

**Связь чувствительности к
удвоению содержания углекислого
газа и распределения облачности в
современных моделях климата**

Володин Е.М.

Институт вычислительной математики РАН

E-mail: volodin@inm.ras.ru

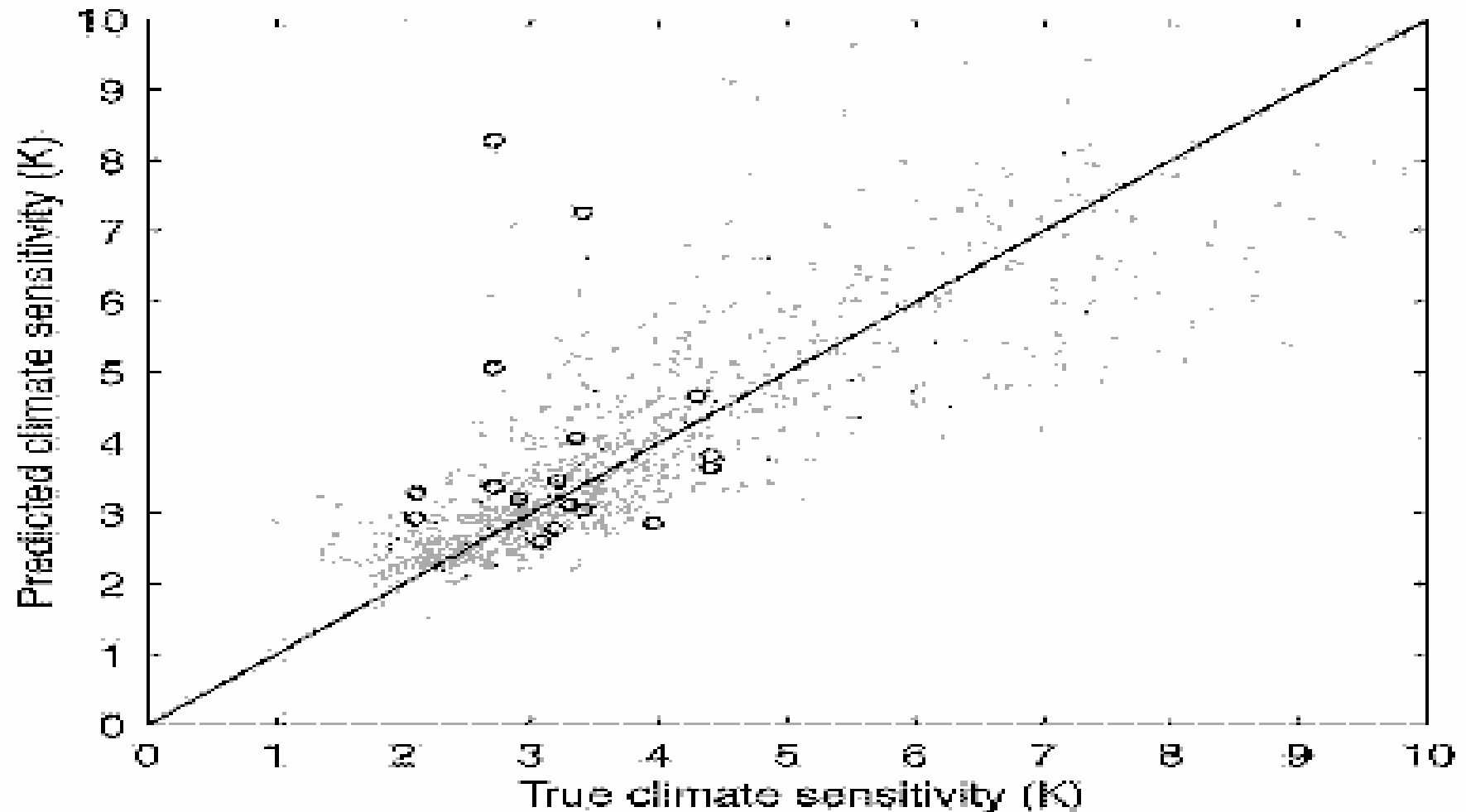
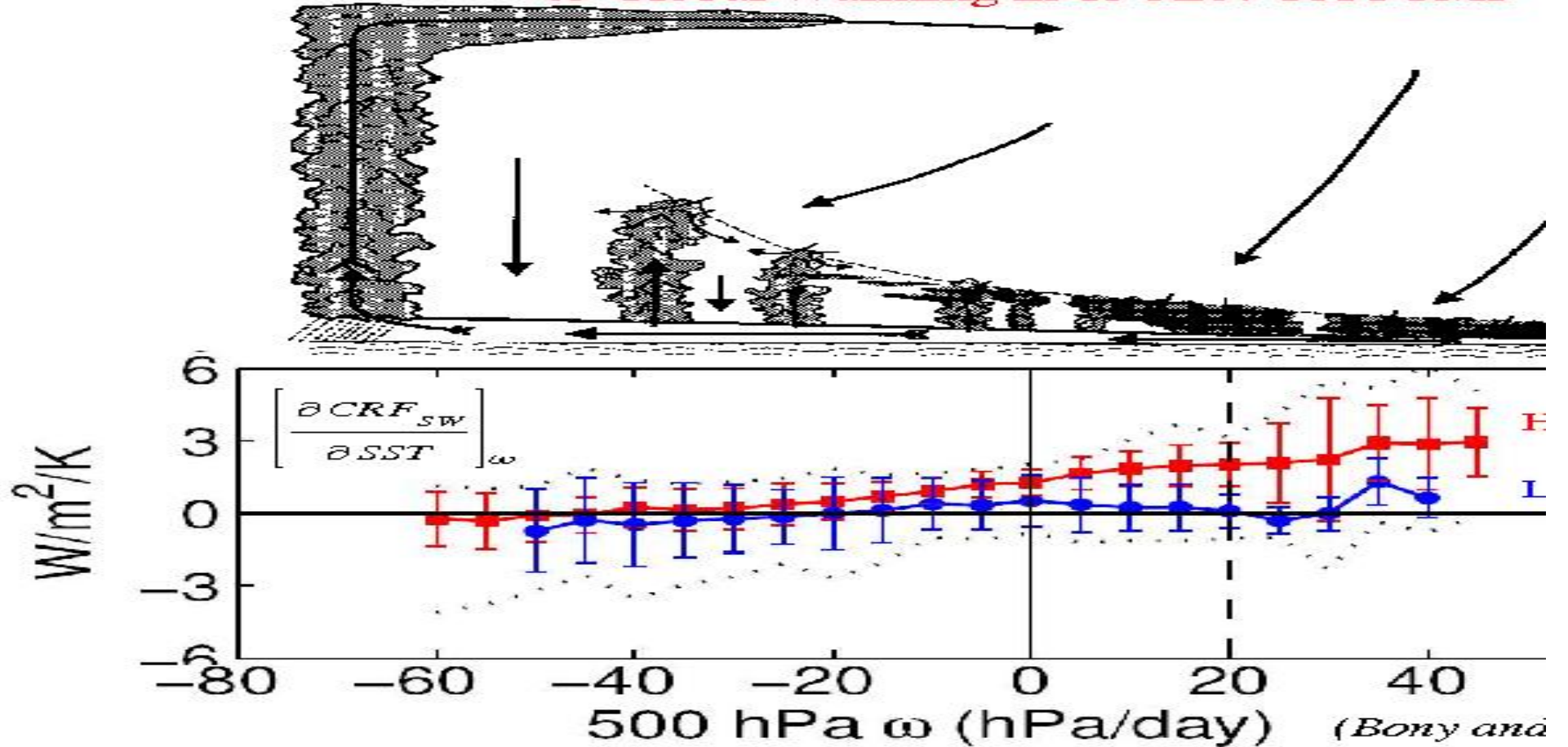


FIG. 3. Climate sensitivity predicted with the neural network from seasonality of temperature vs true sensitivity from a subset of 1000 CPDN simulations not used for training (gray dots) and for the 17 IPCC AOGCMs (black circles). Correlation for the CPDN simulations is $r = 0.88$.

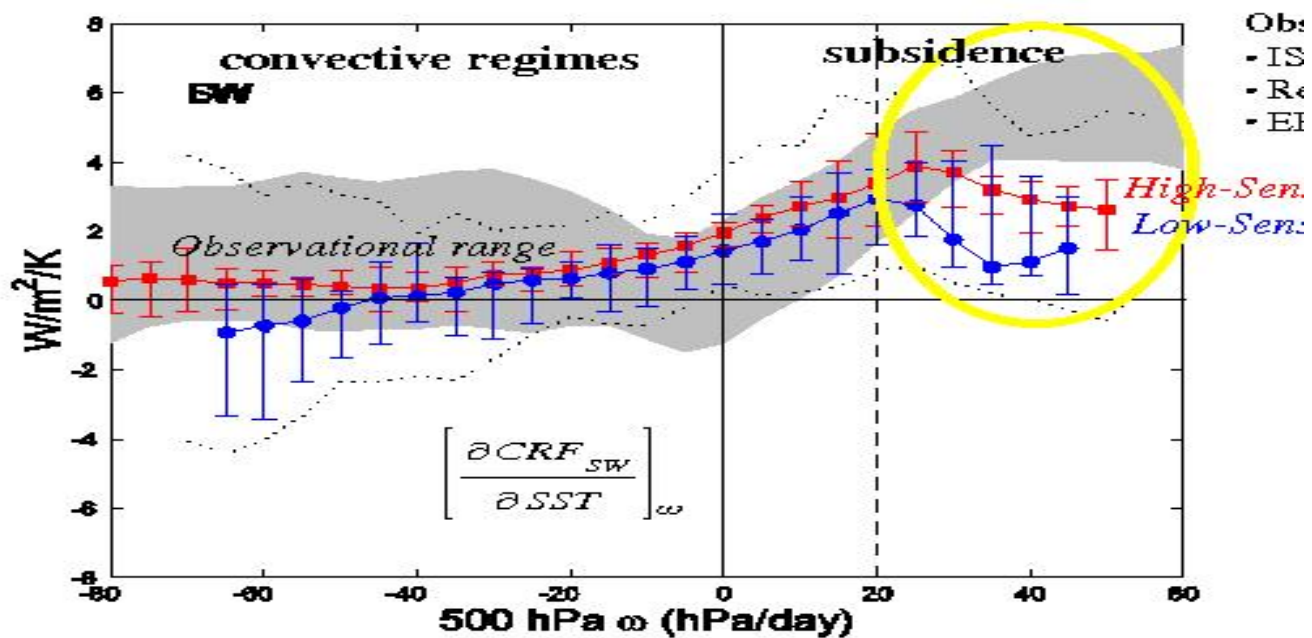
Bony, Dufrense GRL 2005.

Sensitivity of the Tropical Cloud Radiative Forc
to Global Warming in 15 AR4 OAGCMs



Sensitivity of the SW CRF to interannual SST c.
 (an example, not an analogue!)

