

# Динамика климата Земли The Earth Climate Dynamics

А.В. Бялко

*Институт теоретической физики им. Л.Д. Ландау,  
журнал «Природа»*

Бялко А.В. Спектр возмущений земных суток, *Природа*. 2013. №8, 63—67.

Бялко А.В. Спектры возмущений климатической системы, *Природа*, 2013. № 9, 17-26.

Byalko A.V. Correlation & spectra analysis of climate data sets, General Assembly of European Geophysical Union, Vienna, 2014.

*Светлой памяти Юрия Аркадьевича Бычкова.*

*Дни Ландау 23.06.2014*

# Sets of data (1880-2012 and 1958-2012):

## A. MONTHLY DATA:

1. **ENSO** Index: Earth System Research Laboratory Extended Multivariate ENSO Index  
<http://www.esrl.noaa.gov/psd/enso/mei.ext>  
<http://www.esrl.noaa.gov/psd/enso/mei.ext/table.ext.html>
2. Global temperature. National Climatic Data Center:  
[ftp://ftp.ncdc.noaa.gov/pub/data/anomalies/monthly.land\\_ocean.90S.90N.df\\_1901-2000mean.dat](ftp://ftp.ncdc.noaa.gov/pub/data/anomalies/monthly.land_ocean.90S.90N.df_1901-2000mean.dat)
3. Global temperature. Goddard Institute for Space Studies:  
<http://data.giss.nasa.gov/gistemp/tabledata/HLB.Ts+dSST.txt>
4. CO<sub>2</sub>. Earth System Research Laboratory Global Monitoring Division (Mouna Loa, 1958-2012)  
[ftp://ftp.cmdl.noaa.gov/ccg/co2/trends/co2\\_mm\\_mlo.txt](ftp://ftp.cmdl.noaa.gov/ccg/co2/trends/co2_mm_mlo.txt);  
[ftp://ftp.cmdl.noaa.gov/ccg/co2/trends/co2\\_mm\\_gl.txt](ftp://ftp.cmdl.noaa.gov/ccg/co2/trends/co2_mm_gl.txt)

## B. DAYLY DATA

5. Length of Day (LOD) data

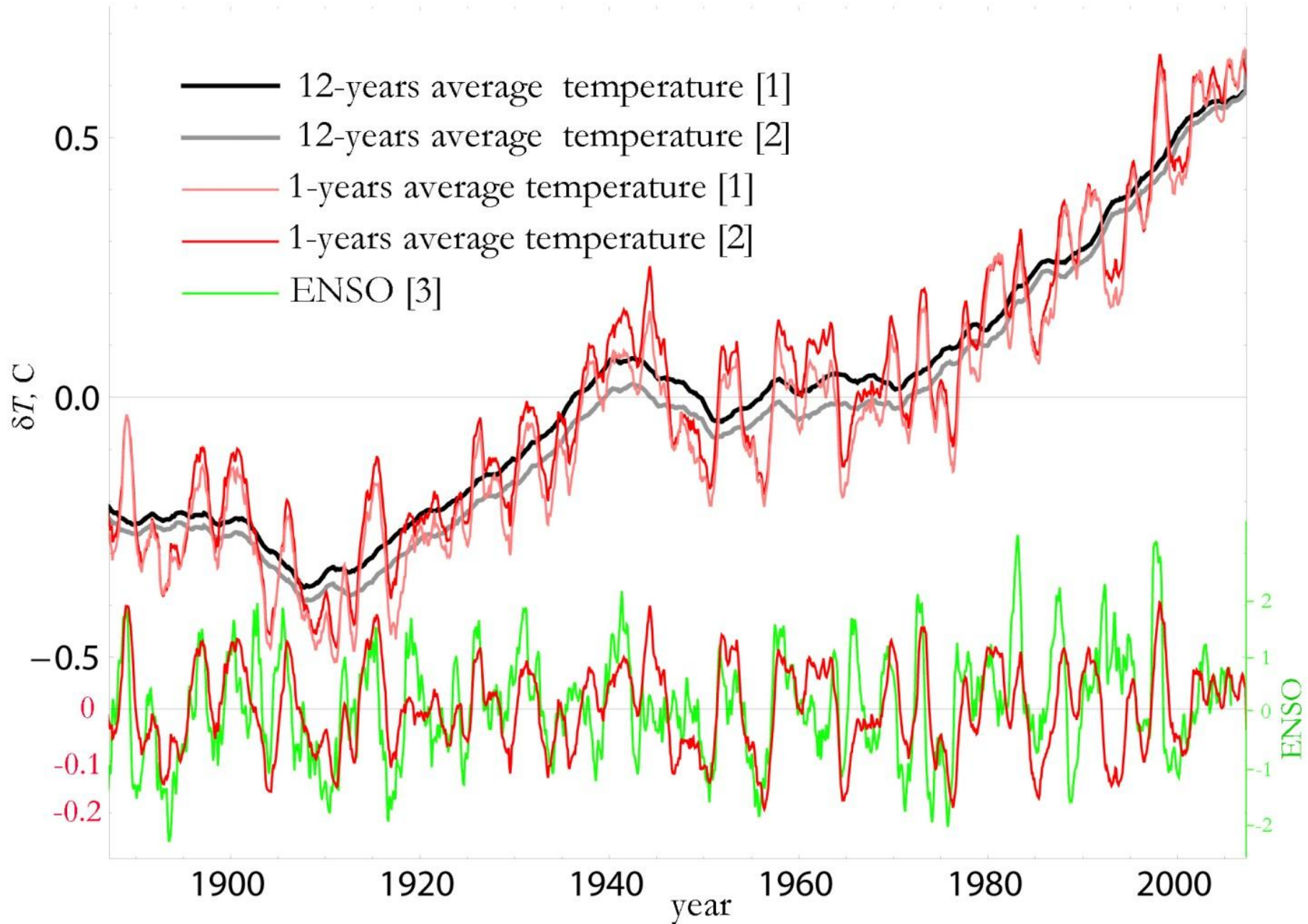
IERS = International Earth Rotation and Reference Systems Service, France:

