

# Моделирование современного климата с помощью климатической модели ИВМ РАН

*Евгений Володин, Институт вычислительной математики им. Г.И.  
Марчука РАН, Москва  
volodinev@gmail.com*

# **Модель климатической системы Земли**

- 1. Общая циркуляция атмосферы**
- 2. Общая циркуляция океана.**
3. Углеродный цикл
4. Химия атмосферы
5. Аэрозольный блок
6. Биохимия океана
7. Ледниковые щиты
8. Параметризация некоторых электрических явлений.

## **Наиболее часто используемые конфигурации модели**

- 1. Атмосфера: 5x4 градуса по долготе и широте, 21 уровень до 30 км. Океан: 2.5x2 градуса по долготе и широте, 33 уровня. Для практических занятий со студентами.**
- 2. Атмосфера: 2x1.5 градуса, 21 уровень до 30 км. Океан: 1x0.5 градуса, 40 уровней. CMIP6: DEC, PMIP**
- 3. Атмосфера: 2x1.5 градуса, 73 уровня до 60 км. Океан: 0.5x0.25 градуса, 40 уровней. CMIP6: DEC (уже сосчитано 8 реализаций исторического эксперимента 1850-2014).**
- 4. Атмосфера: 0.67x0.5 градуса, 73 уровня до 60 км. Океан: 0.167x0.125 градуса, 40 уровней. Оптимальное количество процессоров: 1000-3000. Скорость счета 1-3 года за сутки. CMIP6: HIRSMIP. Сосчитано 1950-2014г с атмосферным блоком и в совместном режиме.**

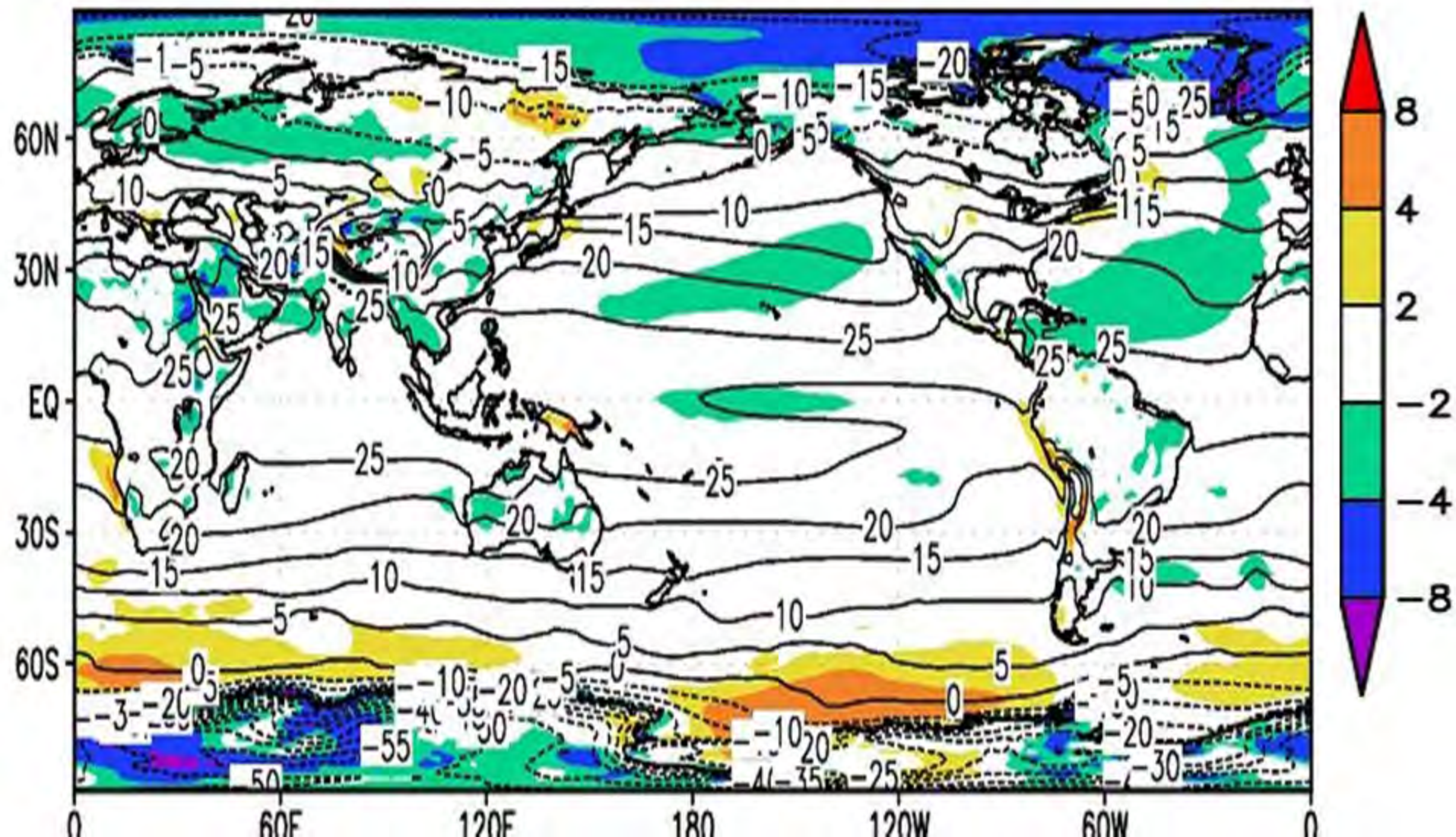
# План

1. Воспроизведение среднеклиматического состояния
2. Воспроизведение изменений климата в 1850-2014г
3. Естественная изменчивость климата на временных масштабах от сезона до десятилетий
4. Планы на будущее



# Ошибка среднегодовой температуры воздуха у поверхности

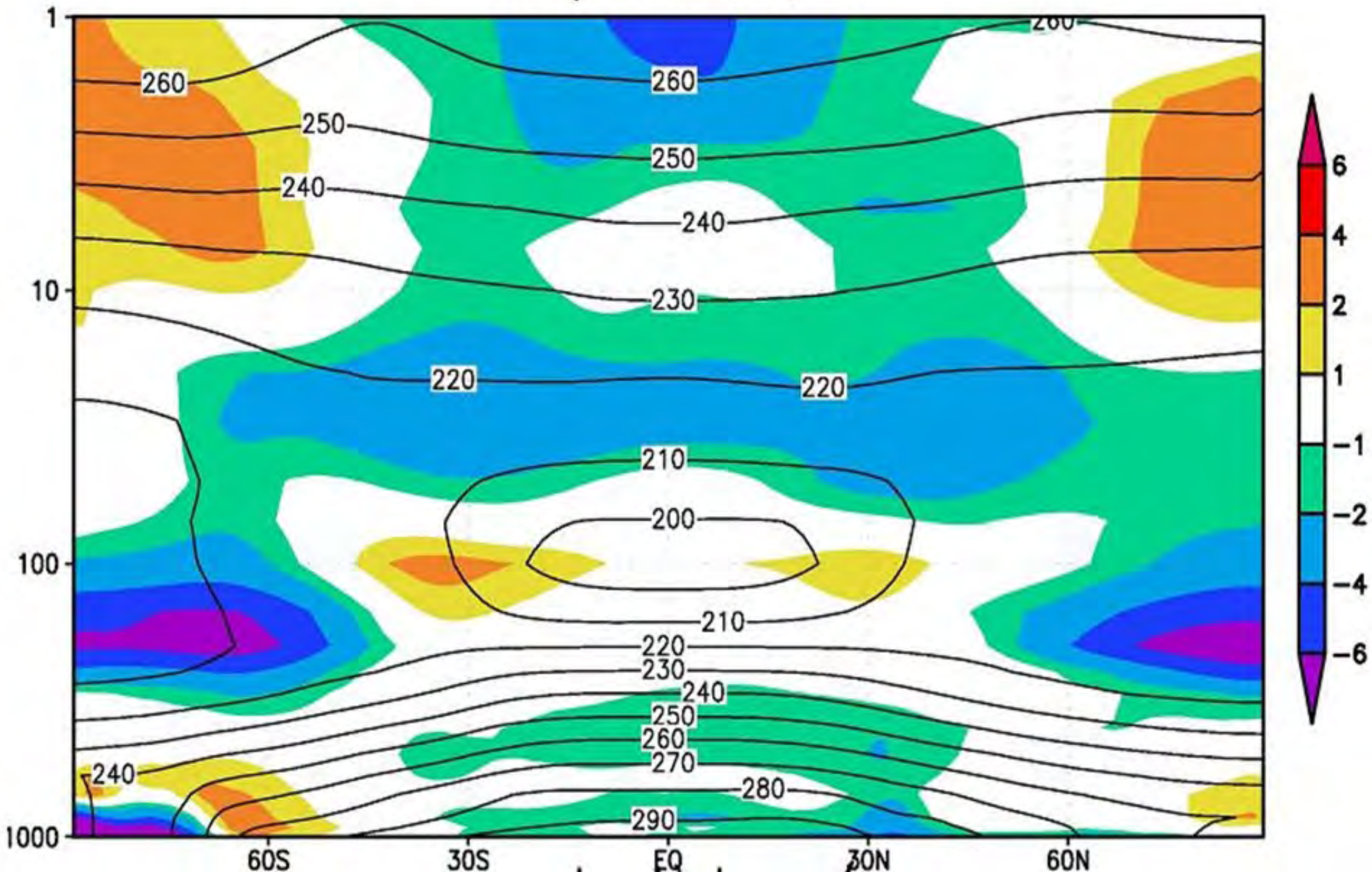
## T 2m annual





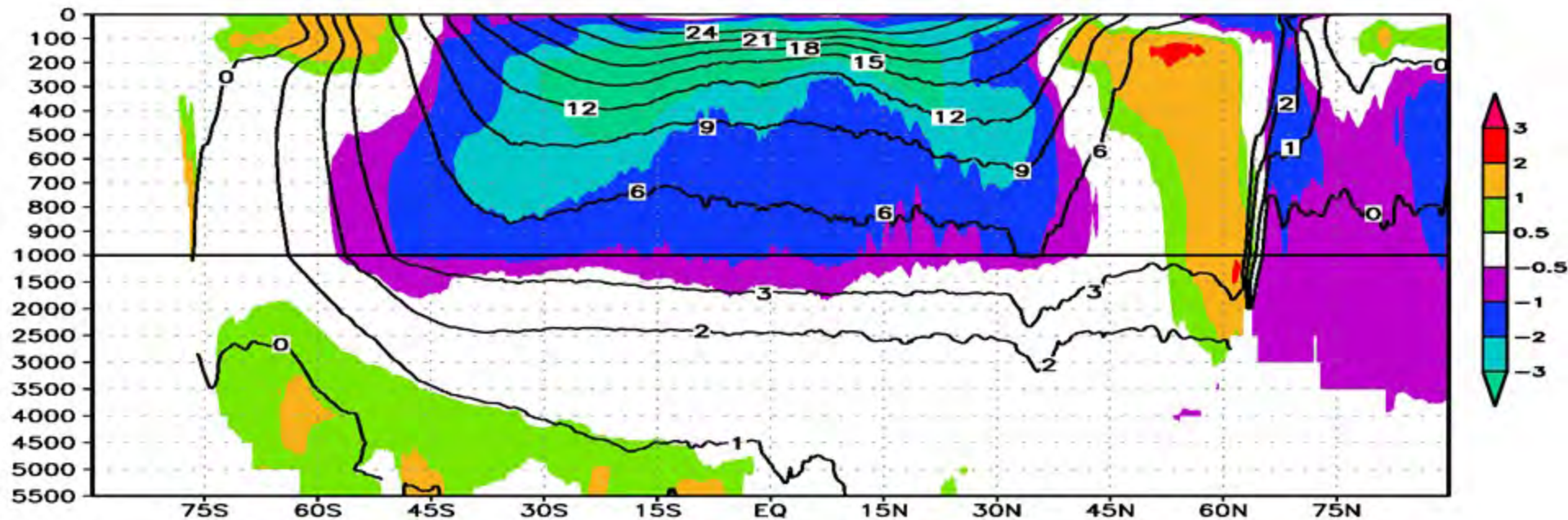
# Ошибка среднегодовой температуры на различных высотах