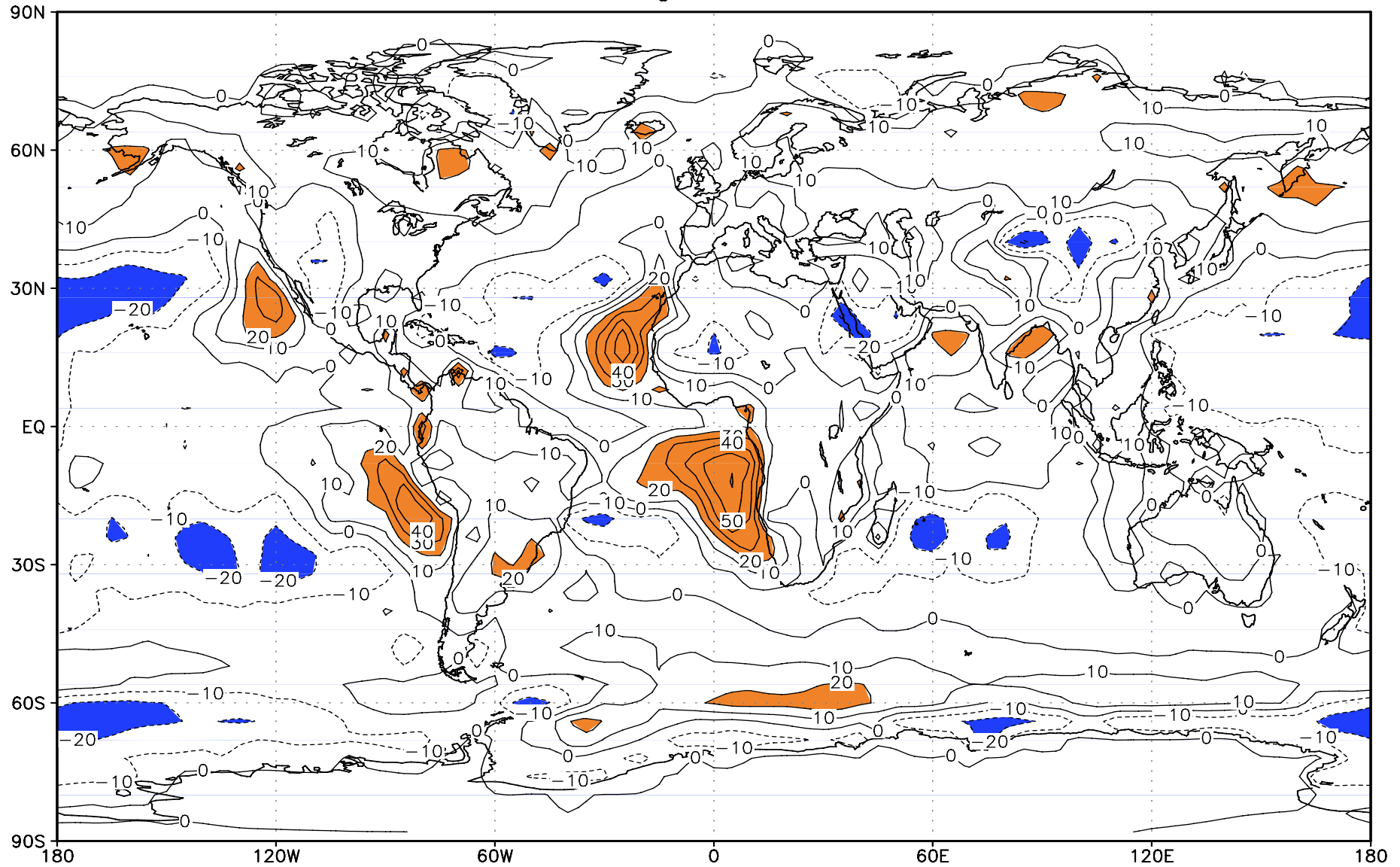
15 AR4 OAGCMs (20th Century simulation
 vs Observations



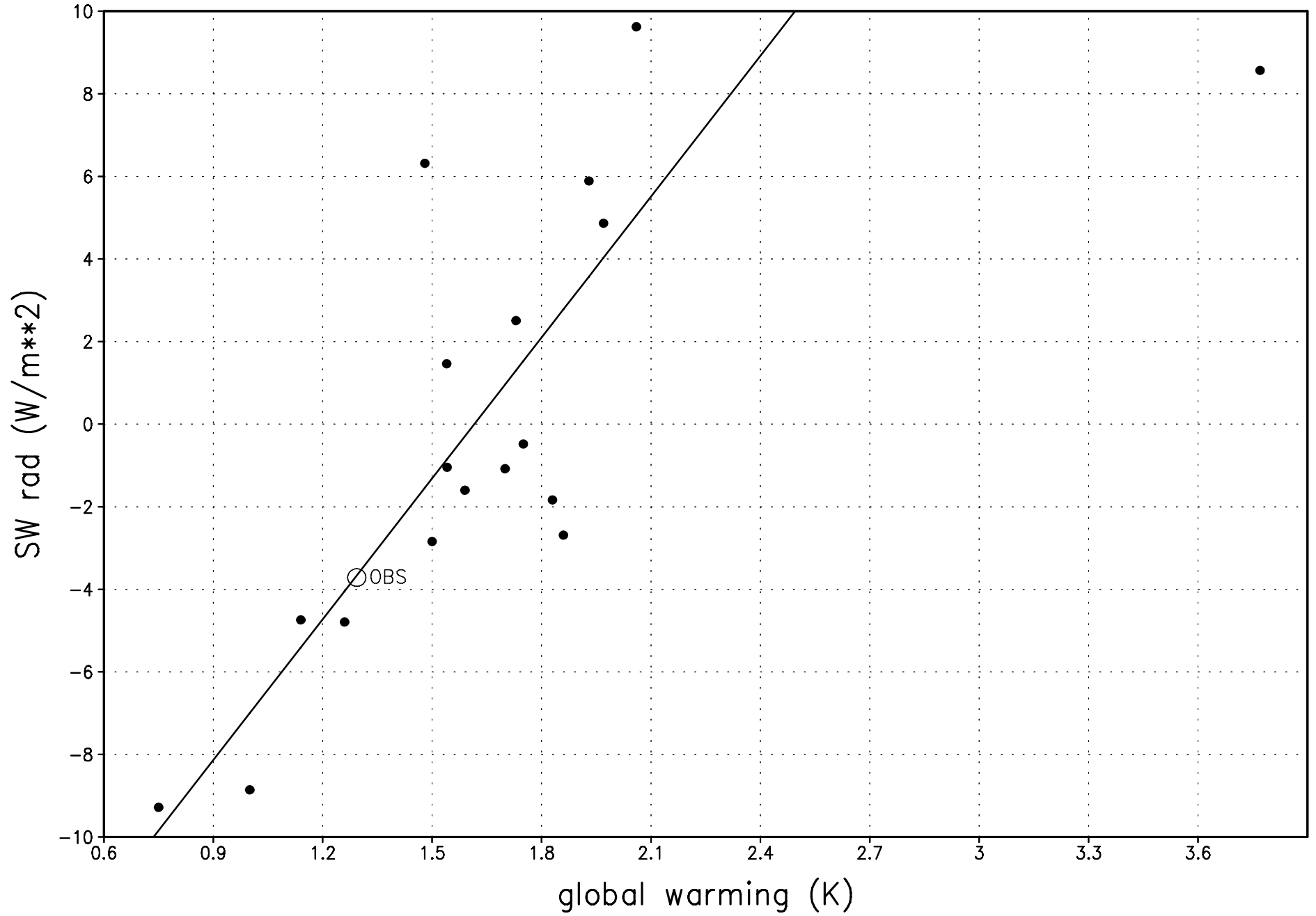
(Bony and Duj)

Разность коротковолновой радиации на поверхности в моделях с высокой и низкой чувствительностью

SW rad high dT – low dT



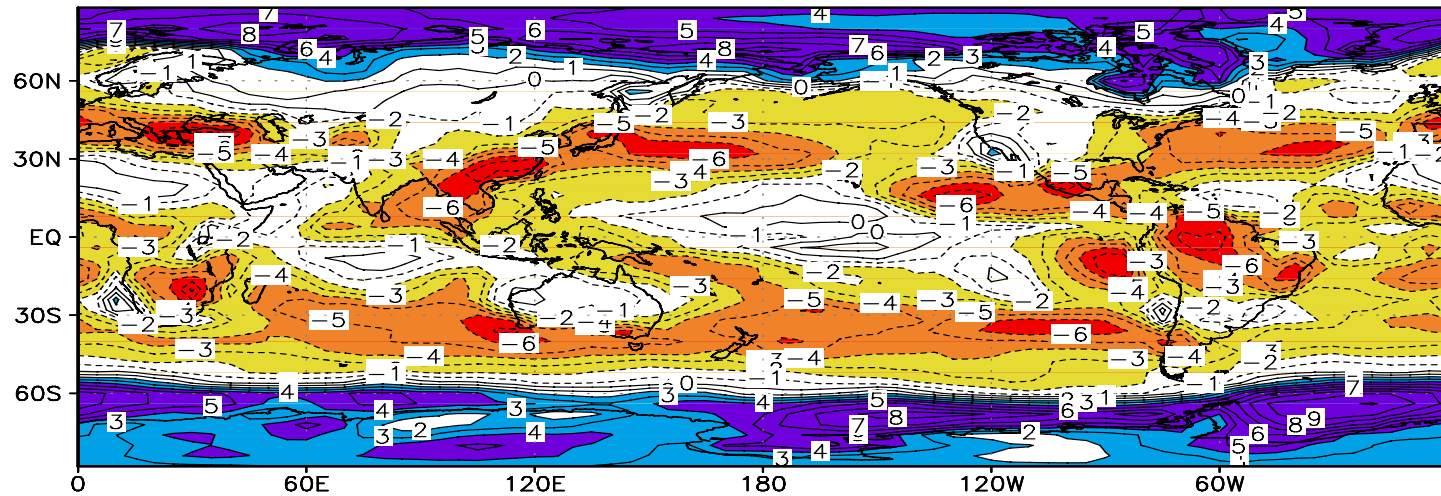
SW rad and Global Warming



Чувствительность моделей к удвоению CO₂

N	Модель	ΔT
1	UKMO-HadGEM1, UK	4.4
2	IPSL-CM4, France	4.4
3	MIROC3.2 (hires), Japan	4.3
4	MIROC3.2(medres), Japan	4.0
5	CGCM3.1(T47), Canada	3.4
6	CGCM3.1(T63), Canada	3.4
7	ECHAM5/MPI-OM, Germany	3.4
8	GFDL-CM2.1, USA	3.4
9	UKMO-HadCM3, UK	3.3
10	ECHO-G, Germany/Korea	3.2
11	MRI-CGCM2.3.2, Japan	3.2
12	CSIRO-Mk3.0, Australia	3.1
13	GFDL-CM2.0, USA	2.9
14	CCSM3, USA	2.7
15	GISS-EH, USA	2.7
16	GISS-ER, USA	2.7
17	INM-CM3.0, Russia	2.1
18	PCM, USA	2.1

