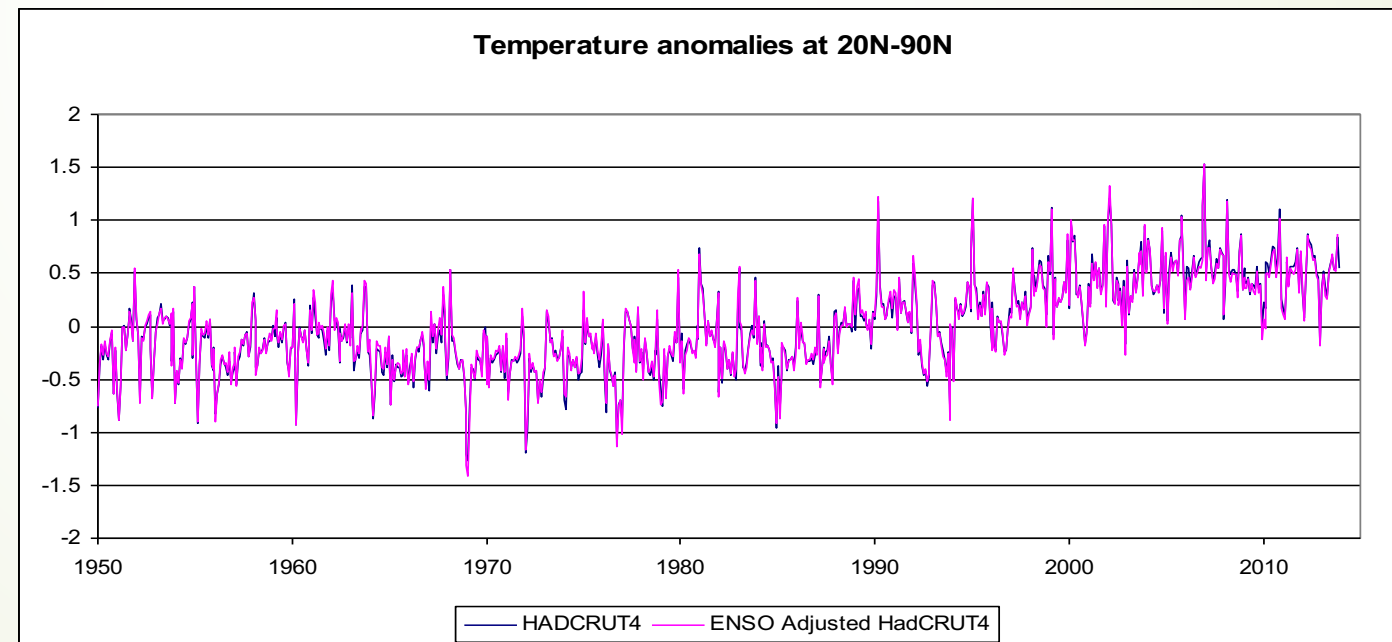
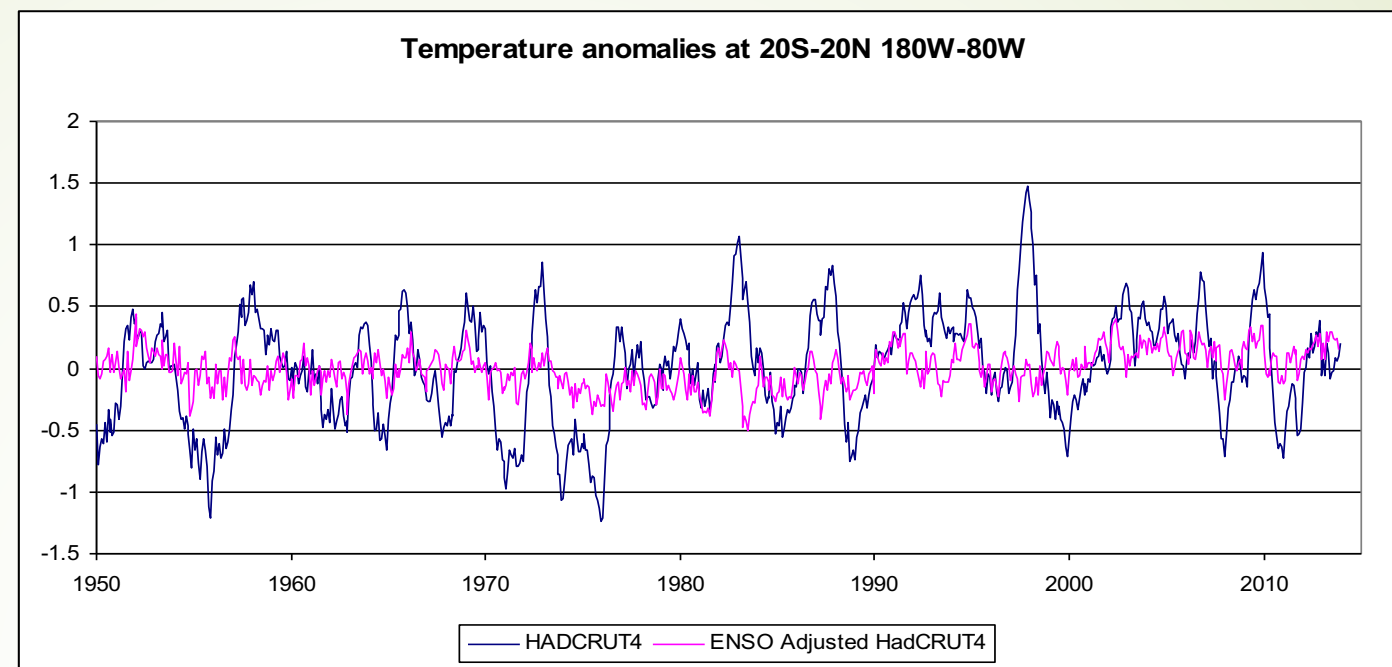


Map of correlations between initial HadCRUT4 anomalies and after adjustment:



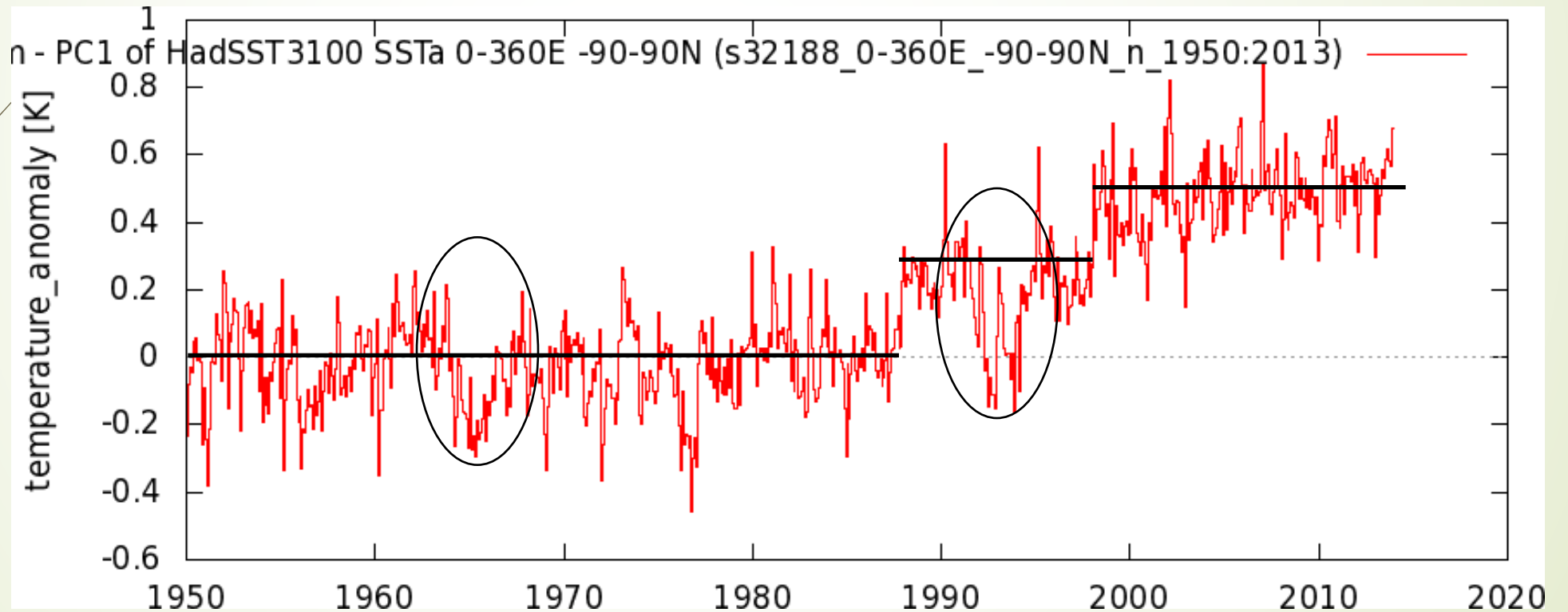
We
successfully
adjust for
largest
effects of
ENSO
variations

