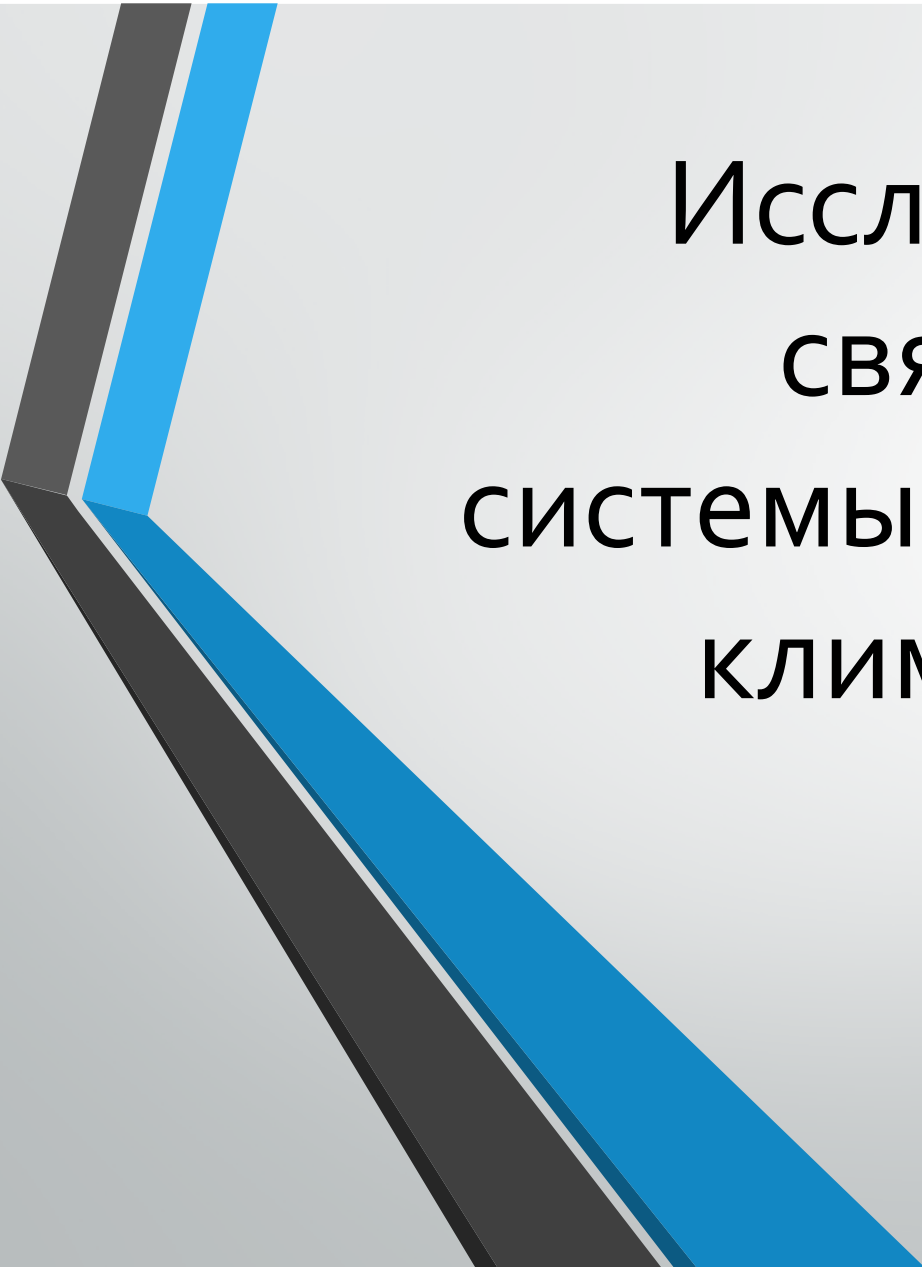




Исследование обратных связей климатической системы при формировании климатических трендов

Платов¹ Г. А., Крупчатников² В. Н., Боровко¹ И. В.

¹ИВМиМГ СО РАН, г. Новосибирск

²СибНИГМИ, г. Новосибирск

Мотивация

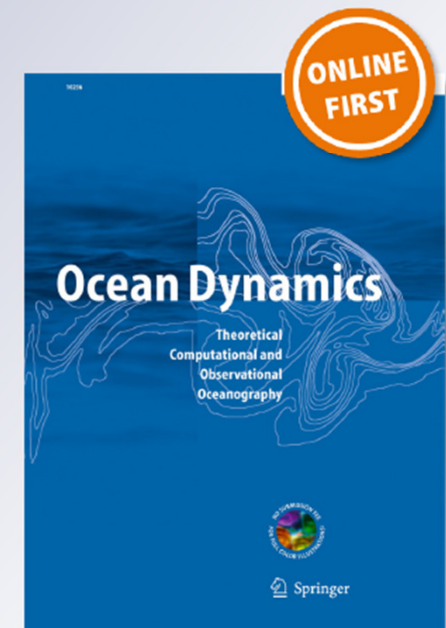
- В нашей предшествующей работе мы обнаружили что среди первых невырожденных мод EOF разложения атмосферного форсинга третья мода является температурной модой и отсутствует при разложении с использованием только приземного давления
- Анализ структурной функции этой моды говорит о том, что она, возможно, возникает вследствие климатического тренда. Какова дальнейшая возможная роль этой моды при формировании атмосферной и океанской динамики в будущем
- Какова роль океана в формировании климатических трендов связанных с увеличением парниковых газов, на примере CO₂

CITES-2019

Modeling of climate tendencies in Arctic seas based on atmospheric forcing EOF decomposition

**Gennady A. Platov, Elena N. Golubeva,
Marina V. Kraineva & Valentina
V. Malakhova**

Ocean Dynamics
Theoretical, Computational and
Observational Oceanography
ISSN 1616-7341
Ocean Dynamics
DOI 10.1007/s10236-019-01259-1