<ftp://hpiers.obspm.fr/iers/series/opa/eopc04>

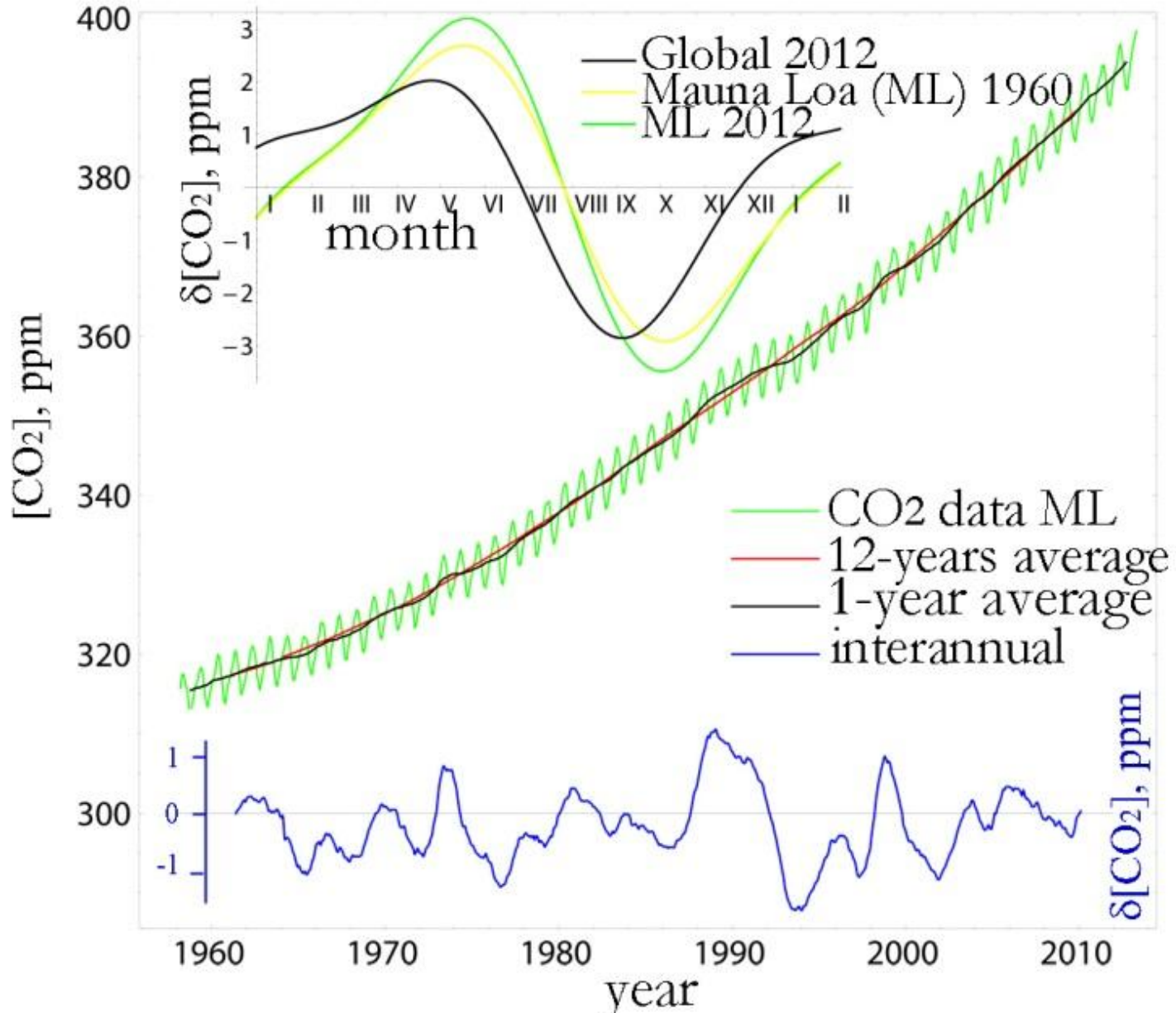
6. Momentum of atmosphere: NOAA Climate Diagnostics Center, Boulder, CO.

[http://ftp.aer.com/pub/anon\\_collaborations/sba/](http://ftp.aer.com/pub/anon_collaborations/sba/)

# Global temperatures and ENSO index



# CO<sub>2</sub> ppm : season, 12- & 1-year averaged, inter-annual



# Correlation functions $K(\tau)$ of random processes $f(t)$ and their spectra $S(\omega)$

(N.Wiener, A.Khinchin, A.Kolmogorov, 1930-th)

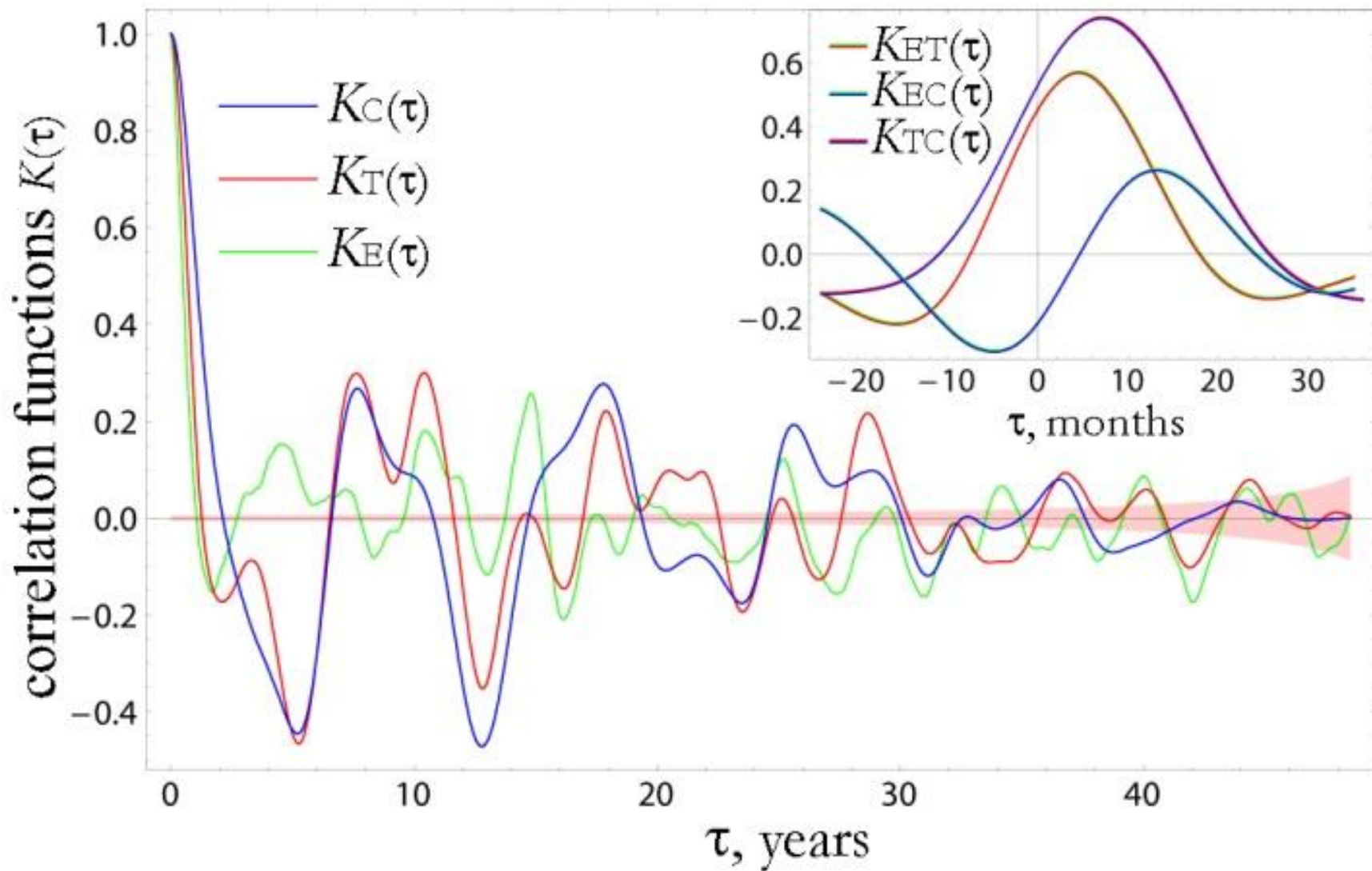
$$\bar{f}(t) = N^{-1} \sum_{i=1}^N f_i; \quad D = \sum_{i=1}^N (f_i - \bar{f})^2.$$