Cloudiness 2*CO2-1*CO2 high sensitivity

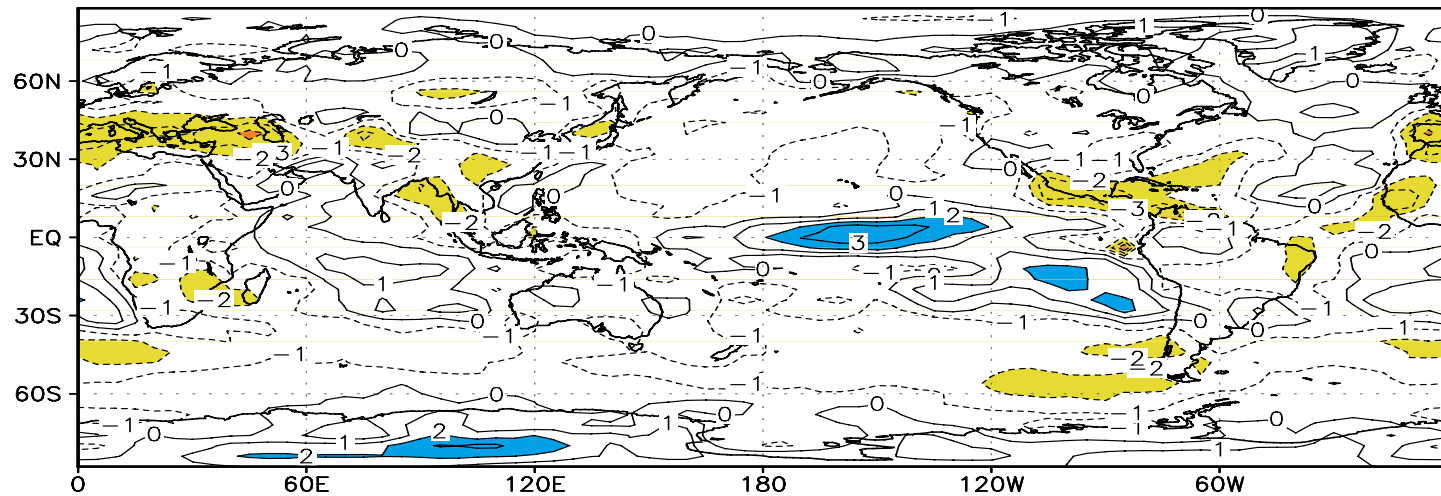


$$\Delta CRF = 2.7 \text{ BT/M}^2$$

$$\Delta CRF_{SW} = 3.7 \text{ BT/M}^2$$

$$\Delta CRF_{LW} = -1.0 \text{ BT/M}^2$$

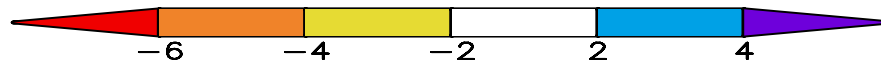
Cloudiness 2*CO2-1*CO2 low sensitivity



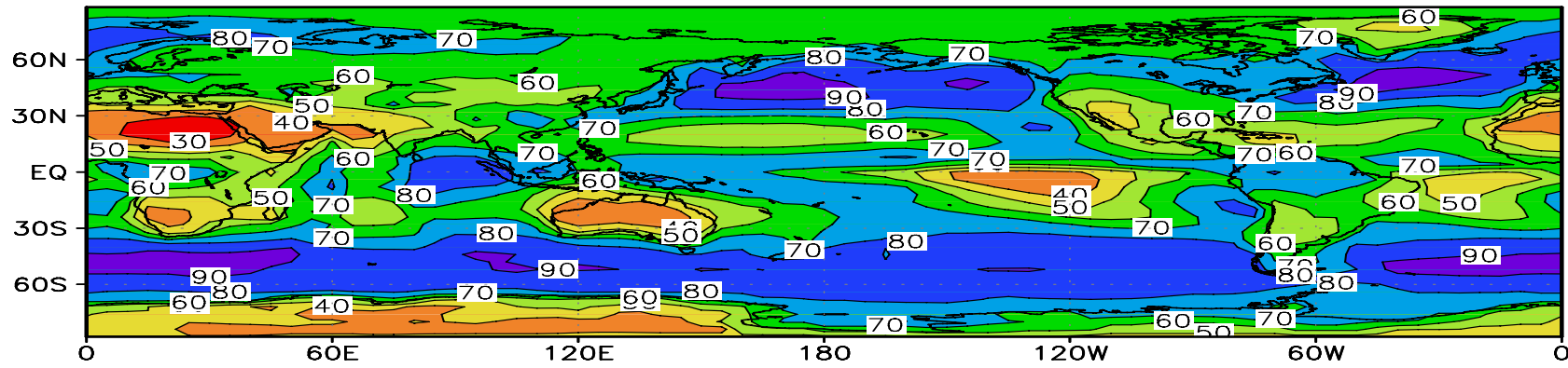
$$\Delta CRF = 0.2 \text{ BT/M}^2$$

$$\Delta CRF_{SW} = 0.8 \text{ BT/M}^2$$

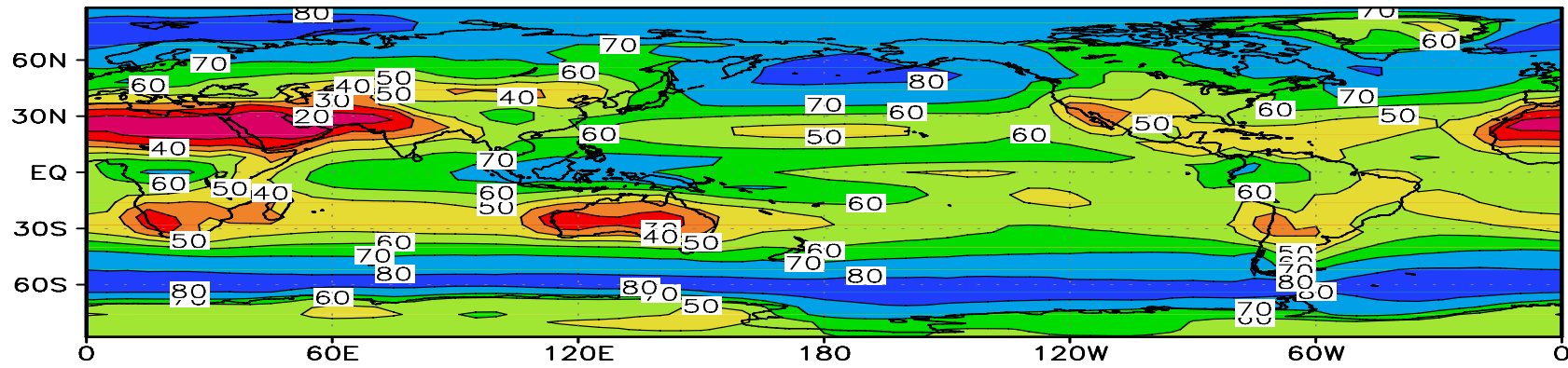
$$\Delta CRF_{LW} = -0.2 \text{ BT/M}^2$$