temperature, K

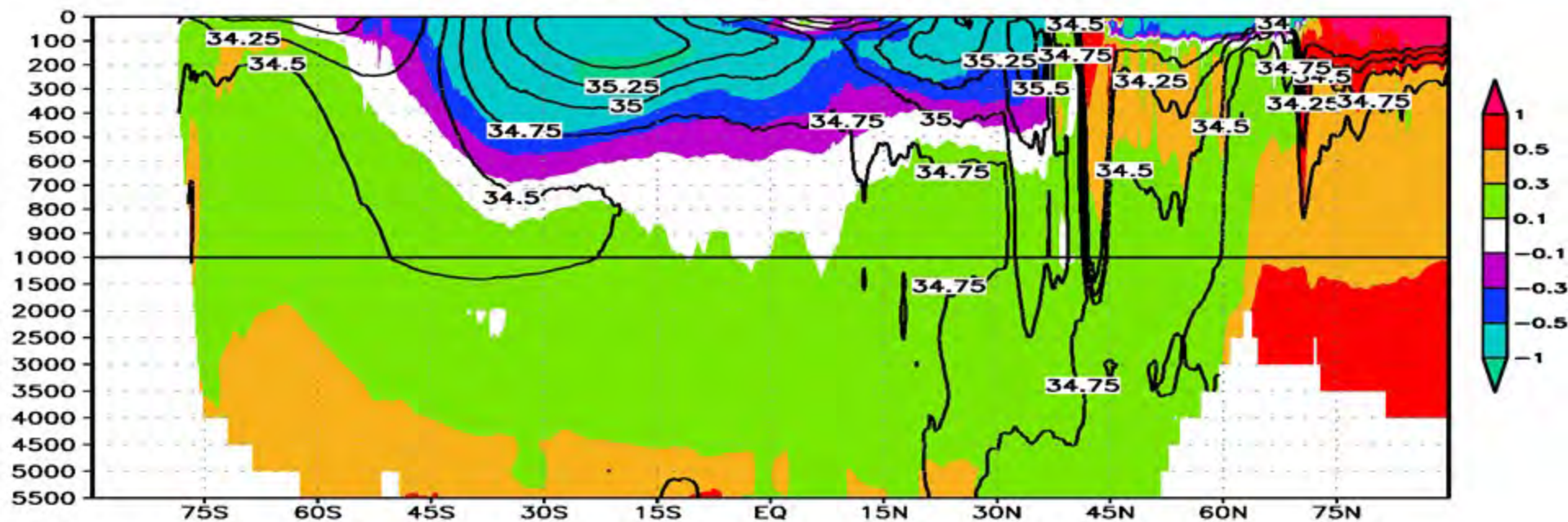




### zonal mean temperature



### zonal mean salinity

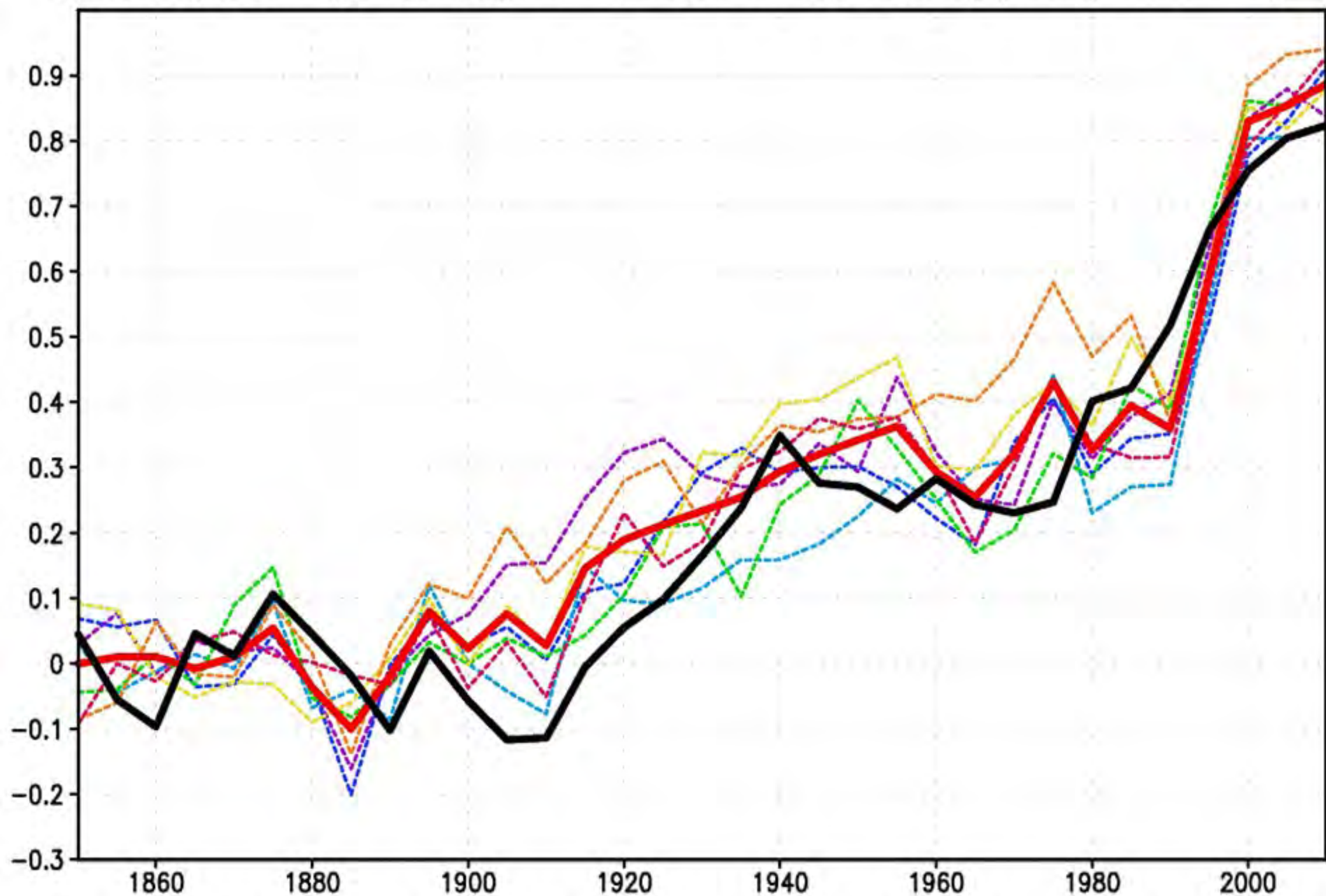


# Изменения климата в 1850-2014

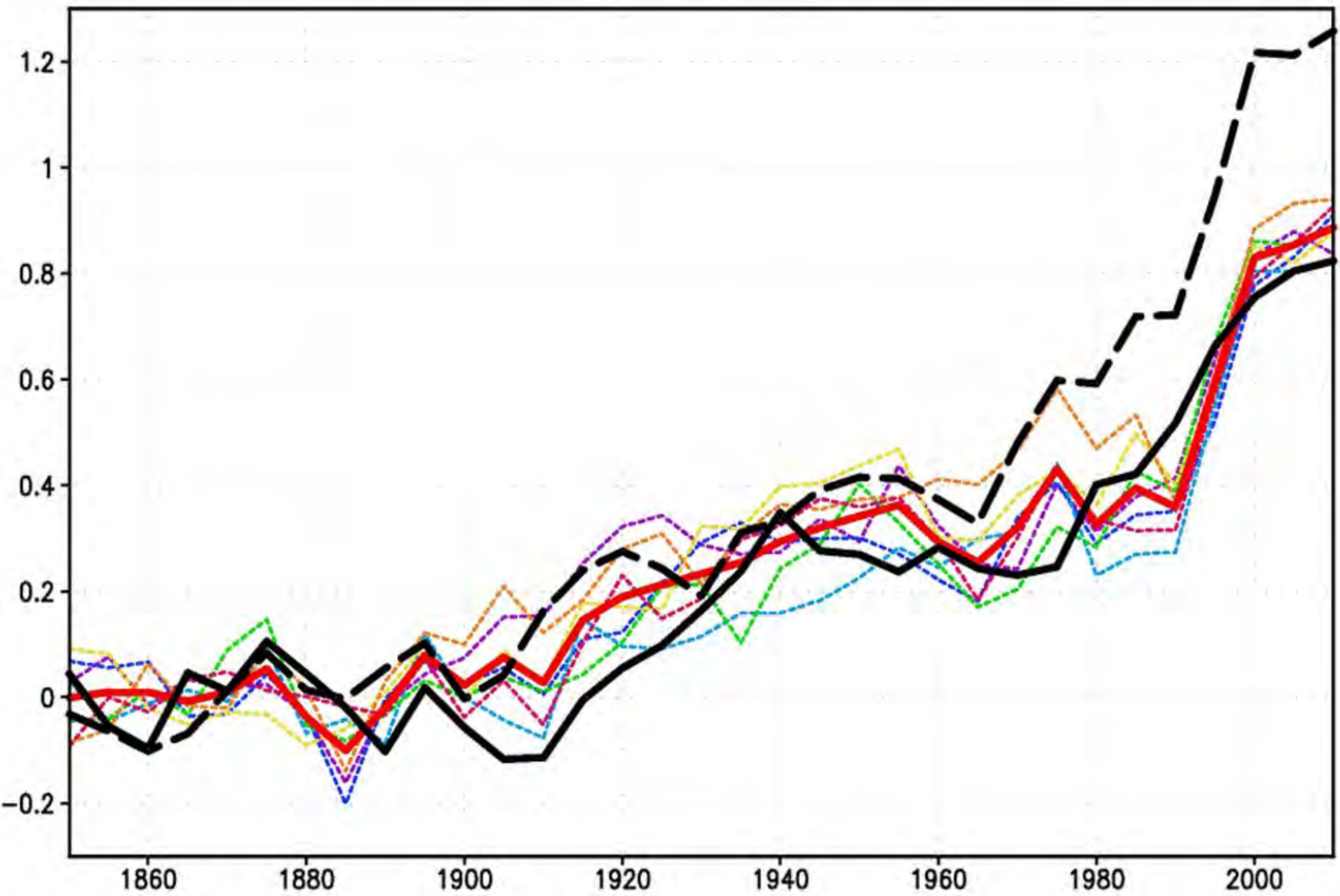
Сосчитан ансамбль из 7 экспериментов  
отличающихся только начальными  
данными



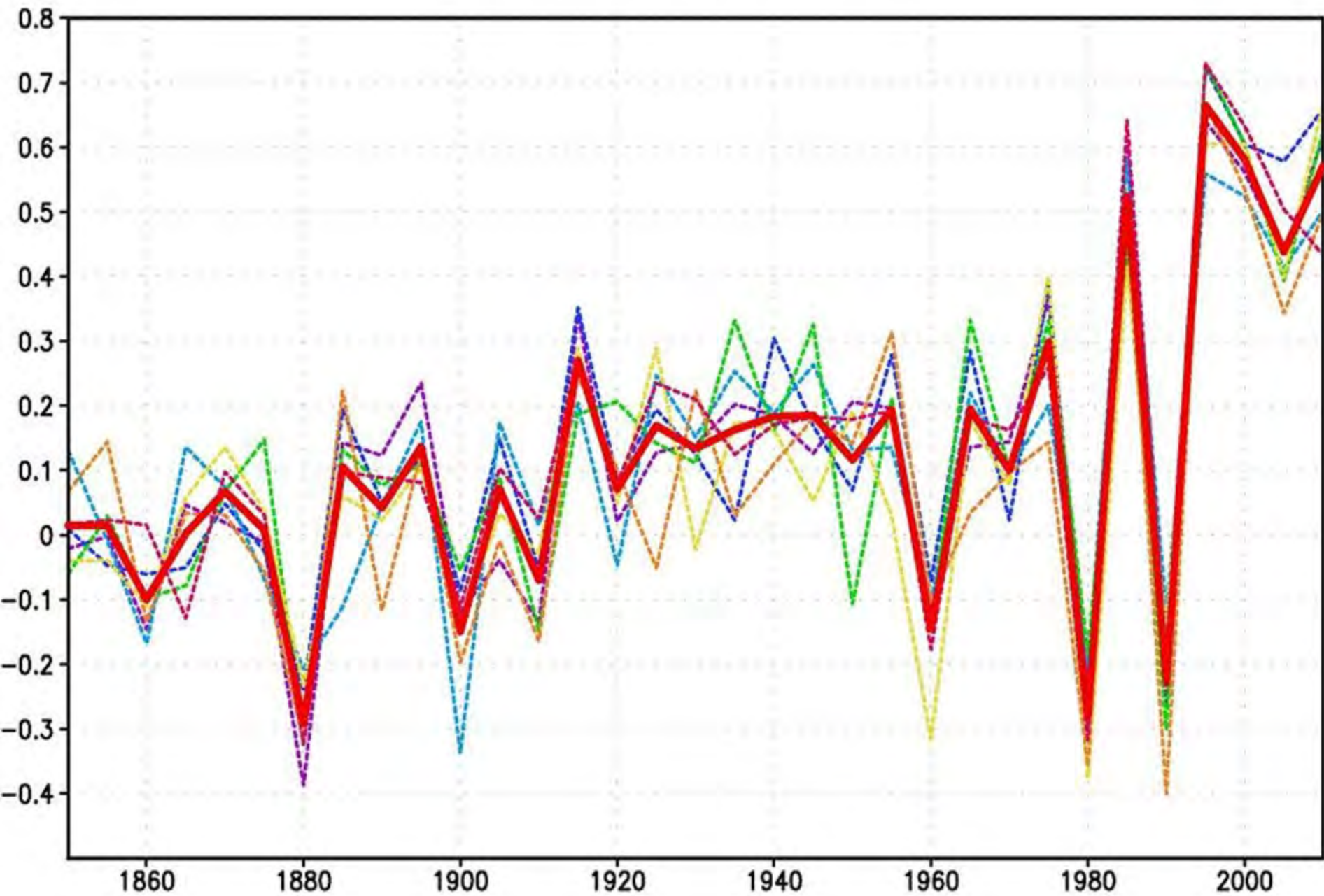
5-летняя средняя температура поверхности Наблюдения (черный), модельное среднее (красный), индивидуальные модельные расчеты (пунктирные линии)