 Springer

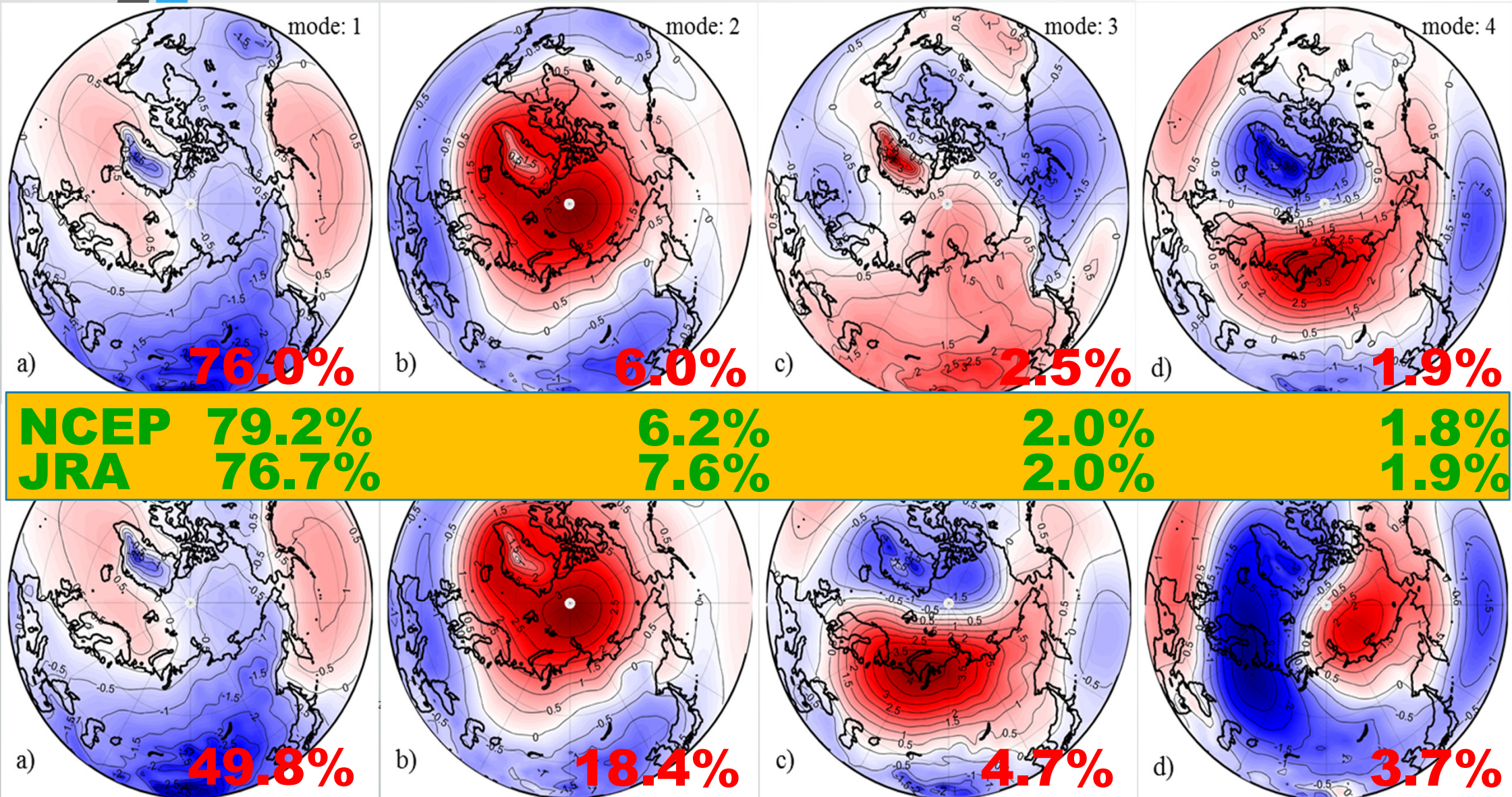
CORE-2 Reanalysis data

- The analysis of temporal and spatial variability will be based on CORE-2 reanalysis data [Large, Yeager, 2009]:
 - *time period from 1948 to 2009*
 - *the data set includes: surface pressure, temperature, humidity, wind speed components at a height of 10 m and downward shortwave and longwave radiation*
 - *6-hour resolution*
 - *grid $\sim 1.875 \times 1.9^\circ$*
- To verify the found regularities, we will also use the data of JRA-55, NCEP/NCAR, ERA-40 and ERA Interim.

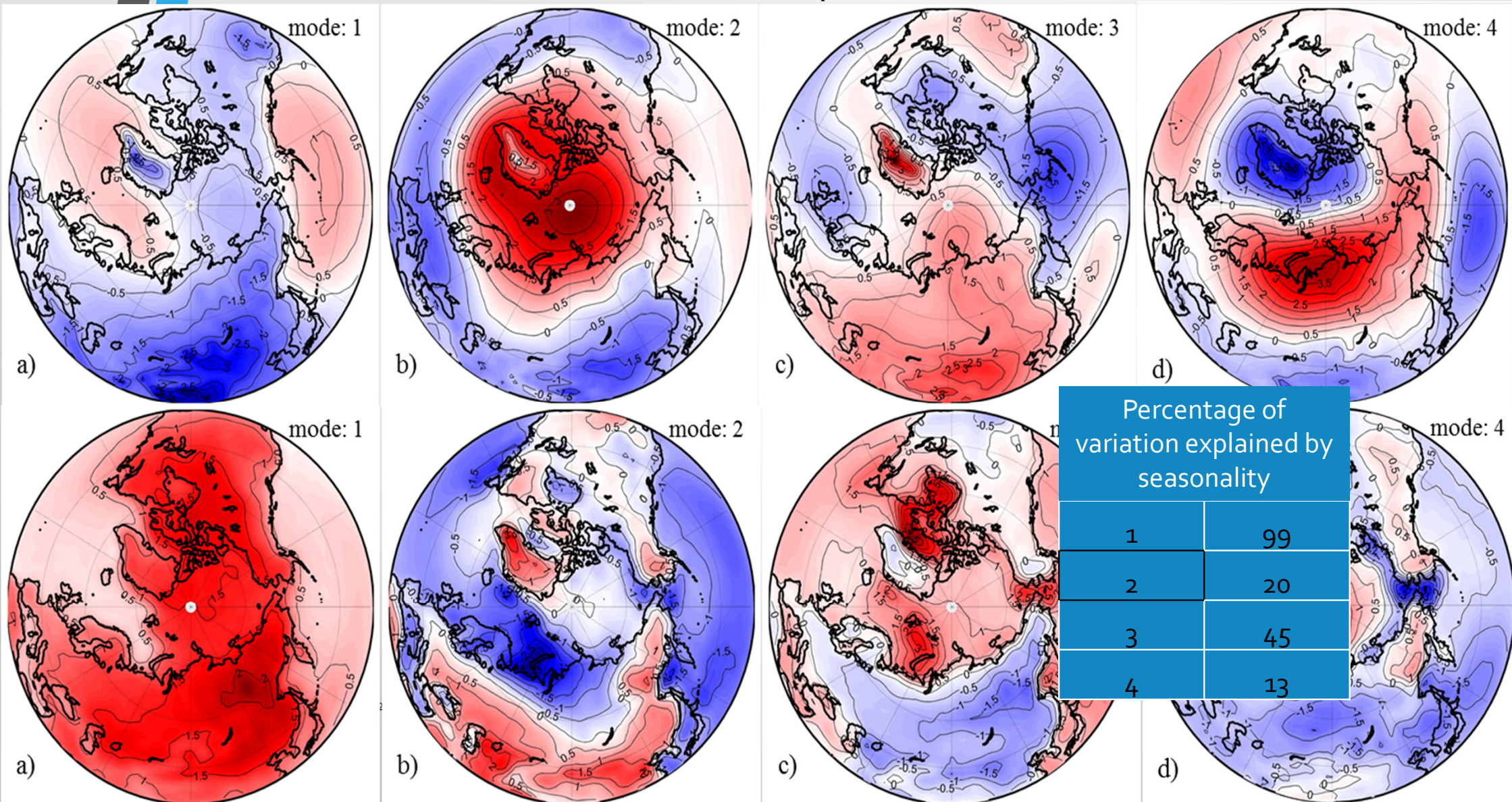
EOF decomposition

- $Z_i(t_j) = Z(x_i, y_i, t_j) = \sum_{k=1}^K P_k(t_j) E_k(x_i, y_i),$
- $Z(t) = [p_1, \dots, p_N, r_T T_1, \dots, r_T T_N, r_v \vec{v}_1, \dots, r_v \vec{v}_N]$

