

Санкт - Петербург



**ГЛАВНАЯ ГЕОФИЗИЧЕСКАЯ
ОБСЕРВАТОРИЯ
им. А. И. ВОЕЙКОВА**

Год основания 1849



ДИНАМИКА КЛИМАТА ВЫСОКИХ ШИРОТ В МОЦАО НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ

В.М. Катцов



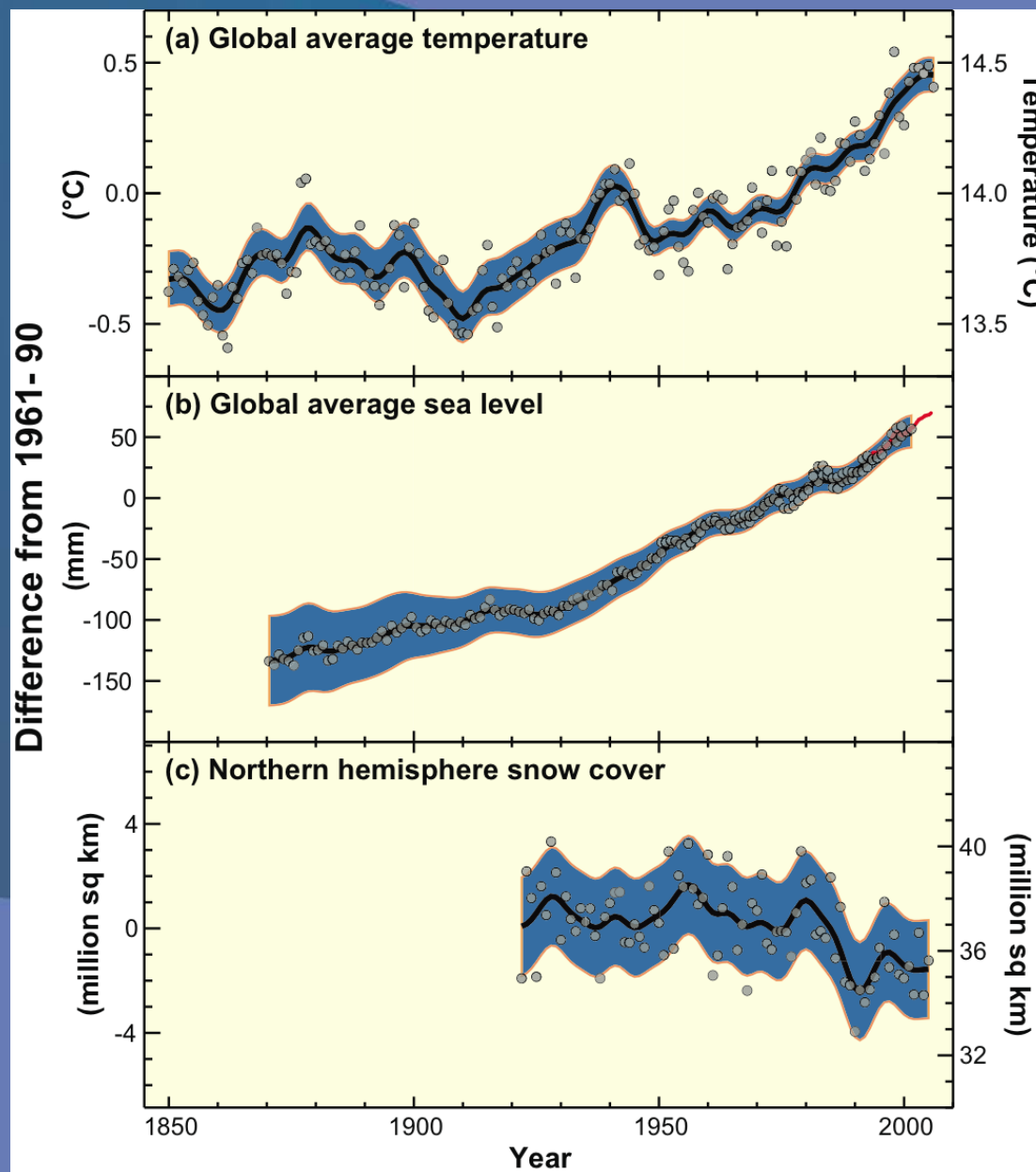
1. Климат высоких широт в контексте глобального потепления
2. Модели МГЭИК нового поколения: общая характеристика
3. Систематические ошибки в расчетах современного климата высоких широт
4. Эволюция климата высоких широт в 20-м и 21-м веках
5. Приоритеты дальнейших исследований климата высоких широт методами физико-математического моделирования



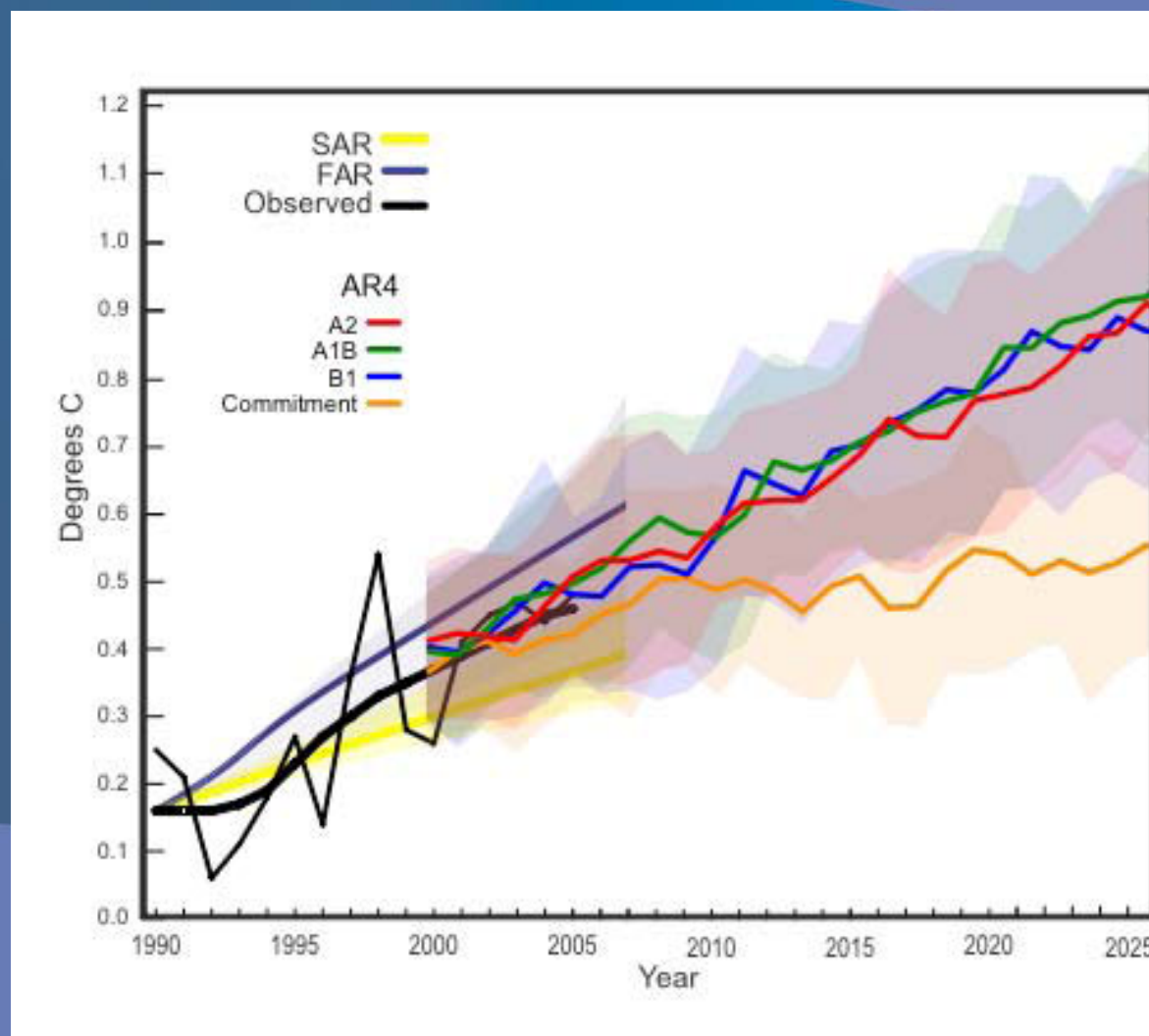
1. Климат высоких широт в контексте глобального потепления
2. Модели МГЭИК нового поколения: общая характеристика
3. Систематические ошибки в расчетах современного климата высоких широт
4. Эволюция климата высоких широт в 20-м и 21-м веках
5. Приоритеты дальнейших исследований климата высоких широт методами физико-математического моделирования

Глобальное потепление

ГЛАВНАЯ
ГЕОФИЗИЧЕСКАЯ
ОБСЕРВАТОРИЯ
ИМ. А.И.ВОЕЙКОВА

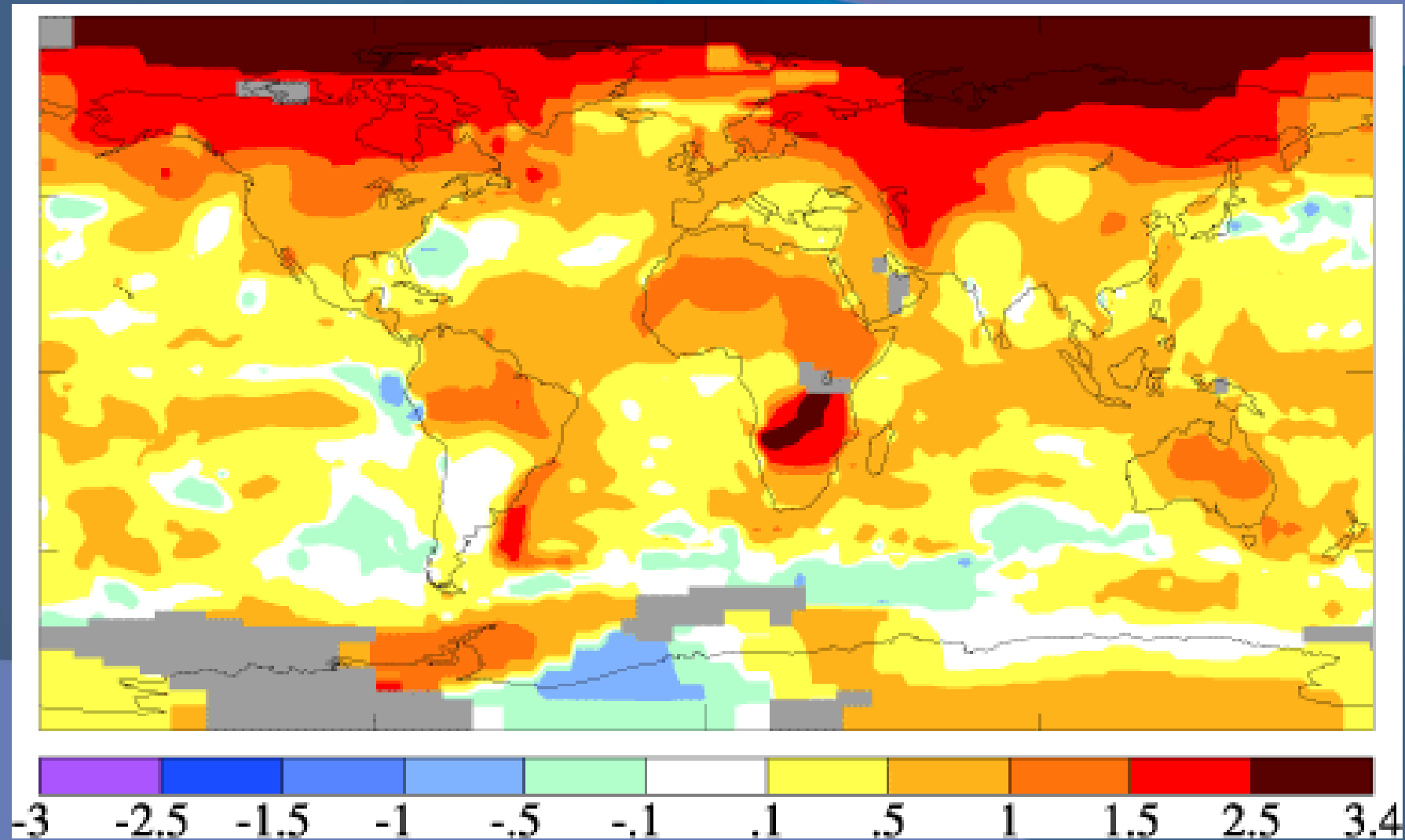


Глобальное потепление: прогнозы 1990-х оправдываются



Изменения ТВП (°C) в 2005 г. (против 1951-1980 гг.)

ГЛАВНАЯ
ГЕОФИЗИЧЕСКАЯ
ОБСЕРВАТОРИЯ
ИМ. А.И.ВОЕЙКОВА



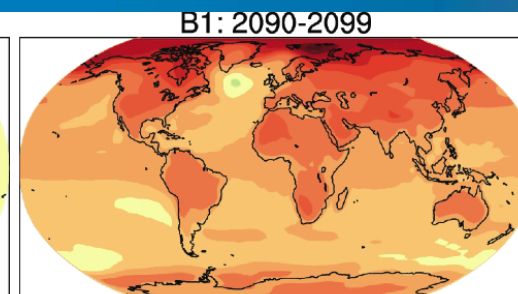
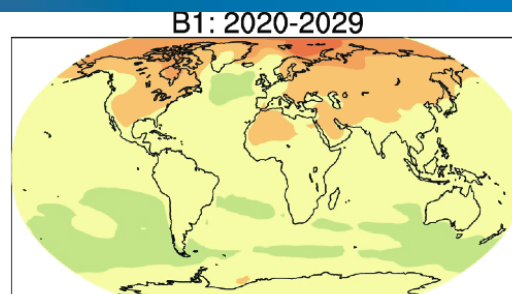
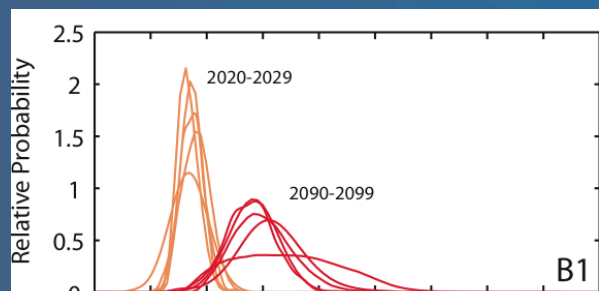
Глобальное потепление в 21-м веке



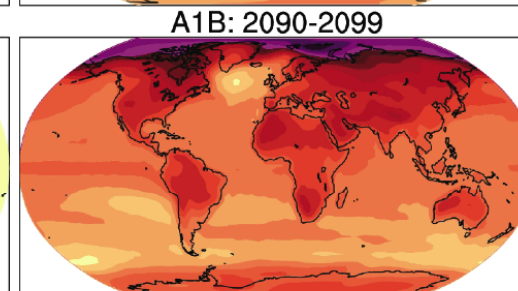
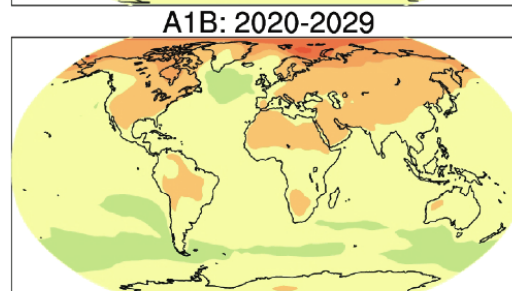
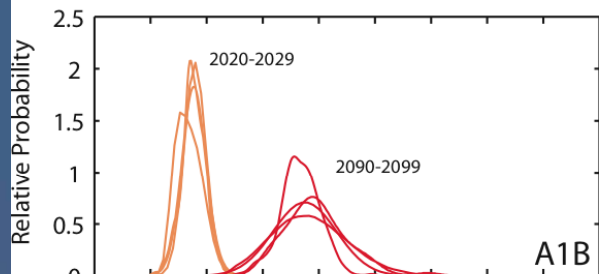
2020-2029

2090-2099

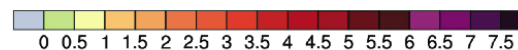
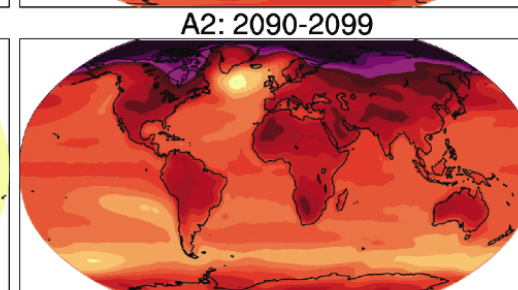
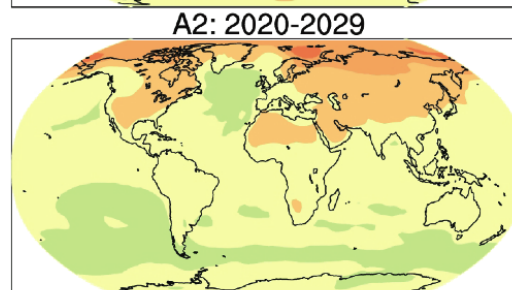
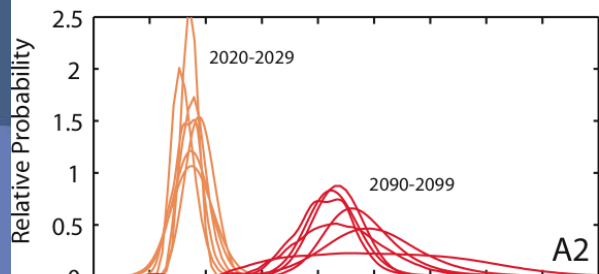
B1