То же, но добавлены данные эксперимента, где антропогенная эмиссия аэрозолей на уровне 1850г

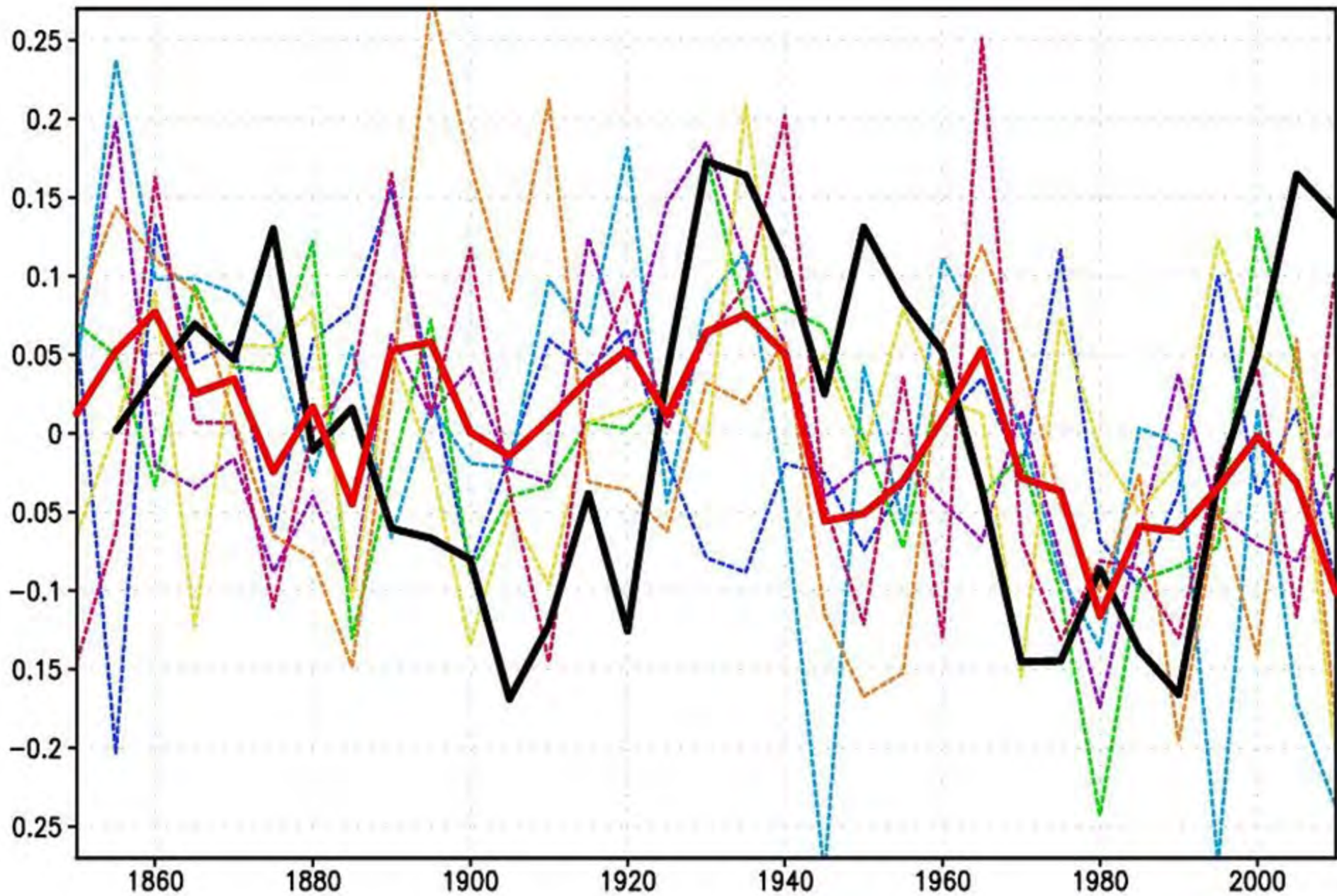


# Поток тепла в океан, Вт/м<sup>2</sup>



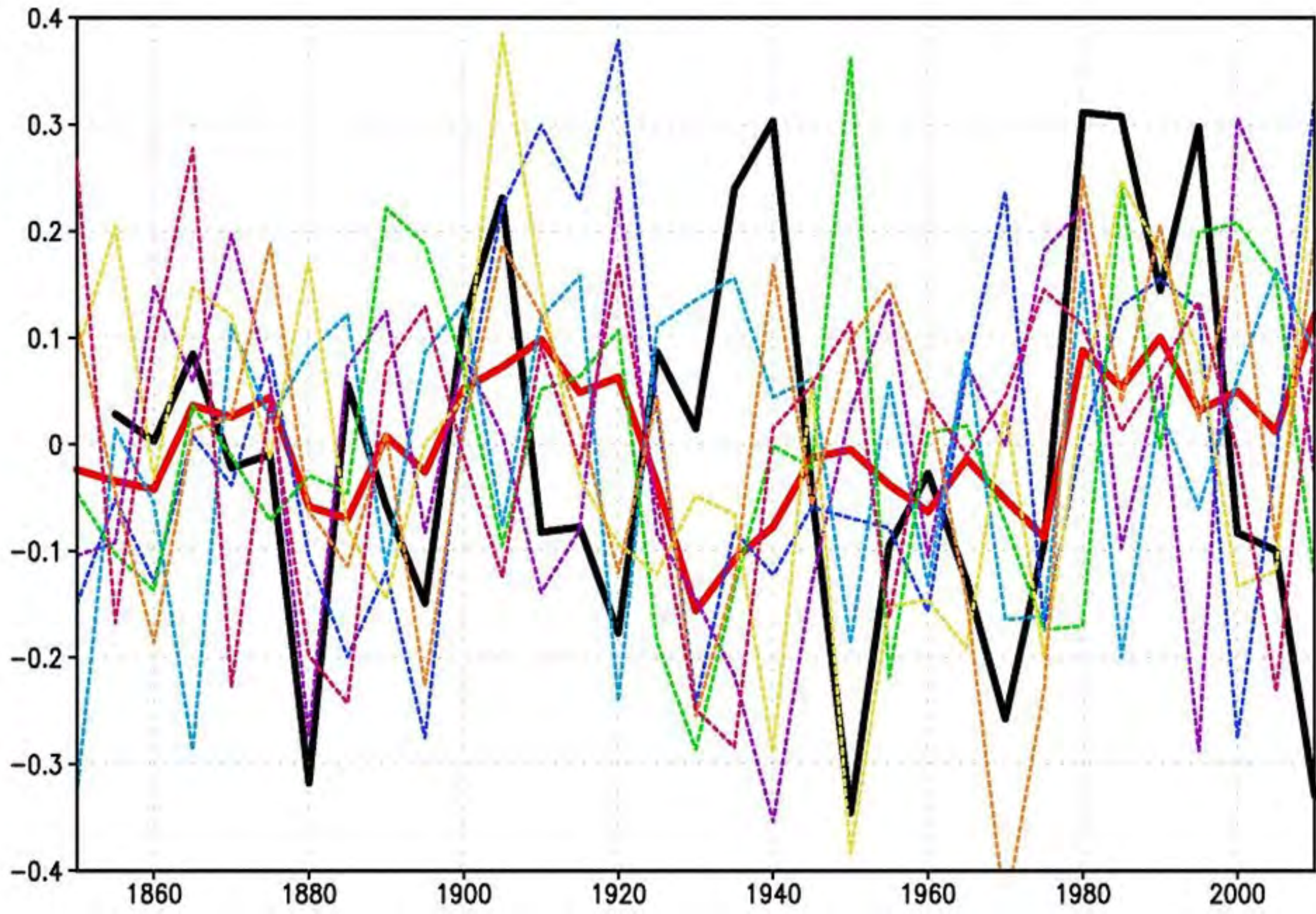


# Индекс АМО по данным модели и наблюдений

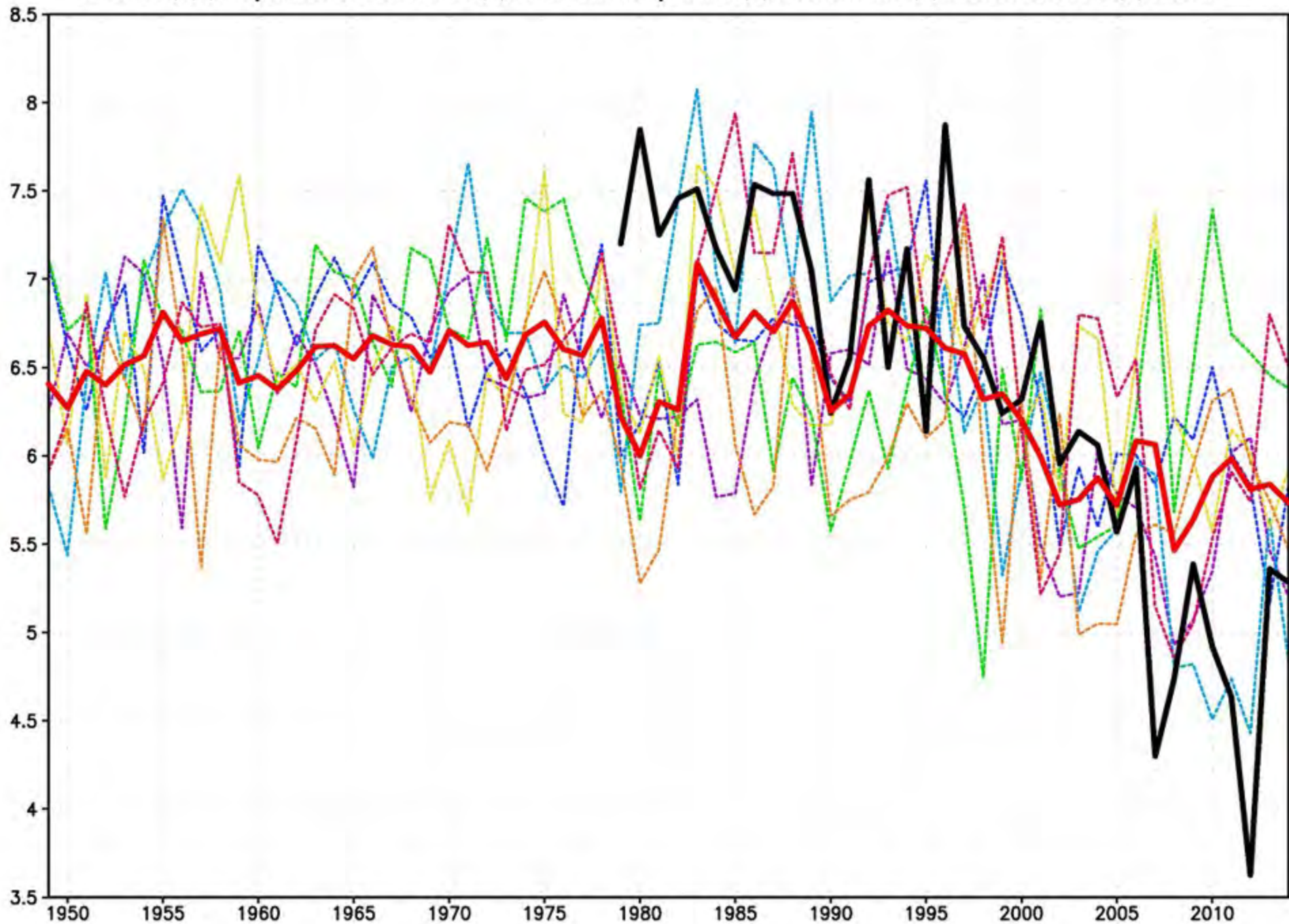




Индекс PDO по данным модели и наблюдений