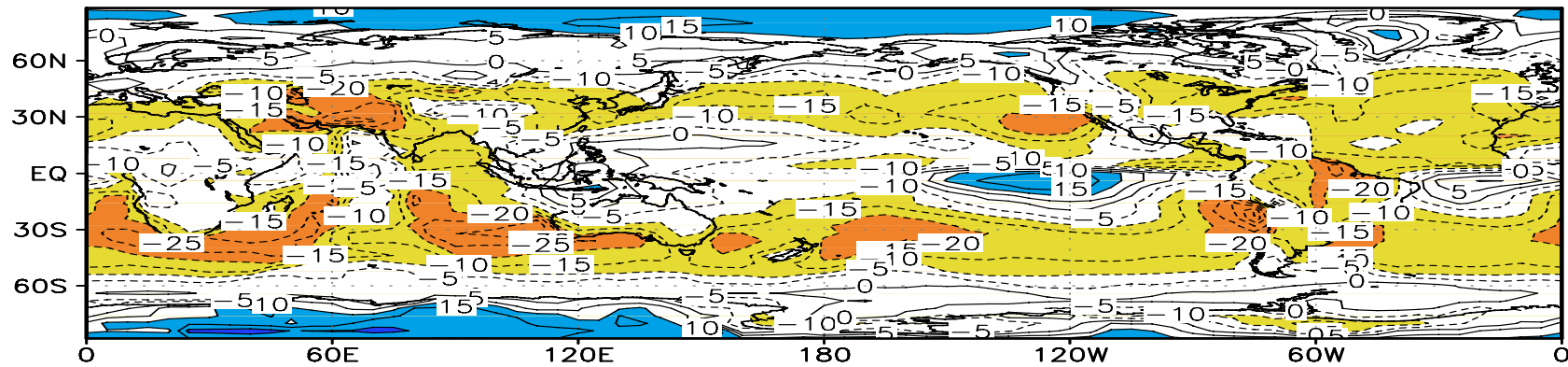
Observed cloudiness



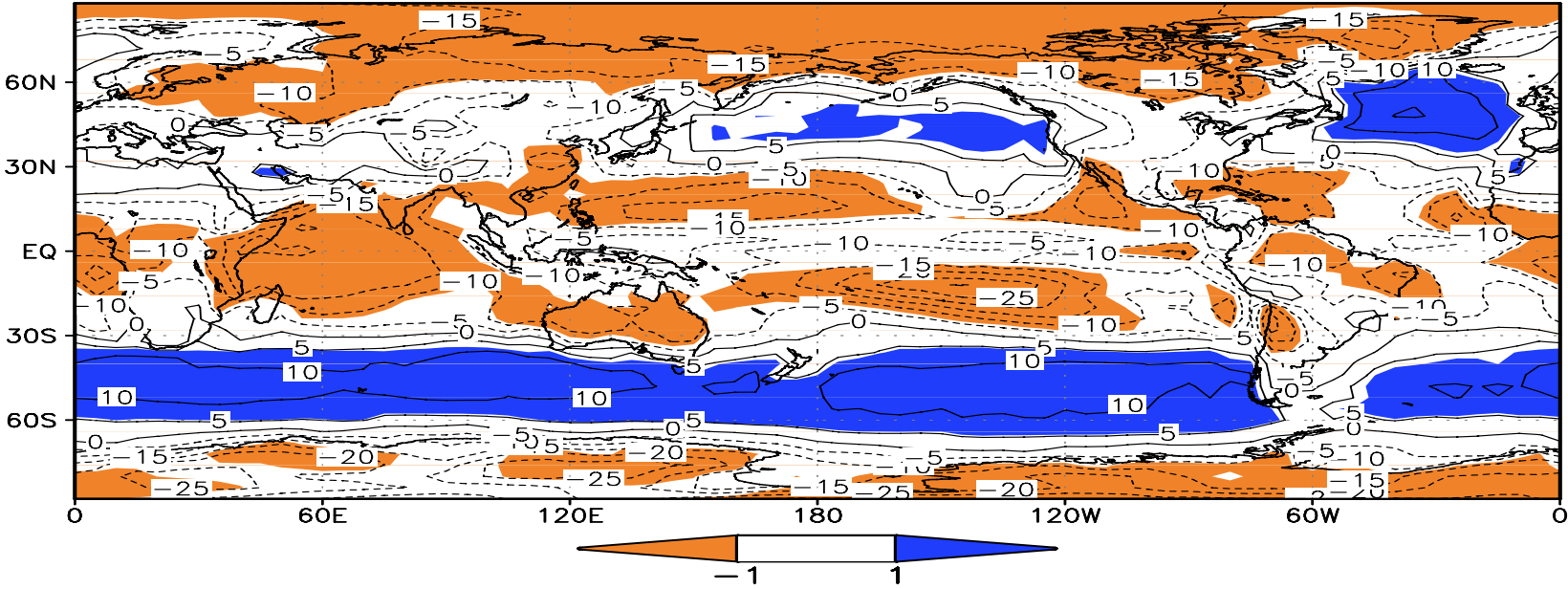
Mean model cloudiness

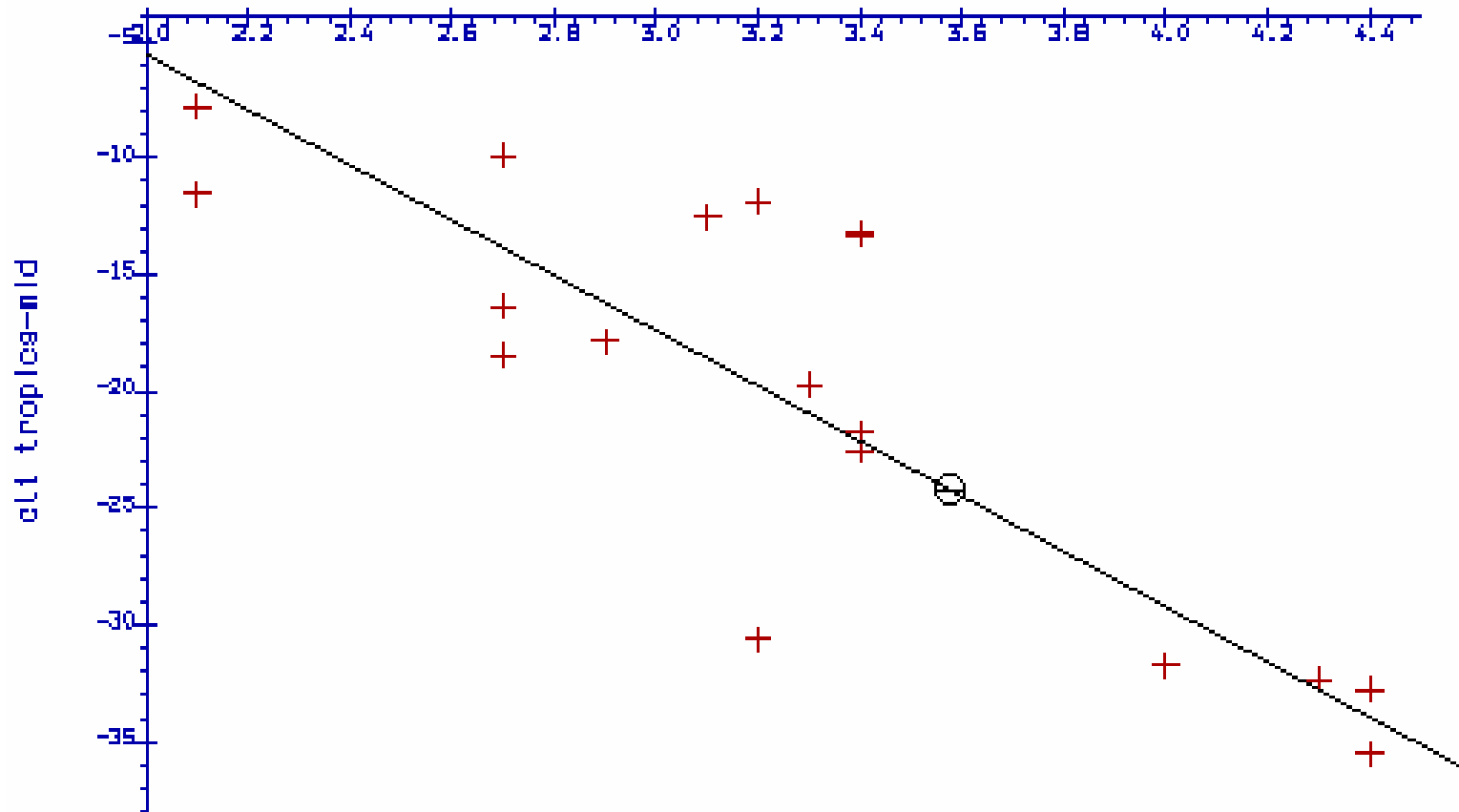


Mean model error

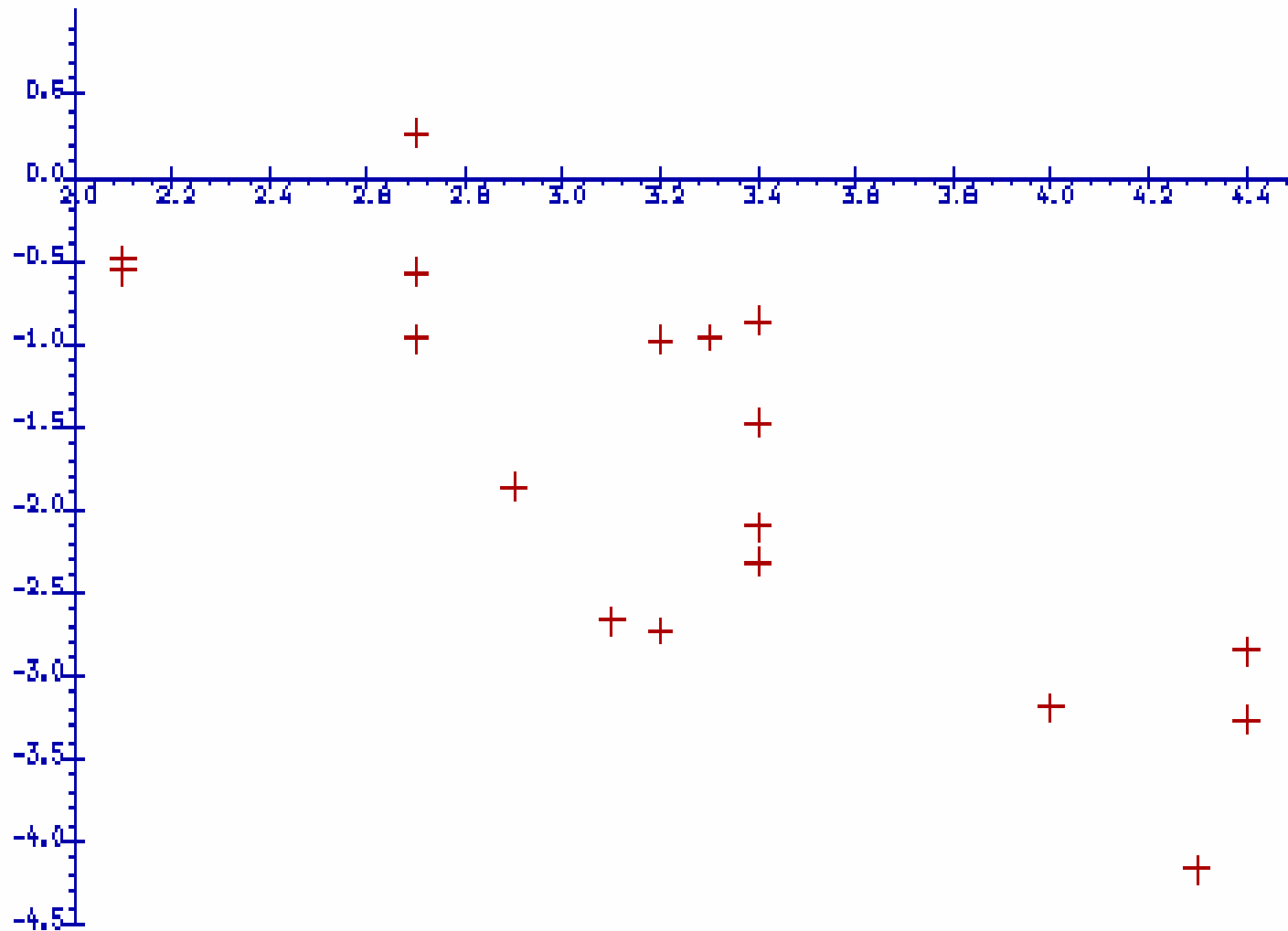


Cloudiness High – Low Sensitivity

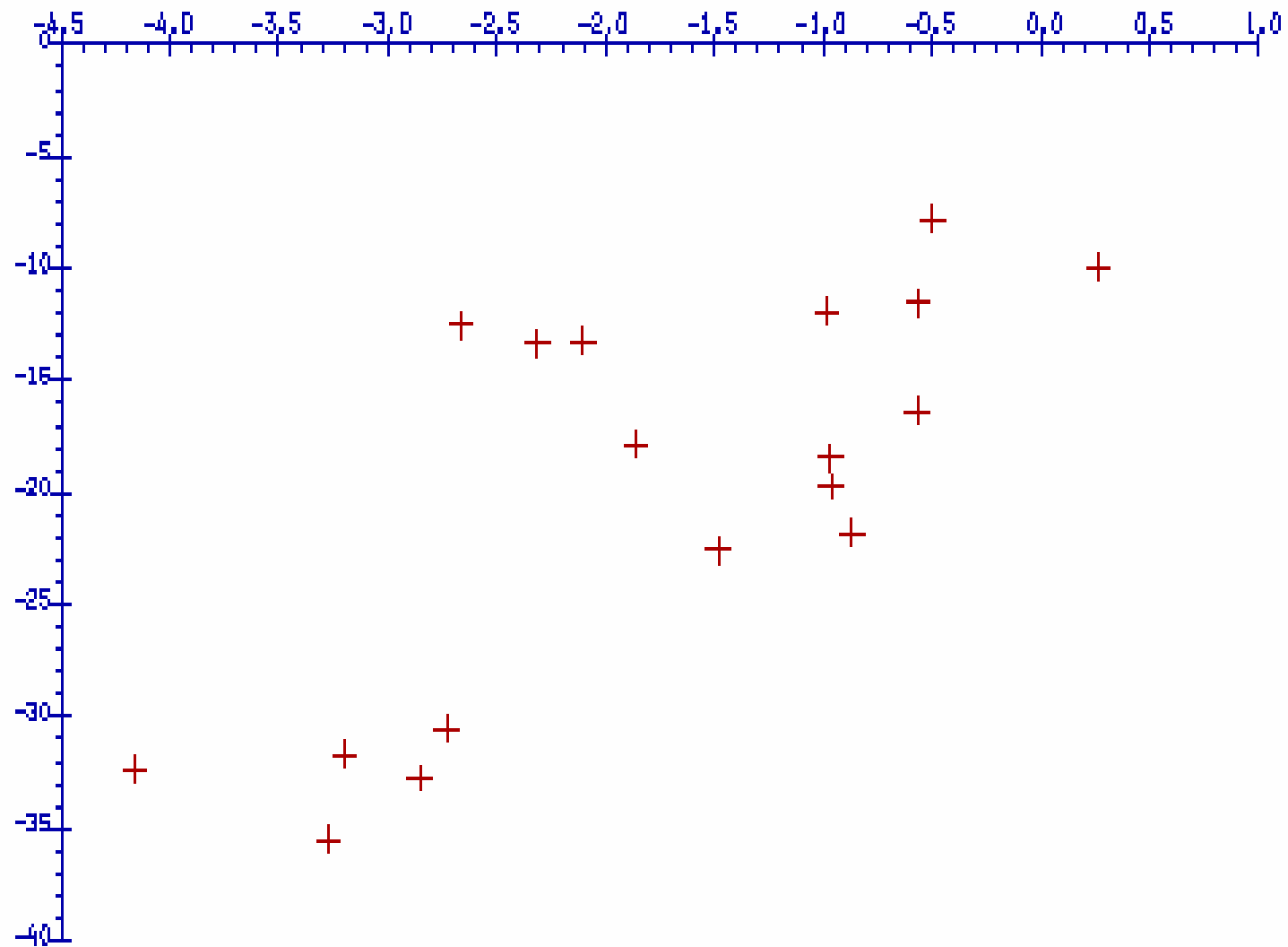




Чувствительность климата (абсцисса) и разность облачности над океанами в тропиках и умеренных широтах (ордината) в моделях климата. Кружок – оценка по данным наблюдений 3.6 ± 0.3 К. Коэффициент корреляции -0.82