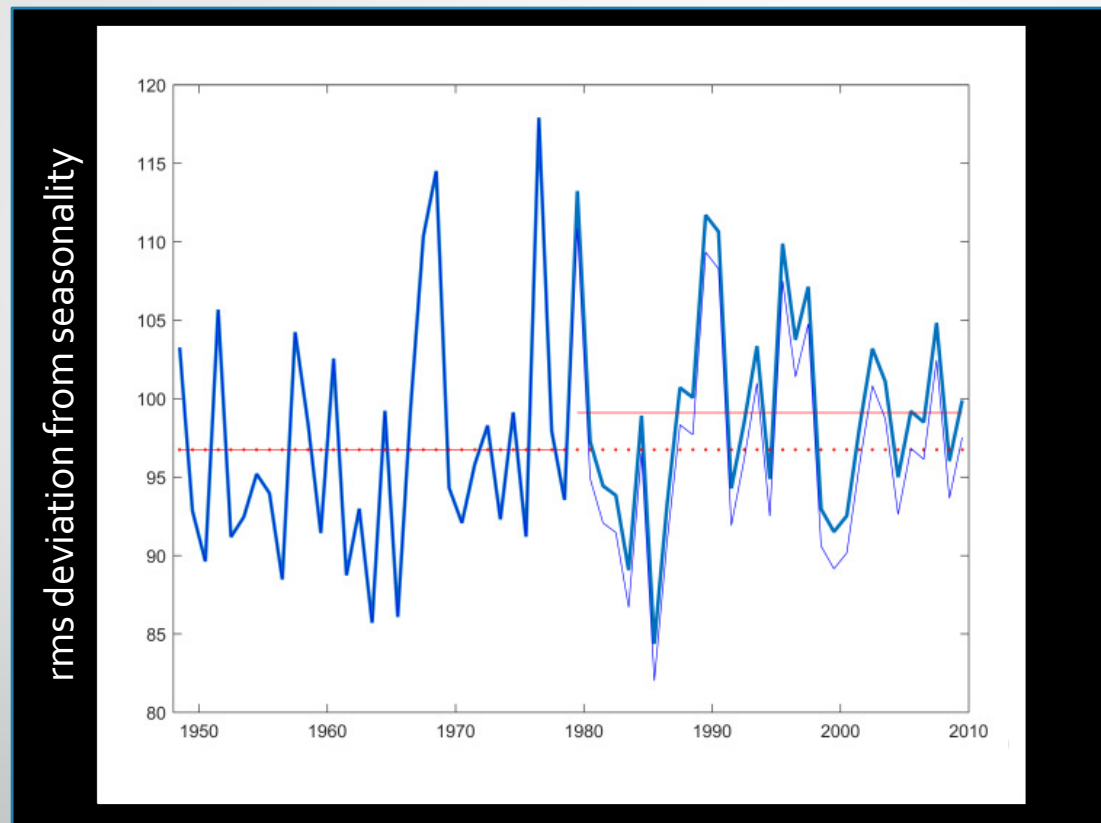
EOFs based on Slp-T10-U10 vs Slp-based EOFs



EOFs based on Slp-T10-U10



Climatic Tendencies (mode 1)



Results of trend elimination tests

The 2000-2009 averaged ice volume minimum in percentage to the 1979-1988 (deep blue – increasing >15%, light blue – increasing >4%, red – decreasing > 3%)

	10 ³ km ³ /dec		%% of mo
PIOMAS	2.742	-	39
CORE-2	3.206	-	62
mo	1.977	-	-
m1	0.074	1.903	-96
m2	1.645	0.332	-17
m3	1.619	0.358	-18
m4	2.024	-0.047	2

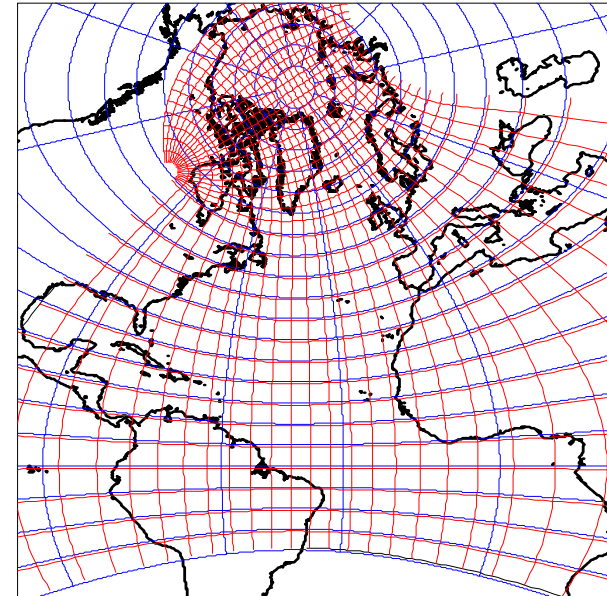
	m0	m1	m2	m3	m4
Barents Sea	26	50	28	46	15
Kara Sea	7	37	7	17	7
Laptev Sea	32	75	50	43	28
East Siberian Sea	24	77	32	27	28
Chukchi Sea	20	54	29	22	22
Beaufort Sea	46	77	49	53	49
Polar Region (lat>80N)	84	101	88	89	84
Total Arctic	77	98	81	81	76

	m1	m2	m3	m4
Heat flux from ocean	-0.8	1.3	-2	0.2
Sensible heat flux from atmosphere	1.7	-1.5	-1.1	0.2
Latent heat flux from atmosphere	-1.9	-1	-2.8	0.1
Absorbed solar radiation	-0.5	-1.8	-1.9	-0.8
Longwave radiation into ice	3.5	3.3	8.1	0.4