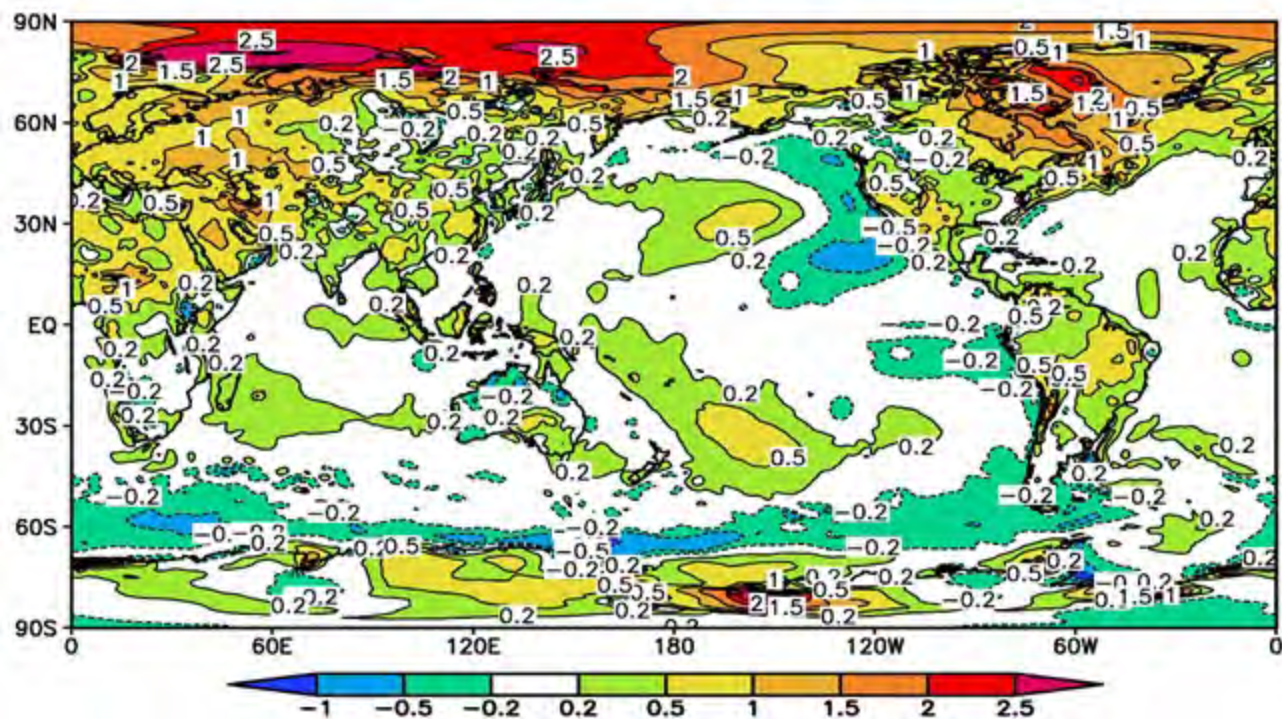
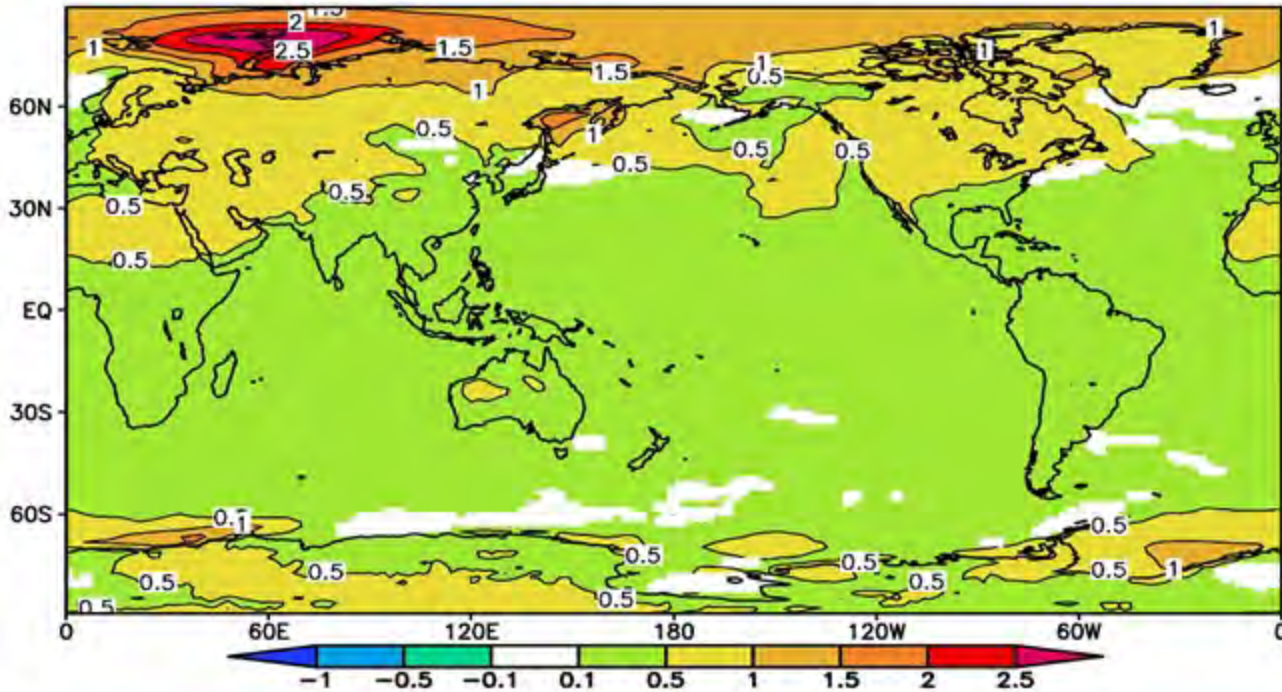


Площадь арктического льда в сентябре по данным модели и наблюдений



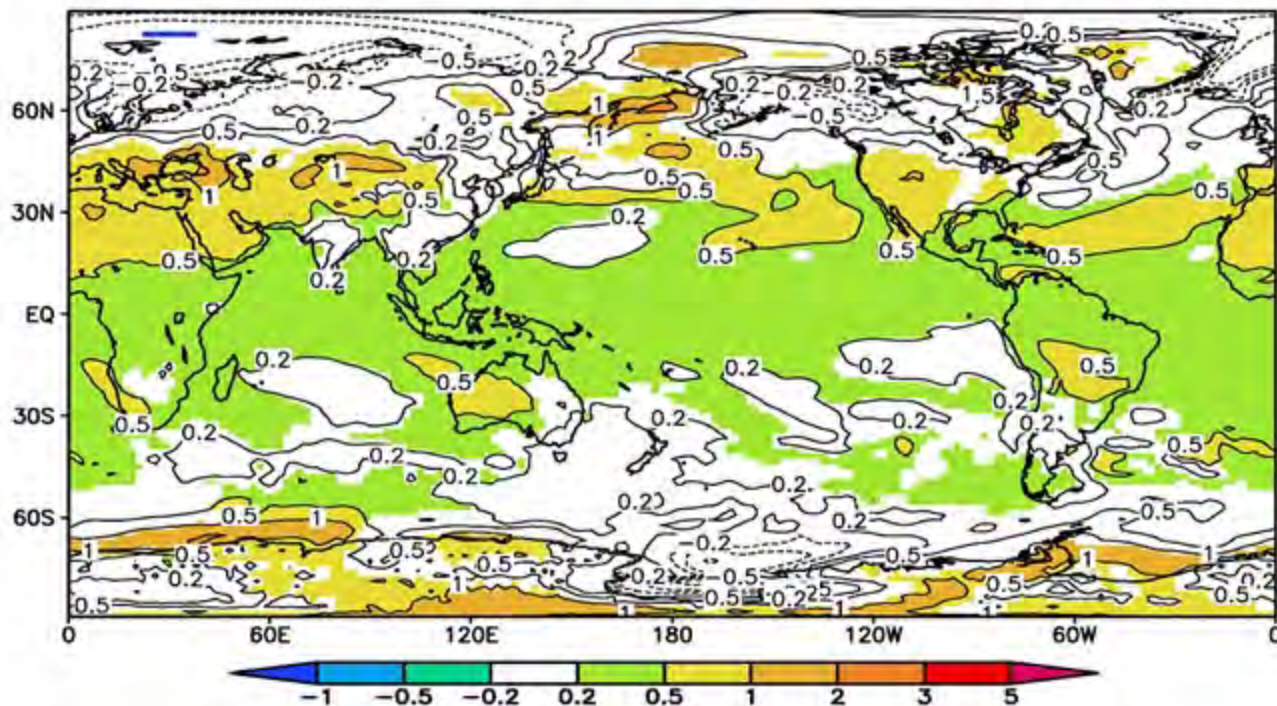
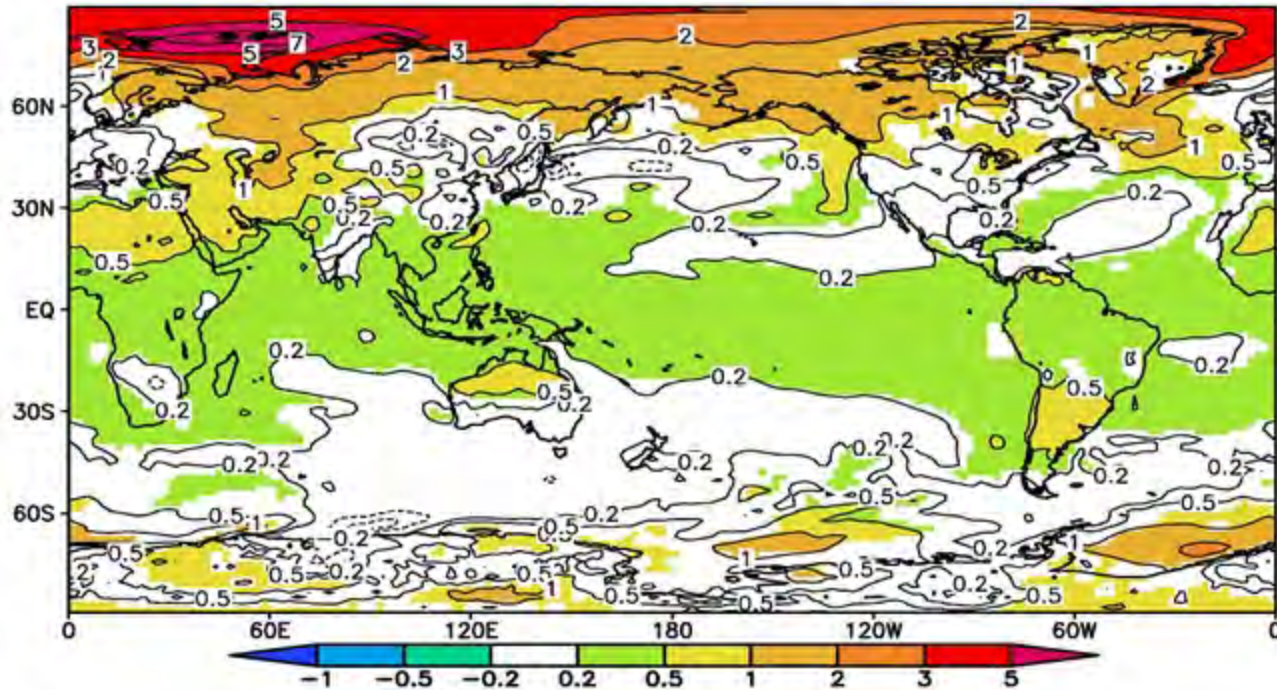


Температура  
поверхности в 2000-2014  
минус 1985-1999 по  
данным модели (вверху)  
и ERA-Interim (внизу)