A1B



A2



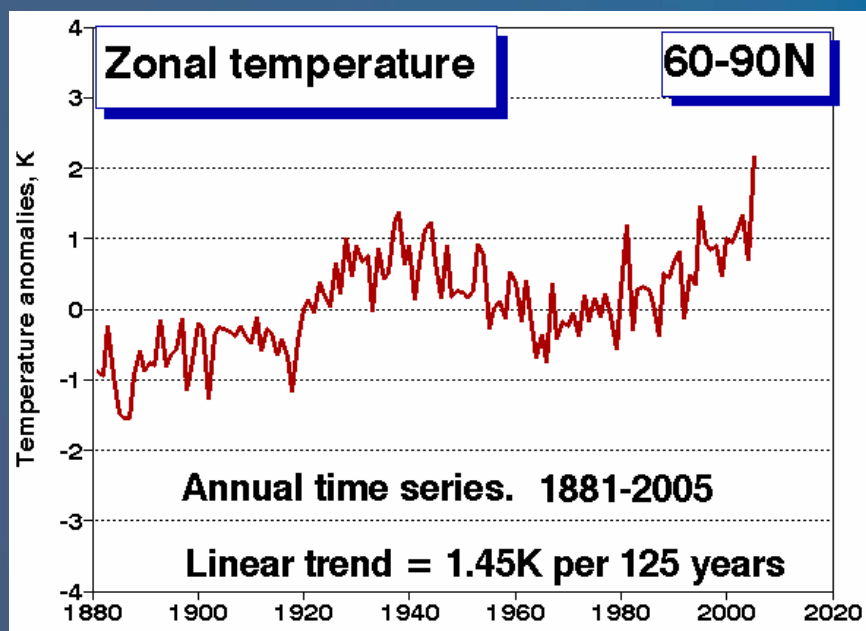
Global Mean Surface Temperature Change (°C)

Климат высоких широт в контексте глобального потепления

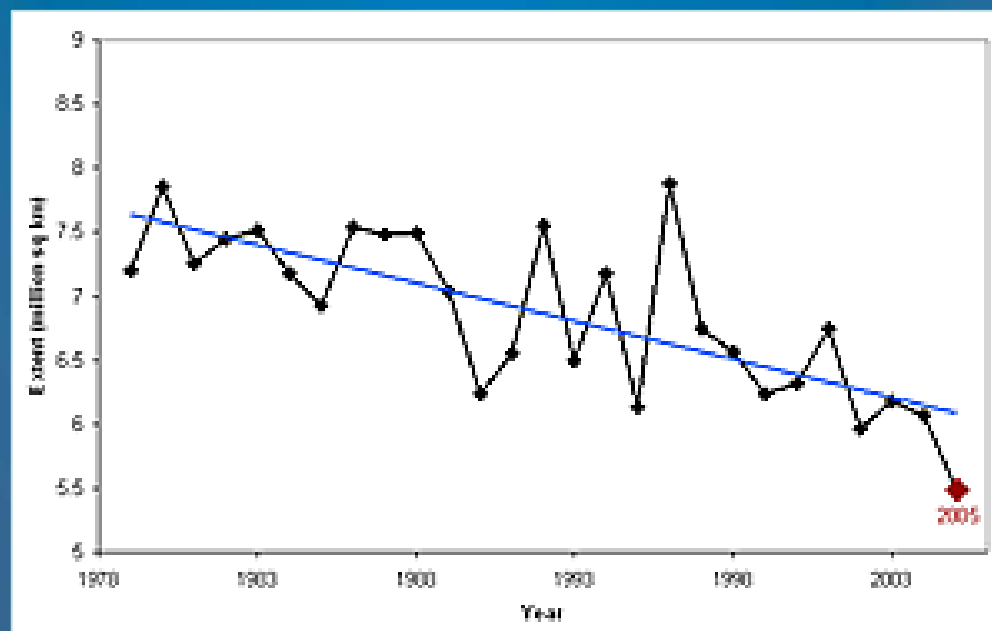
ГЛАВНАЯ
ГЕОФИЗИЧЕСКАЯ
ОБСЕРВАТОРИЯ
ИМ. А.И.ВОЕЙКОВА



Арктическое потепление (°C)



Площадь морского льда в СП (сентябрь)





1. Климат высоких широт в контексте глобального потепления
- 2. Модели МГЭИК нового поколения: общая характеристика**
3. Систематические ошибки в расчетах современного климата высоких широт
4. Эволюция климата высоких широт в 20-м и 21-м веках
5. Приоритеты дальнейших исследований климата высоких широт методами физико-математического моделирования

Климатические модели МГЭИК

ГЛАВНАЯ
ГЕОФИЗИЧЕСКАЯ
ОБСЕРВАТОРИЯ
ИМ. А.И.ВОЕЙКОВА



	Модель, страна	МОЦА	МОЦО	МЛ
1	BCC-СМ1, Китай	T63 (1.9°×1.9°)L16	1.9° × 1.9° L30	L0/-
2	BCCR-BCM2.0, Норвегия	T63L31	0.5-1.5°×1.5°L35	L1/ВП
3	CCSM3, США	T85L26	0.3-1°×1°L40	L4/УВП
4	CGCM3.1(T47), Канада	T47L31	1.9°×1.9°L29	L0/КЖ
5	CGCM3.1(T63), Канада	T63L31	0.9°×1.4°L29	L0/КЖ
6	CNRM-СМ3, Франция	T63L45	0.5-2°×2°L31	L4/УВП
7	CSIRO-Mk3.0, Австралия	T63L18	0.8°×1.9°L31	L1(2)/КЖ
8	ECHAM5/MPI-ОМ, Германия	T63L31	1.5°×1.5°L40	L0/ВП
9	ECHO-G, Германия/Корея	T30L19	0.5-2.8°×2.8°L20	L0/ВП
10	FGOALS-g1.0, Китай	T42(~2.8° × 2.8°)L26	1.0° × 1.0° L16	L4/УВП
11	GFDL-СМ2.0, США	2.0°×2.5°L24	0.3-1.0°×1.0°L20	L3/УВП
12	GFDL-СМ2.1, США	2.0°×2.5°L24	0.3-1.0°×1.0°L20	L3/УВП
13	GISS-AOM, США	3°×4°L12	3°×4°L16	L2(4)/КЖ
14	GISS-EH, США	4°×5°L20	2°×2°L16	L4/ВП
15	GISS-ER, США	4°×5°L20	4°×5°L13	L4/ВП
16	INM-СМ3.0, Россия	4°×5°L21	2°×2.5°L33	L0/-
17	IPSL-СМ4, Франция	2.5°×3.75°L19	1-2°×2°L31	L2/ВП
18	MIROC3.2 (hires), Япония	T106L56	0.2°×0.3°L47	L0/УВП
19	MIROC3.2 (medres), Япония	T42L20	0.5-1.4°×1.4°L44	L0/УВП
20	MRI-CGCM2.3.2, Япония	T42L30	0.5-2.0°×2.5°L23	L0/-(СД)
21	PCM, США	T42L26	0.5-0.7°×1.1°L40	L4/УВП
22	UKMO-HadСМ3, СК	2.5°×3.8°L19	1.5°×1.5°L20	L0/-(СД)
23	UKMO-HadGEM1, СК	1.3°×1.9°L38	0.3-1.0°×1.0°L40	L0/УВП

Климатические модели МГЭИК

ГЛАВНАЯ
ГЕОФИЗИЧЕСКАЯ
ОБСЕРВАТОРИЯ
ИМ. А.И.ВОЕЙКОВА



Разрешение.
Сетки.
Компоненты.
Коррекция потоков.
Моды естественной изменчивости.
Экстремальные явления.
Южный океан.
Чувствительность.
Динамический МЛ.

Оценка пригодности климатических моделей для расчетов будущих изменений климата

ГЛАВНАЯ
ГЕОФИЗИЧЕСКАЯ
ОБСЕРВАТОРИЯ
им. А.И.ВОЕЙКОВА



Два уровня оценки моделей

- ✓ компонентный
- ✓ системный

Категории оценки моделей:

- ✓ морфология климата
- ✓ бюджеты (балансы) и циклы
- ✓ процессы

Проблемы оценки моделей:

- ✓ непредсказуемая собственная изменчивость
- ✓ различия и неопределенности во внешних воздействиях
- ✓ неопределенности в данных наблюдений

Требования к моделям при расчете эволюции климатической системы

- ✓ тренды
- ✓ собственная изменчивость

Ансамблевый подход



Осреднение по ансамблю моделей, как правило, обеспечивает наиболее высокую успешность воспроизведения **средних** климатических характеристик при сравнении с данными наблюдений.

Систематические ошибки, присущие каждой модели в отдельности, часто являются случайными по отношению к систематическим ошибкам ансамбля моделей и при осреднении по ансамблю взаимно компенсируются.

Климатической системе присуща собственная изменчивость, и соответствующая часть неопределенности оценок будущих изменений этой системы не может быть устранена только усовершенствованием моделей. Ансамблевый подход дает принципиальную возможность представления результатов прогноза климатических изменений **в вероятностной форме**.

Нет достаточных оснований для того, чтобы автоматически переносить превосходство «средней» модели над отдельными членами ансамбля на оценки будущих изменений климата. Необходимо создать систему **метрик** – показателей (на основе сравнения модельных расчетов с данными наблюдений), которые позволили бы количественно оценивать **совокупное** качество каждой модели, а не ограничиваться оценками качества расчетов той или иной климатической характеристики в отдельности.

Однако, в ожидании разработки и апробации таких метрик, позволяющих ранжировать модели с точки зрения достоверности рассчитываемых с их помощью будущих состояний климатической системы и, соответственно, распределять веса между моделями в ансамблевых расчетах, именно средние по ансамблю оценки остаются в центре внимания исследователей.



1. Климат высоких широт в контексте глобального потепления
2. Модели МГЭИК нового поколения: общая характеристика
- 3. Систематические ошибки в расчетах современного климата высоких широт**
4. Эволюция климата высоких широт в 20-м и 21-м веках
5. Приоритеты дальнейших исследований климата высоких широт методами физико-математического моделирования

Проблемы наблюдений за климатом в высоких широтах

ГЛАВНАЯ
ГЕОФИЗИЧЕСКАЯ
ОБСЕРВАТОРИЯ
им. А.И.ВОЕЙКОВА



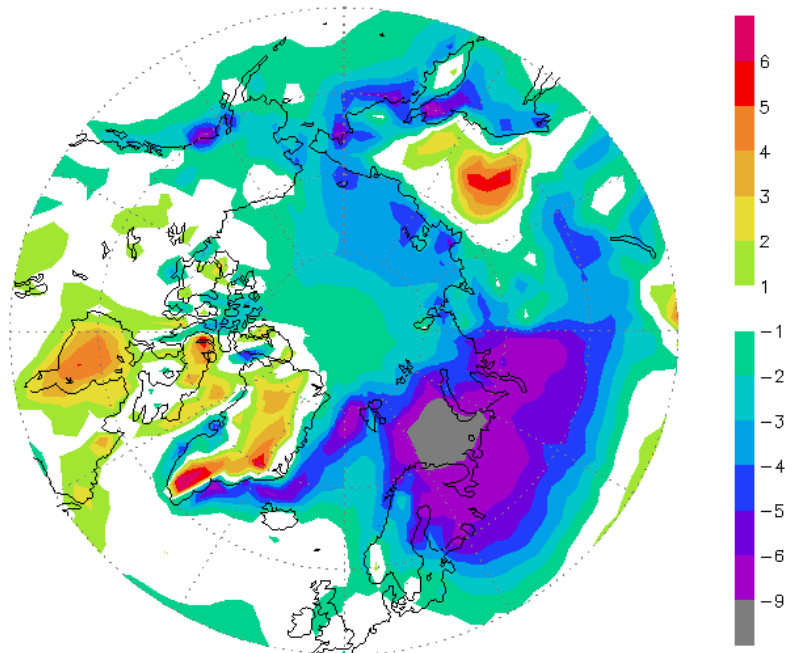
- ✓ Редкая наблюдательная сеть и нерепрезентативность данных наблюдений
- ✓ Отдельные виды наблюдений (толщина льда, твердые осадки, облачность)
- ✓ Проблемы реанализов
- ✓ Расхождения между существующими климатологиями

ТВП (1980-99 гг., против NSIPP/NCAR)

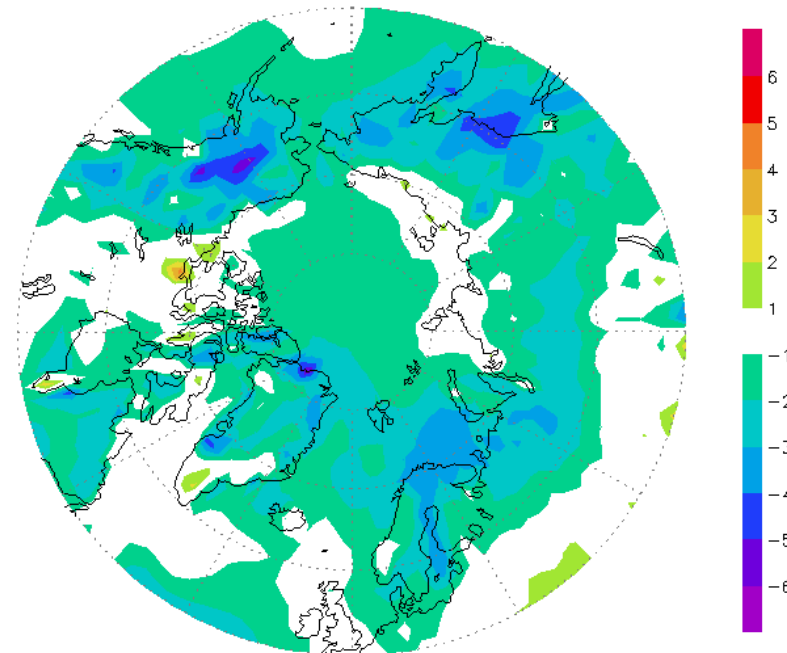
ГЛАВНАЯ
ГЕОФИЗИЧЕСКАЯ
ОБСЕРВАТОРИЯ
ИМ. А.И.ВОЕЙКОВА



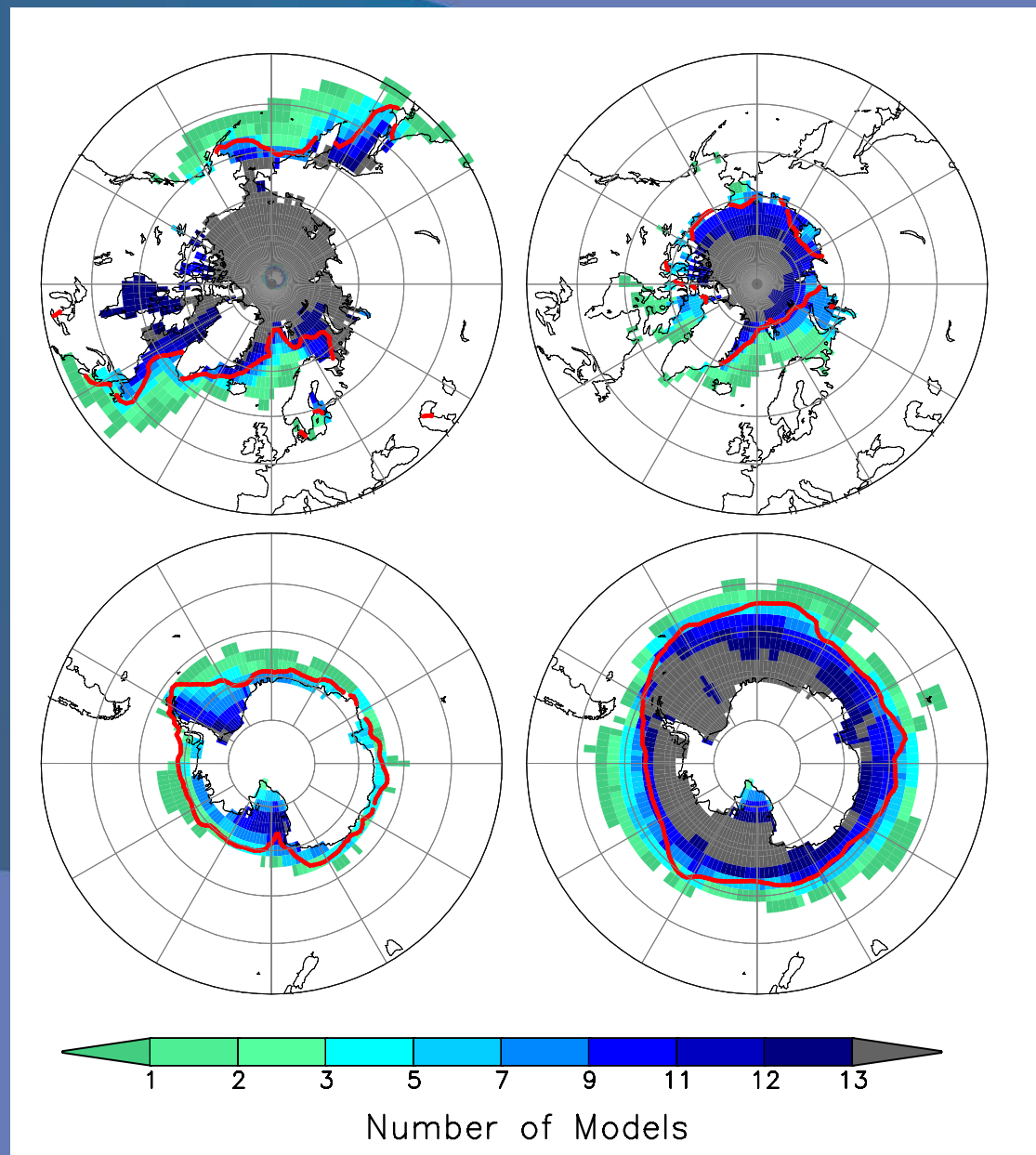
ЗИМА



ЛЕТО

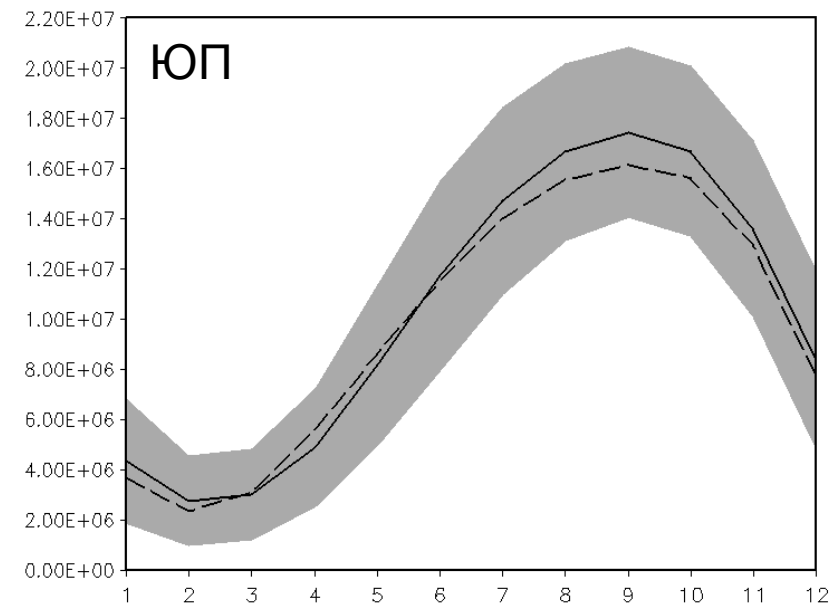
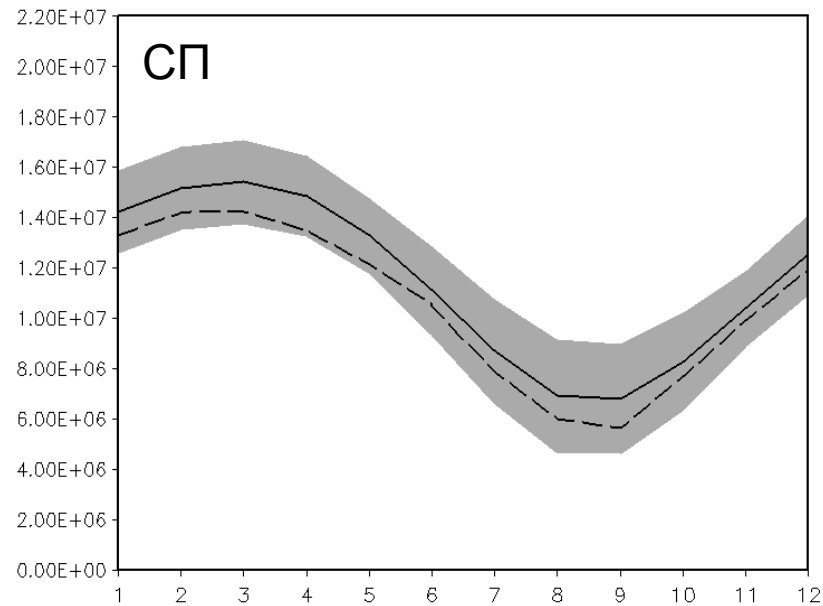


Морской лед (1980-1999 г.)