Temperatures
in regions with
low ENSO
influence
didn't
changed

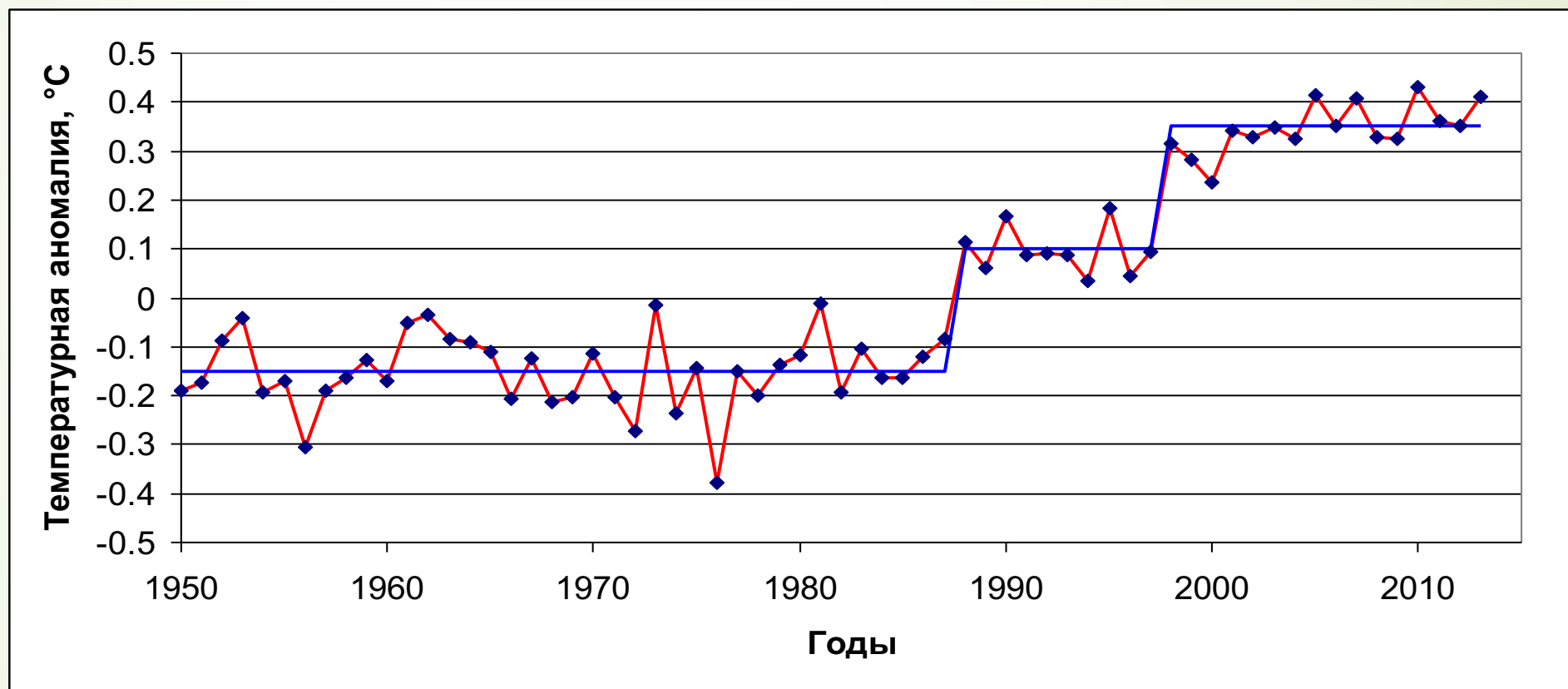


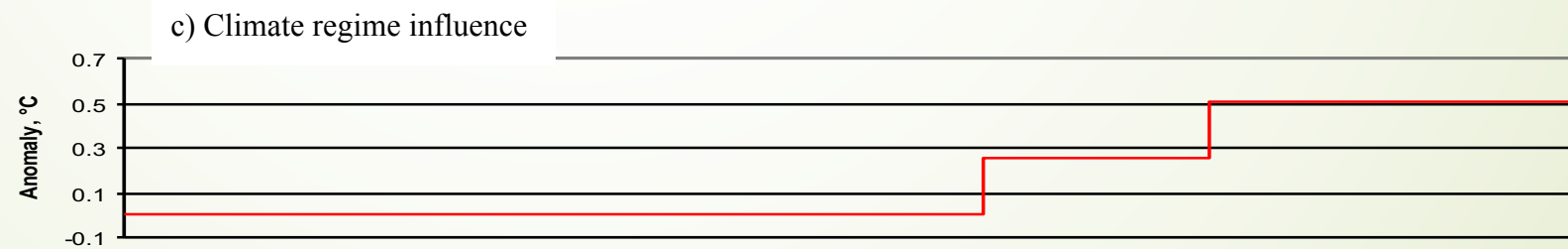
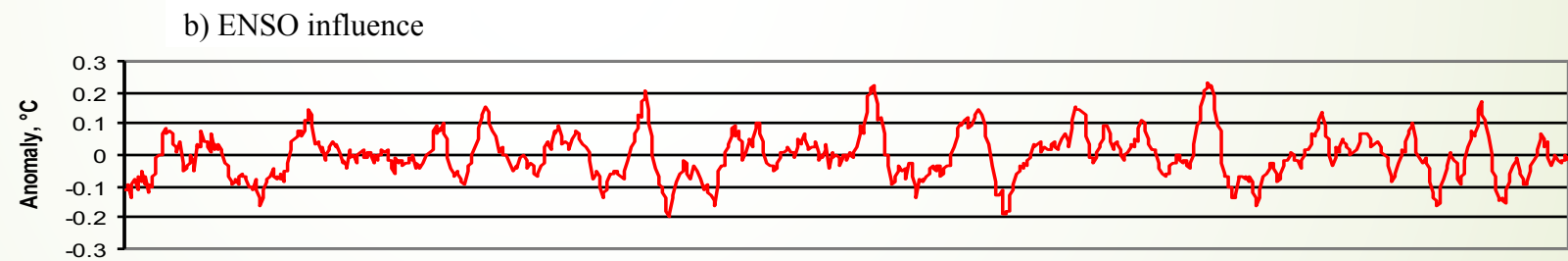
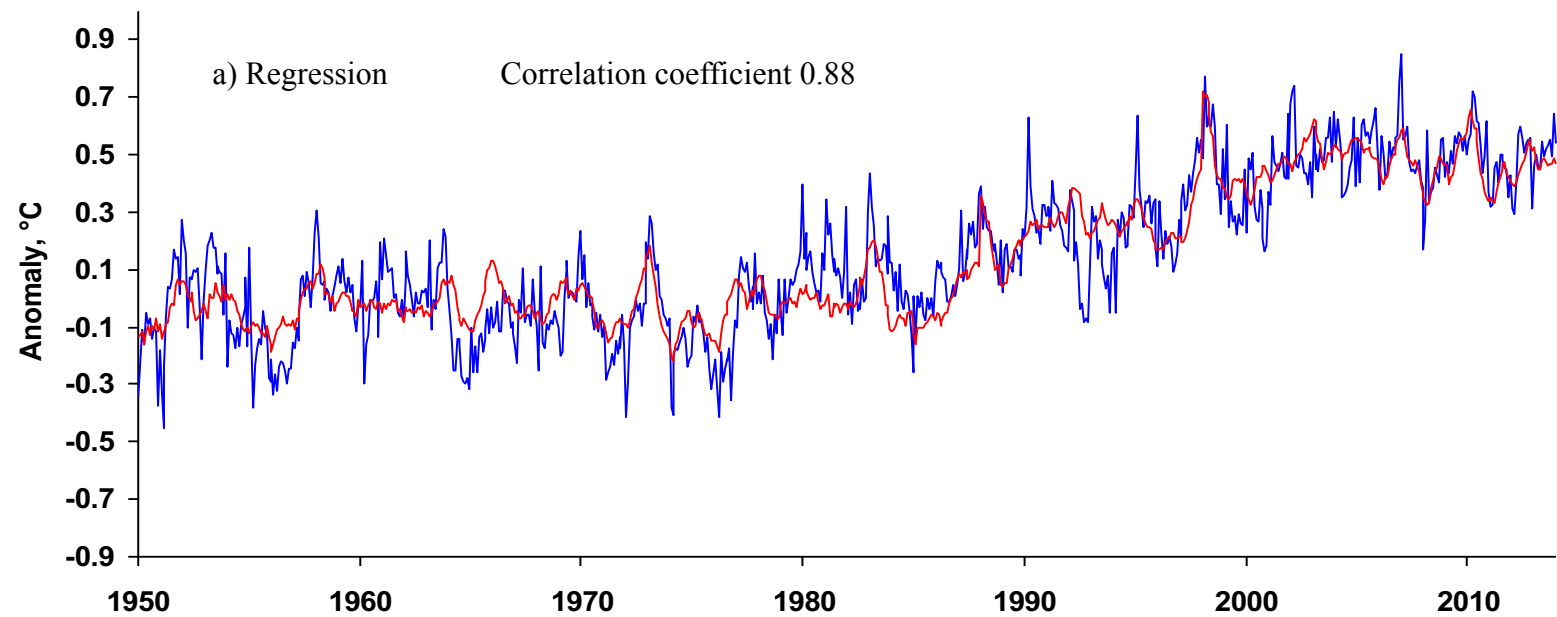
Для нас важно что мы сделали поправку на реально существующие короткие естественные вариации и можем увидеть лучше как выглядит процесс потепления.

Посмотрим на глобальные среднемесячные температурные аномалии после коррекции на линейные эффекты ENSO:



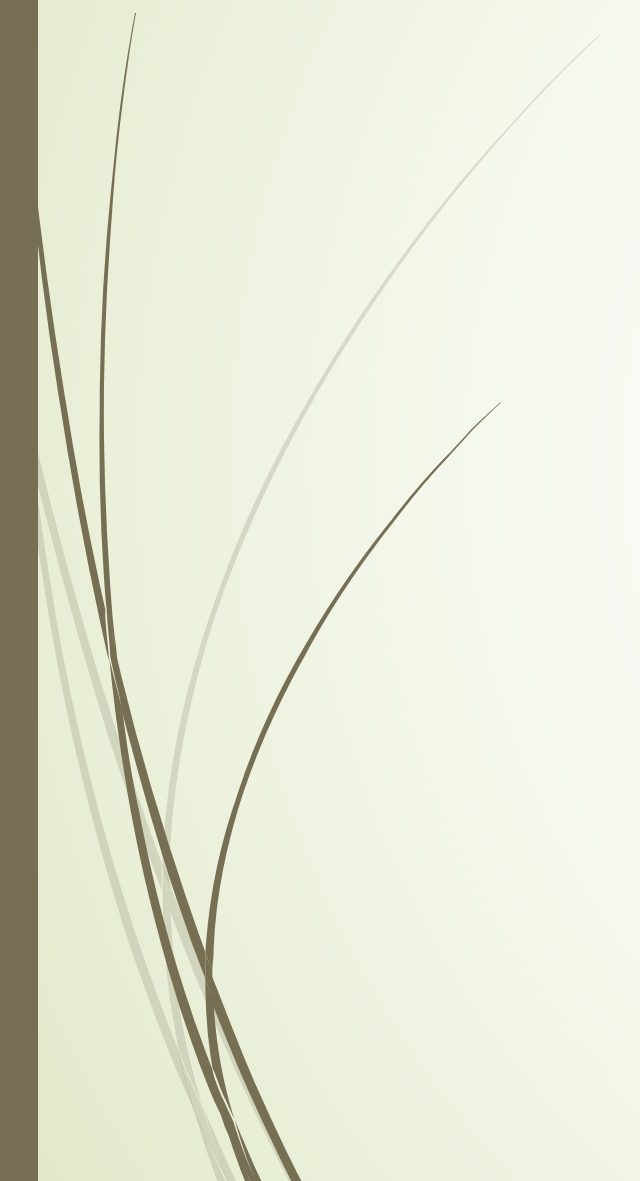
Динамика очищенных от краткосрочных вариаций глобальных приповерхностных температур