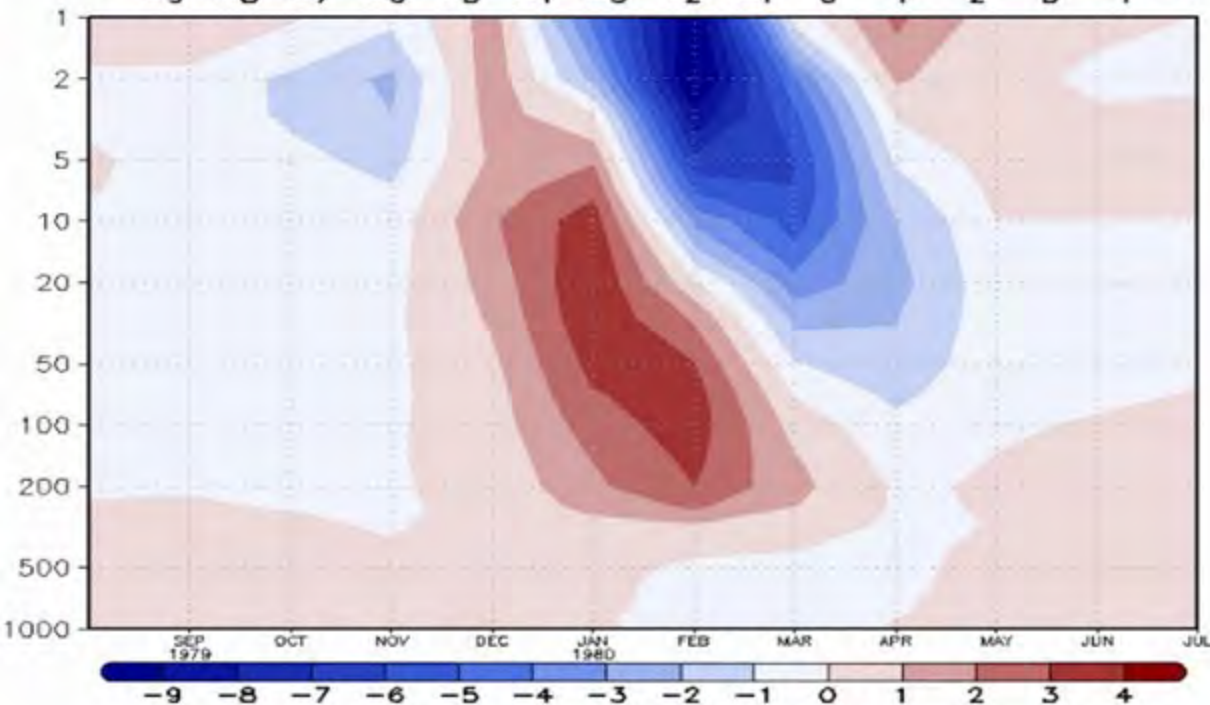
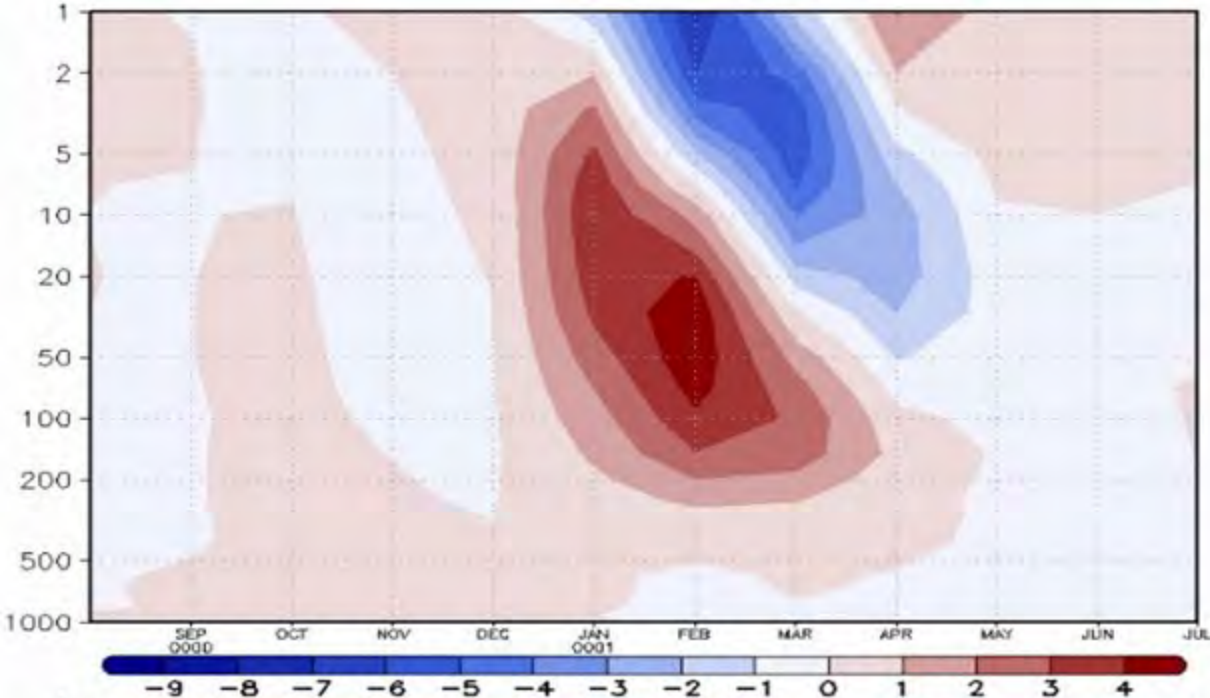
Температура поверхности  
в 2000-2014 минус 1985-  
1999 в модельном  
эксперименте с самым  
большим и самым  
маленьким арктическим  
потеплением



Естественная изменчивость климата в  
модели на временных масштабах от сезона  
до десятилетий



**Первая ЭОФ**  
внутригодовой эволюции  
температуры на уровнях  
от 1 до 1000 гПа в модели  
(вверху) и по данным  
ERA-Interim (внизу).  
Данные осреднены по  
арктическим широтам  
(60-90N)