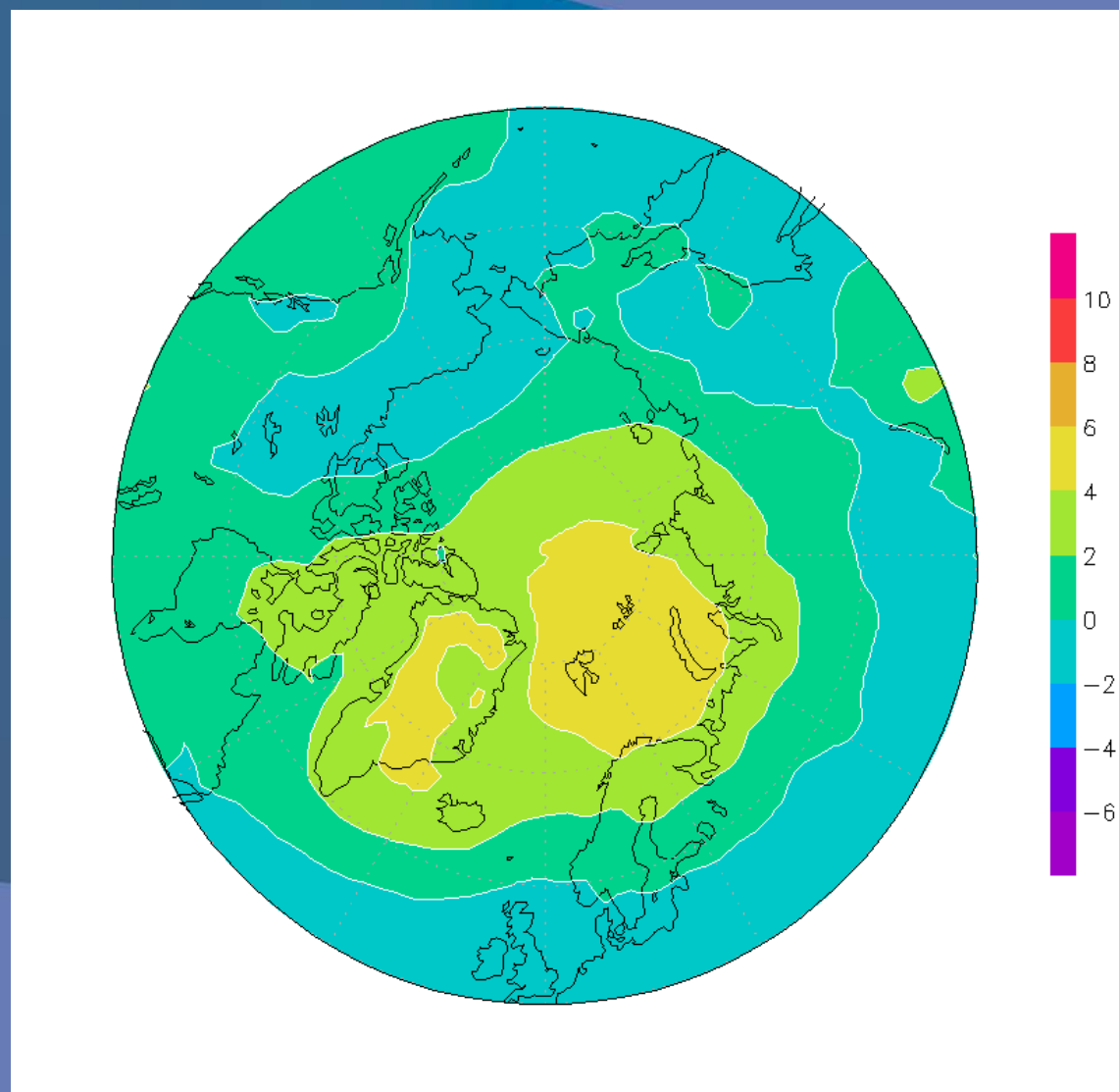
Сезонный ход площади (км²) МЛ (1980-1999 гг.)

ГЛАВНАЯ
ГЕОФИЗИЧЕСКАЯ
ОБСЕРВАТОРИЯ
им. А.И.ВОЕЙКОВА



Давление (1980-99 г., против NCEP/NCAR)

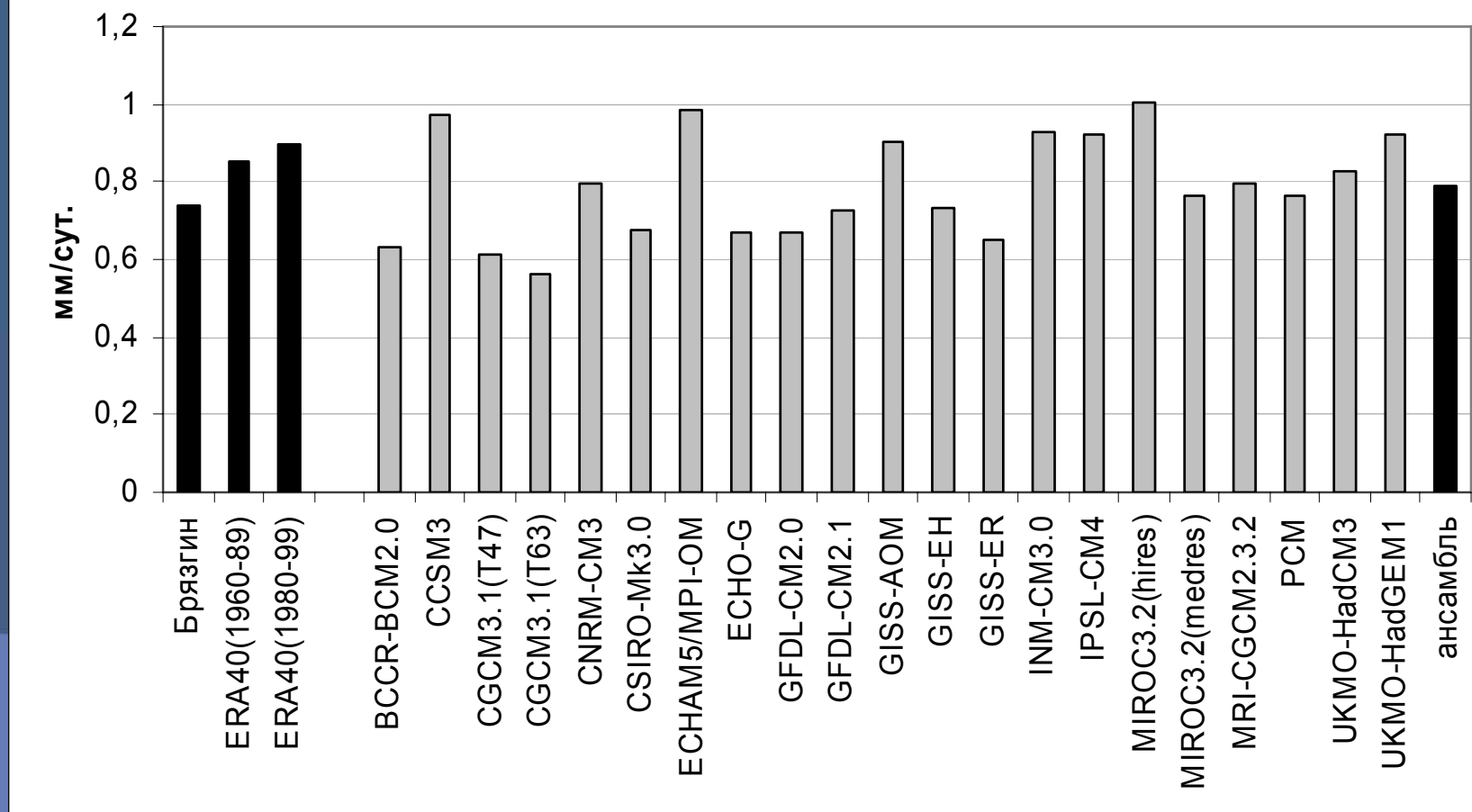
ГЛАВНАЯ
ГЕОФИЗИЧЕСКАЯ
ОБСЕРВАТОРИЯ
ИМ. А.И.ВОЕЙКОВА



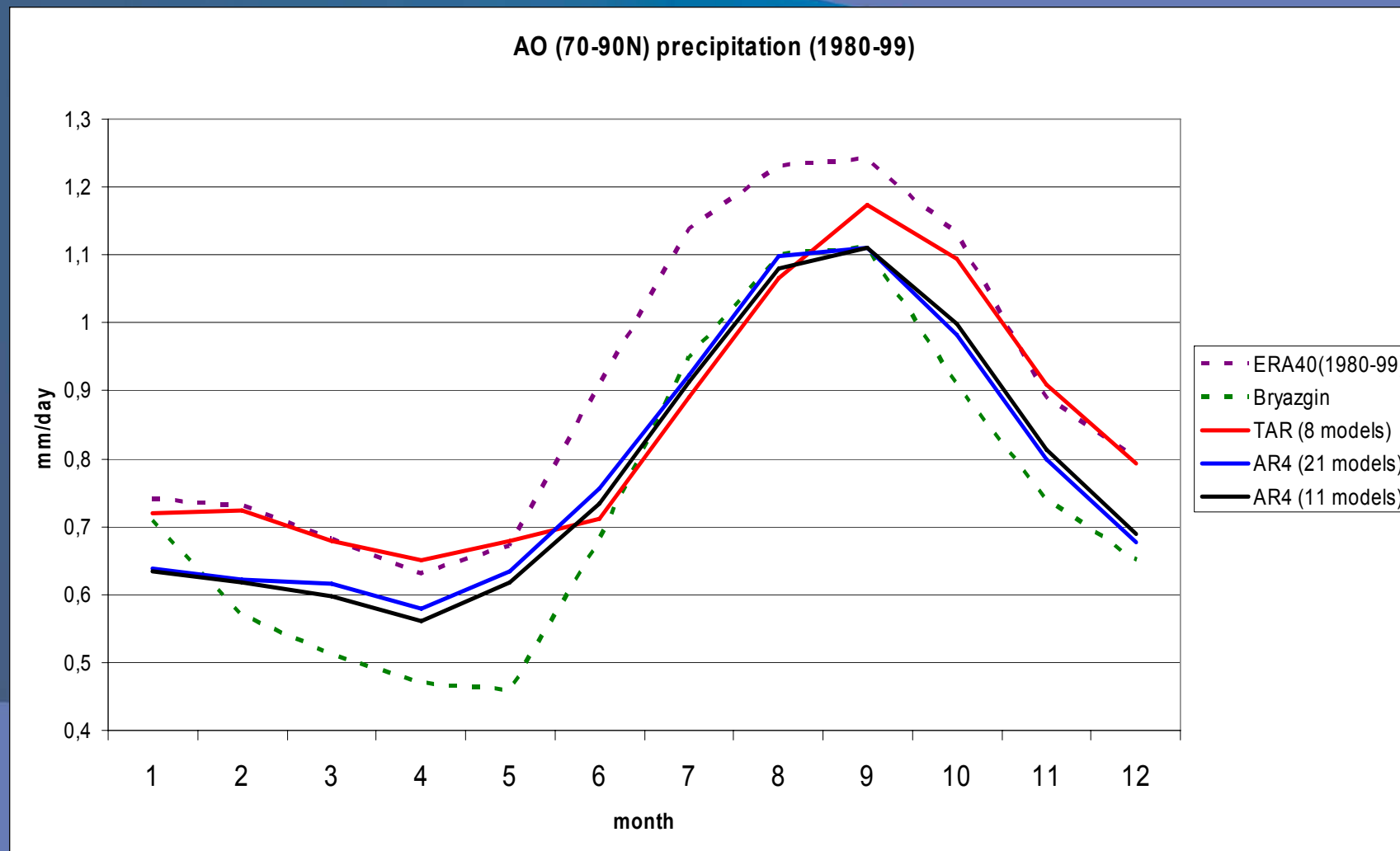
Осадки (1980-99 гг., против Брызгина и ERA-40)



СЛО (70-90сш): ср. год. Р (1980-1999)



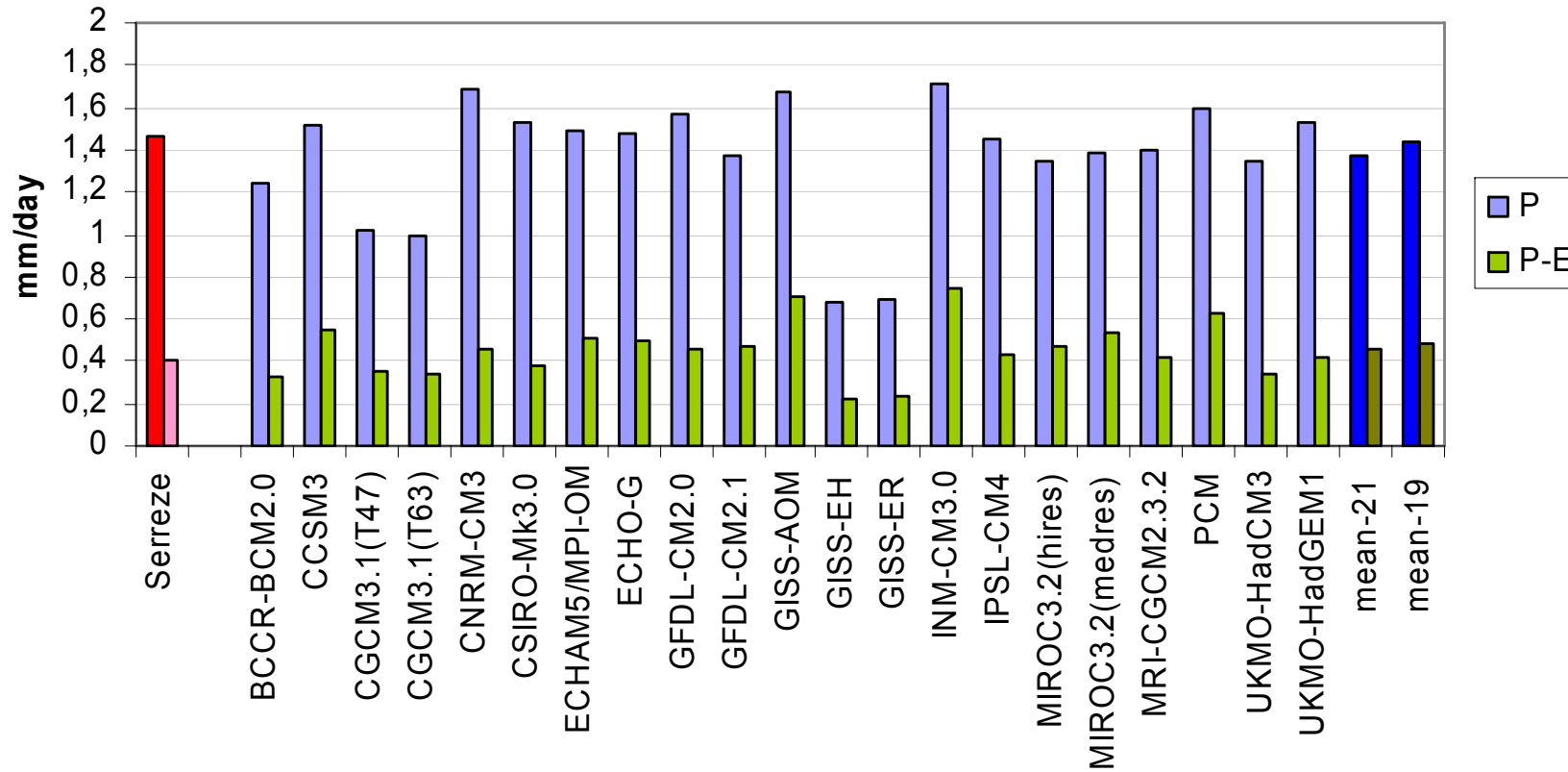
Осадки над СЛО: два поколения МОЦАО



P и P-E для Оби (1980-99 г., против Serreze)