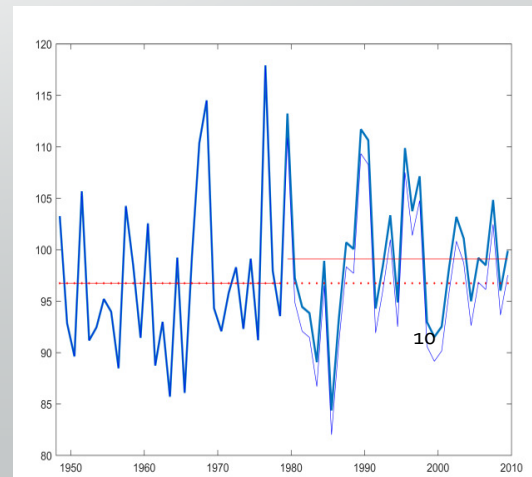
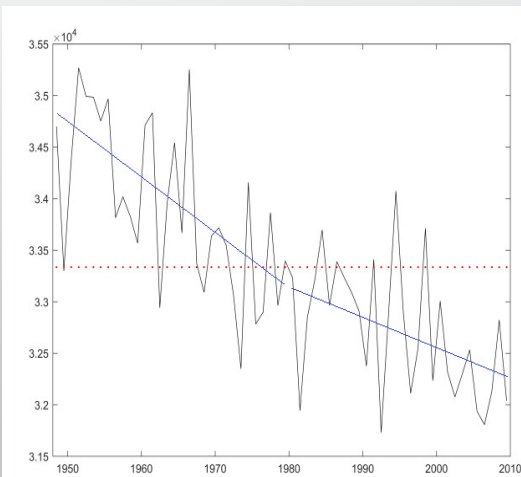
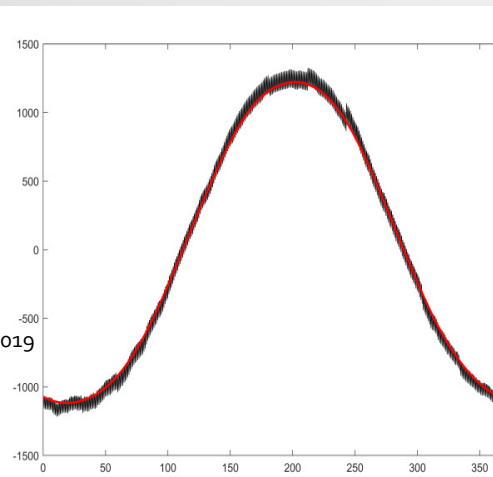
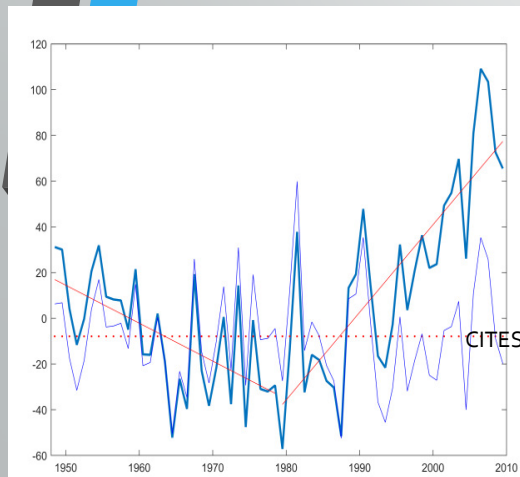
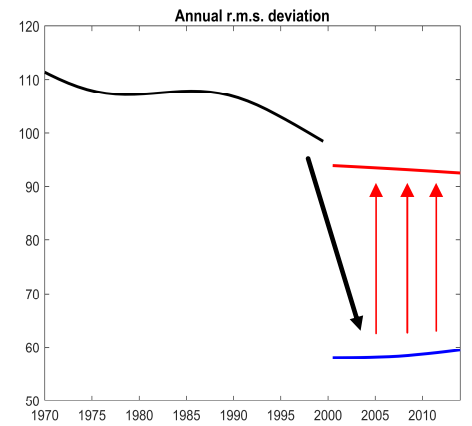
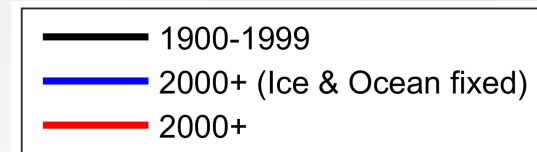
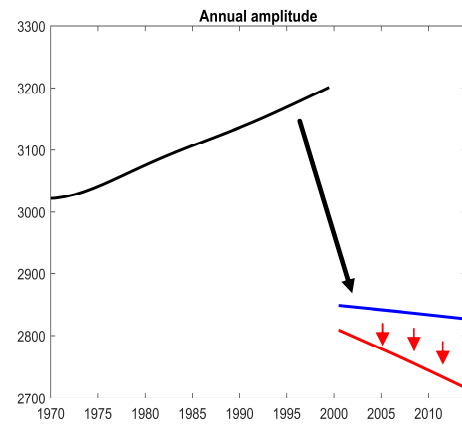
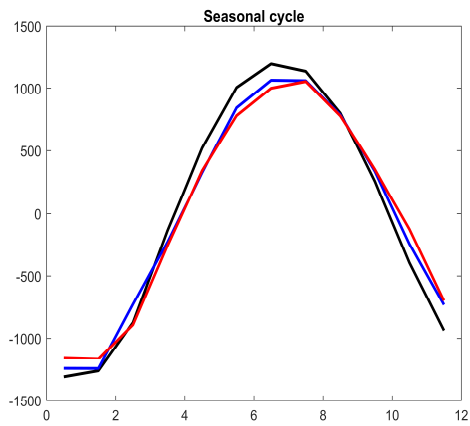
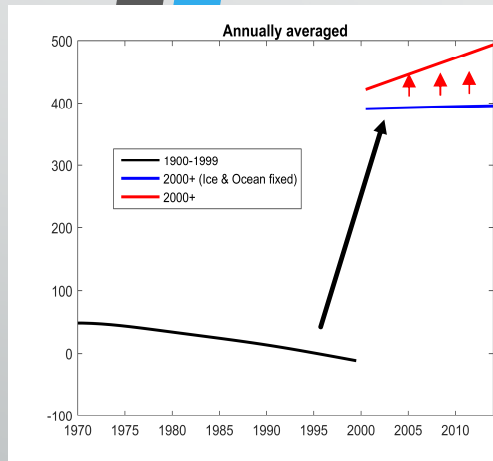
PlaSim-ICMMG

(Siberian Computer Center Coupled Ice-Ocean Model)

- PlaSim (Planet Simulator) (Fraedrich et al. 2005; Lunkeit et al. 2007)
- Ocean Circulation Model of ICMMG SB RAS
(Kuzin 1982, Golubeva et.al. 1992, Golubeva and Platov, 2002)
- Ice model-CICE 3.1 (elastic-viscous-plastic)
(E.C.Hunke, J.K.Dukowicz, 1997, G.A.Maykut 1971
C.M.Bitiz, W.H.Lipscomb 1999, J.K.Dukowicz, J.R.Baumgardner 2000,
W.H.Lipscomb, E.C.Hunke 2004)
 - Horizontal resolution 1x1: from 30 km (NP) to 100 km (Eq)