$$K(2r) = D^{-1} \sum_{i=1}^N (f_{i+r} - \bar{f})(f_{i-r} - \bar{f}).$$

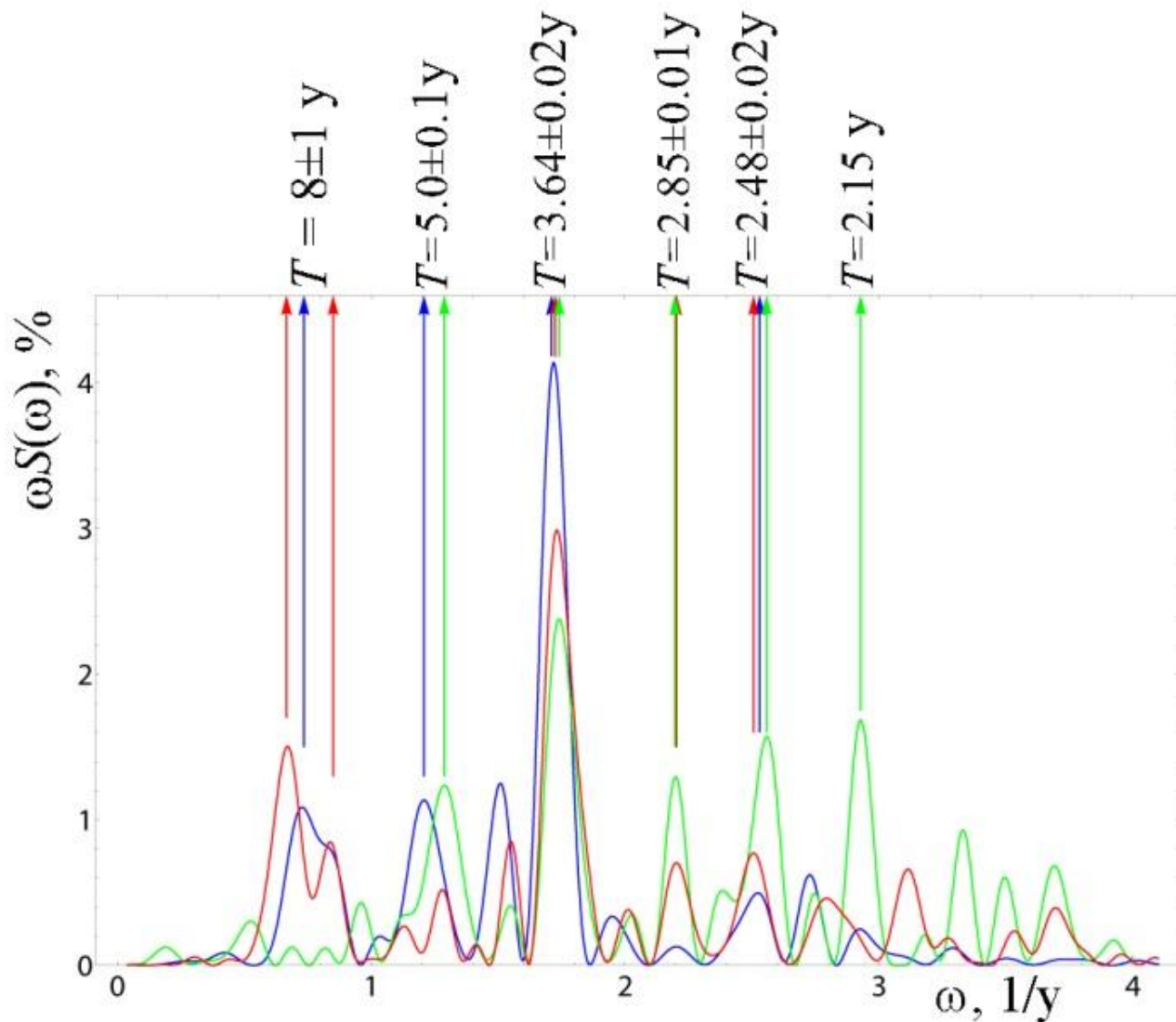
$$K(-r) = K(r); \quad K(0) = 1.$$

$$S(\omega) = (2\pi)^{-1} \int_0^{\infty} dr K(r) \cos \omega r .$$

# Autocorrelations and inter-correlations

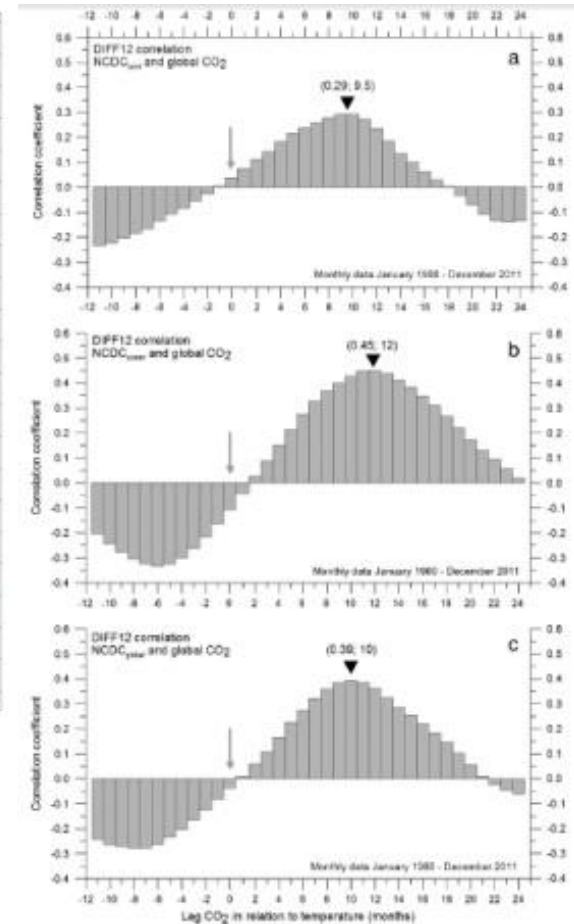
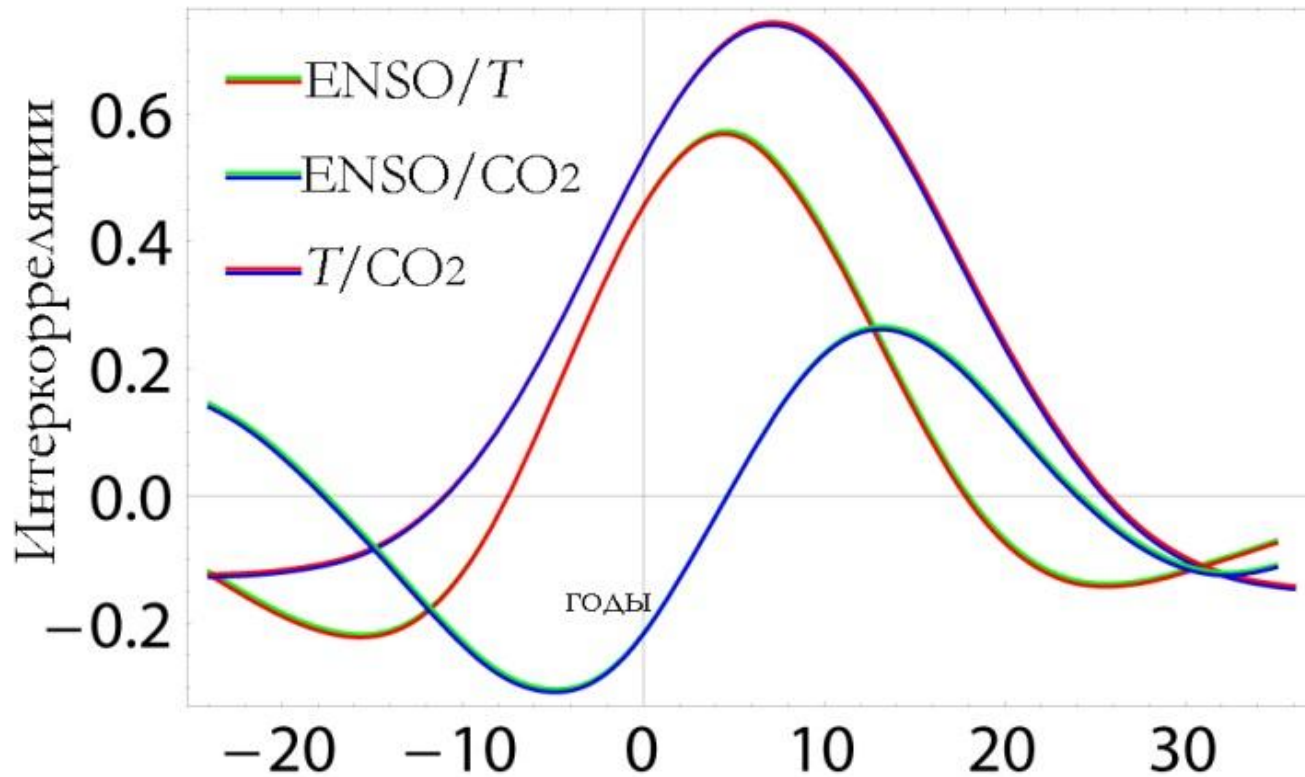