Публикации



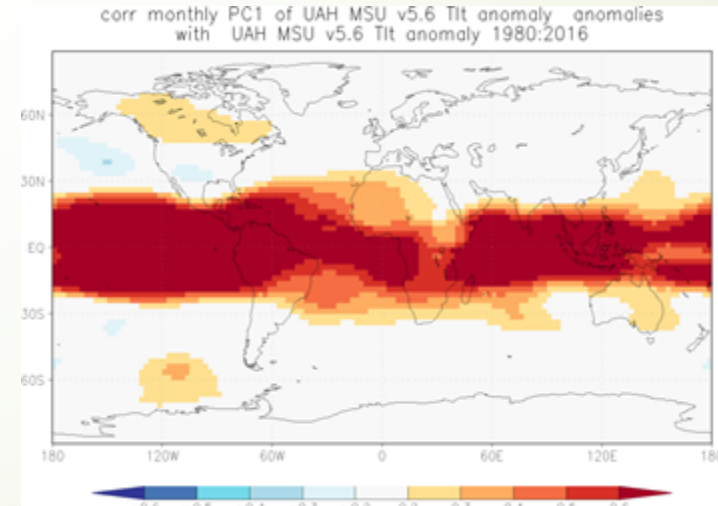
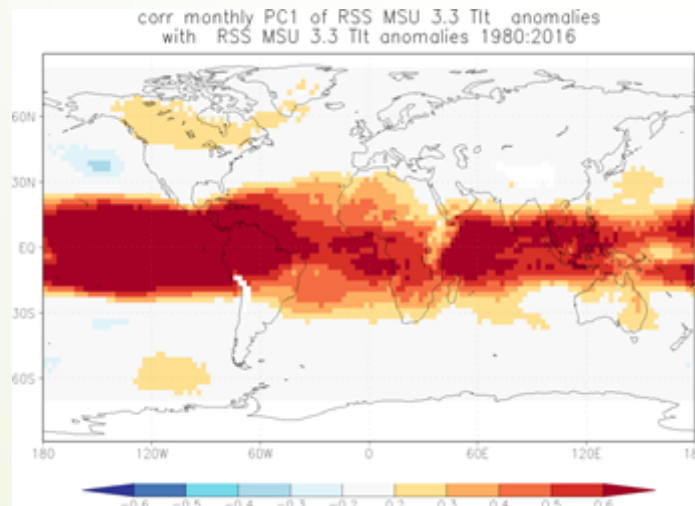
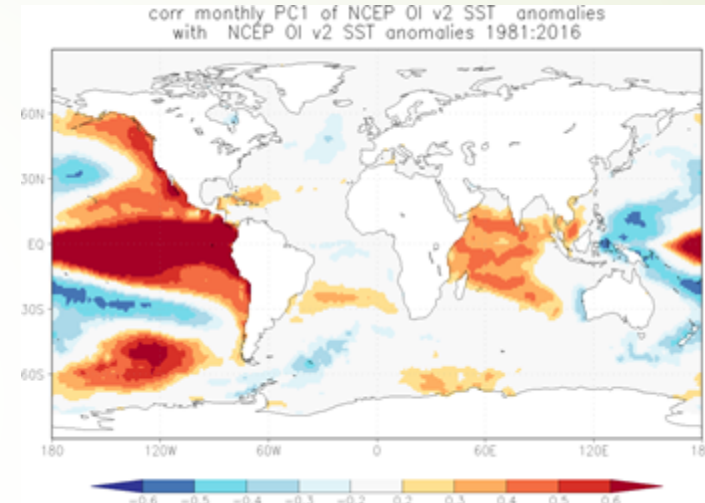
- Belolipetsky P., Bartsev S., Ivanova Y., Saltykov M. Hidden Staircase Signal in Recent Climate Dynamic // Asia-Pacific Journal of Atmospheric Sciences, 2015, 51 (4), 323-330.
- Барцев С.И., Белолипецкий П.В., Дегерменджи А.Г., Иванова Ю.Д., Почекутов А.А., Салтыков М.Ю. Новый взгляд на динамику климата земли // Вестник РАН, 2016, 86, 3, 244–251.