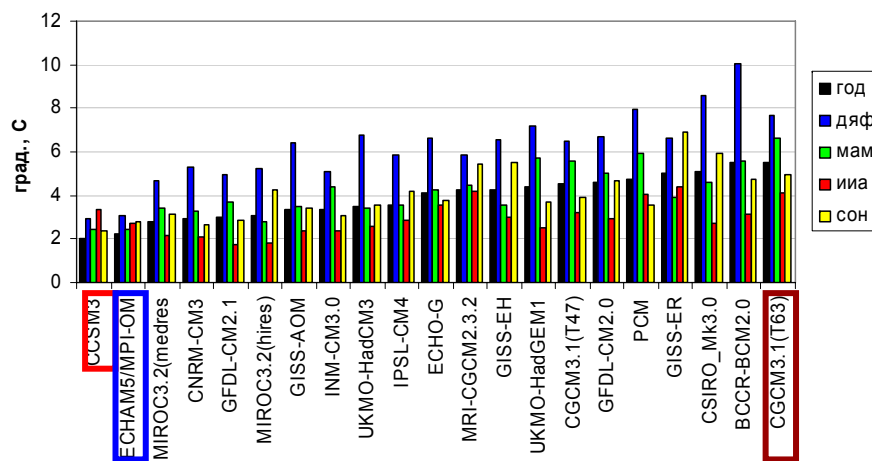
Ob: P and P-E annual means (1960-1989)



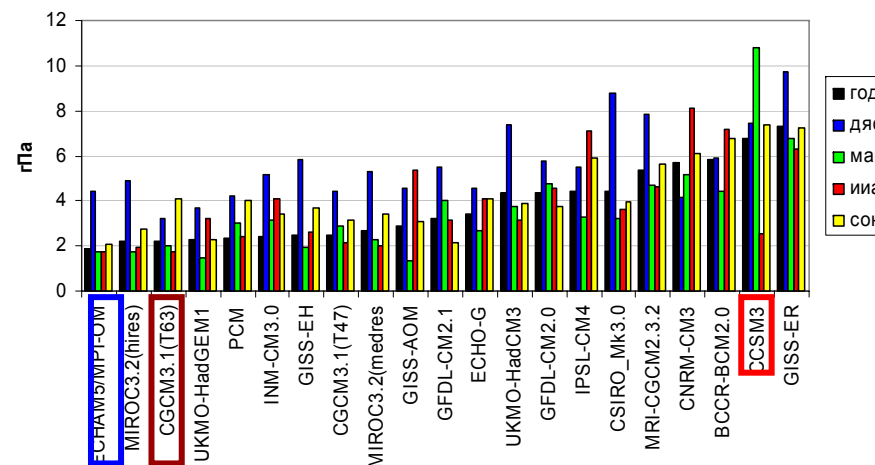
СКО расчетов температуры и давления



ТВП ско 60-90 сш.



ДУМ ско 60-90сш





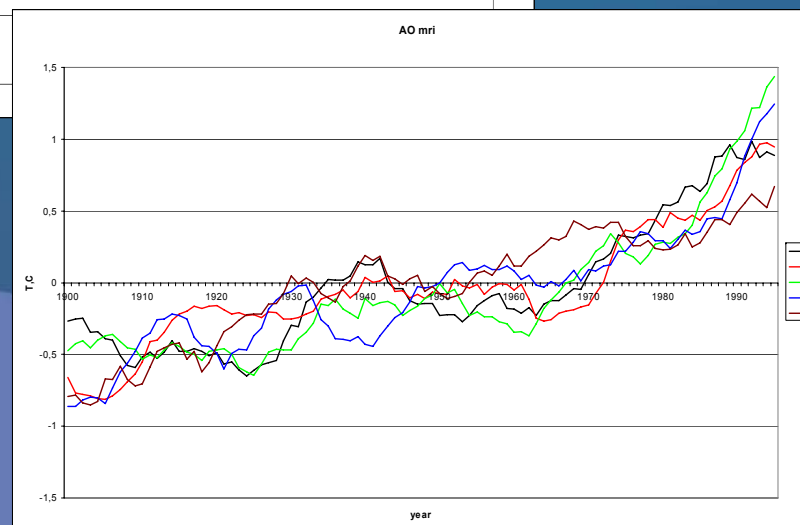
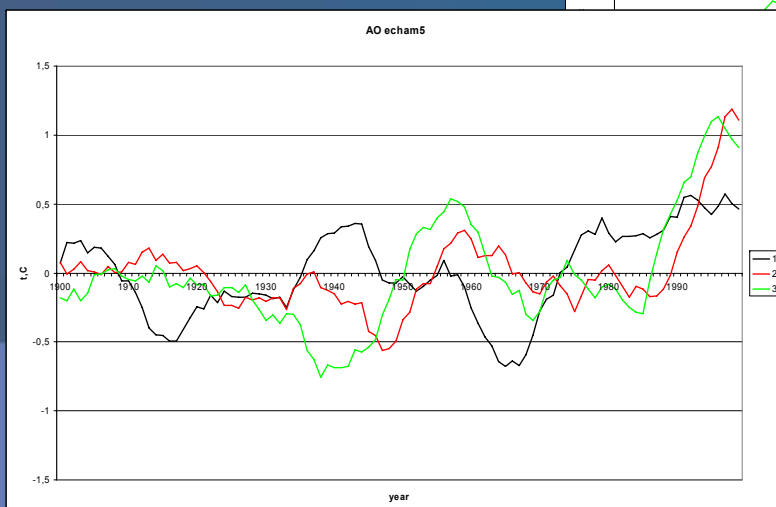
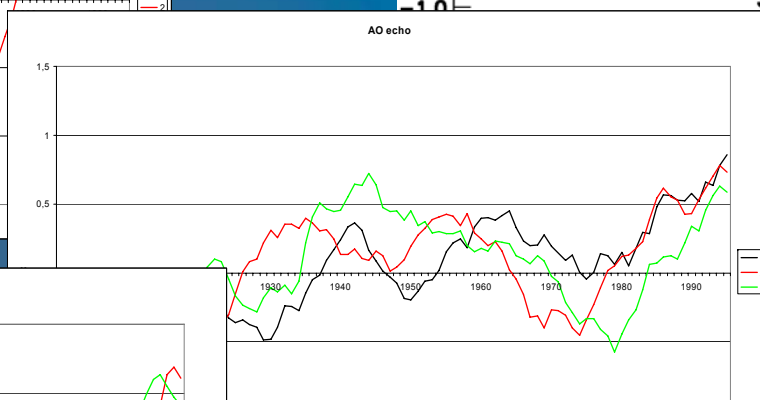
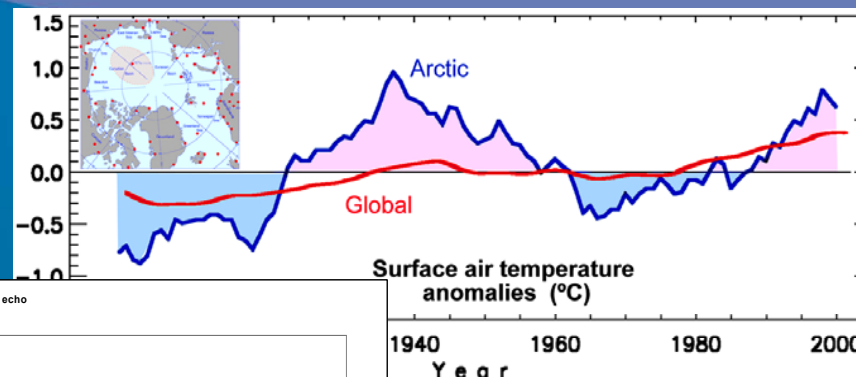
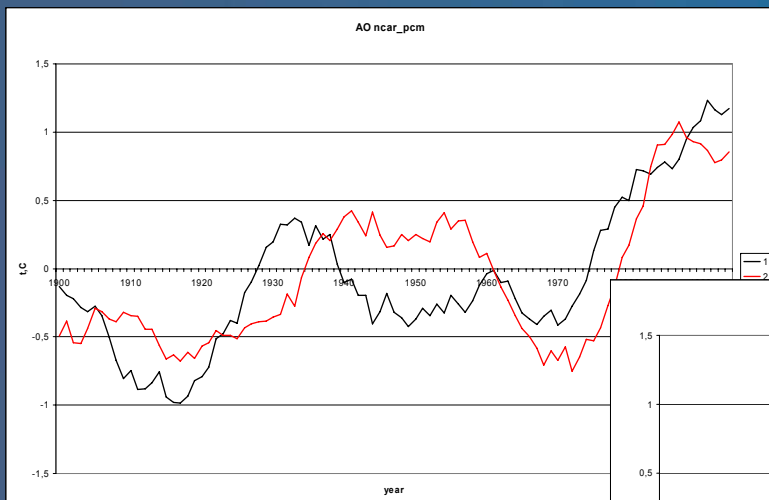
1. Климат высоких широт в контексте глобального потепления
2. Модели МГЭИК нового поколения: общая характеристика
3. Систематические ошибки в расчетах современного климата высоких широт
- 4. Эволюция климата высоких широт в 20-м и 21-м веках**
5. Приоритеты дальнейших исследований климата высоких широт методами физико-математического моделирования



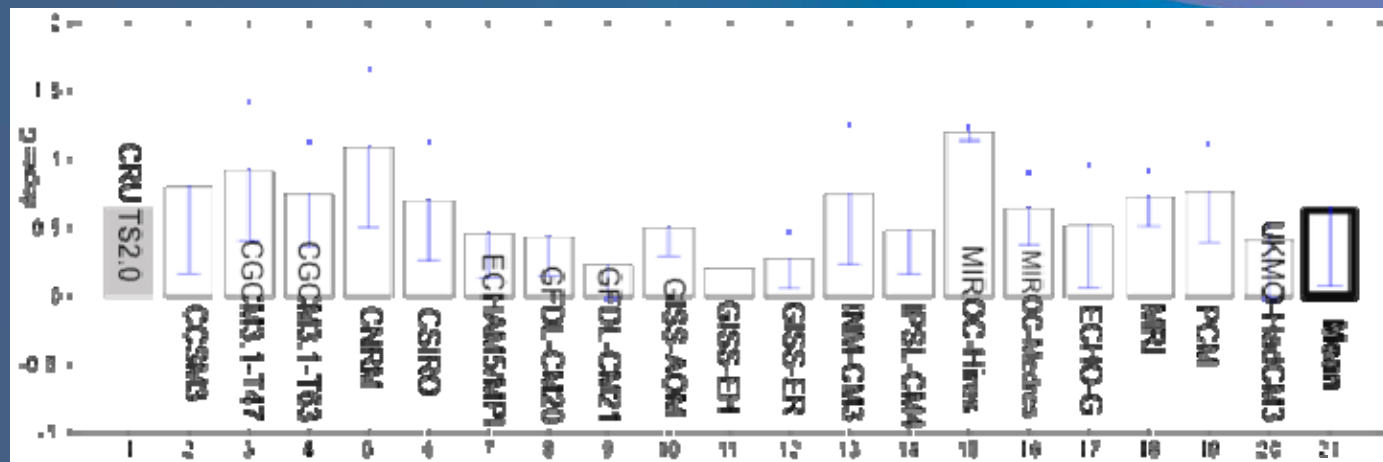
20-й век

Эволюция климата высоких широт в 20-м веке в расчетах с моделями МГЭИК

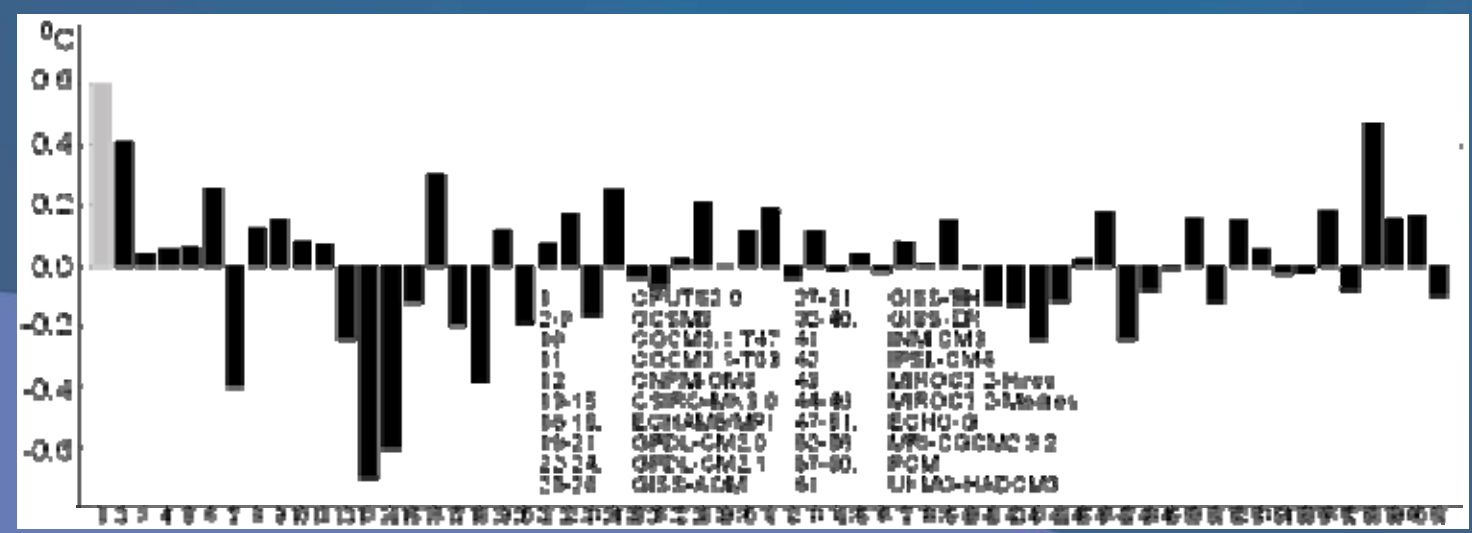
ГЛАВНАЯ
ГЕОФИЗИЧЕСКАЯ
ОБСЕРВАТОРИЯ
ИМ. А.И.ВОЕЙКОВА



Аномалии ТВП в Арктике (зима) в ансамбле моделей



1979-99 гг.

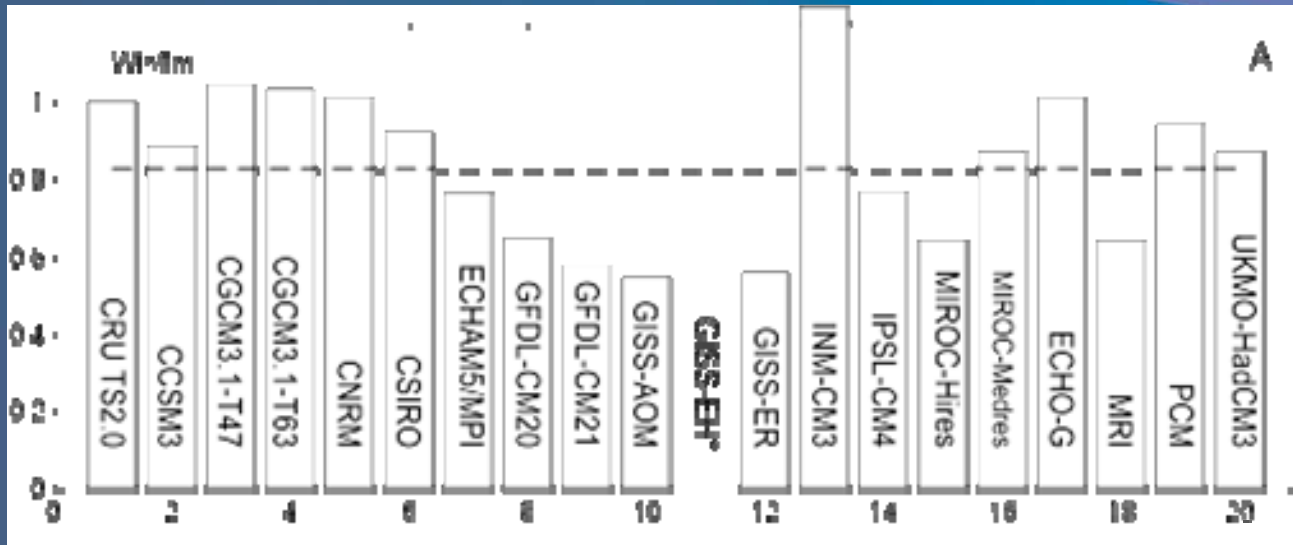


1939-49 гг.