# Spectra of climate data in the inter-annual diapason



T global – red  
ENSO - green  
CO<sub>2</sub> – blue

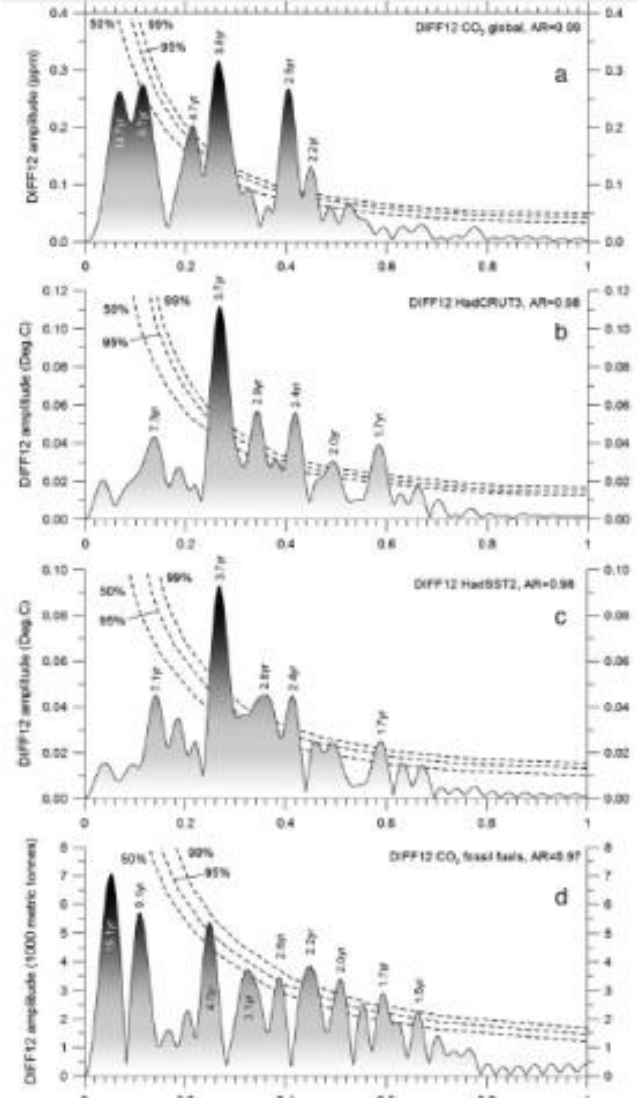
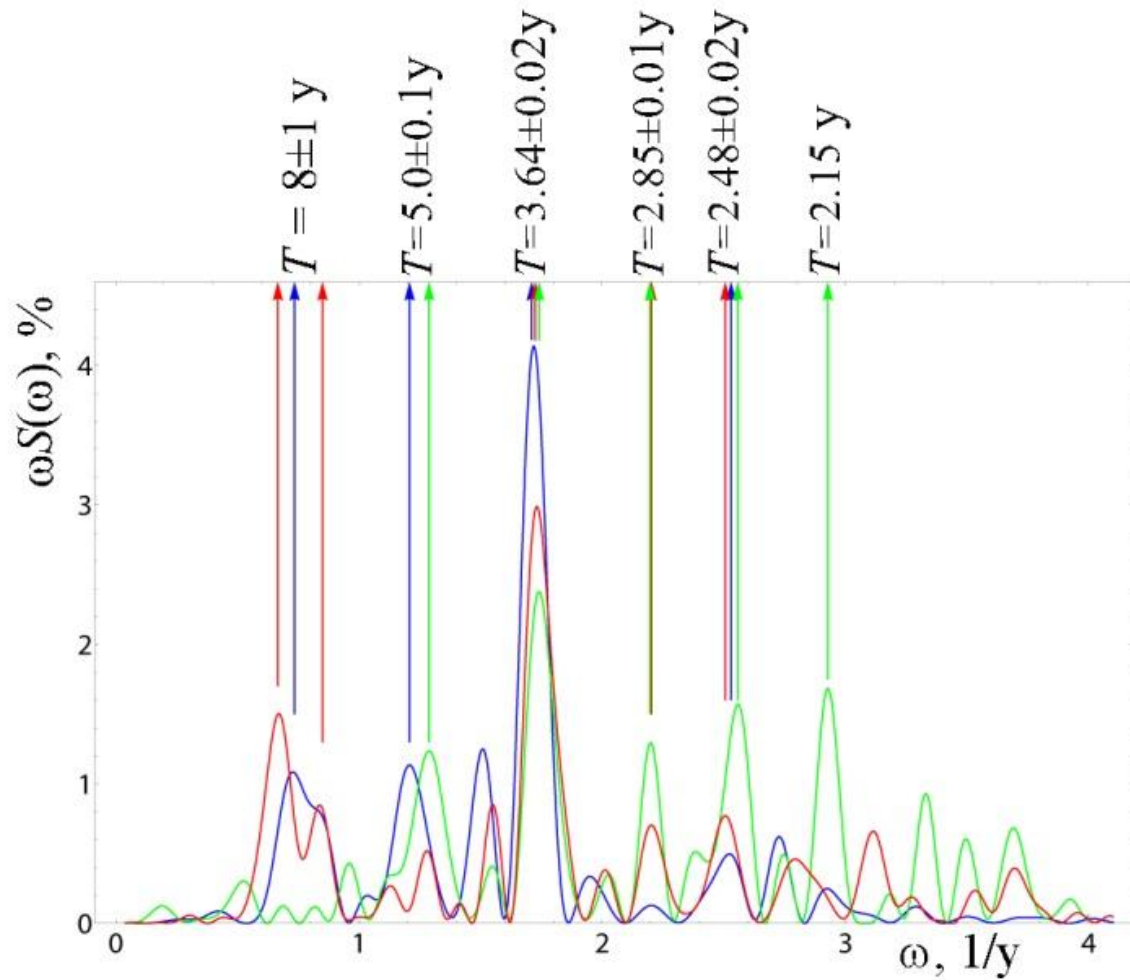
# Comparison of independent studies