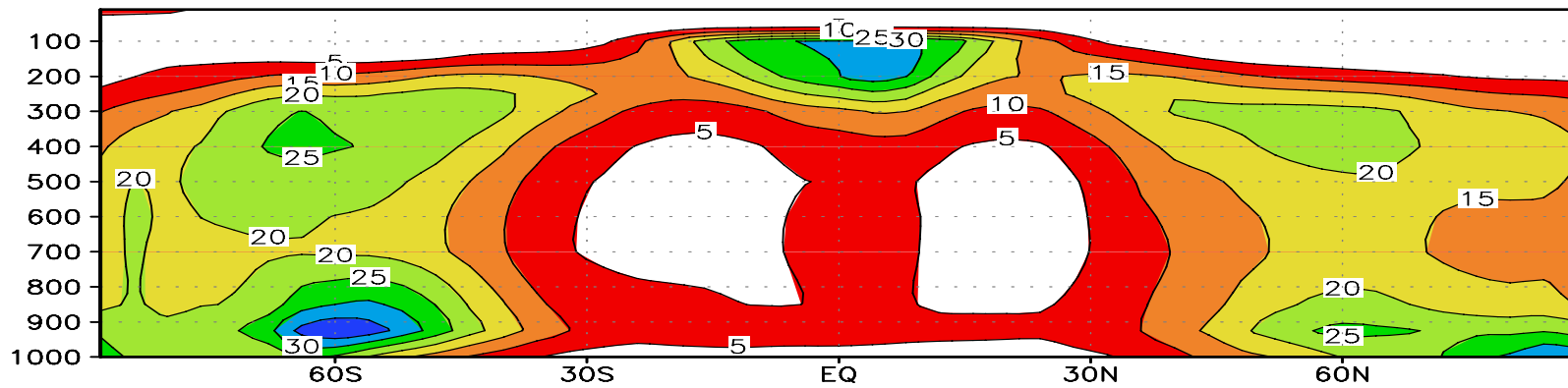


Чувствительность климата (абсцисса) и изменение балла облачности при удвоении CO₂ (ордината) в моделях климата. Коэффициент корреляции -0.80

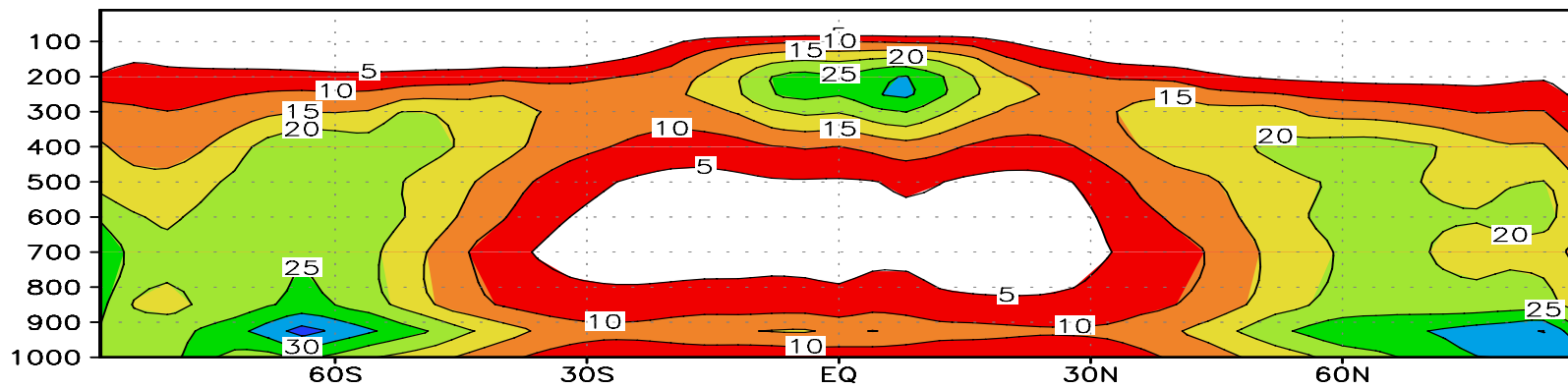


Изменение балла облачности при удвоении CO₂ (абсцисса) и разность балла облачности в тропиках и умеренных широтах над океанами (ордината). Коэффициент корреляции 0.75.

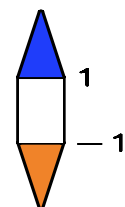
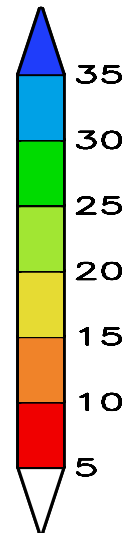
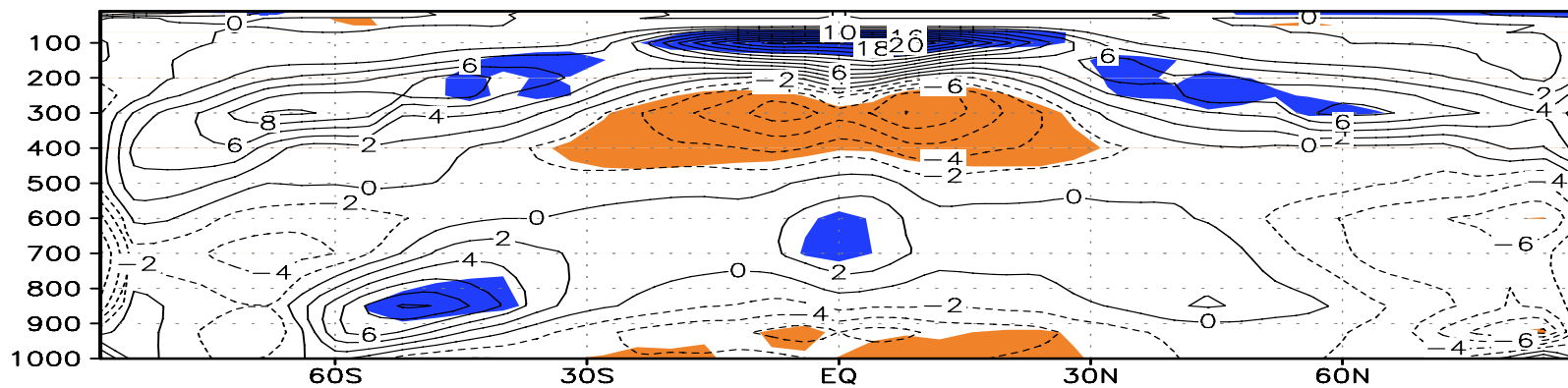
Cloudiness High Sensitivity