Первые главные компоненты спутниковых данных



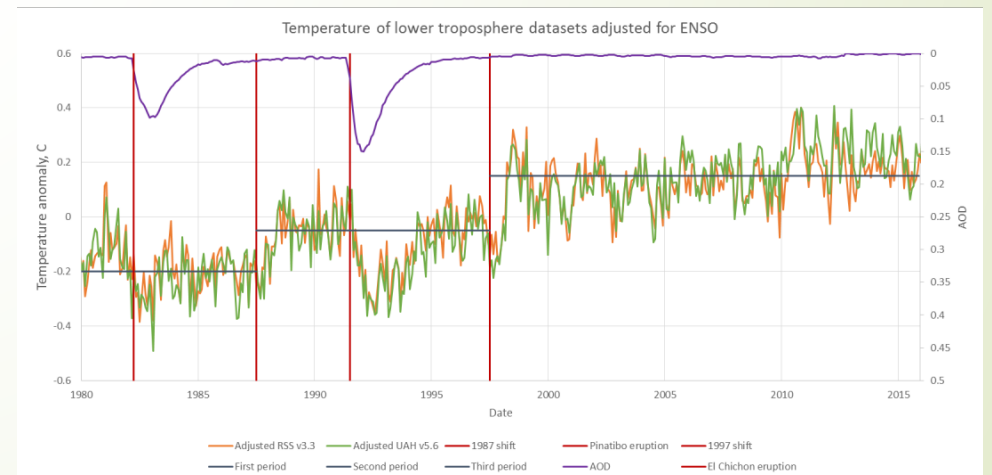
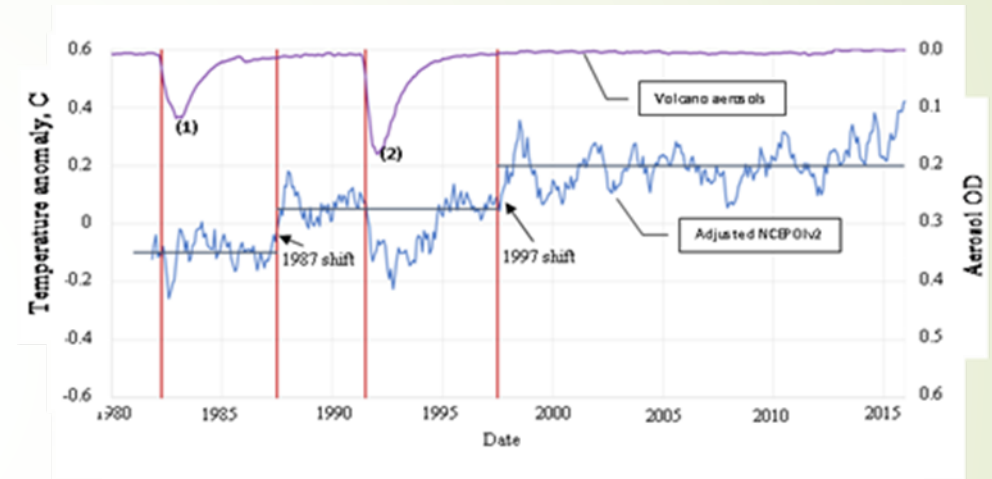
Соответствующие ортогональные функции

- Верхний рисунок – карта эффектов вариаций Эль-Ниньо на температуры поверхности океана
- Нижние рисунки – соответствующие эффекты на температуры нижней тропосферы