## Comparison of results

	$T_2$	$T_3$	Lag $T/CO_2$ , mon.	Max. $T/CO_2$
Humlum	3.7—3.8 г.	2.4—2.5 г.	9.5—11	0.40—0.48
Byalko	$3.64 \pm 0.02$ г.	2.45—2.51 г.	$7.2 \pm 0.1$	$0.74 \pm 0.01$



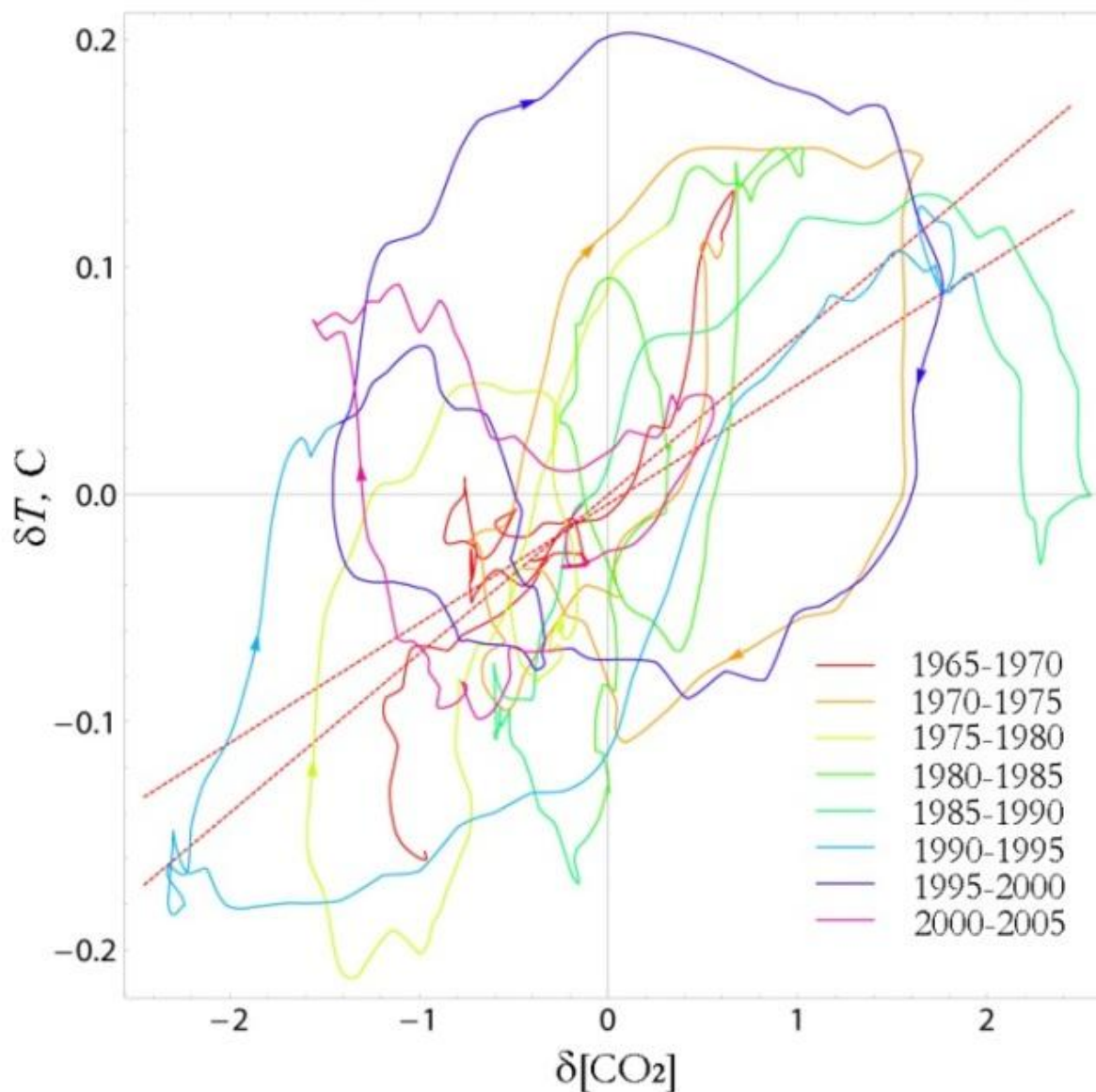


### Comparison of results

	$T_2$	$T_3$	Lag $T/\text{CO}_2$ , mon.	Max. $T/\text{CO}_2$
Humlum	3.7—3.8 r.	2.4—2.5 r.	9.5—11	0.40—0.48
Byalko	$3.64 \pm 0.02$ r.	2.45—2.51 r.	$7.2 \pm 0.1$	$0.74 \pm 0.01$

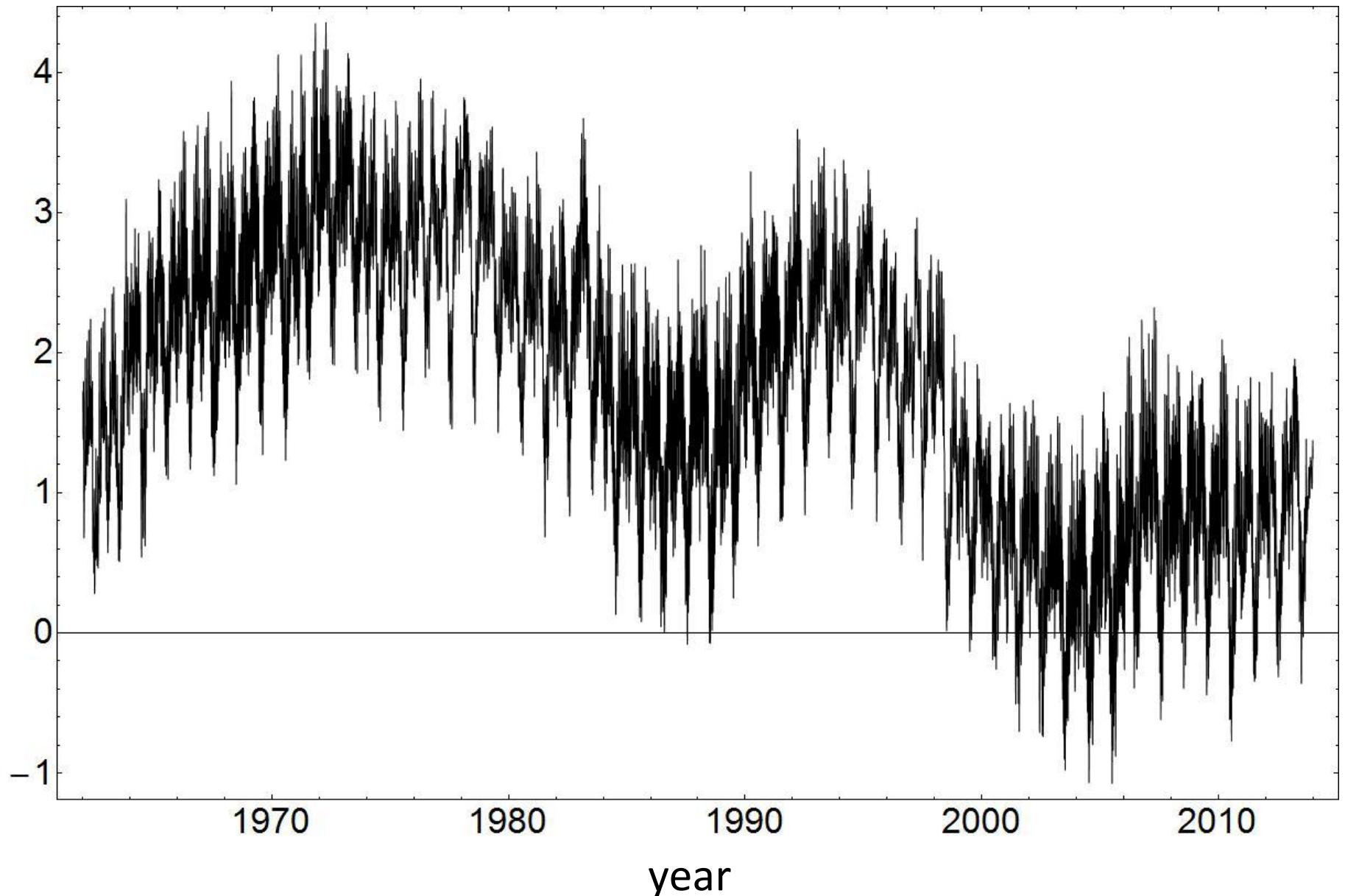
# Cycles of global temperature — CO<sub>2</sub> changes