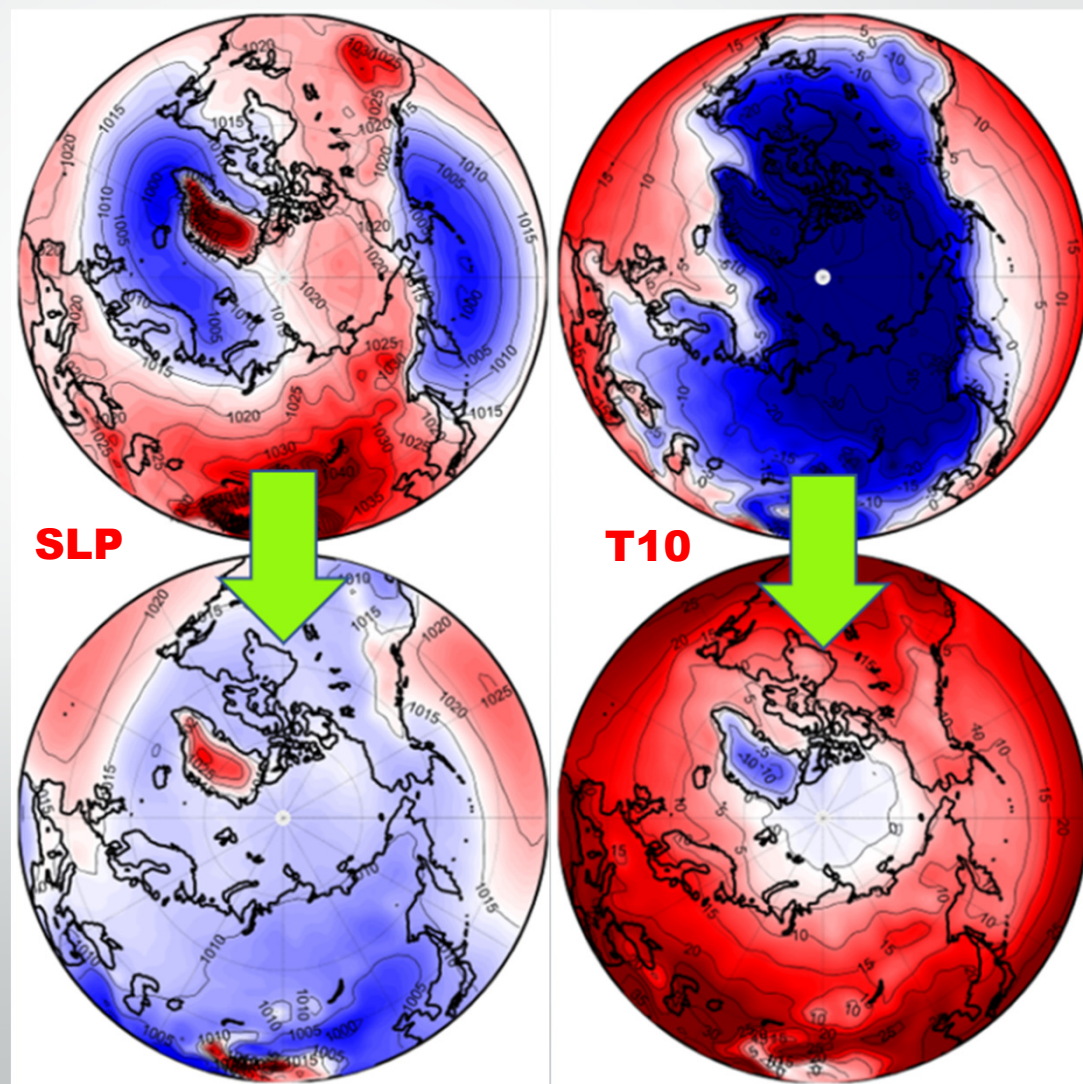


PlaSim-ICMMG: 360 -> 450ppm. Mode 1

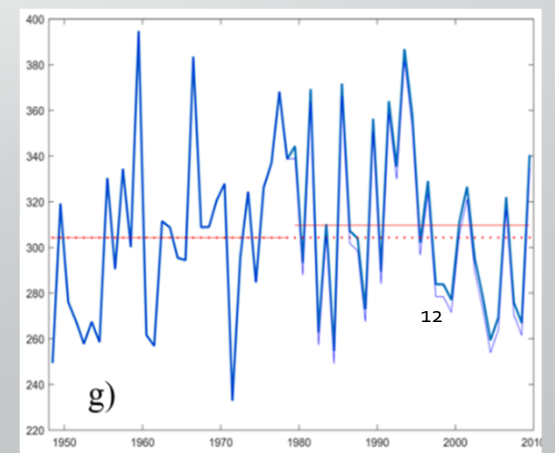
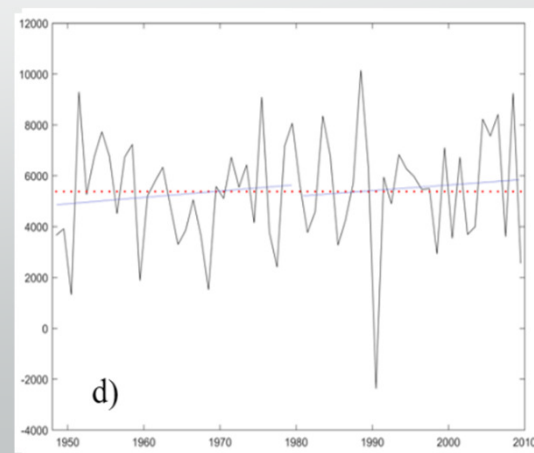
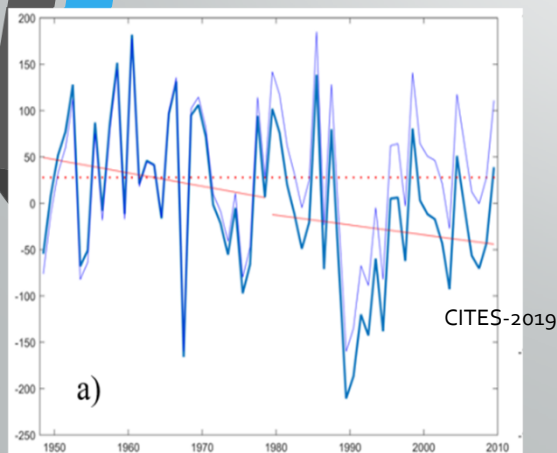
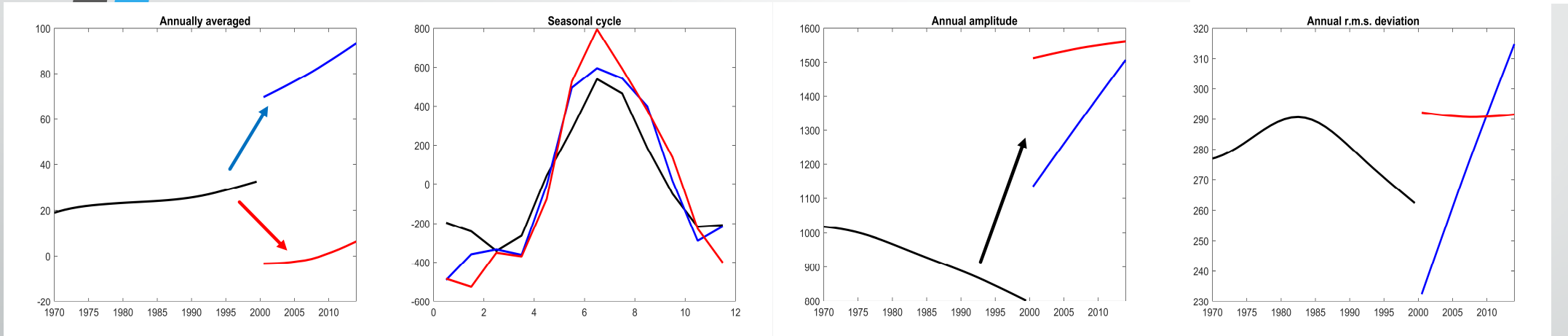
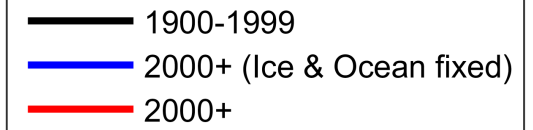