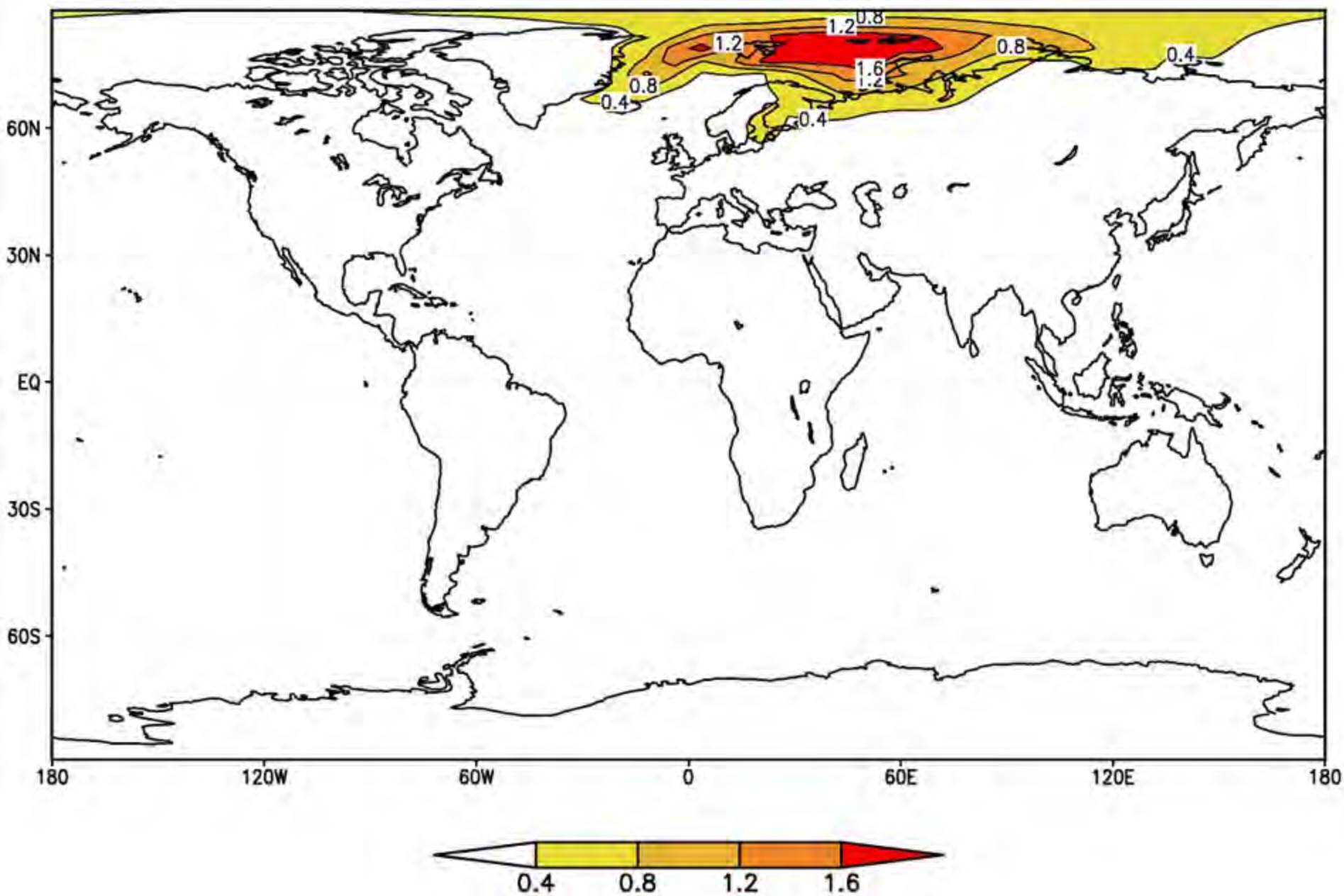




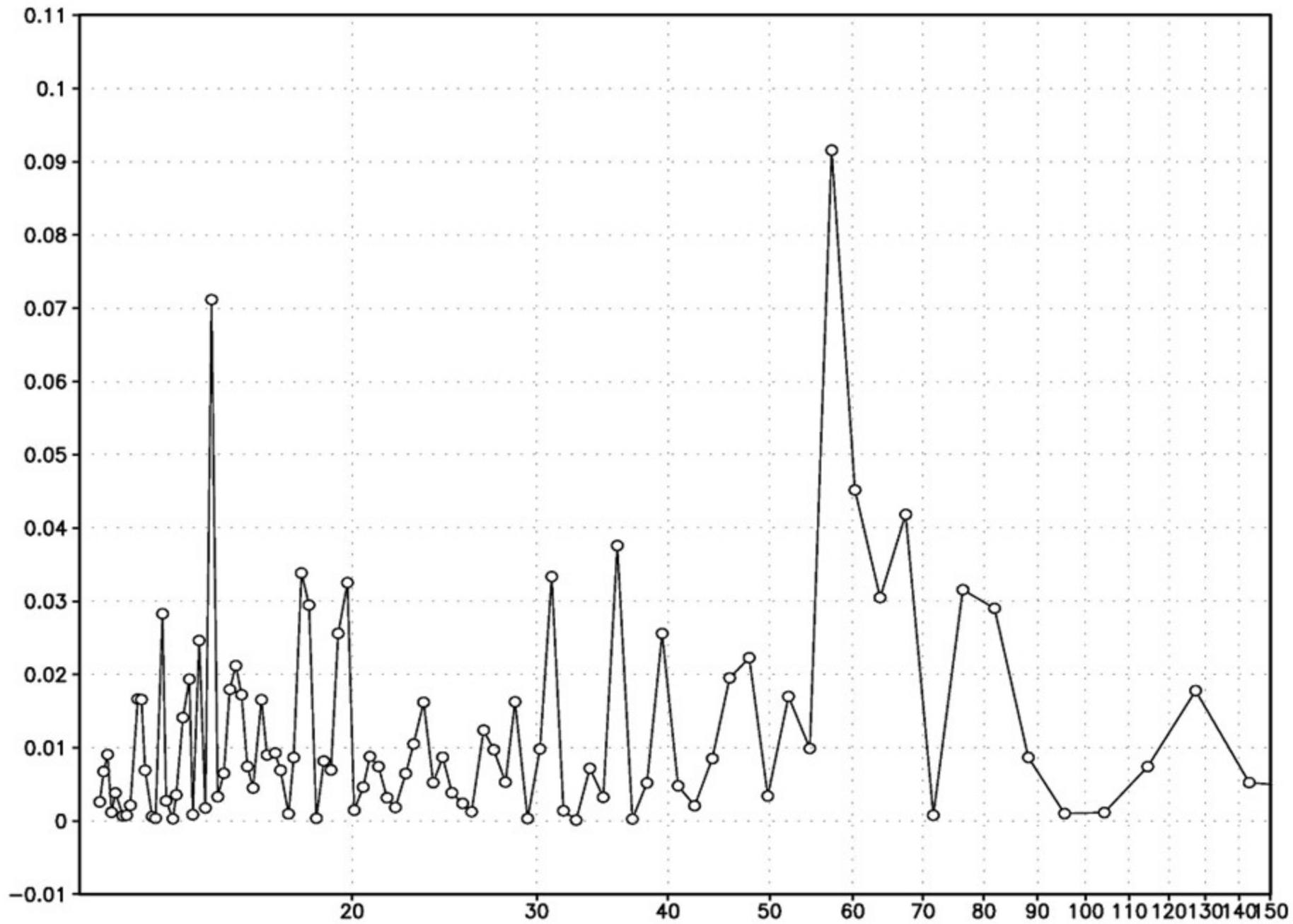




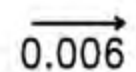
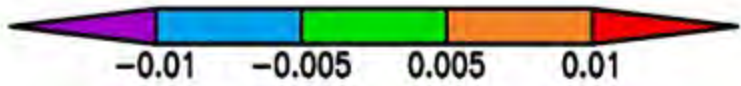
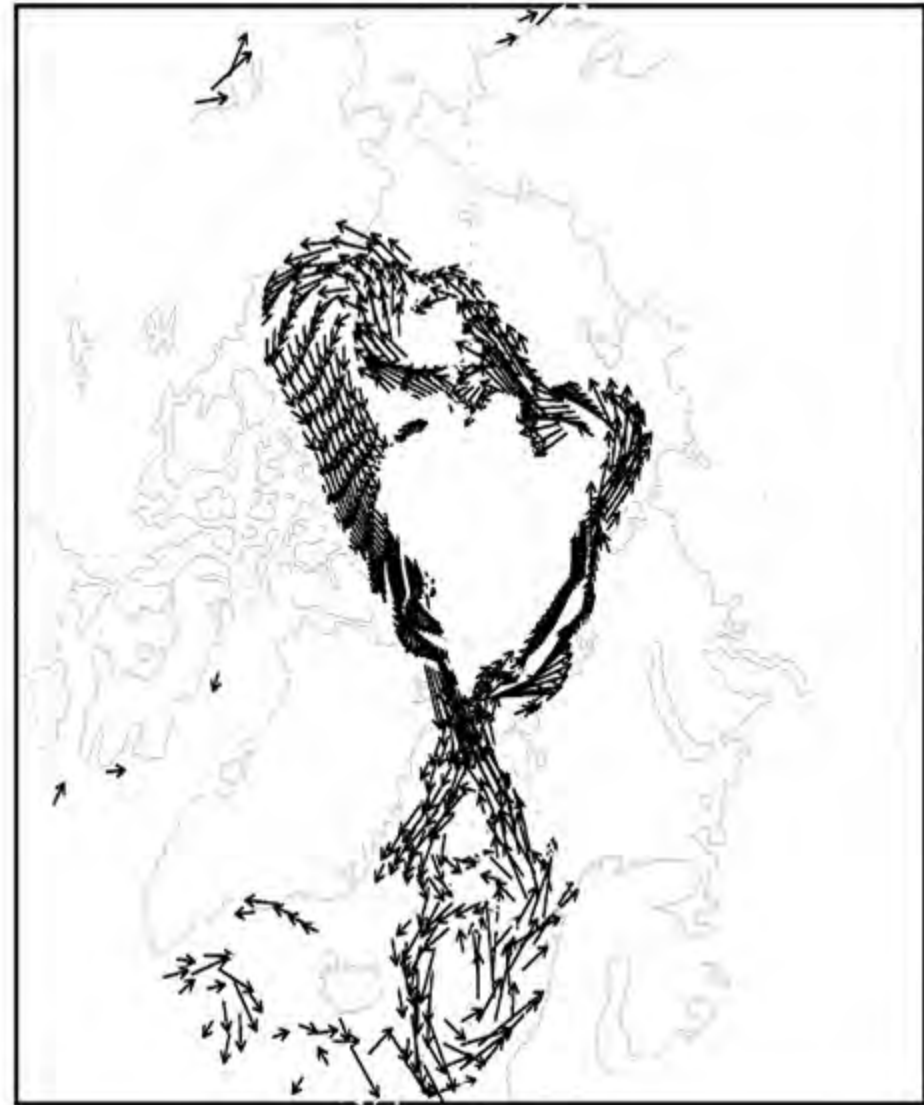
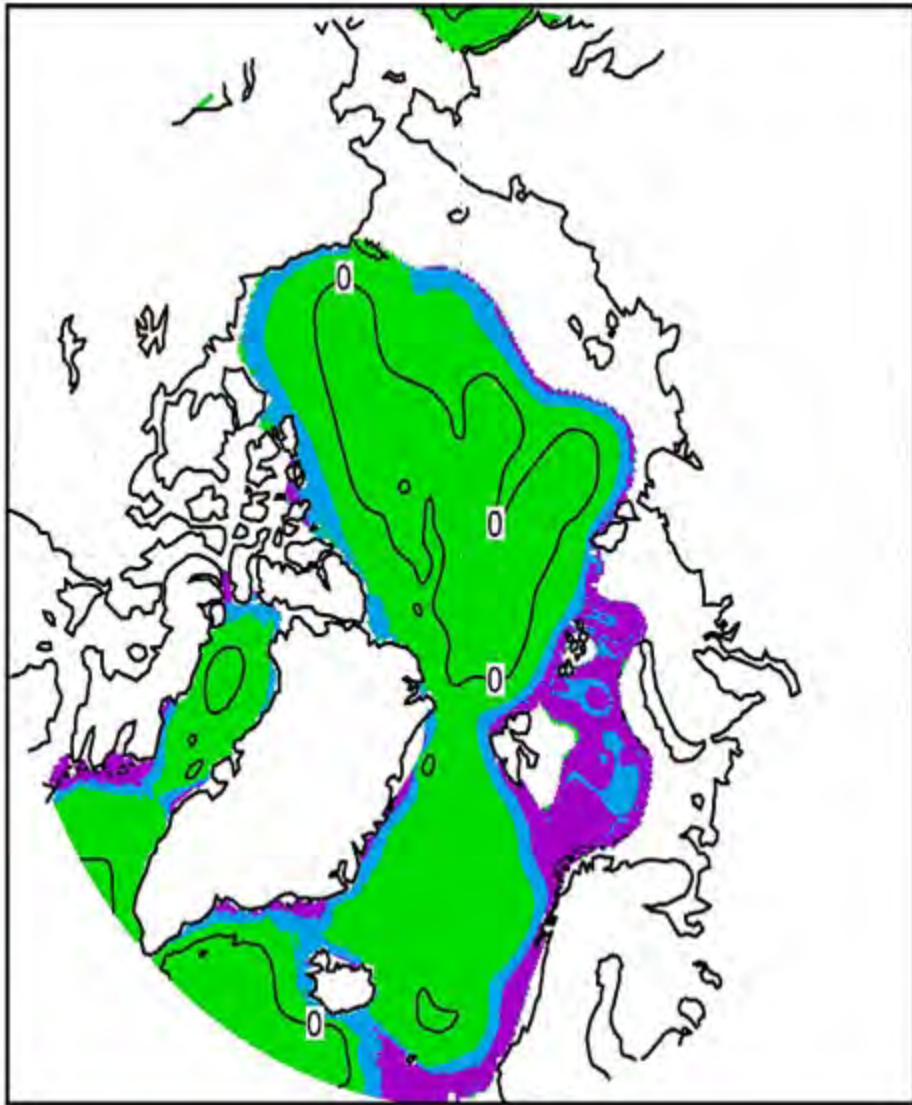
# ЭОФ-1 5-летней средней температуры поверхности локализован в Арктике



# Временной спектр коэффициента при первой ЭОФ

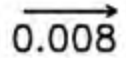
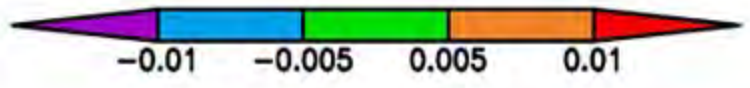
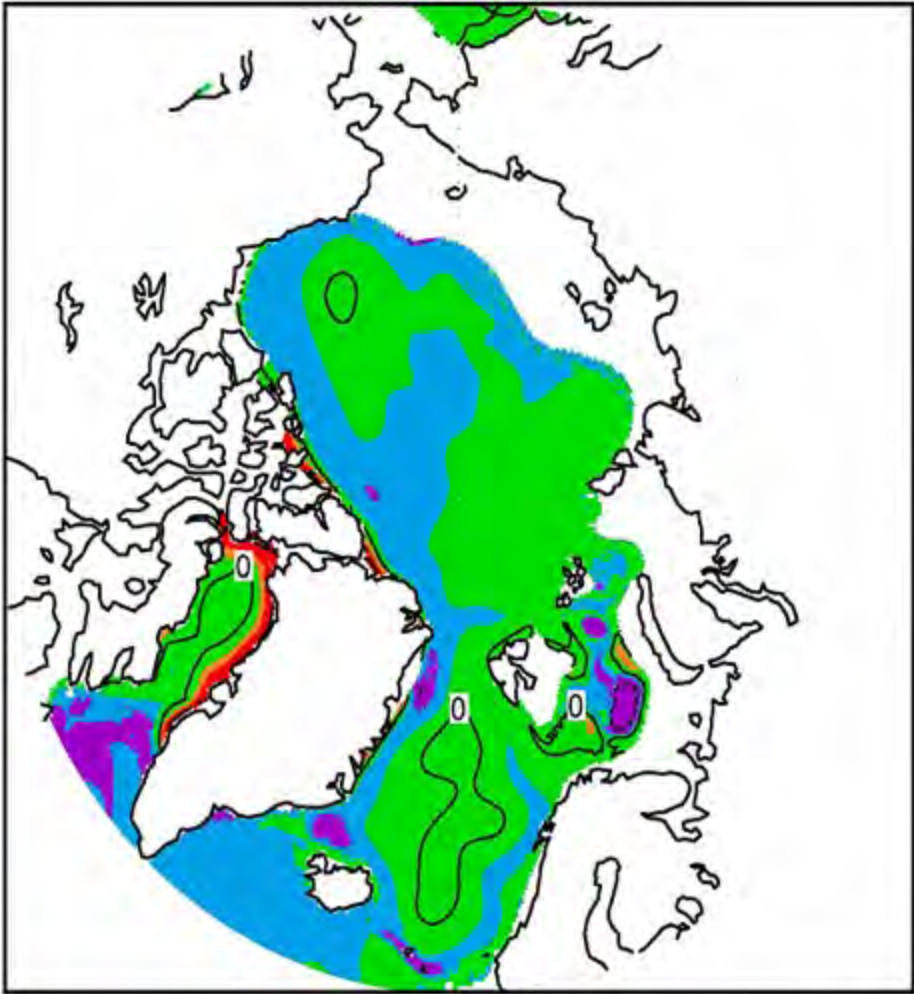


# salinity and currents at 200m 15 years before Arctic warming

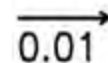
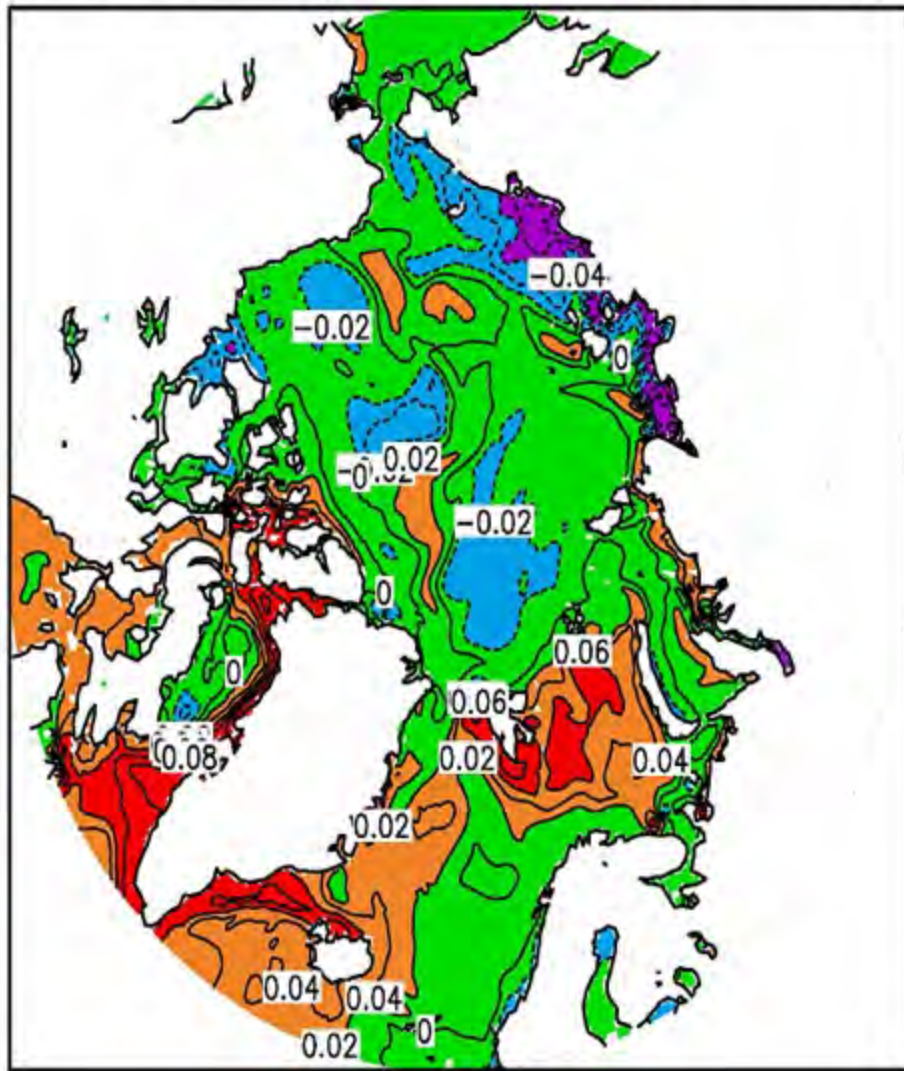