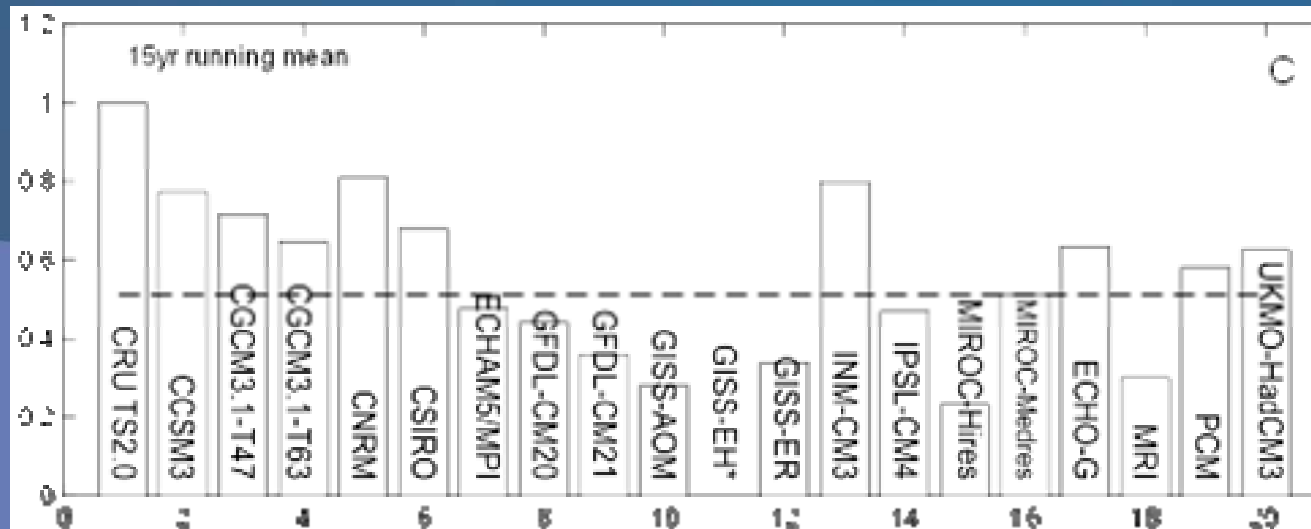
Изменчивость ТВП в Арктике (контрольные эксперименты)



межгодовая



внутривековая



Результаты тестирования моделей



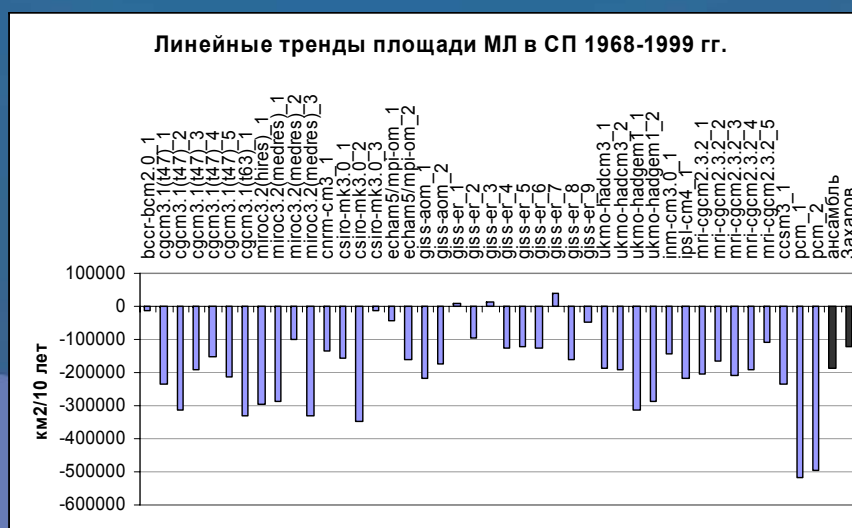
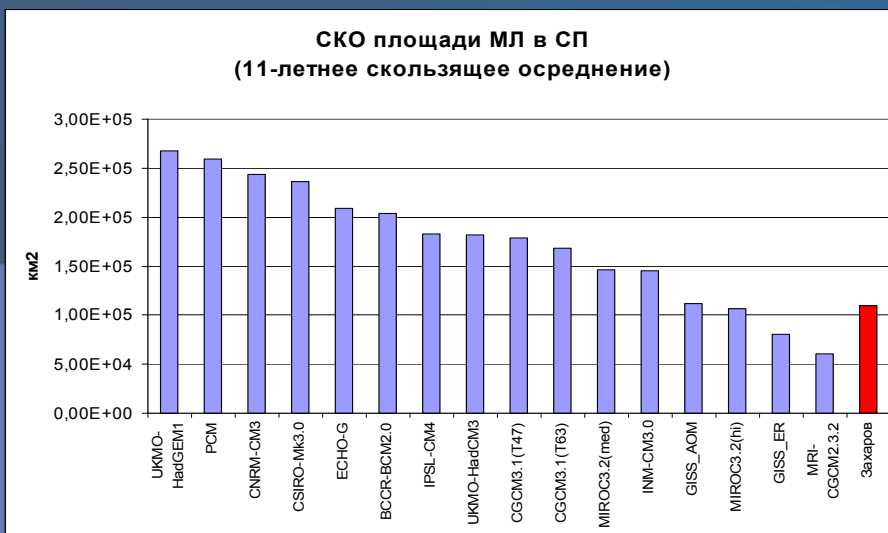
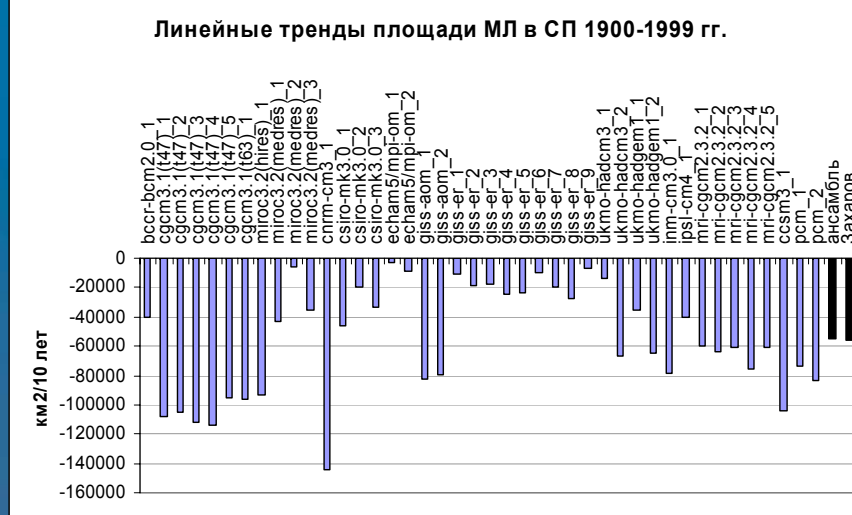
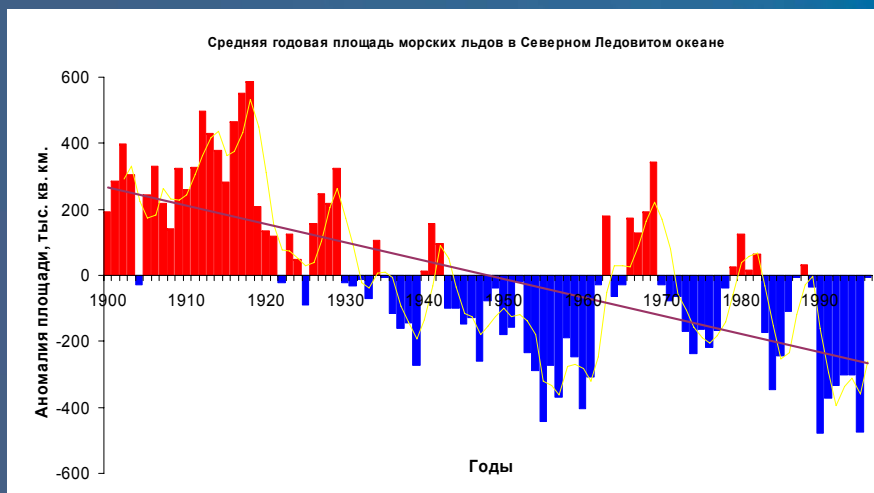
Model	20C3M Runs		Control Runs			
	Number of runs	2/3 CRU	Standard Deviation (°C)			
			2/3 CRU	Inter-annual	Decadal	Inter-decadal
CCSM3	8	3	Yes	0.58	0.37	0.29
CGCM3.1 (T47)	1	0	Yes	0.69	0.40	0.27
CGCM3.1 (T63)	1	0	Yes	0.68	0.39	0.25
CNRM-CM3	1	0	Yes	0.67	0.42	0.31
CSIRO-MK3.0	3	2	Yes	0.61	0.38	0.26
ECHAM5/MPI-OM	3	1	Yes	0.5	0.29	0.18
FGOALS-g1.0	3*	0*				
GFDL-CM2.0	3	3	Yes	0.42	0.24	0.17
GFDL-CM2.1	3	1	No	0.38	0.20	0.14
GISS-AOM	2	0	No	0.36	0.17	0.11
GISS-EH	5	0				
GISS-ER	9	0	No	0.37	0.19	0.13
INM-CM3.0	1	1	Yes	0.82	0.46	0.3
IPSL-CM4	1	0	No	0.5	0.27	0.18
MIROC3.2 (hires)	1	0	No	0.42	0.21	0.09
MIROC3.2 (medres)	3	0	Yes	0.57	0.34	0.19
ECHO-G	5	4	Yes	0.66	0.37	0.24
MRI-CGCM2.3.2	5	0	No	0.42	0.19	0.11
PCM	4	2	Yes	0.62	0.33	0.22
UKMO-HADCM3	1	0	Yes	0.57	0.36	0.24
Total Ensemble Runs	60	17 (28%)				
Total No. of Models	19	8	12	10	9	9

The yellow highlights the models passing both the 2/3CRU test in 20C3M simulations and the variance test in control run; the blue highlights the models passing the variance test but not the 2/3CRU test; the pink highlights the model passing the 2/3CRU test in both 20C3M simulation and control runs, but not the variance test in control runs. The green highlights the model passing test only in 20C3M.

Эволюция МЛ в Северном полушарии в 20-м веке



Аномалии площади МЛ в СЛО (Захаров, 2003)





21-й век

Источники неопределенностей оценок будущих изменений климата



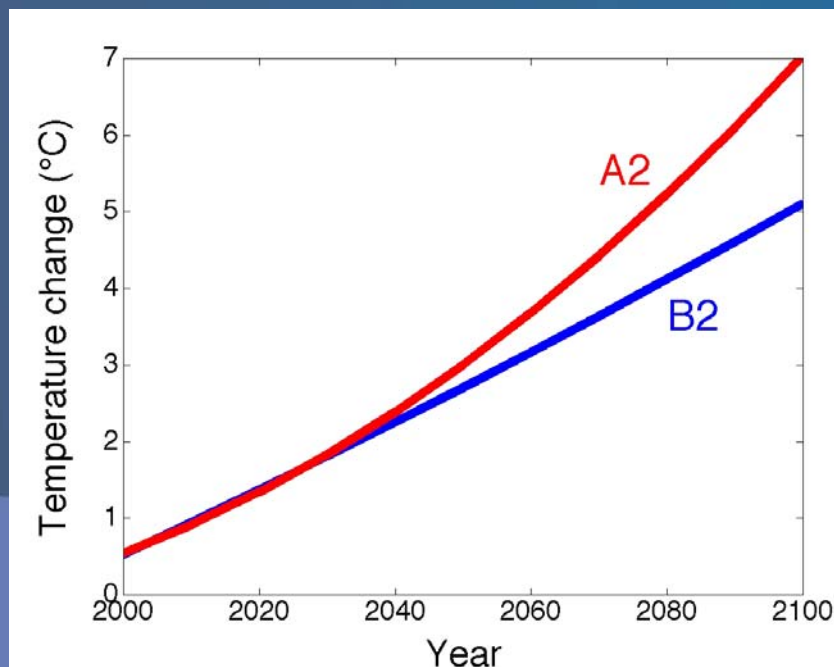
- ✓ Различия сценариев будущих эмиссий парниковых газов и аэрозолей.
- ✓ Различия преобразования эмиссий в атмосферные концентрации и в радиационное воздействие на климатическую систему.
- ✓ Различия чувствительности модельных климатических систем к внешним воздействиям.
- ✓ Недостаточное разрешение моделей и различия методов “пространственной детализации” результатов расчетов МОЦАО.
- ✓ Естественная изменчивость климатической системы.

Изменения среднегодовых ТВП и осадков в Арктике в 21-м веке

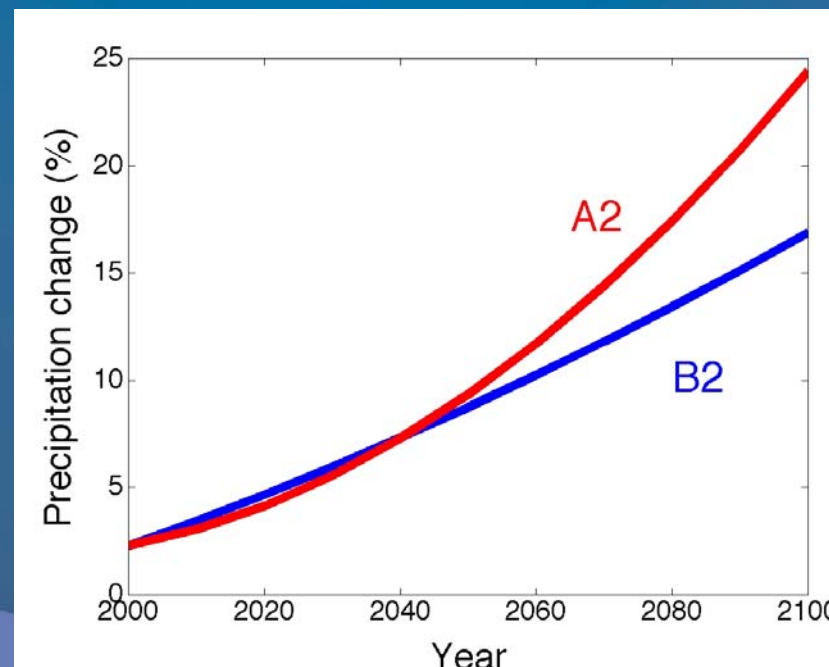


Близость отклика климата на разные сценарии эмиссий в первой половине 21-го века.

Температура (60-90°с.ш.)



Осадки (60-90°с.ш.)

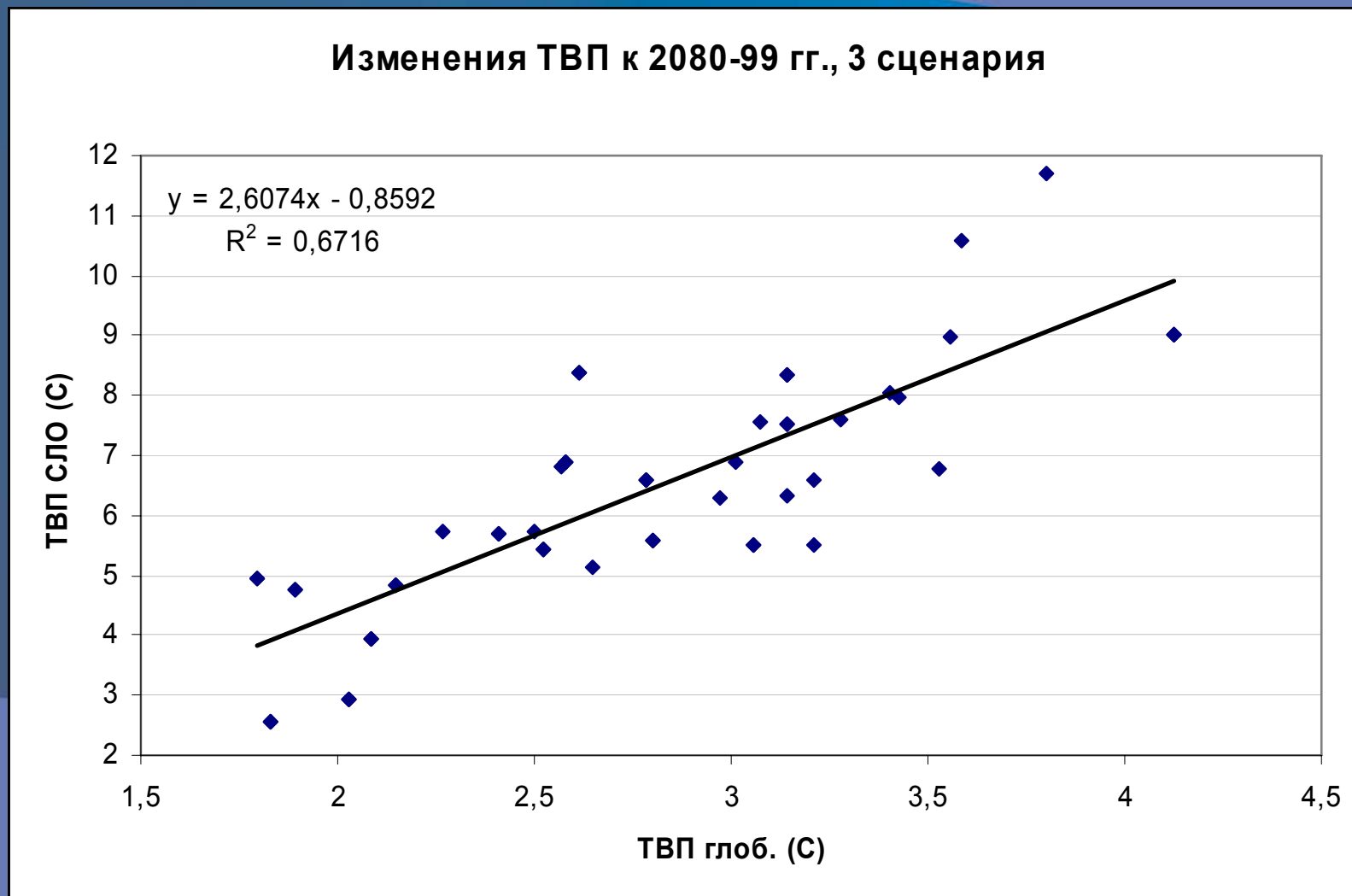


Глобальное и арктическое потепление: A2, A1В, В1

ГЛАВНАЯ
ГЕОФИЗИЧЕСКАЯ
ОБСЕРВАТОРИЯ
ИМ. А.И.ВОЕЙКОВА



Изменения ТВП к 2080-99 гг., 3 сценария



Изменения ТВП в 21-м веке (A2)