$$\delta T = a \delta[\text{CO}_2]; \quad a = 0.05 \pm 0.02 \text{ K/ppm.}$$

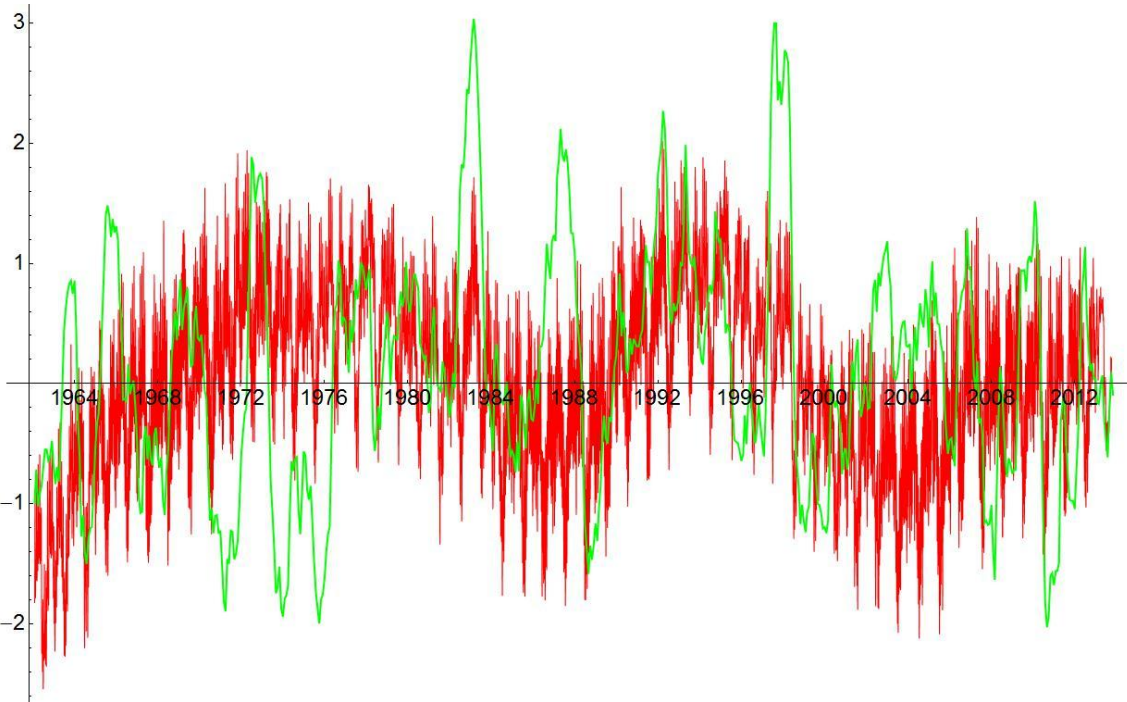


# LOD = Length of Day

– вариации длительности суток в мс

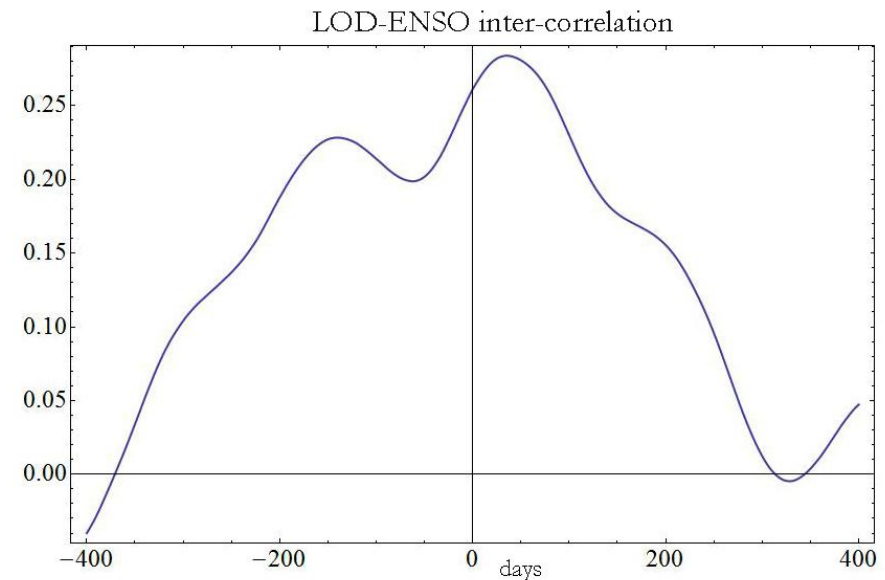