Роль океана в формировании тренда первой моды

- Увеличение тенденции потепления при одновременном уменьшении амплитуды сезонных колебаний
- Увеличение роли внутрисезонной изменчивости

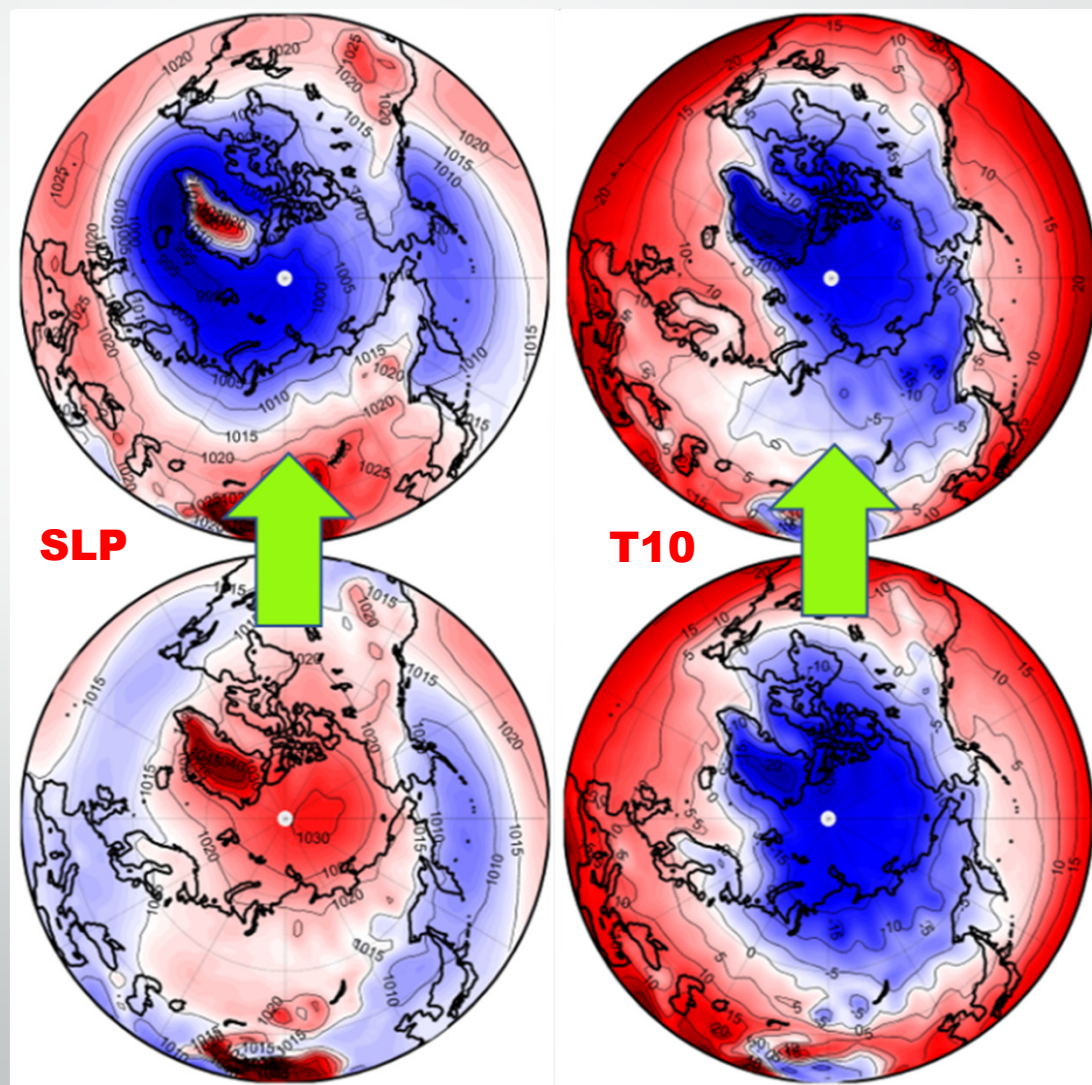


PlaSim-ICMMG: 360 -> 450ppm. Mode 2

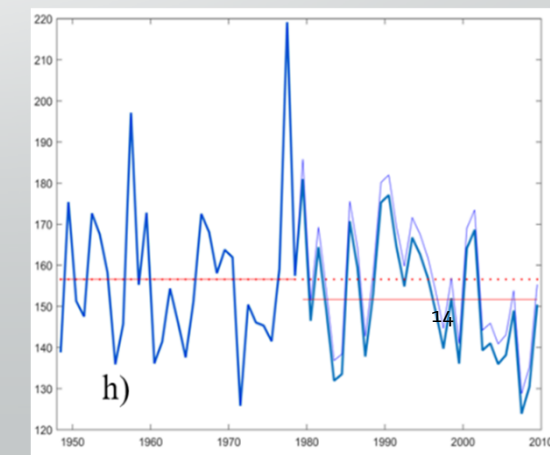
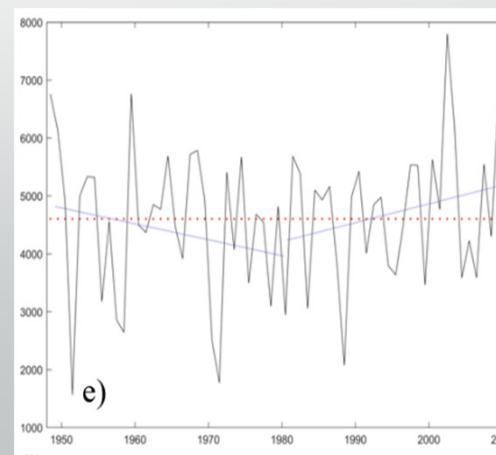
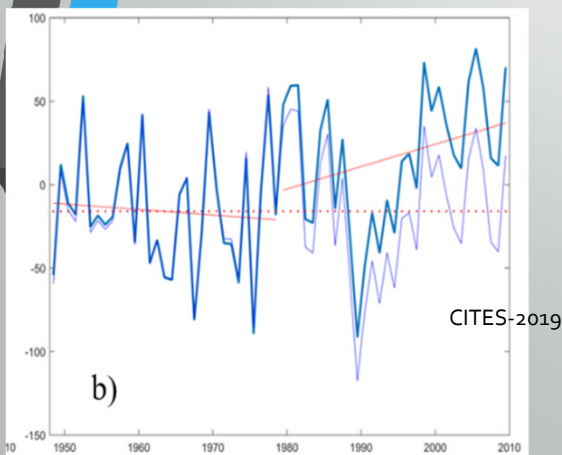
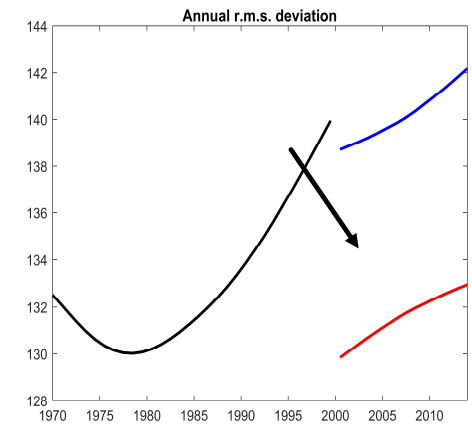
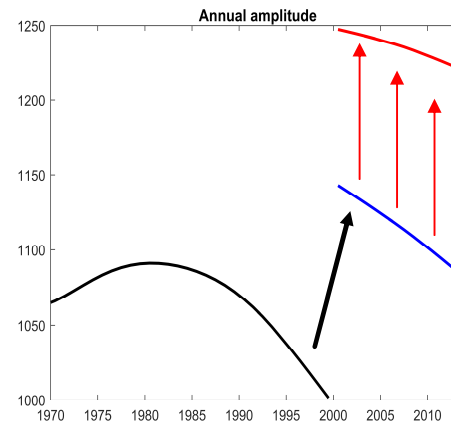
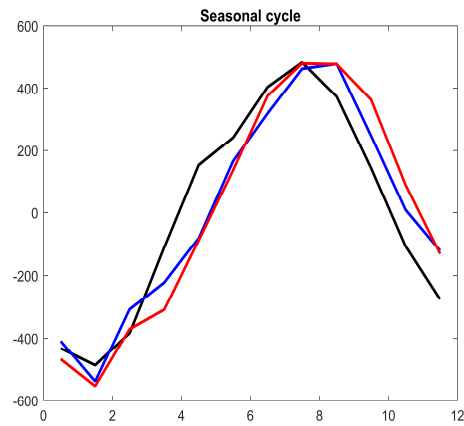
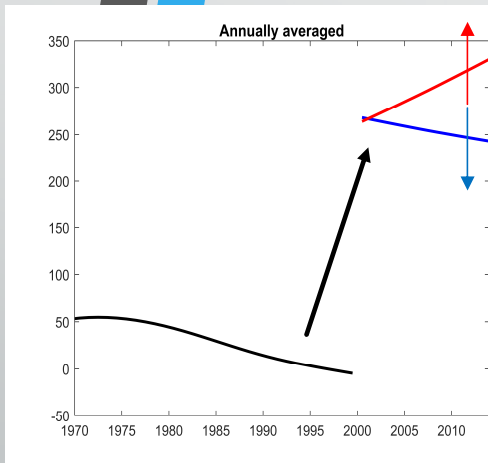
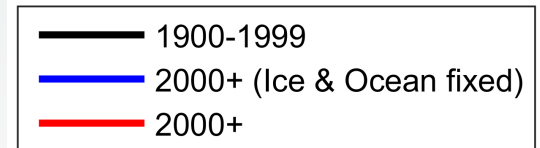


Роль океана в формировании тренда второй моды

- Разнонаправленные тенденции в случае учета отклика океана и без его учета, причем отклик океана способствует уменьшению коэффициента моды, т.е. способствует формированию положительной фазы АО
- Амплитуда сезонных колебаний увеличивается, причем реакция океана способствует этому увеличению