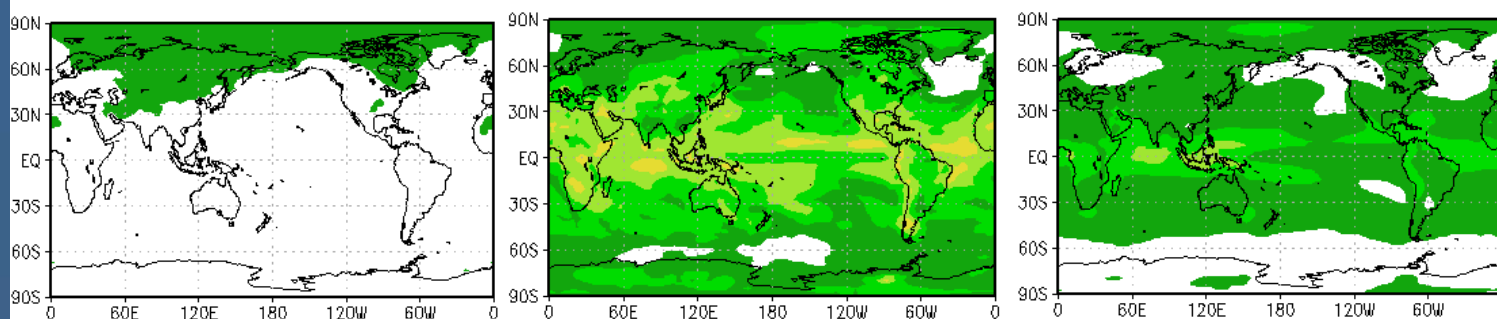


ΔT

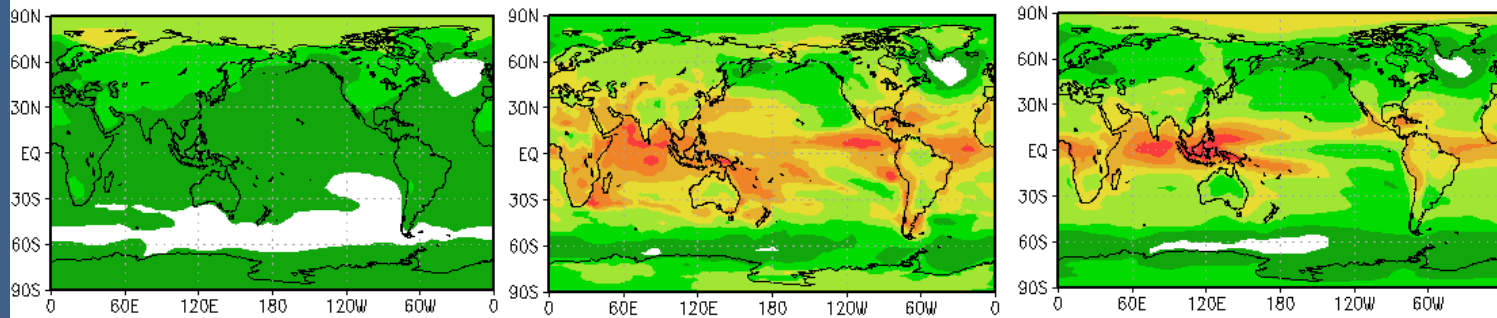
$\Delta T/\sigma_{\text{межгод}}$

$\Delta T/\sigma_{\text{межгод}}$

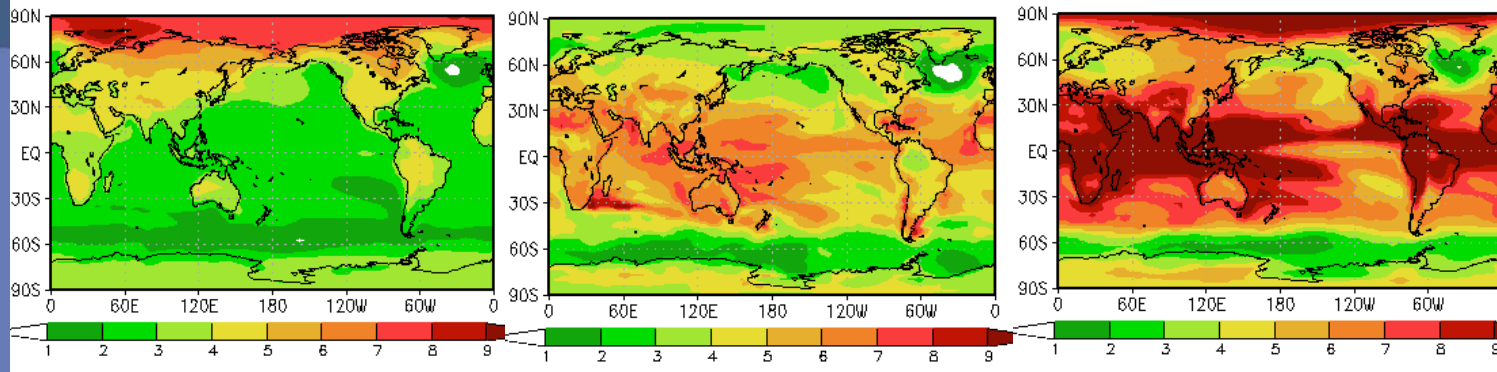
2011-30



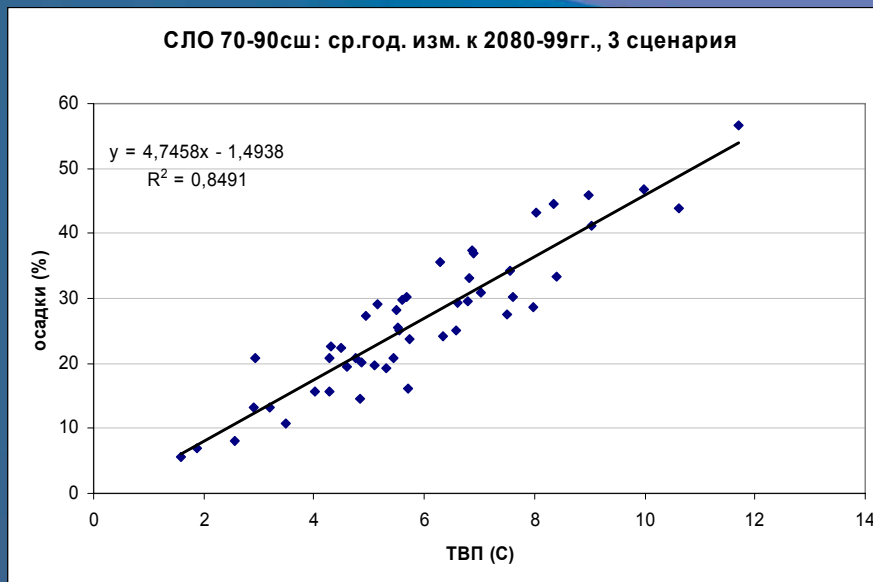
2041-60



2080-99

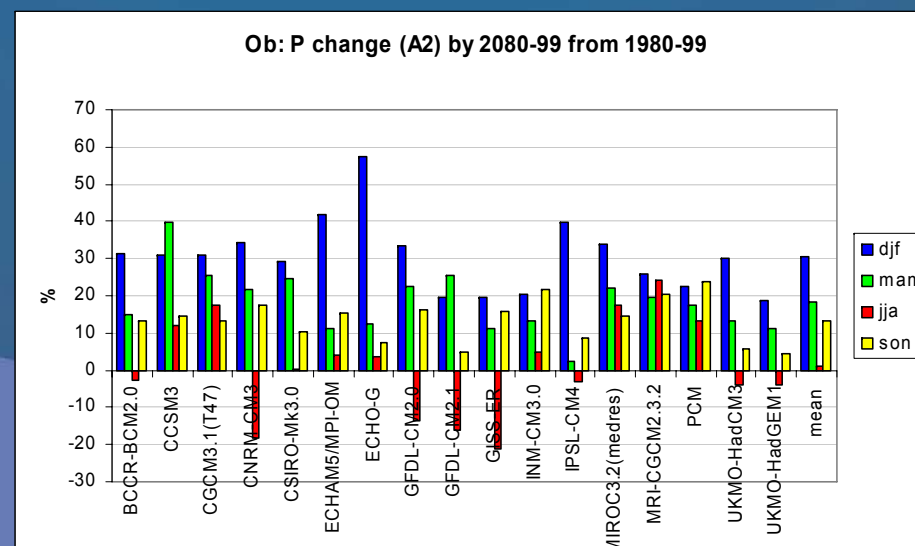
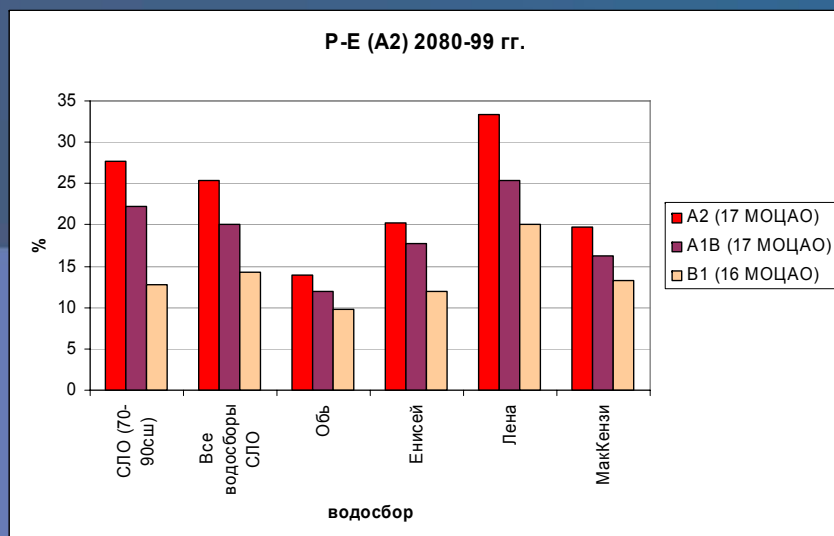


Изменения гидрологического цикла в Арктике в 21-м веке (A2)



P-E

Водосбор Оби

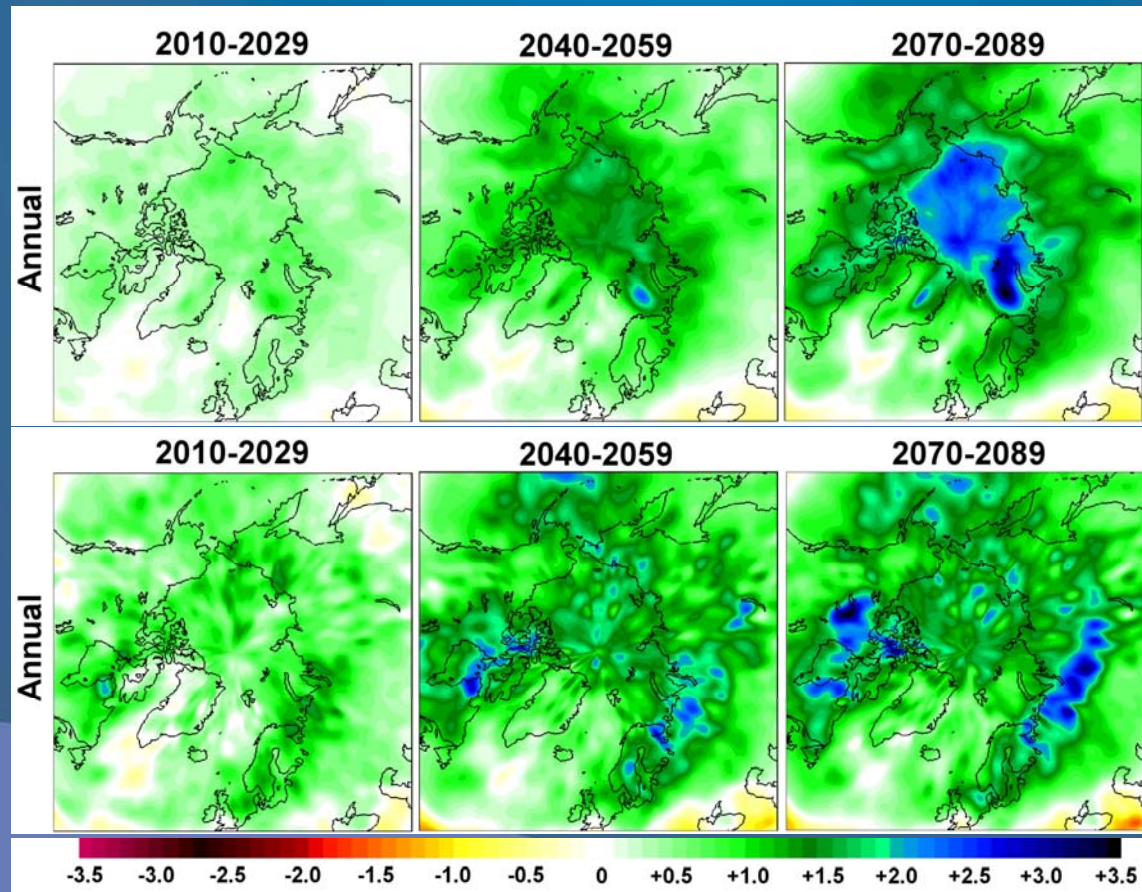


Изменения осадков в Арктике в 21-м веке (A1B)

ГЛАВНАЯ
ГЕОФИЗИЧЕСКАЯ
ОБСЕРВАТОРИЯ
ИМ. А.И.ВОЕЙКОВА



$\Delta T / \sigma_{\text{межгод}}$



$\Delta T / \sigma_{\text{межгод}}$

Изменения массы снежного покрова на водосборах сибирских рек в 21-м веке (A2)

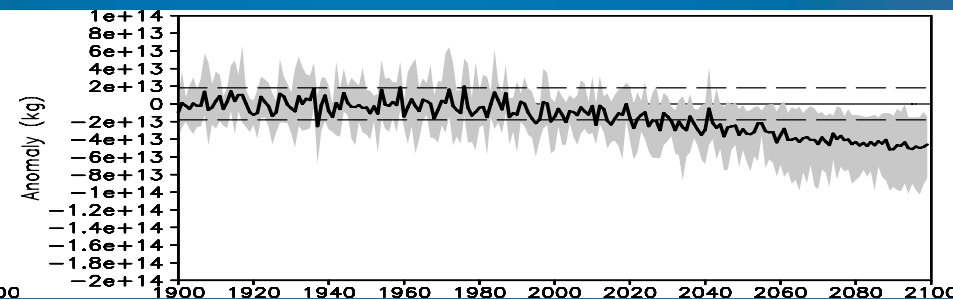
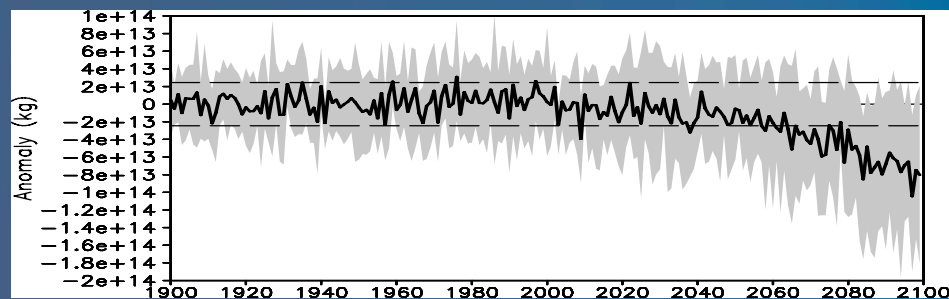
ГЛАВНАЯ
ГЕОФИЗИЧЕСКАЯ
ОБСЕРВАТОРИЯ
ИМ. А.И.ВОЕЙКОВА



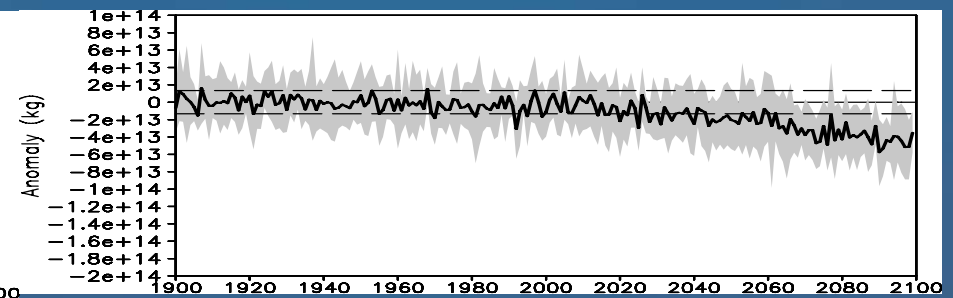
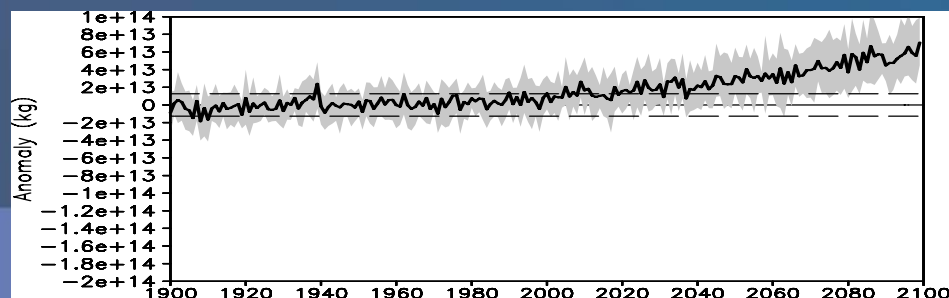
Обь