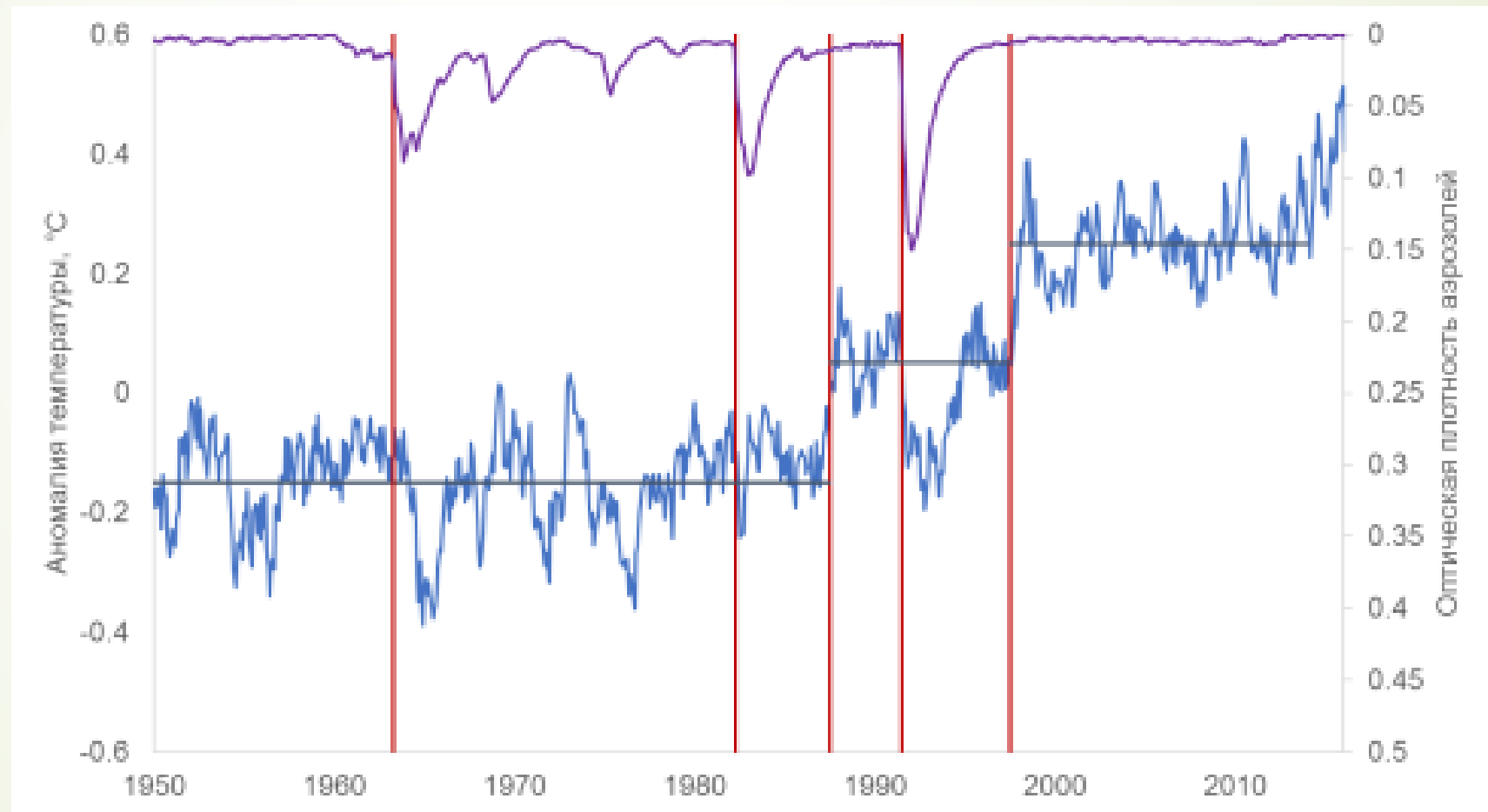


Применение к спутниковым данным

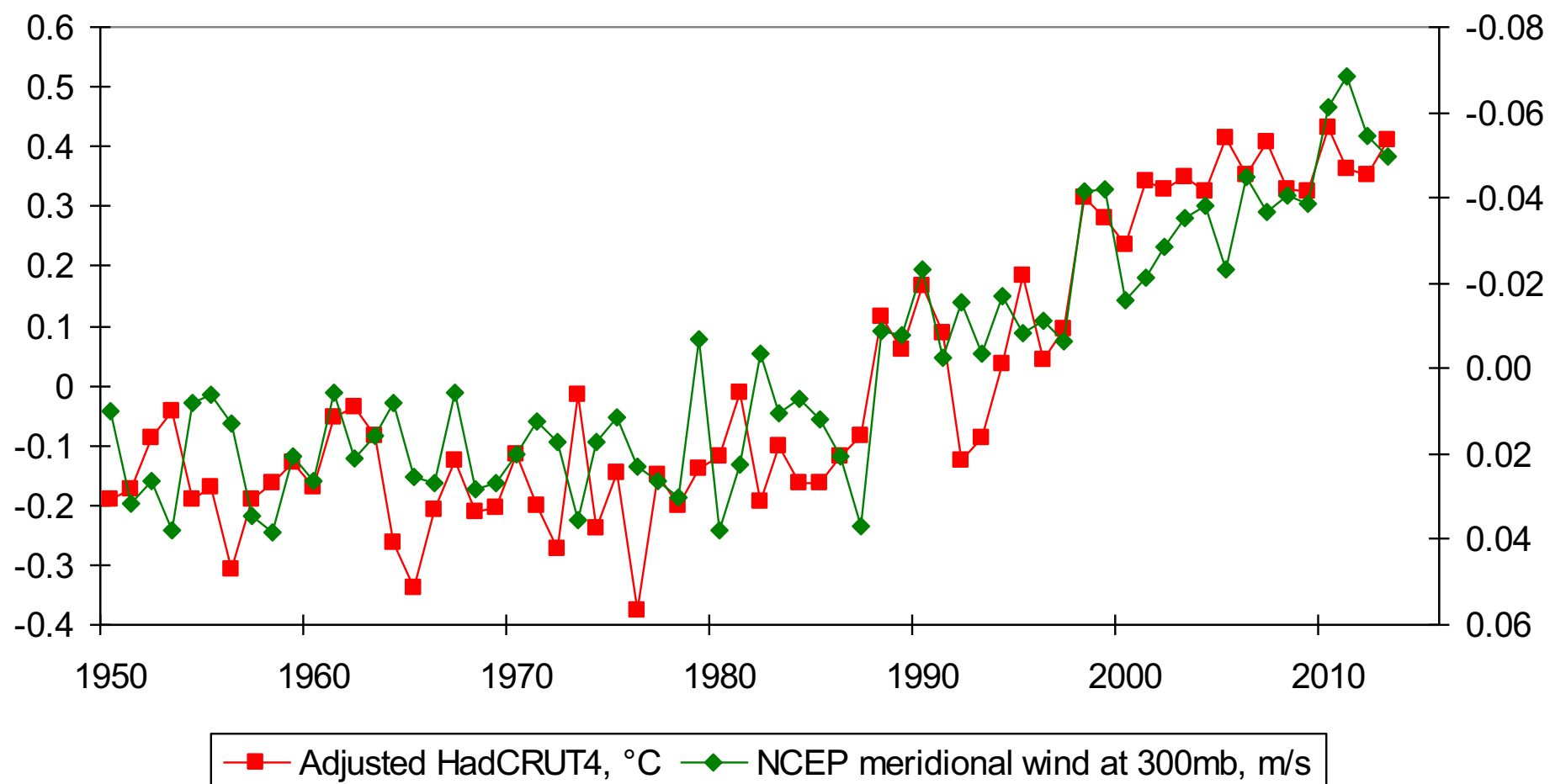
- Верхний рисунок – среднемесячные очищенные от влияния Эль-Ниньо спутниковые измерения температуры поверхности океана
- Нижний рисунок – аналогично для двух баз спутниковых измерений температуры нижней тропосферы
- Фиолетовая линия на обоих графиках – изменение оптической плотности атмосферных аэрозолей показывающая эффекты извержений Эль-Чичон (1982) и Пинатубо (1991)