# Корреляция (< 0.29) LOD и ENSO

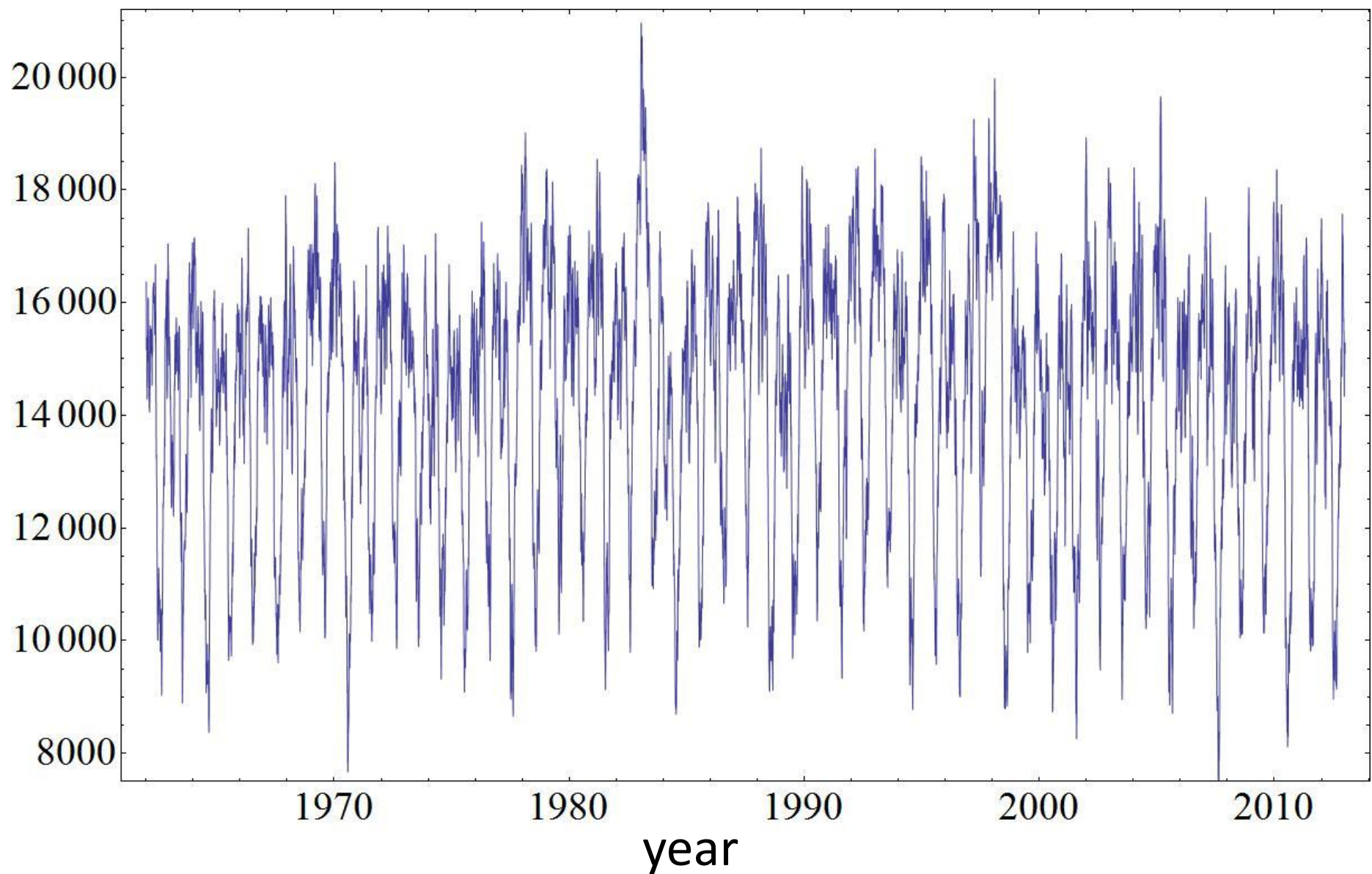


LOD, ms – red  
ENSO – green

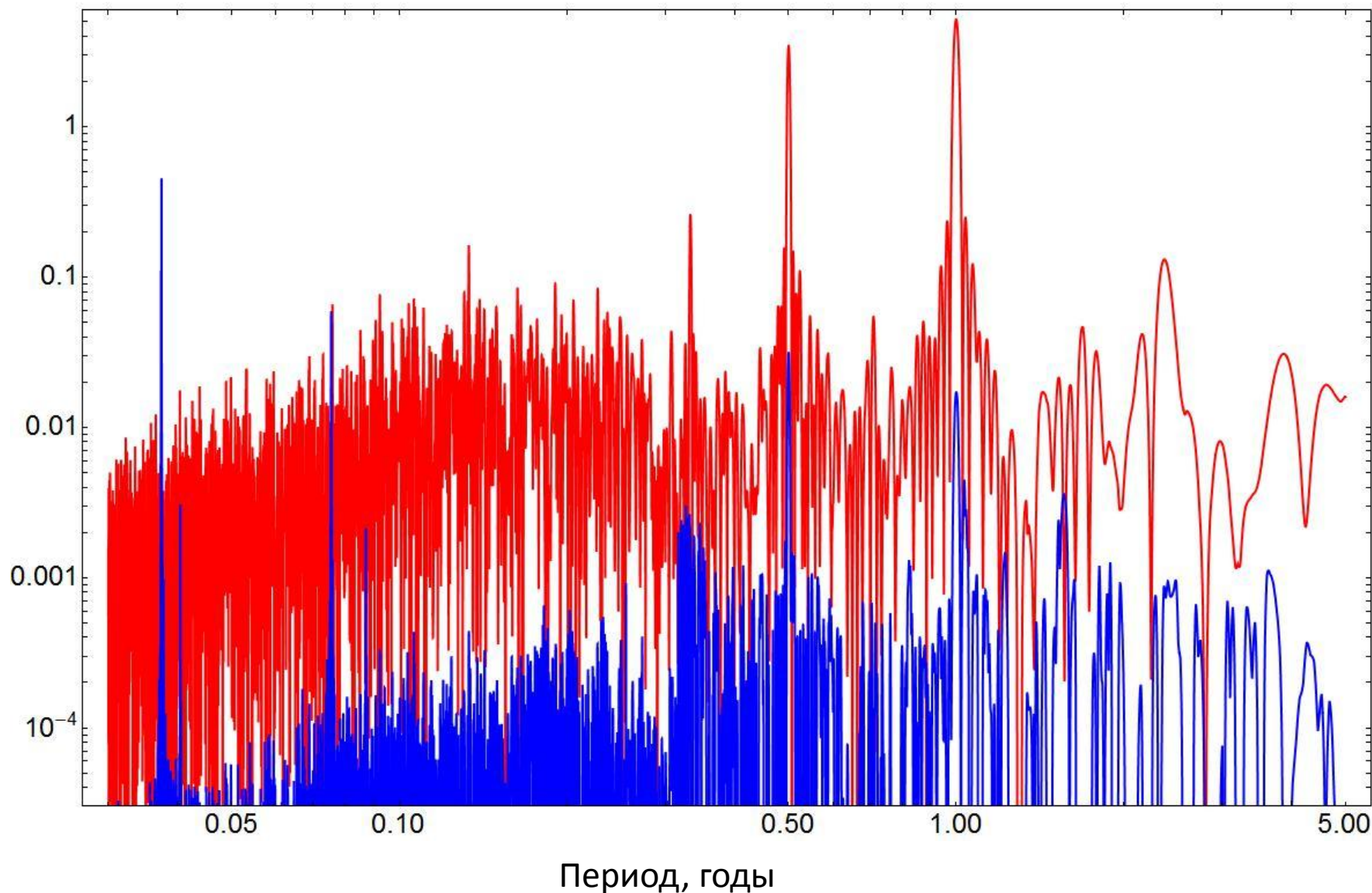
LOD–ENSO  
inter-correlation:  
max.= 0.29 at  $\tau=36$  days.