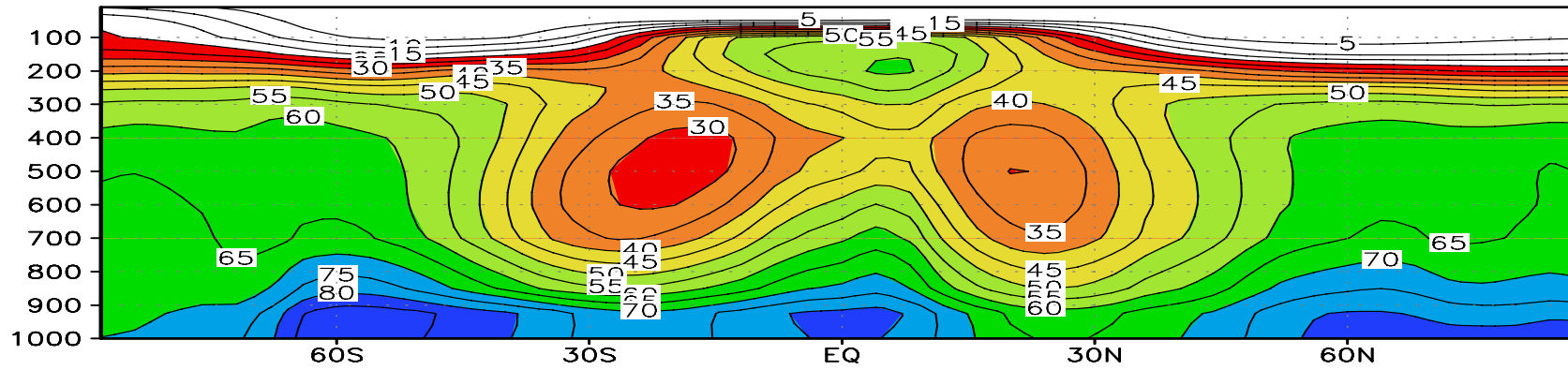
Cloudiness Low Sensitivity



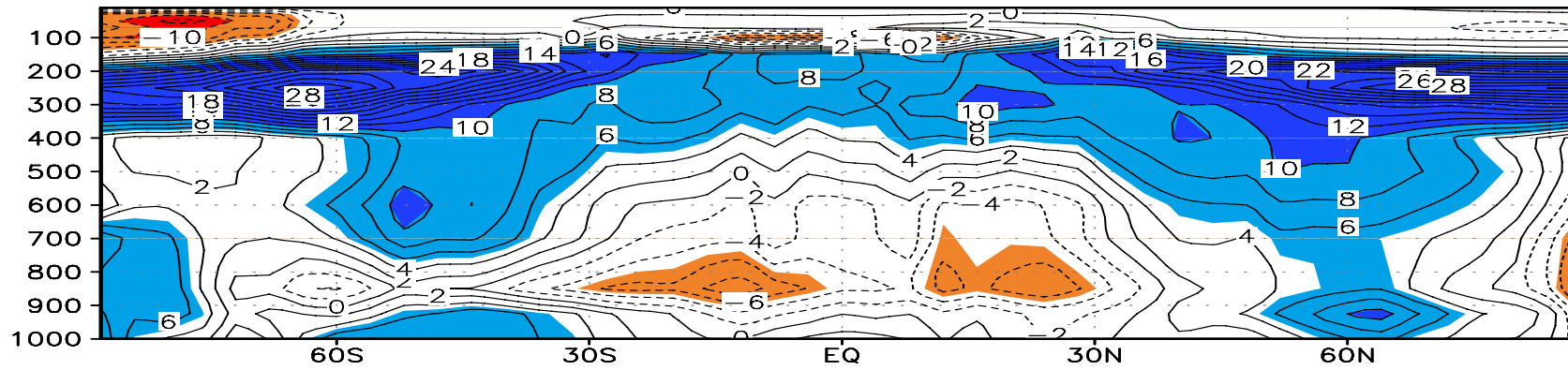
Difference



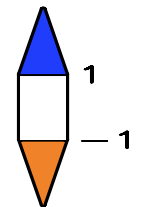
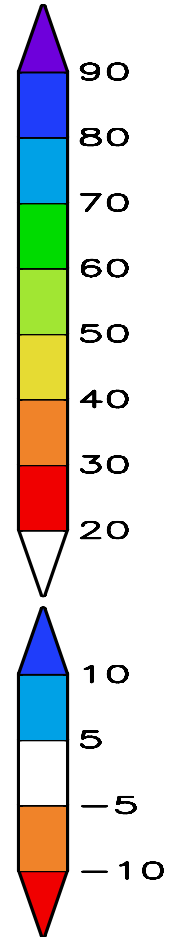
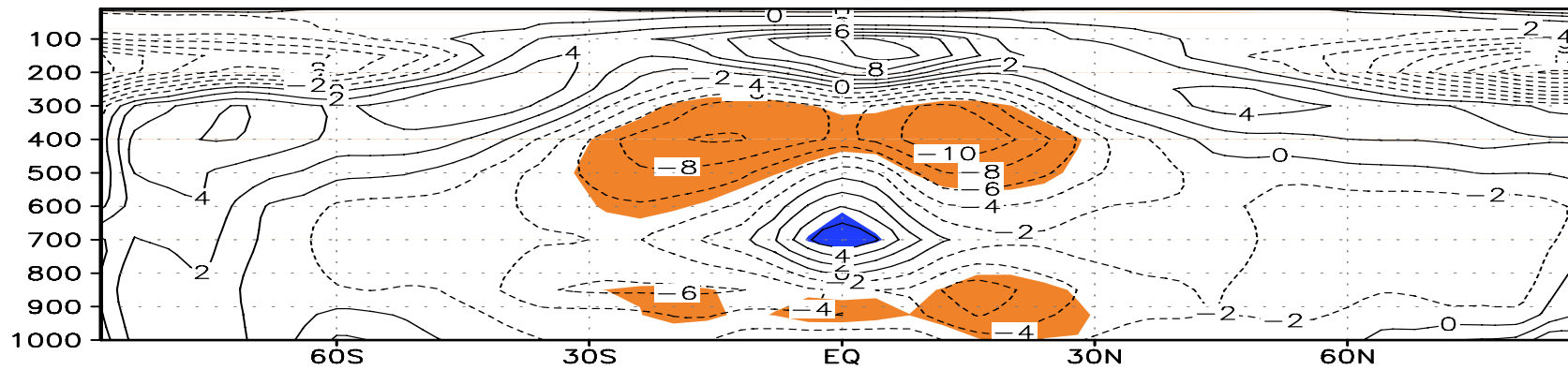
Mean Model Relative Humidity

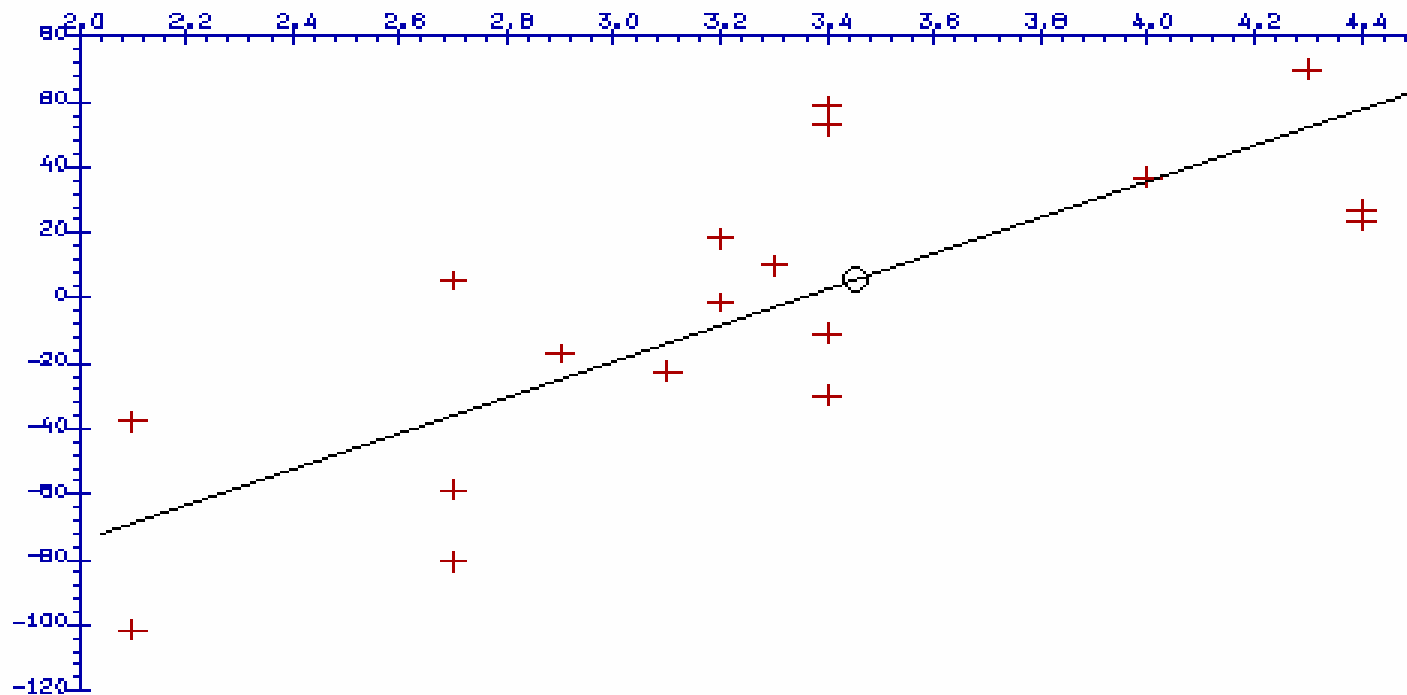


Mean Model Error



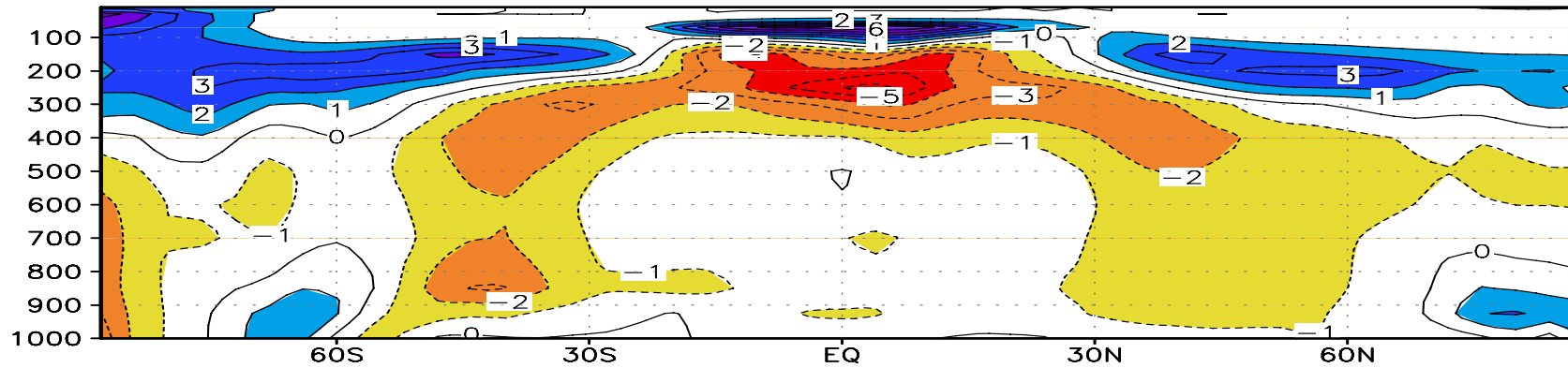
Difference



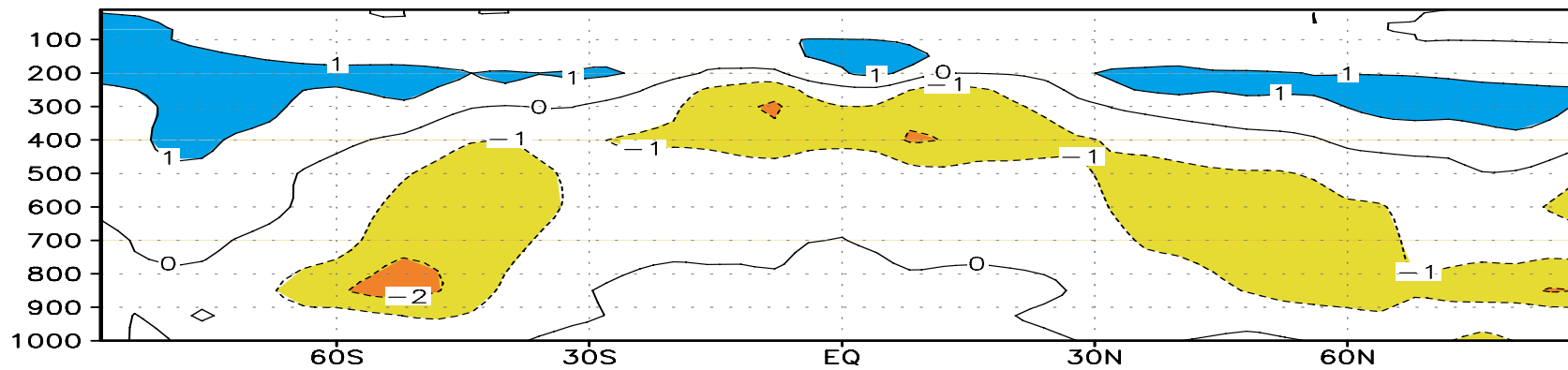


Чувствительность климата (абсцисса) и проекция ошибки относительной влажности (ордината) для 18 моделей климата. Крестик – оценка по данным наблюдений. Оценка наблюдаемой чувствительности $3.4 \pm 0.3 \text{K}$. Коэффициент корреляции 0.75.