# salinity and currents at 200m during Arctic warming

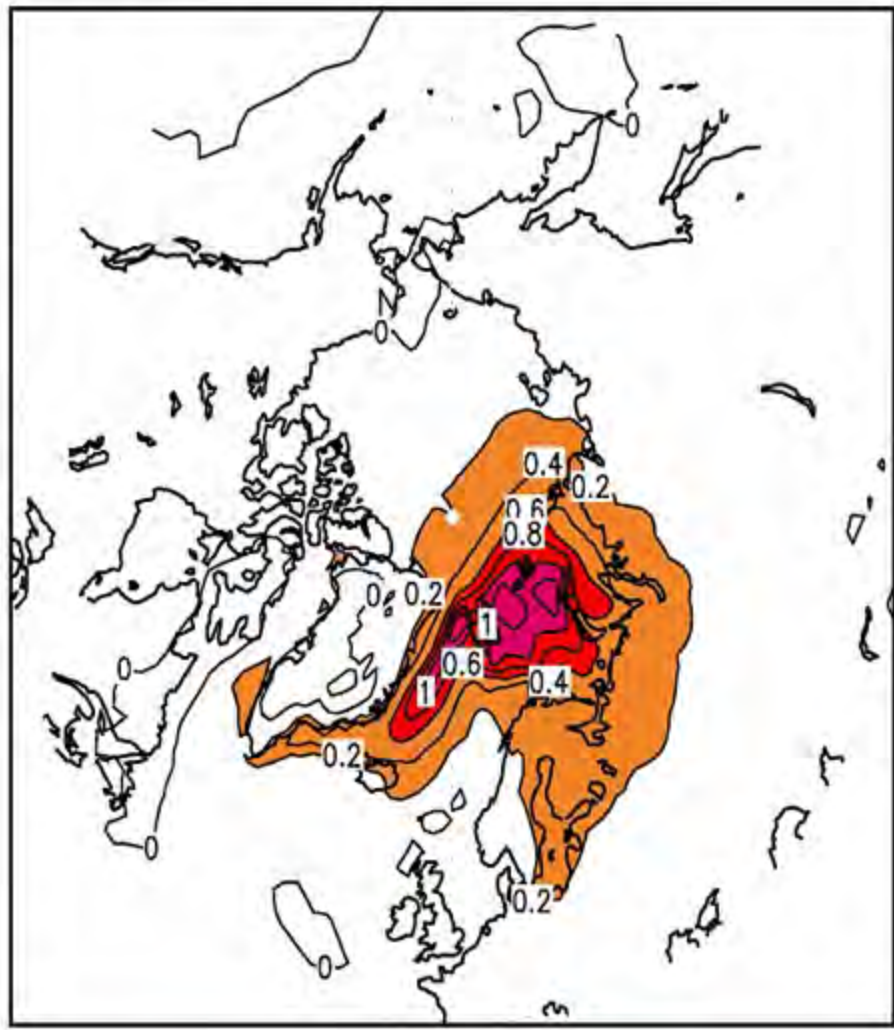


# surface salinity and currents during Arctic warming

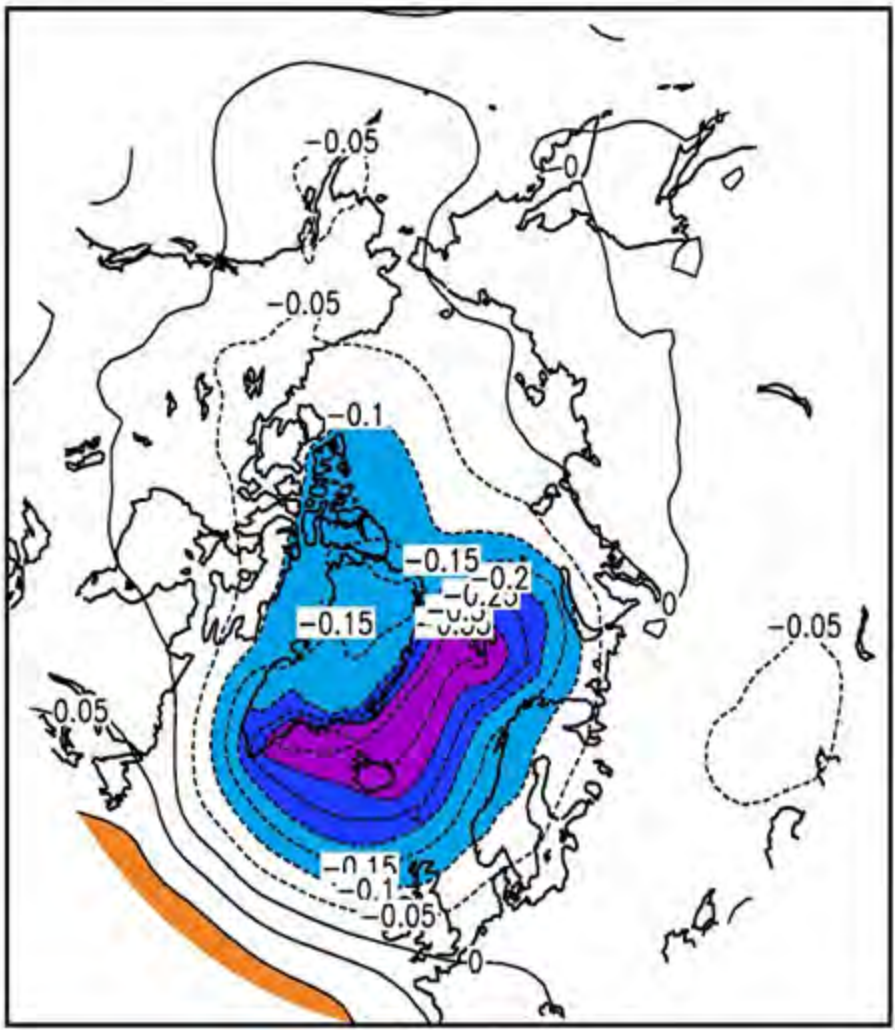




**Surf. Temp. Arctic warming**

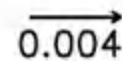
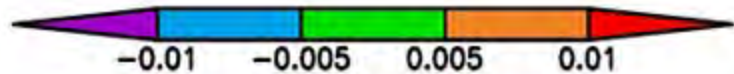
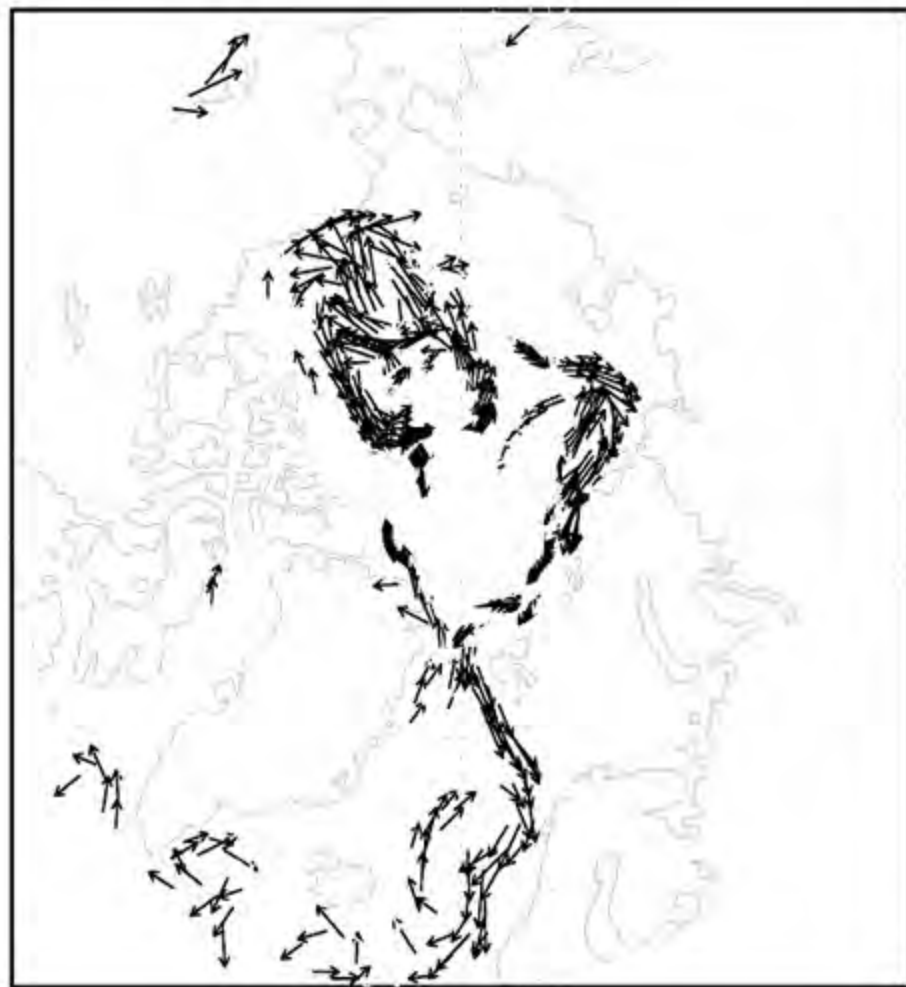
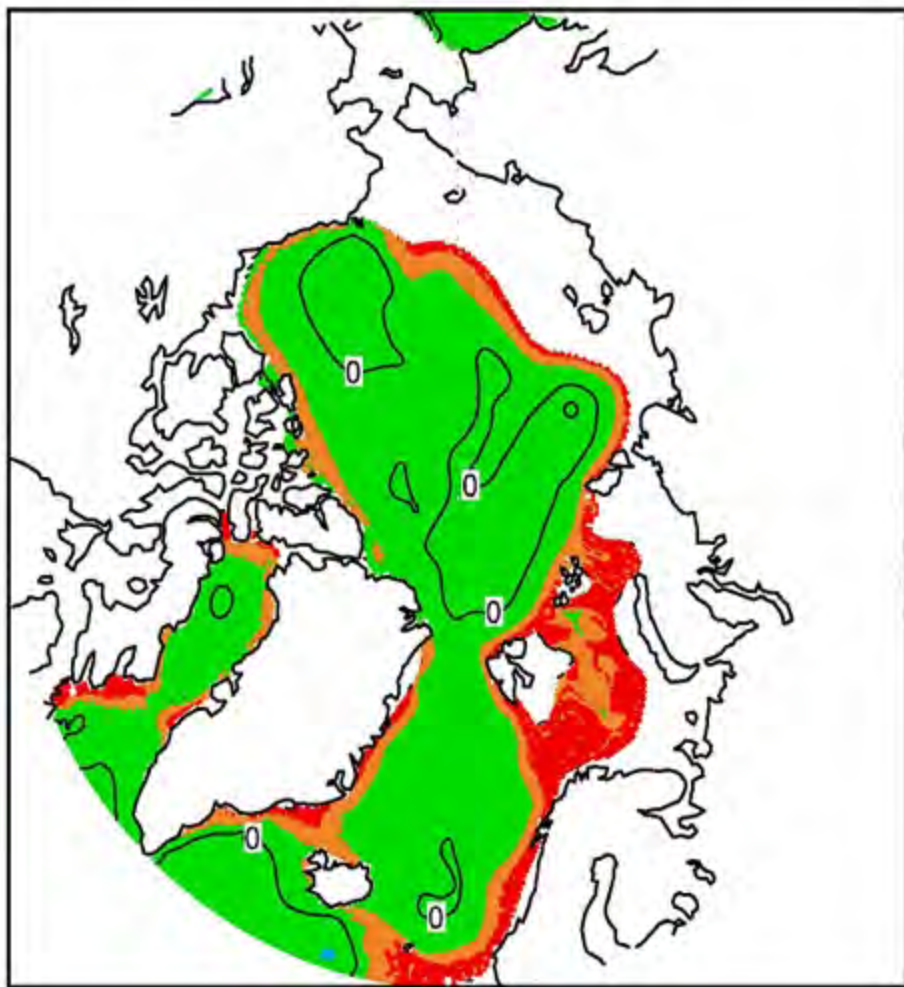