# Полярная проекция момента импульса атмосферы в $10^{20}$ кг м<sup>2</sup>/с

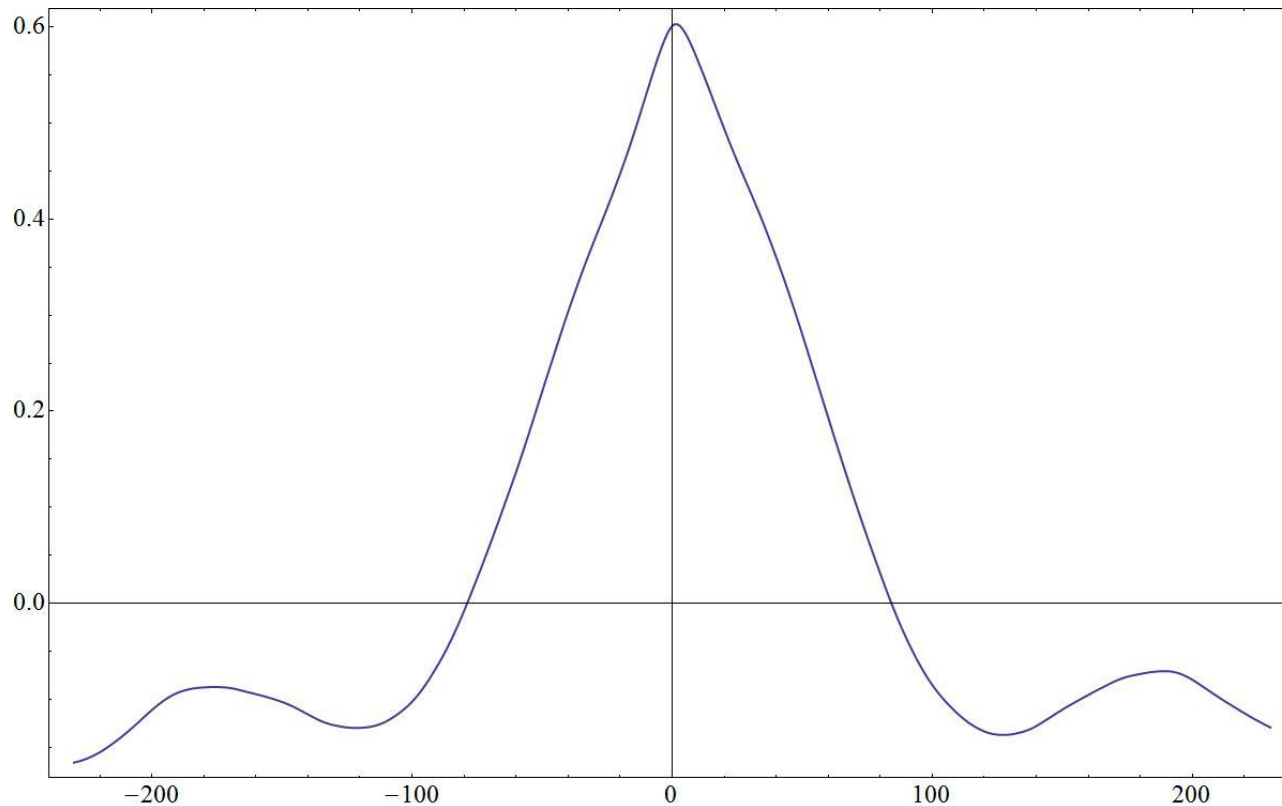


Спектры момента импульса атмосферы (красный) и LOD (синий)  
в высокочастотной различны, а в низкочастотной области подобны  
максимумы при  $T = 3.5, 2.5, 1.0, 0.5$  и  $0.33$  (!) года

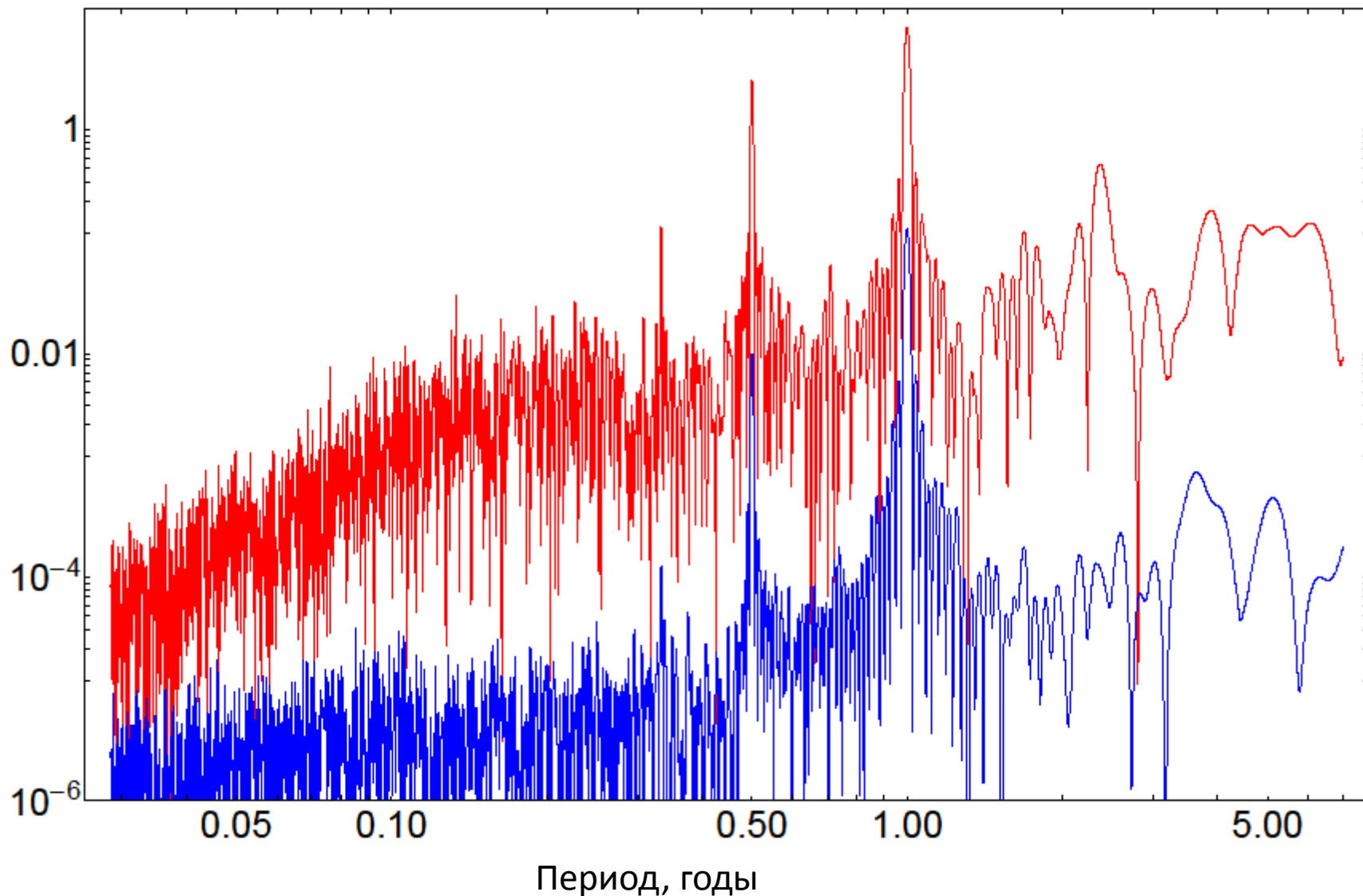


# Высокая корреляция LOD и момента импульса атмосферы (0.60 при $t = 3$ сут.)

Сидоренков Н.С., Бизуар К., Зотов Л.В., Салстейн Д.  
Момент импульса атмосферы, *Природа*, 2014, №4.



Спектры момента импульса атмосферы (красный) и  $\text{CO}_2$  (синий)  
в высокочастотной хаотичны, а в низкочастотной области подобны  
максимумы при  $T = 3.5, 2.5, 1.0, 0.5$  и  $0.33$  (!) года





# Выводы – предварительны.

1. Климатические переменные взаимосвязаны, но их колебательная причинность не очевидна.
2. Во всех спектрах присутствуют годовая и полугодовая частоты. Есть, но менее выражены в спектрах колебания с периодами 2.5 и 3.5 г. Этот факт позволяет делать вероятностные предсказания межгодовых колебаний погоды.
3. Высокочастотные (лунные) периоды есть в вариациях LOD, но они не выражены в спектрах момента атмосферы, температуры и CO<sub>2</sub>. Зависимость LOD предсказуема. Но дать по ней устойчивый кратковременный прогноз погоды на сроки 1-6 месяцев, полагаю, невозможно.

Спасибо за внимание.