март

май

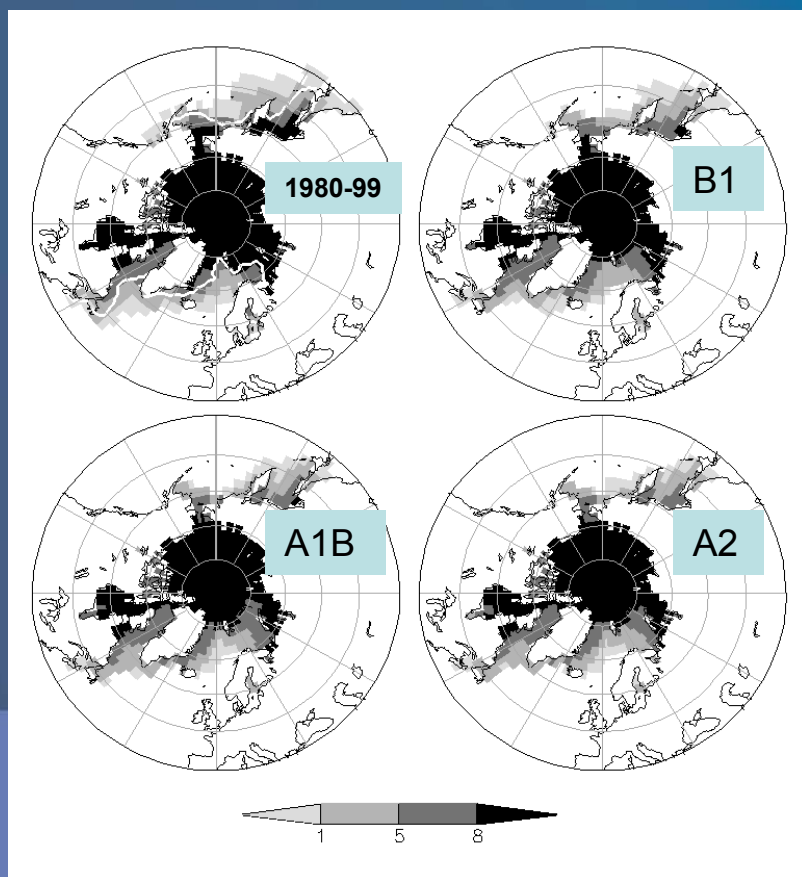


Лена

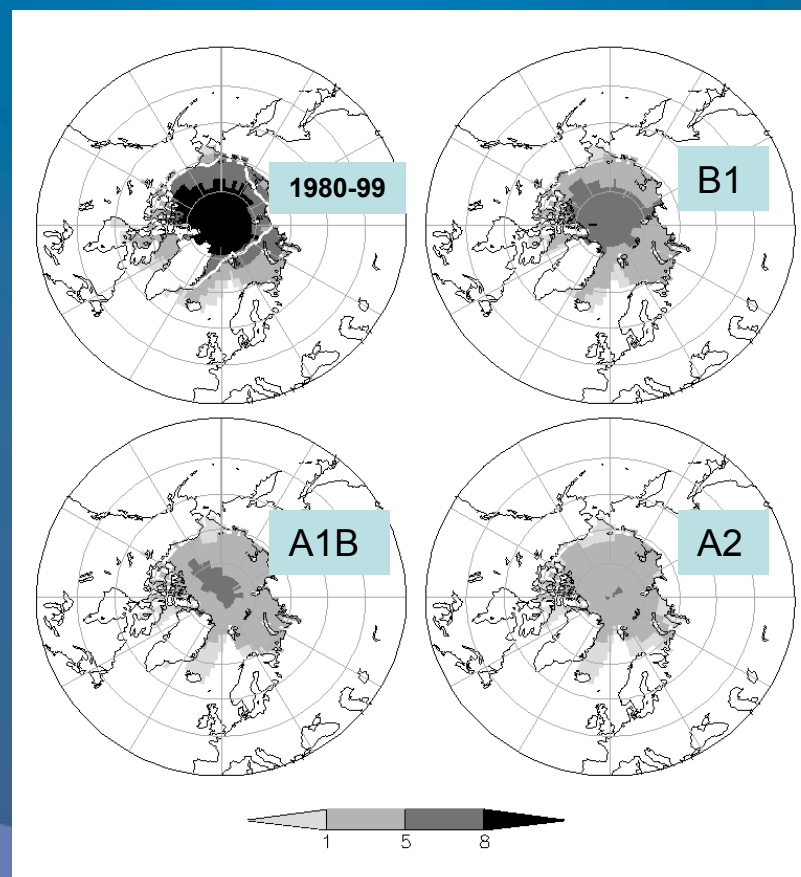


Изменения МЛ в Северном полушарии к 2080-99 гг. (A2, A1B, B1)

ГЛАВНАЯ
ГЕОФИЗИЧЕСКАЯ
ОБСЕРВАТОРИЯ
ИМ. А.И.ВОЕЙКОВА



март

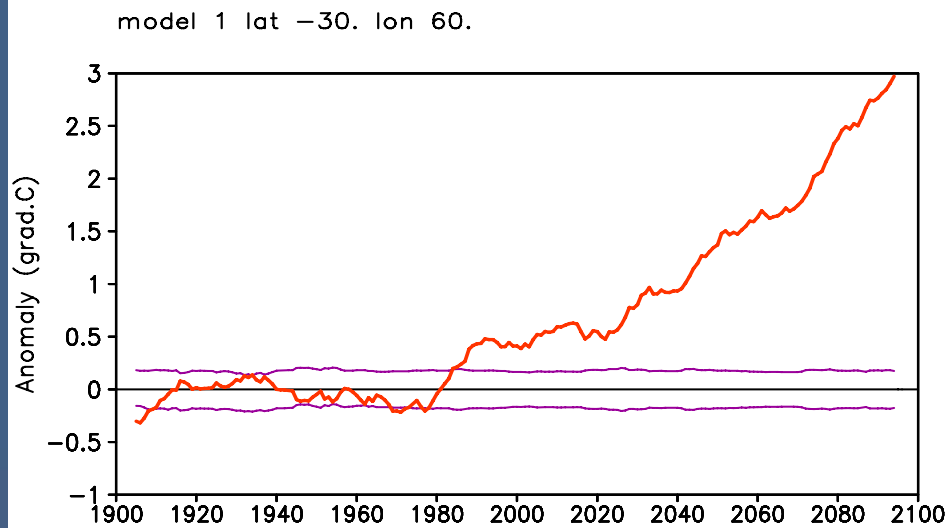


сентябрь

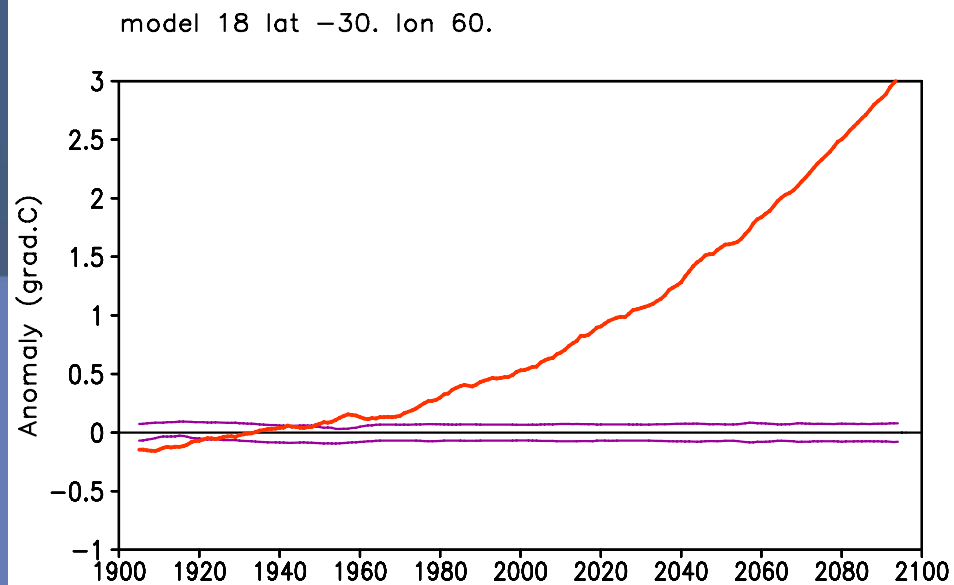


Глобальное потепление: где и когда?

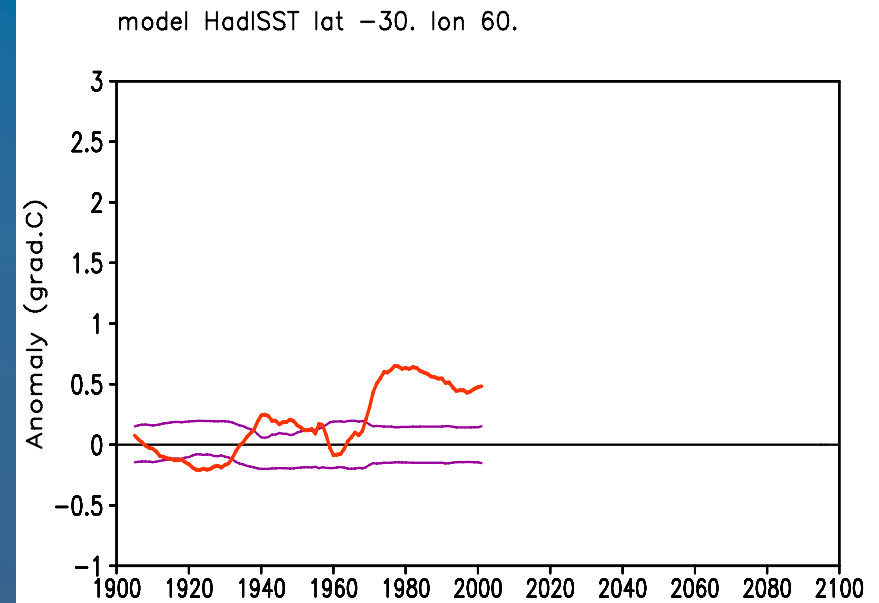
BCCR-BCM2.0



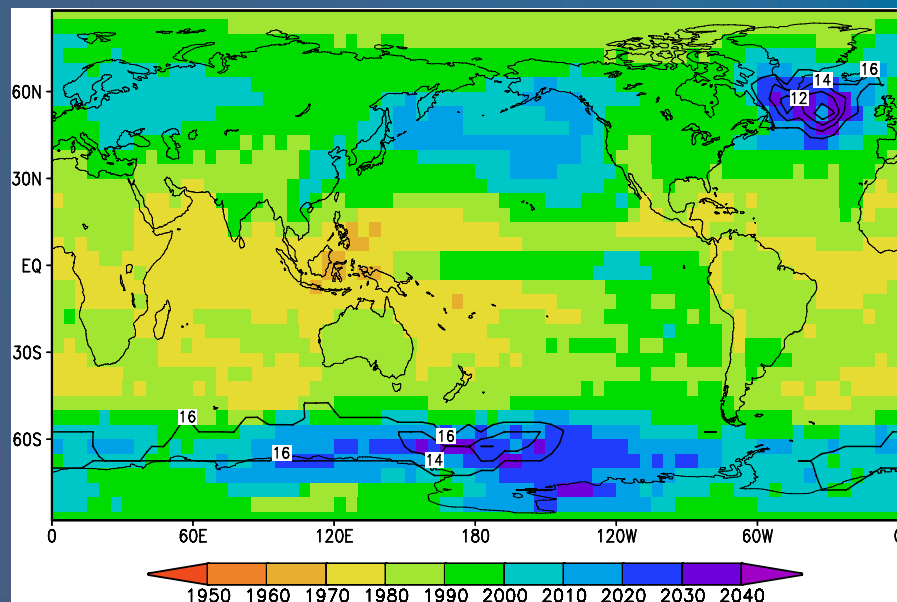
17-model ensemble



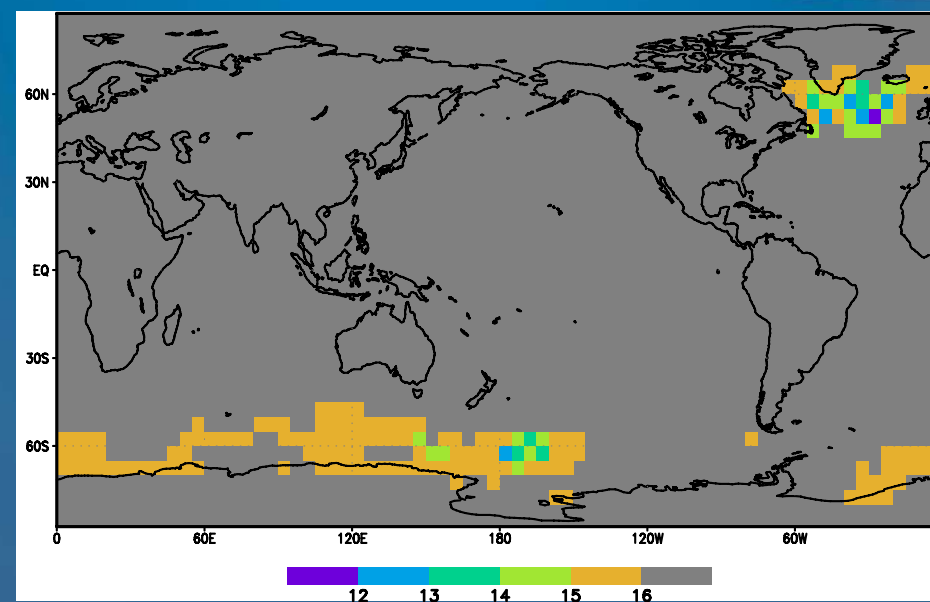
HadISST1.1



Год устойчивого изменения ТВП (A2) в ансамбле из 17 моделей (по отношению в 1910-1950 гг.)



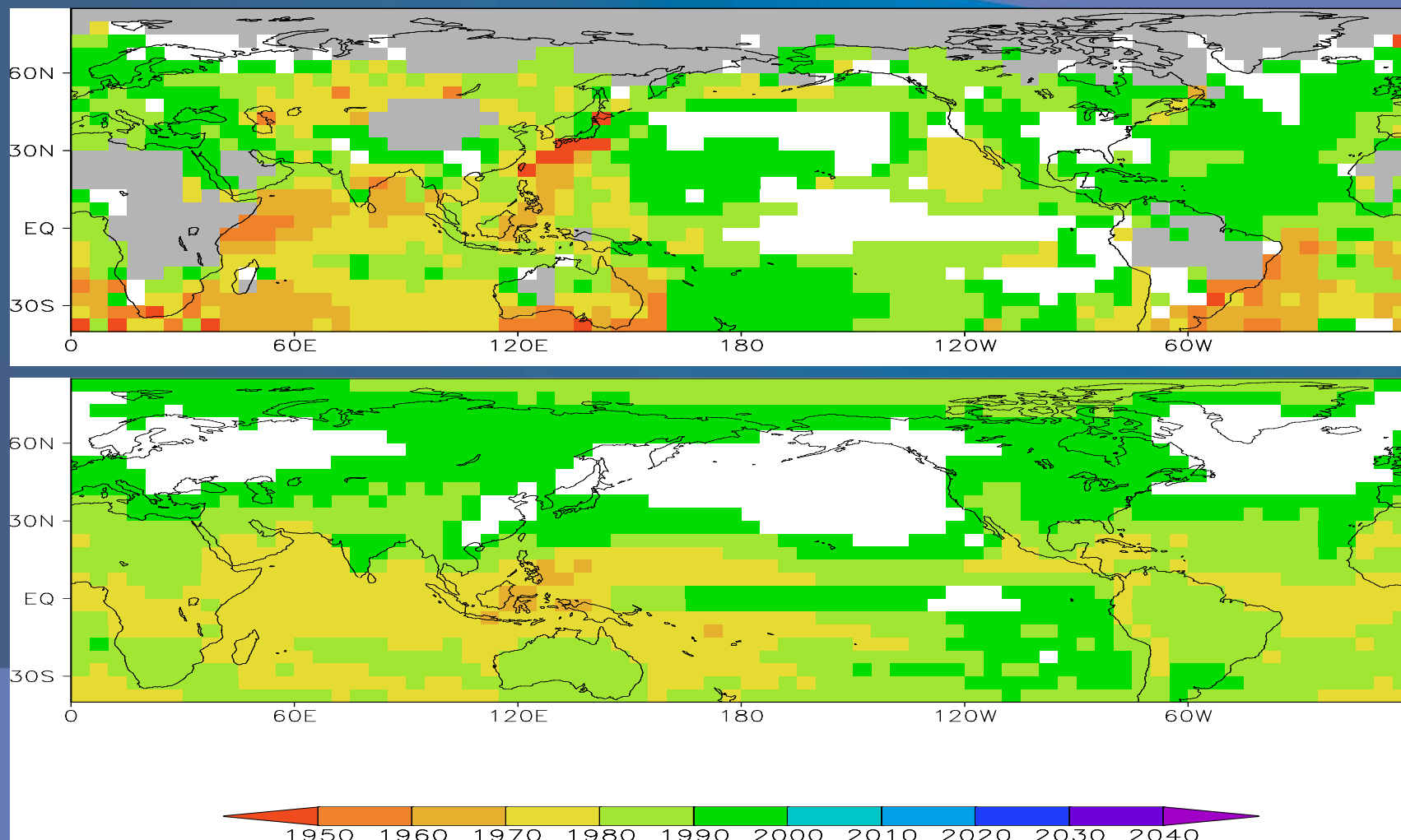
год УИТ



количество моделей в осреднении

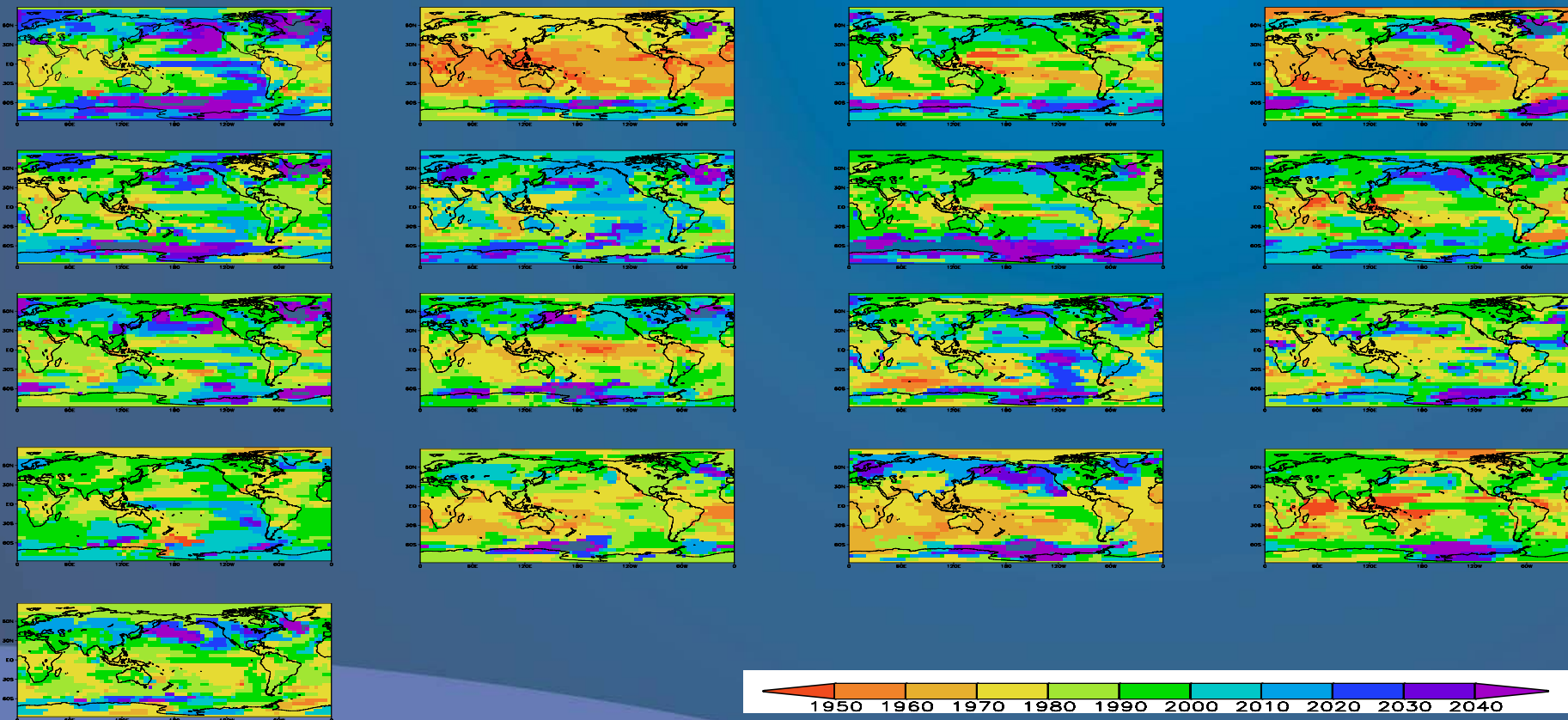
Год устойчивого изменения ТВП по данным наблюдений (вверху) и в ансамбле из 17 моделей (внизу)