**SLP Arctic warming**





# Salinity and currents at 200m 15 years after Arctic warming



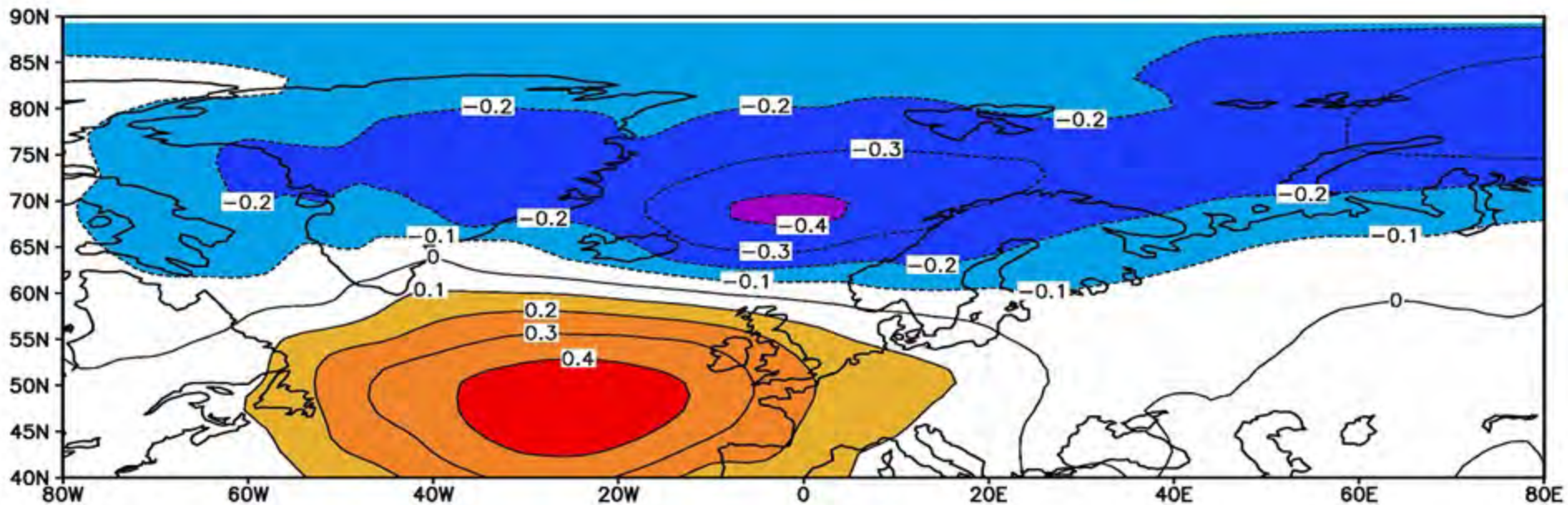
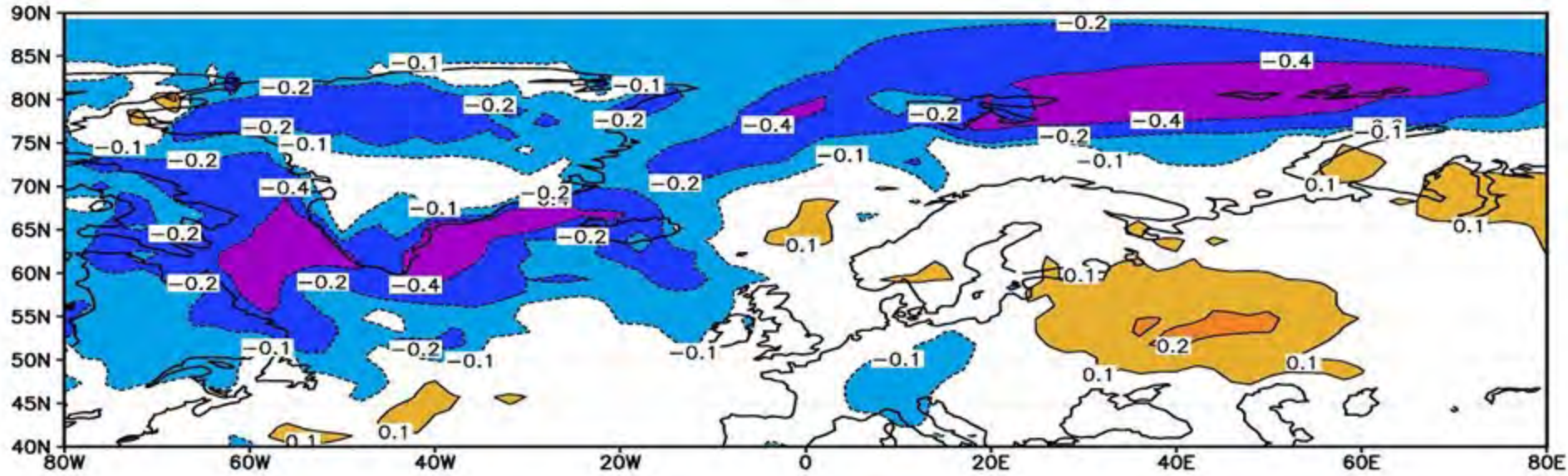
Вклад различных слагаемых в генерацию  $G$  аномалий температуры, а также в изменение фазы колебаний  $P$  для Арктики ( $66.5-90^{\circ}$ с.ш.) в верхнем слое океана (0-100м)

	адвекция	потоки	изопикн	солн
		с поверхности	диффузия	рад

$G$	4.03	-3.60	-1.62	1.38
$P$	1.23	-0.10	-0.01	-0.10

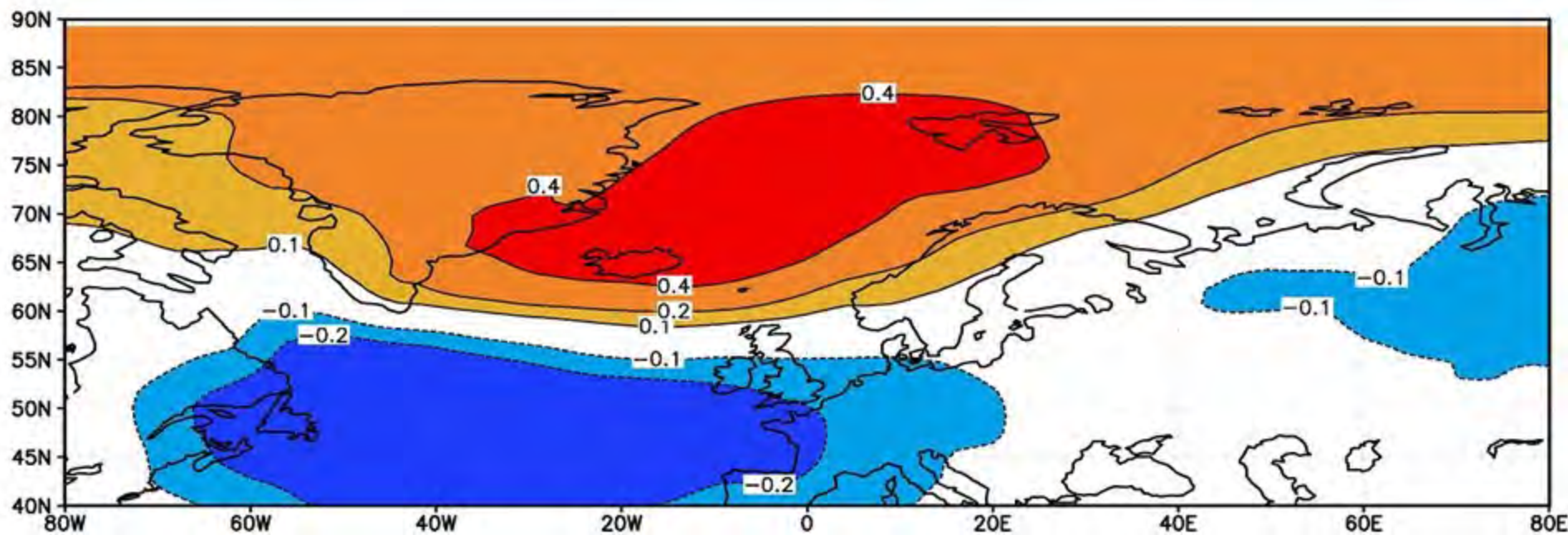
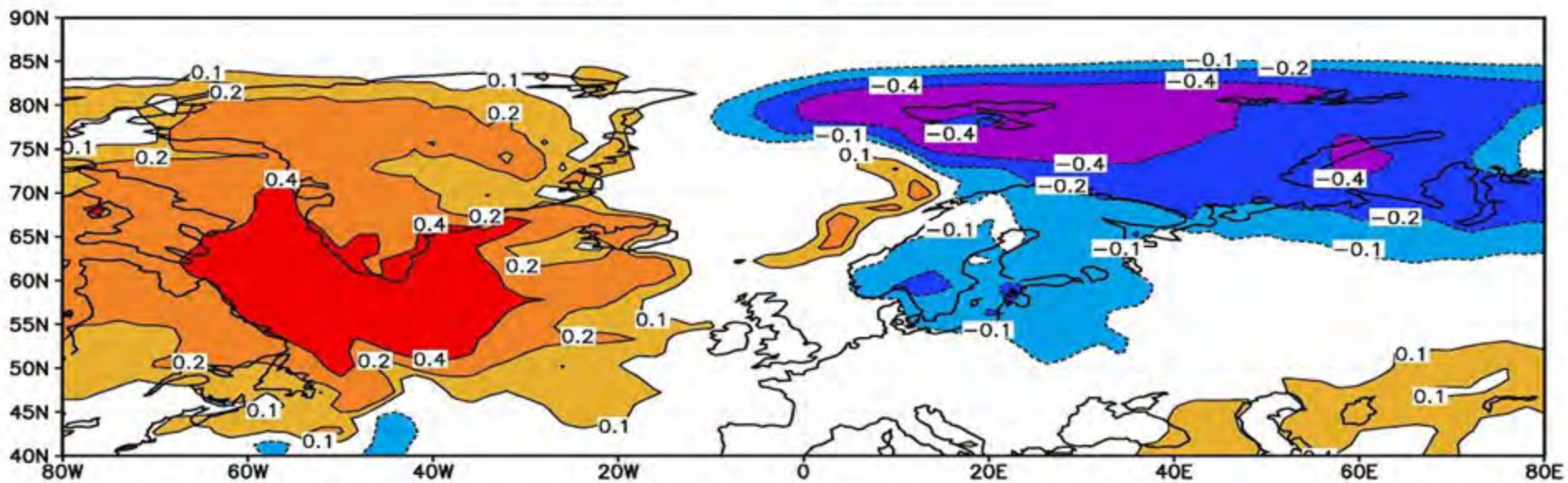


10-летние колебания климата в Арктике. Аномалия температуры поверхности (вверху) и давления (внизу) за 3 года до арктического потепления





# Аномалии температуры поверхности (вверху) и давления (внизу) через 3 года после арктического потепления





# Планы на будущее

1. Эксперименты в рамках CMIP6 для 2015-2100г по сценариям SSP 1-2.6, SSP 2-4.5, SSP 3-7, SSP 5-8.5 (2019)
2. Участие в других подпроектах CMIP6 (PMIP, ISMIP6).
3. Сезонные ретропрогнозы для 1980-2018г. (2019-2020)
4. Прогнозы на 1-10 лет для некоторых лет, в зависимости от компьютерных ресурсов. (2019-2022)
5. Построение эмпирических методов прогноза естественных колебаний на 5-10 лет. (2019-2022)