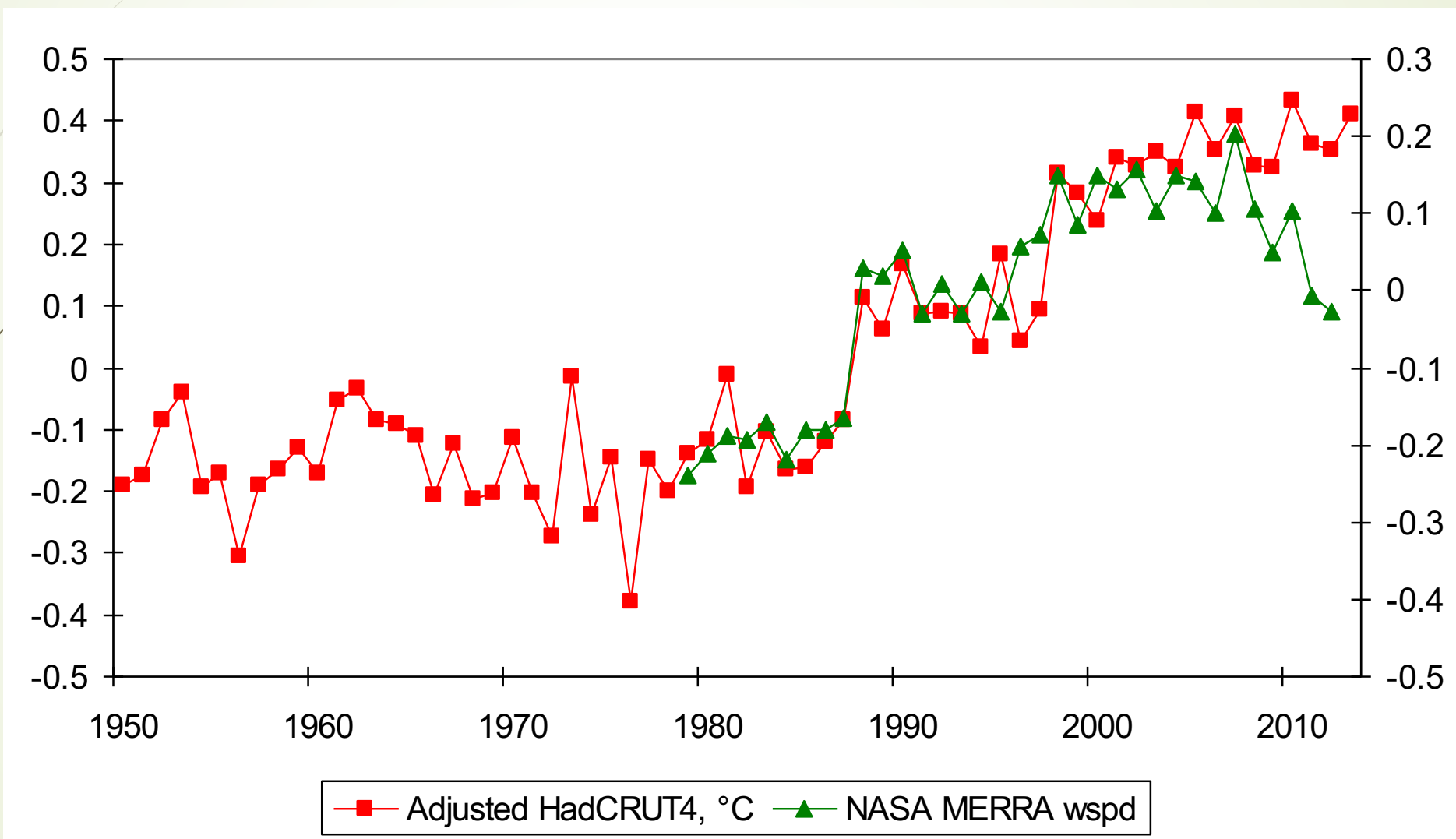
Применение к температуре океана ICOADS



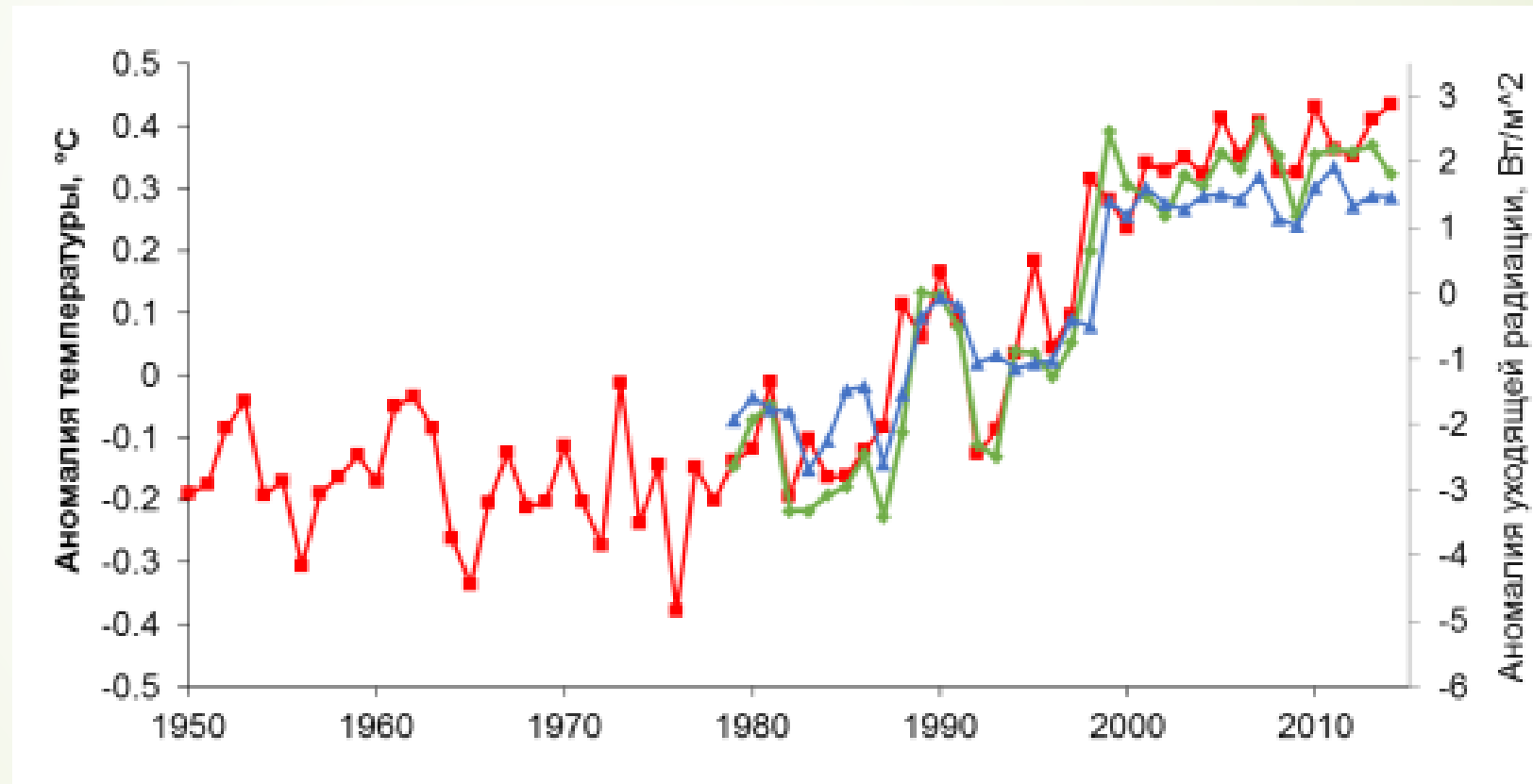
Сравнение с динамикой global NCEP/NCAR reanalysis meridional wind at 300 mb



Среднегодовая тропическая (30S-30N) скорость вертикального ветра около поверхности в модели NASA/MERRA и очищенная нашим способом от краткосрочных эффектов глобальная приповерхностная температура :



Сравнение спутниковых измерений уходящей длинноволновой радиации (UMD/NCEI) на широтах 30 С.Ш. – 70 С.Ш. (зелёная линия) и 30 Ю.Ш. – 70 Ю.Ш. (голубая линия) и очищенная нашим способом от краткосрочных эффектов глобальная приповерхностная температура:





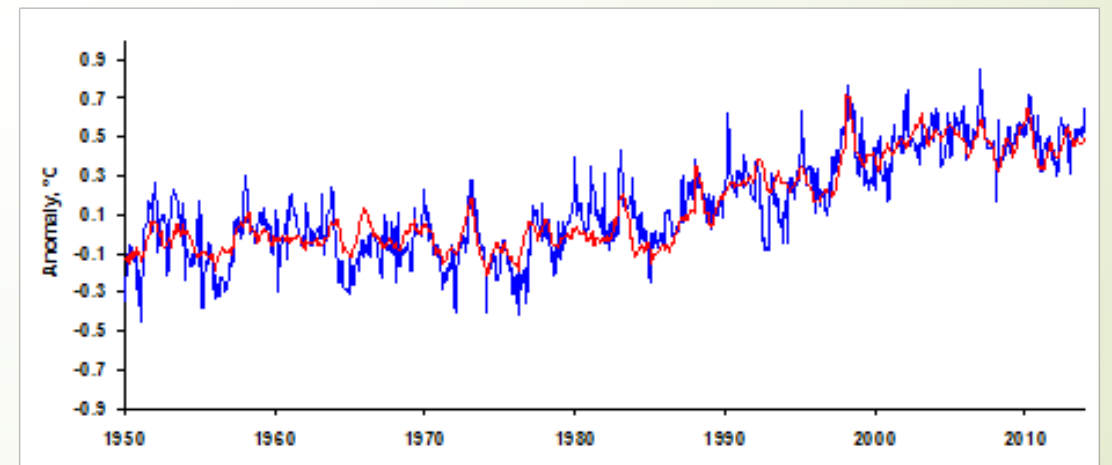
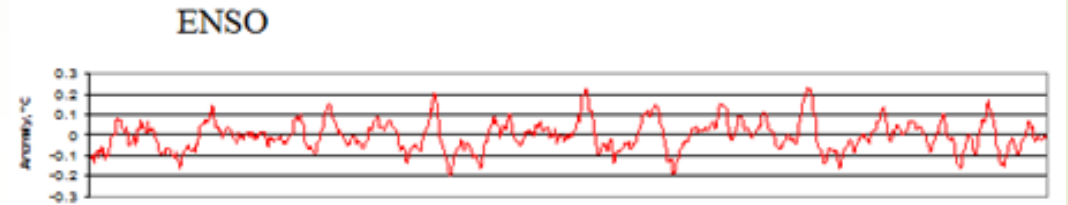
Работы других авторов

Reid, P. C., Hari, R. E., Beaugrand, G., Livingstone, D. M., Marty, C., Straile, D., ... & Brown, R. (2016), Global impacts of the 1980s regime shift. *Global change biology*, 22(2), 682-703.