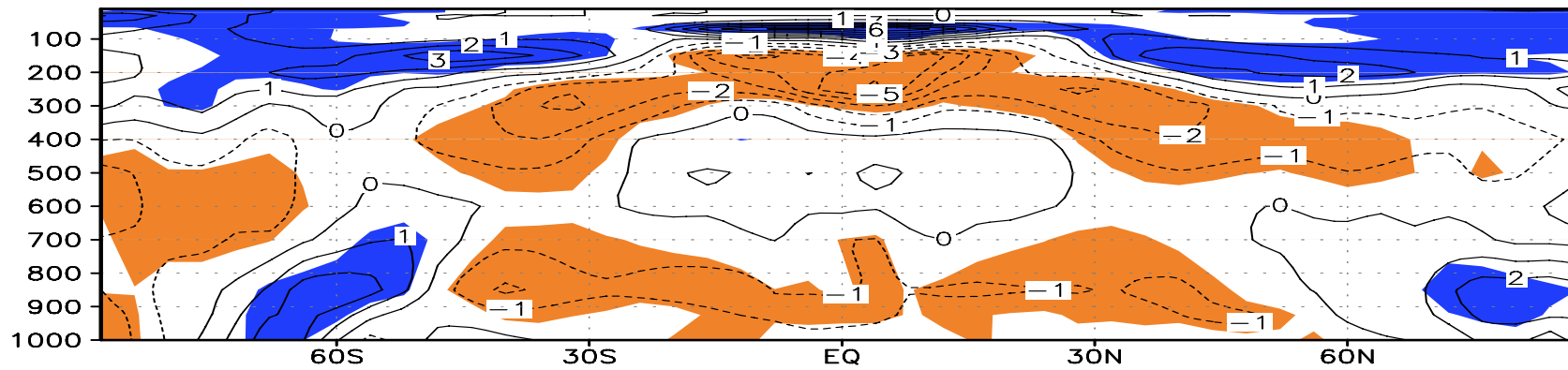
Cloudiness $2*CO_2 - 1*CO_2$, high sensitivity



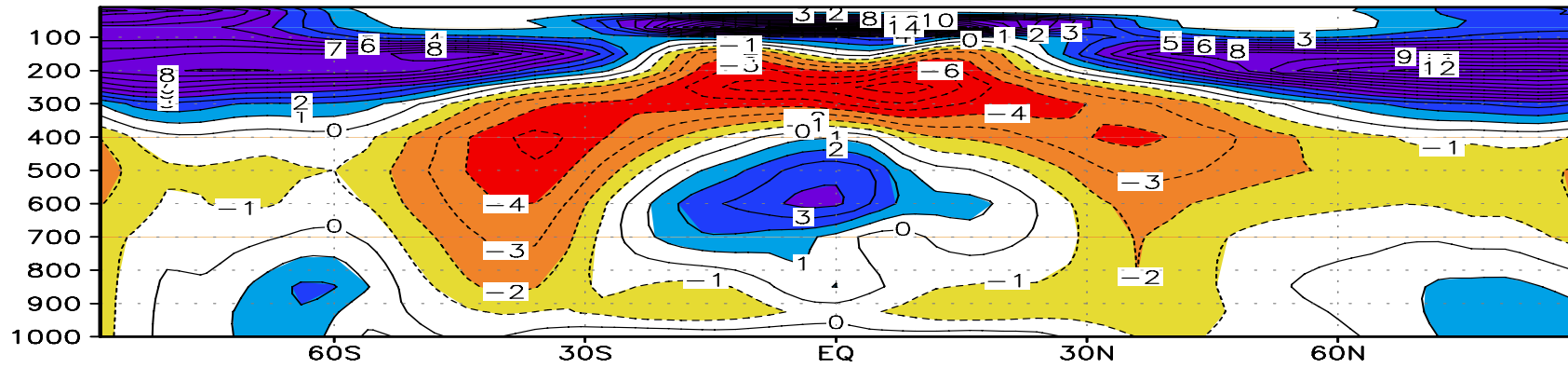
Cloudiness $2*CO_2 - 1*CO_2$, low sensitivity



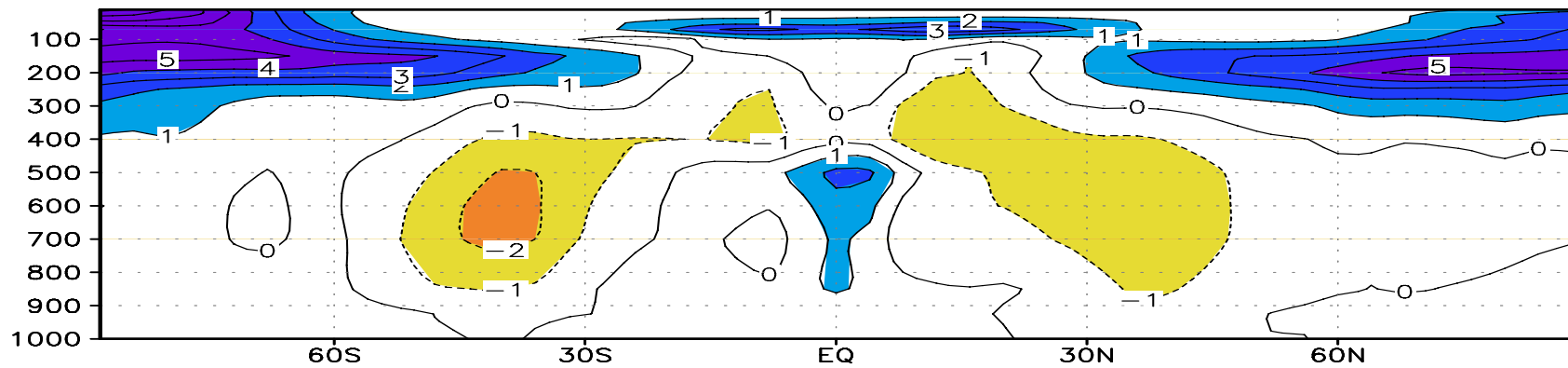
Cloudiness $2*CO_2 - 1*CO_2$, high-low sensitivity



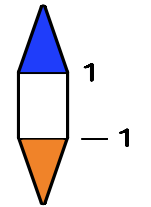
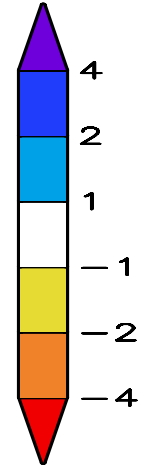
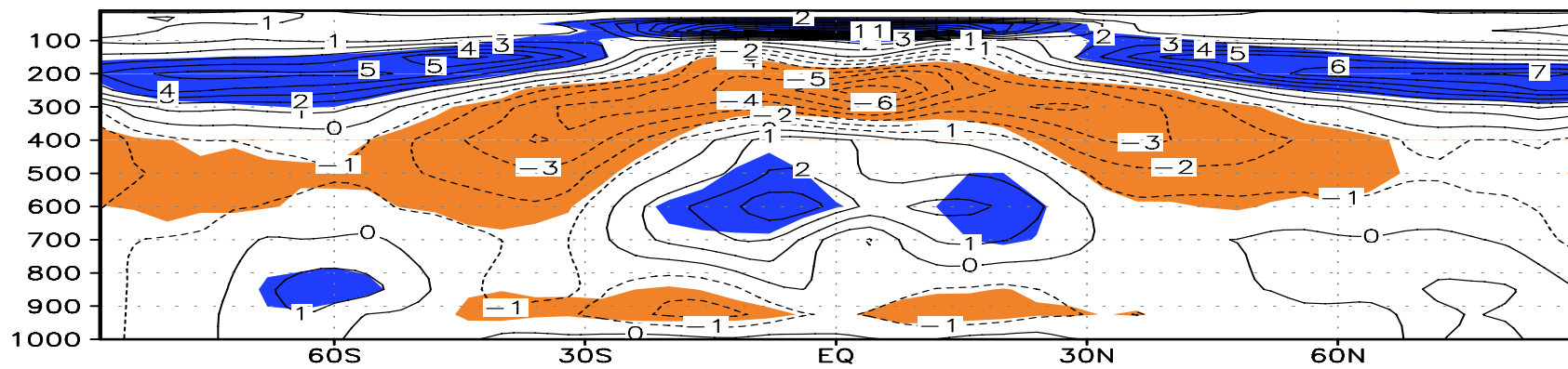
Rel Hum $2*CO_2 - 1*CO_2$, high sensitivity