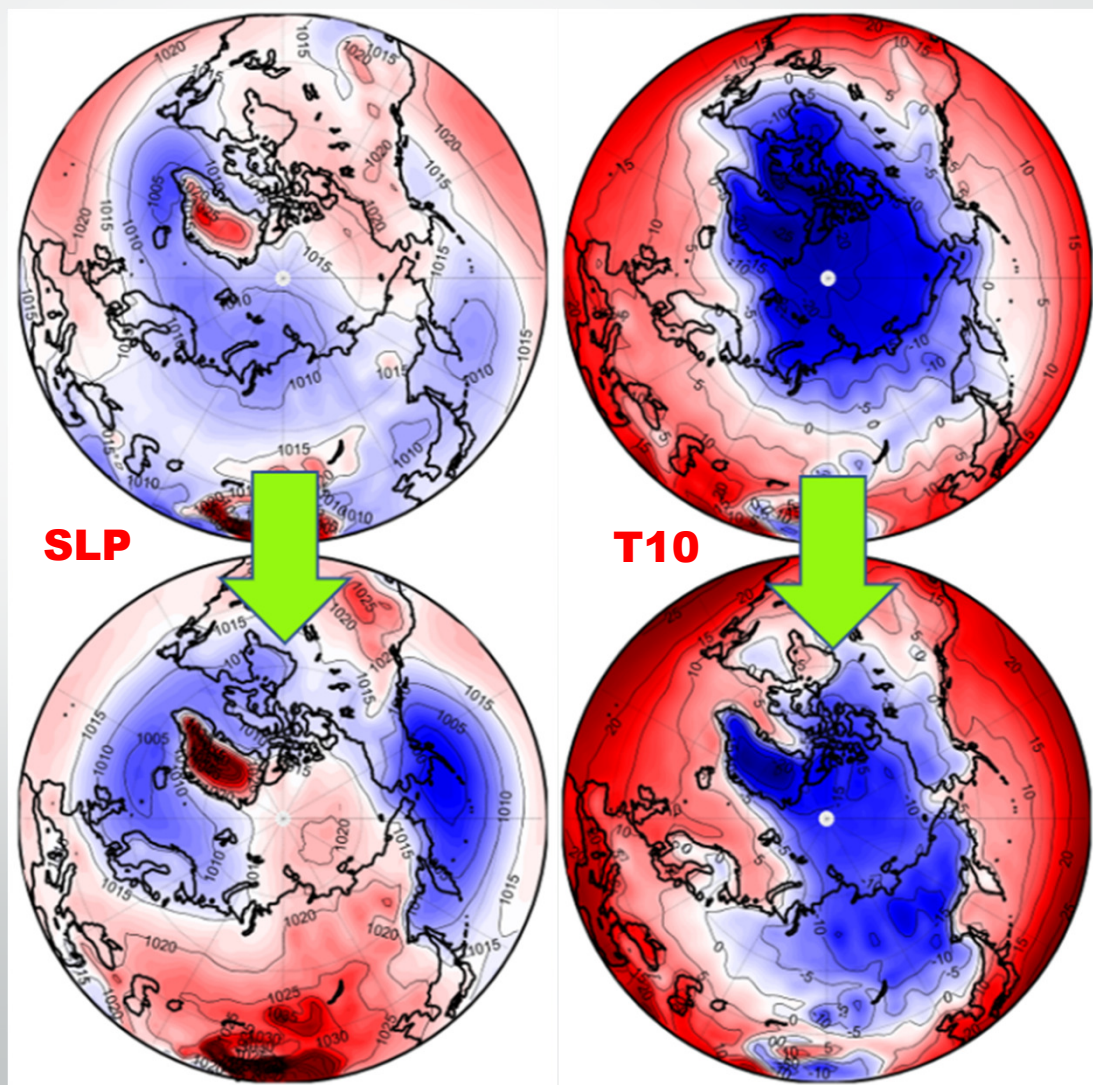


PlaSim-ICMMG: 360 -> 450ppm. Mode 3

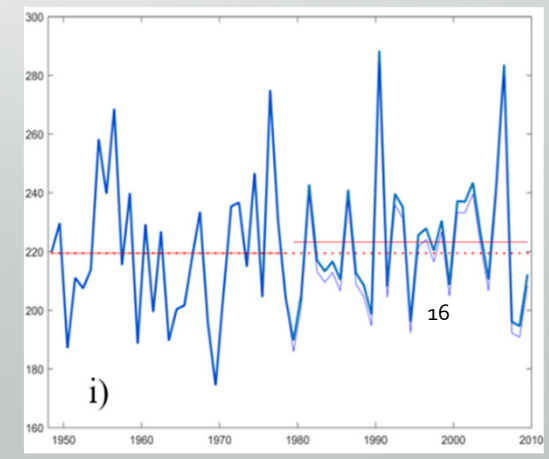
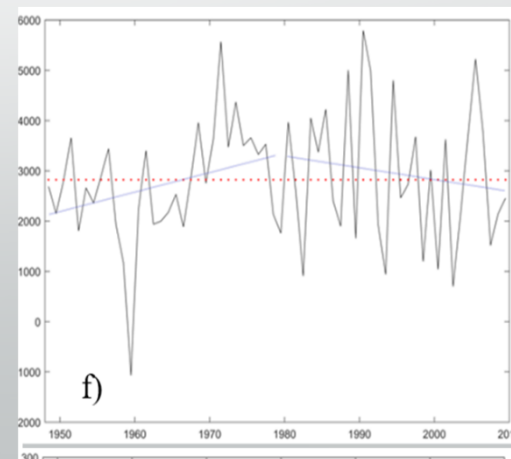
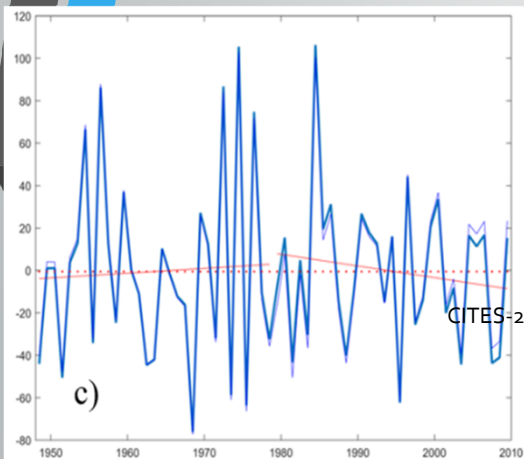
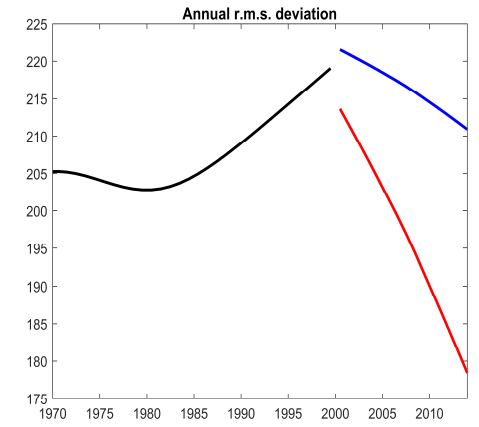
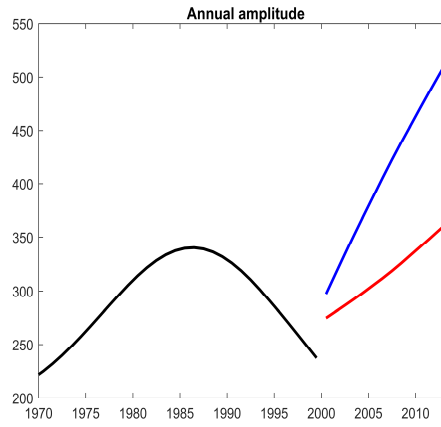
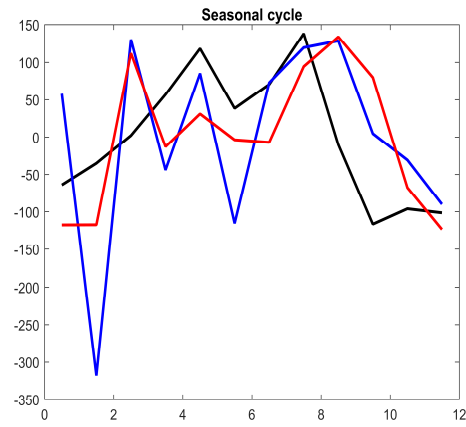
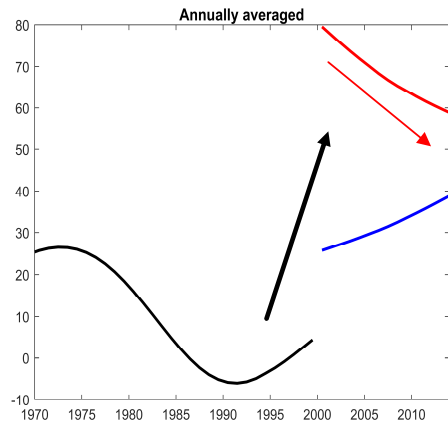
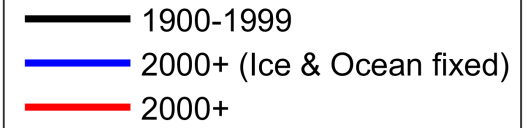


Роль океана в формировании тренда третьей моды

- Формирование тенденции дальнейшего роста положительной фазы
- Амплитуда сезонных колебаний уменьшается, однако при учете реакции океана в начальной стадии имеет более высокие значения



PlaSim-ICMMG: 360 -> 450ppm. Mode 4



Выводы

- Прямой отклик океана в основном усиливает возникающие вследствие увеличения CO_2 тенденции для первых трех мод ЕОФ декомпозиции
- Третья «температурная» мода в действительности возникает вследствие формирования обширной поверхности свободной ото льда
- Однако, указанные выводы могут претерпеть значительные изменения в случае учета в моделях атмосферы, океана и суши углеродного цикла.



Спасибо за внимание

Platov Gennady

Platov.G@gmail.com