Jones RN, Ricketts JH (2017) Reconciling the signal and noise of atmospheric warming on decadal timescales. *Earth Syst. Dynam.*, 8, 177-210.

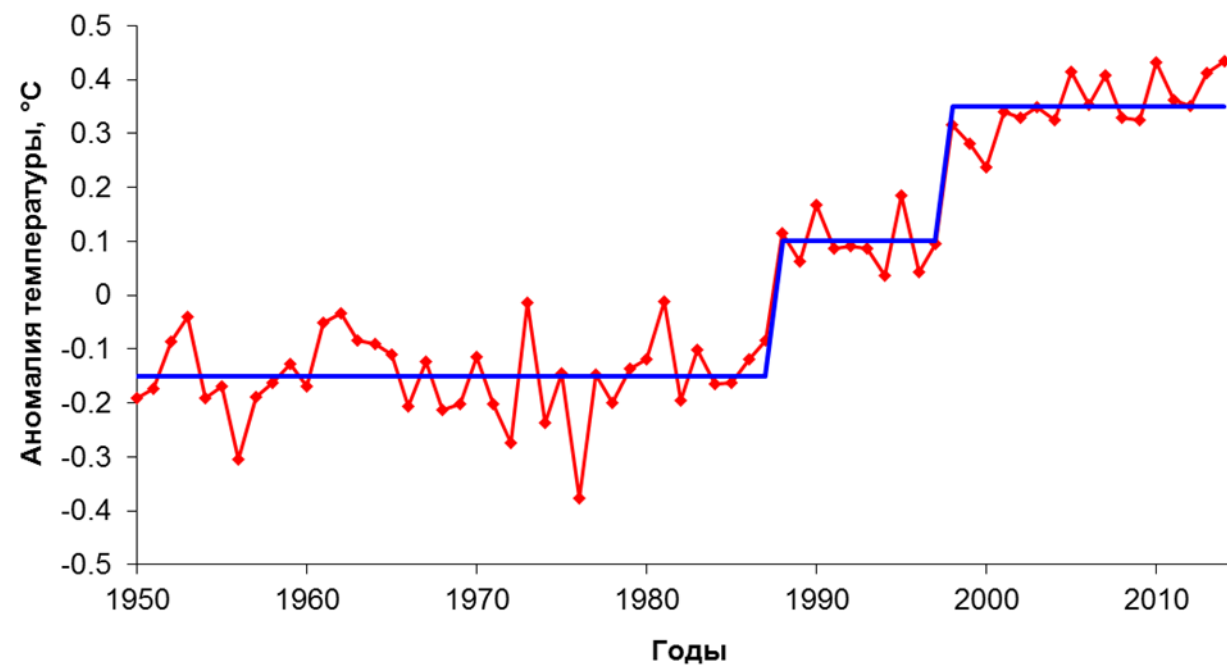
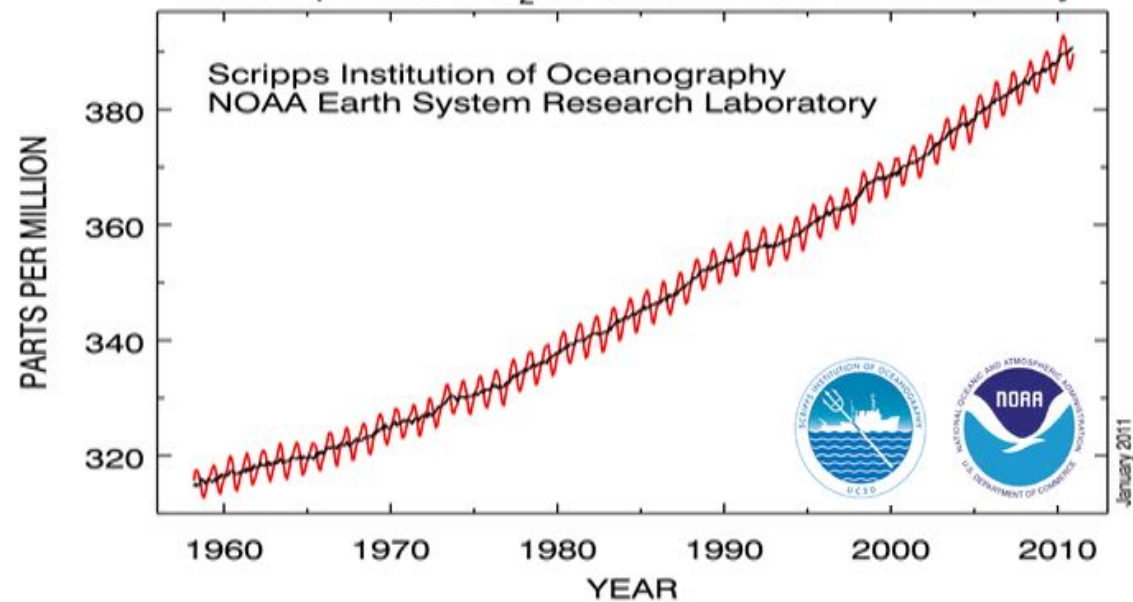
Гипотеза

- Изменения среднеглобальной приповерхностной температуры в 1950-2014 годах это суперпозиция ступенчатой функции и краткосрочных вариаций (ENSO в первую очередь).





Atmospheric CO₂ at Mauna Loa Observatory



Особенности динамики приповерхностных температур

- Выделяем с помощью метода главных компонент индекс влияния Эль-Ниньо
- Удаляем из каждой ячейки поверхности линейное воздействие этого фактора
- Делаем поправки на эффекты крупных извержений вулканов
- Рассматриваем полученное пространственно-временное поле

Рис. 1. Очищенные аномалии приповерхностной температуры Земли (наземные наблюдения). «Лестница» состоящая из режимов и скачков.