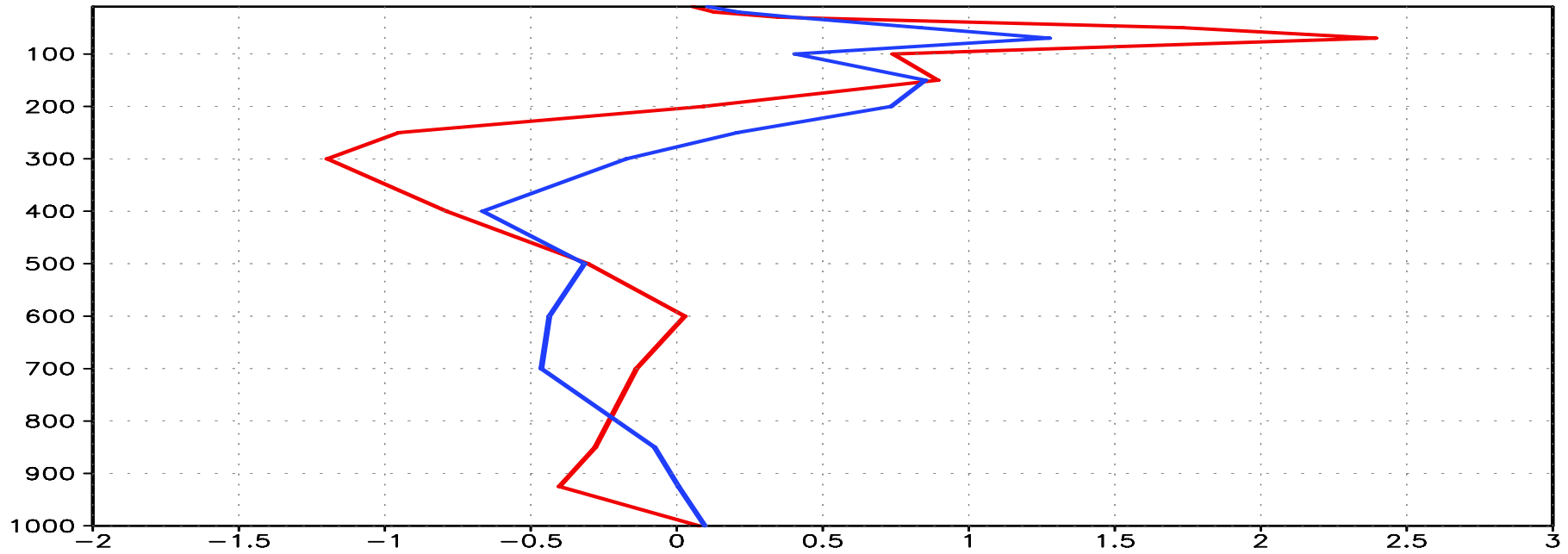
Rel Hum $2*CO_2 - 1*CO_2$, low sensitivity



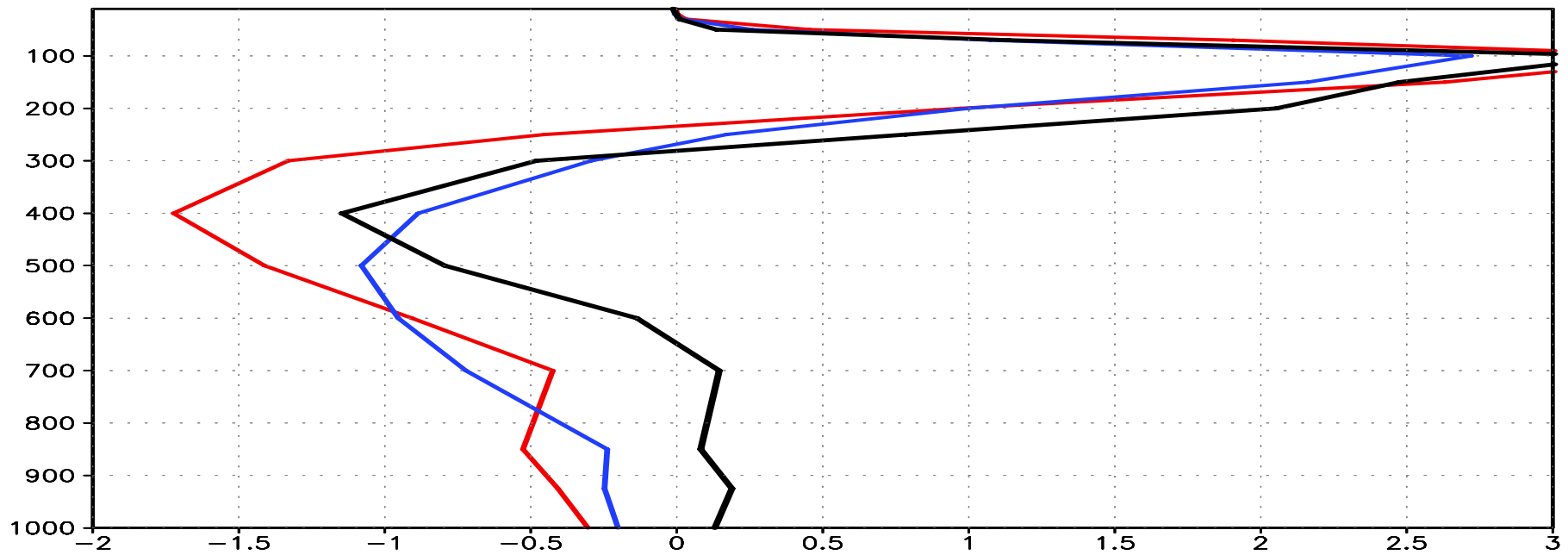
Rel Hum $2*CO_2 - 1*CO_2$, high-low sensitivity



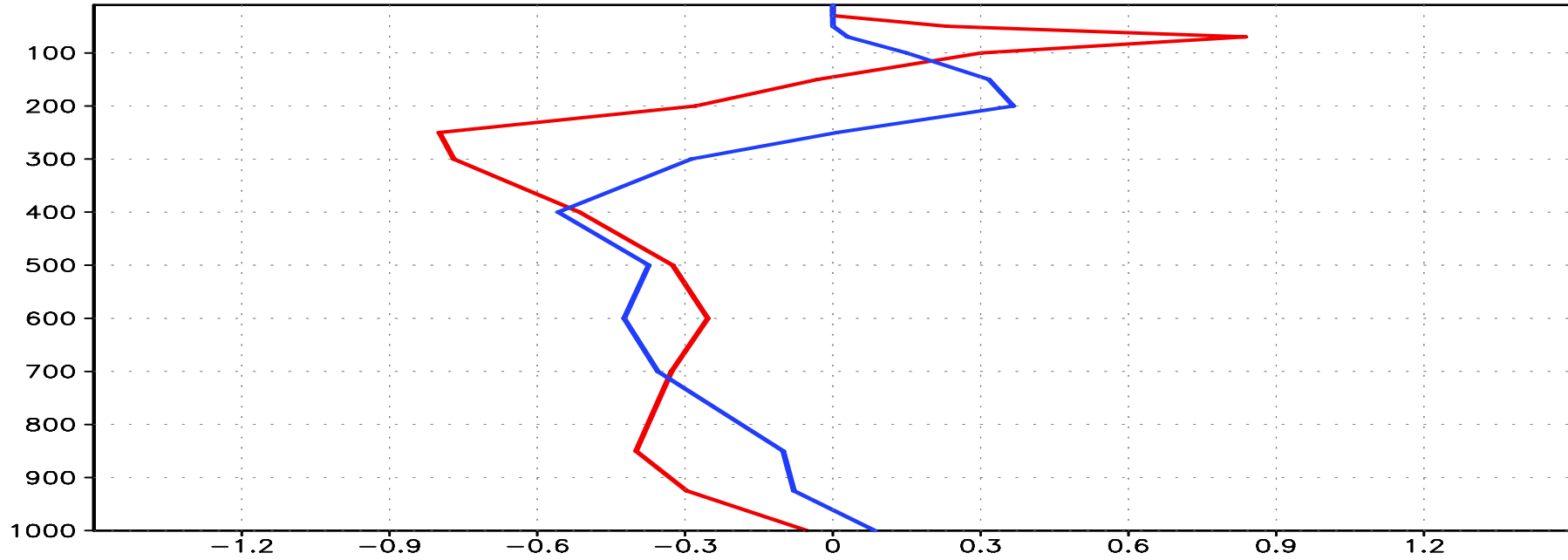
Rel Hum $2*CO_2 - 1*CO_2$



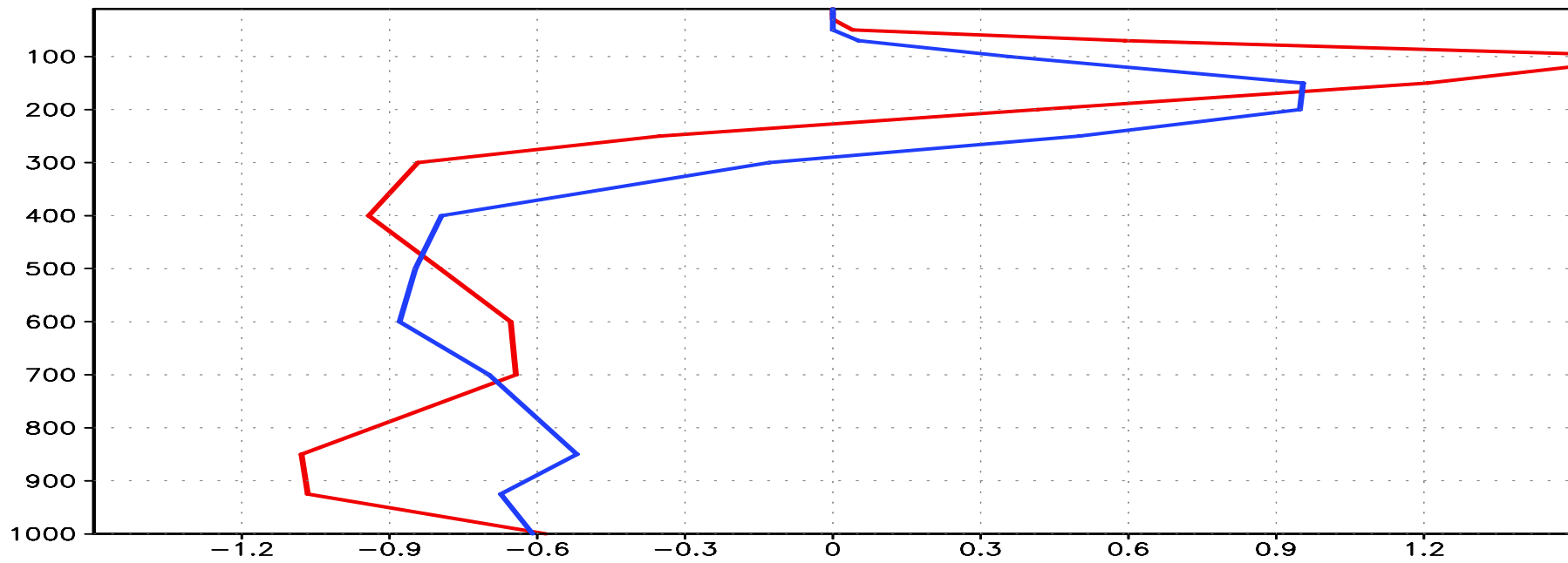
Rel Hum Tropics - Midlatitudes



Cloudiness $2*CO_2 - 1*CO_2$



Cloudiness Tropics - Midlatitudes



Выводы

- 1. Существует подобие между изменением облачности в моделях климата при удвоении CO₂ и разностью облачности в тропиках и умеренных широтах. Такое же подобие существует и для относительной влажности.**
- 2. Согласно этой закономерности оценка чувствительности реальной климатической системы составляет 3.6 ± 0.3 градуса.**