ГЛАВНАЯ
ГЕОФИЗИЧЕСКАЯ
ОБСЕРВАТОРИЯ
ИМ. А.И.ВОЕЙКОВА

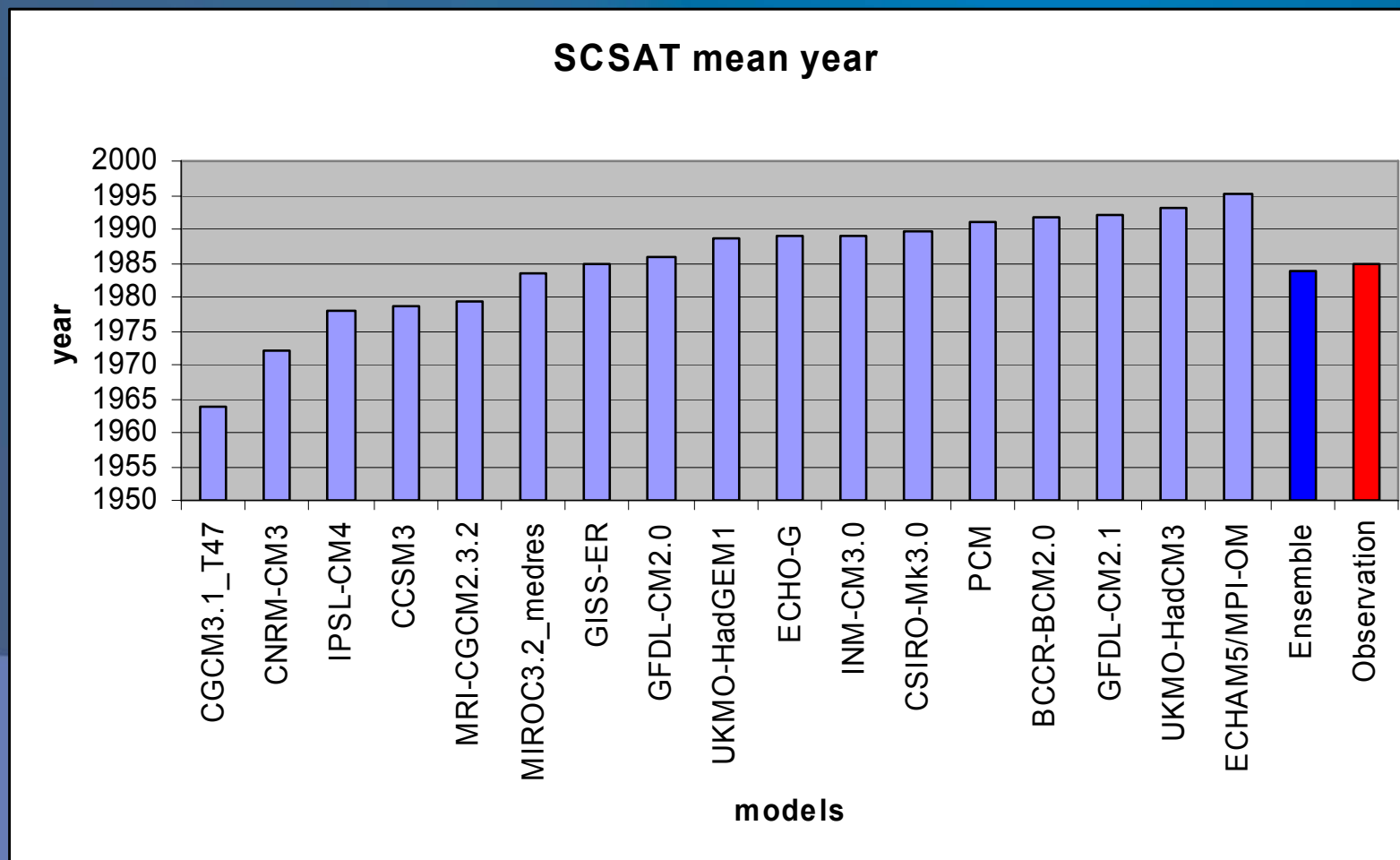


Год устойчивого изменения ТВП (A2) в отдельных моделях

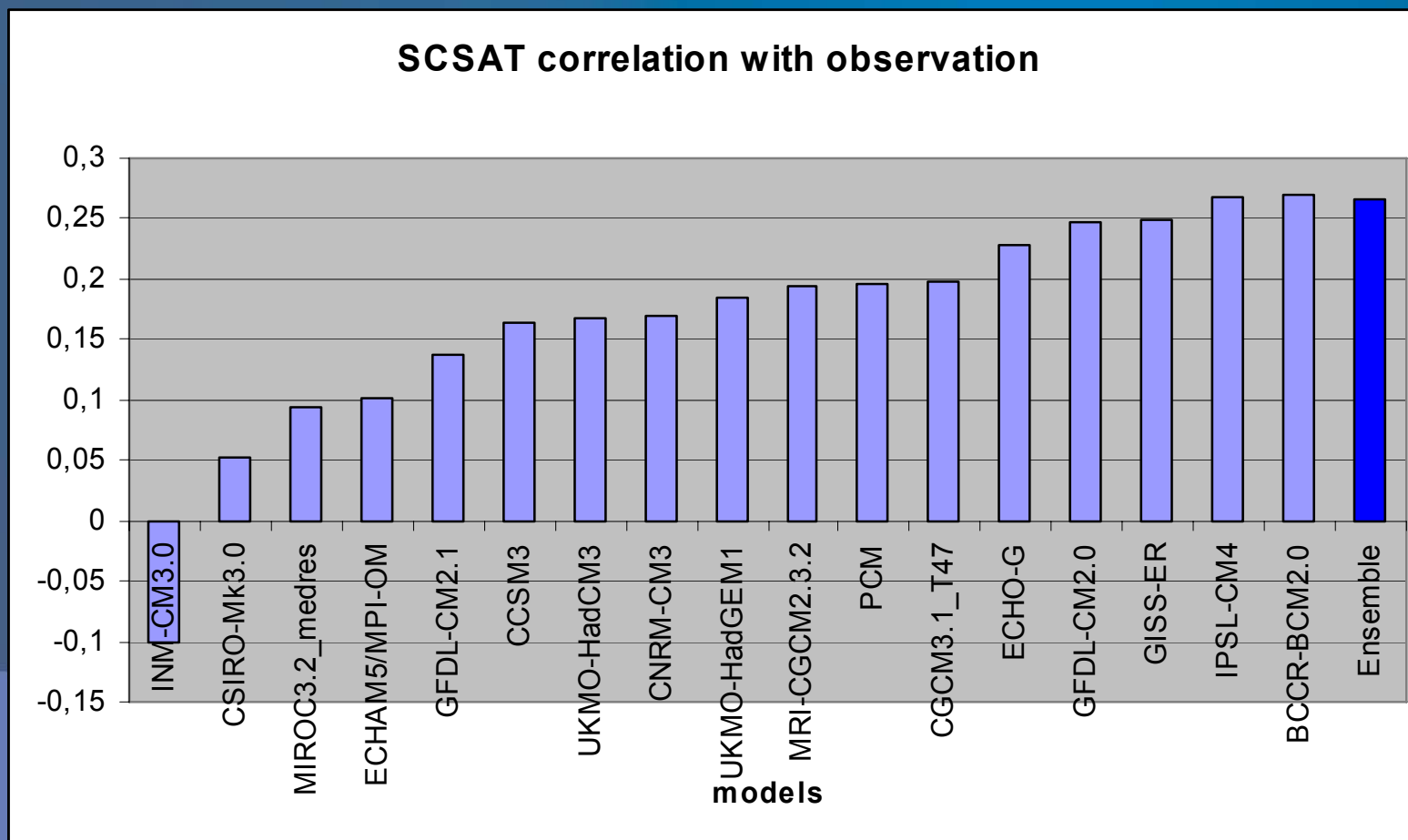
ГЛАВНАЯ
ГЕОФИЗИЧЕСКАЯ
ОБСЕРВАТОРИЯ
ИМ. А.И.ВОЕЙКОВА



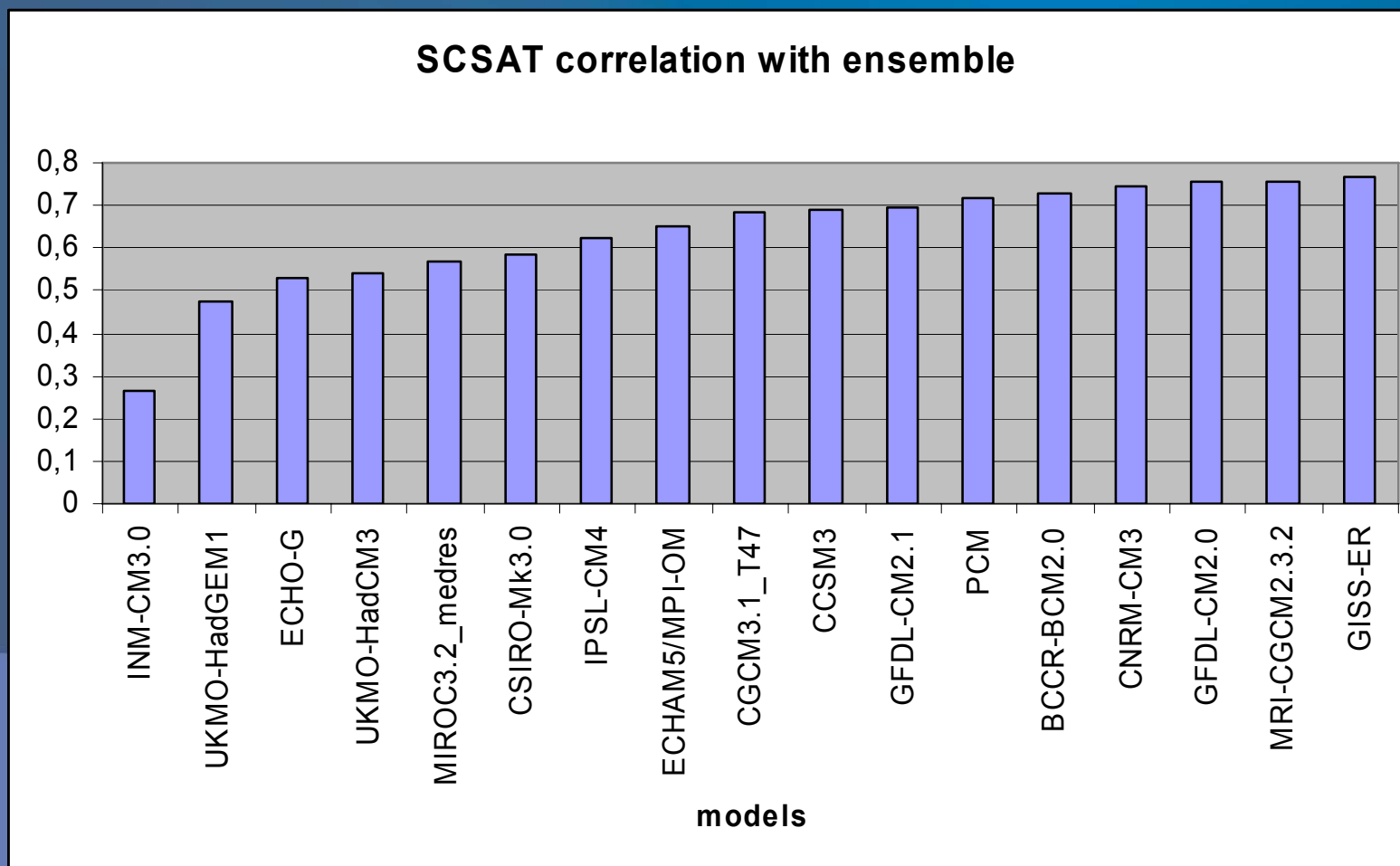
Год устойчивого изменения ТВП (A2): среднее значение



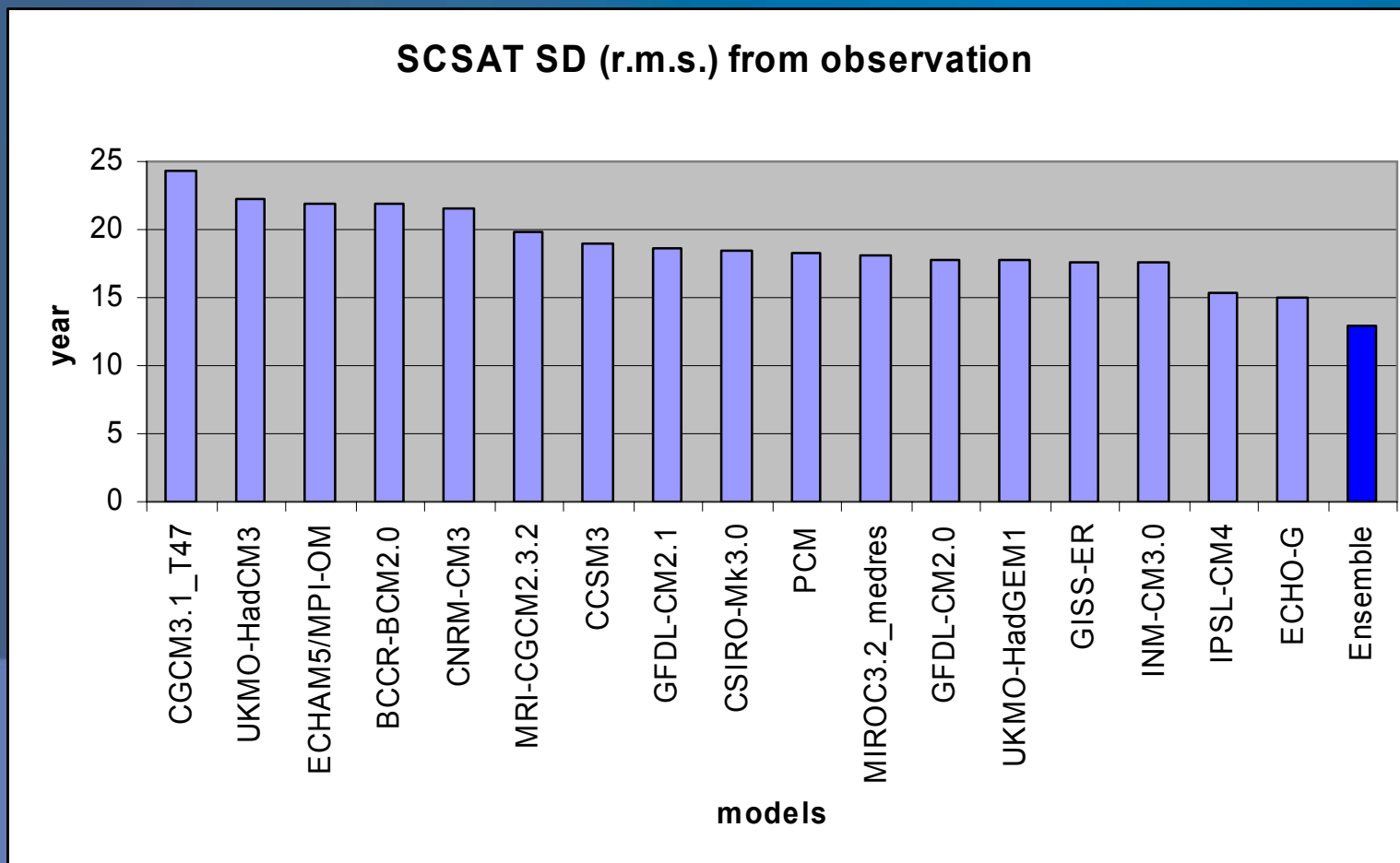
Корреляция пространственного распределения года УИТ (модели и наблюдения)



Корреляция пространственного распределения года УИТ (отдельные модели и ансамбль)



С.к.о. пространственного распределения года УИТ (модели и наблюдения)





1. Климат высоких широт в контексте глобального потепления
2. Модели МГЭИК нового поколения: общая характеристика
3. Систематические ошибки в расчетах современного климата высоких широт
4. Эволюция климата высоких широт в 20-м и 21-м веках
5. Приоритеты дальнейших исследований климата высоких широт методами физико-математического моделирования



1. Улучшение модельных описаний «полярных» процессов и обратных связей в глобальных климатических моделях;
2. Включение дополнительных интерактивных компонентов в глобальные климатические модели;
3. Повышение разрешения глобальных МОЦАО и развитие региональных климатических моделей для высоких широт;
4. ...



1. Улучшение модельных описаний «полярных» процессов и обратных связей в глобальных климатических моделях;
2. Включение дополнительных интерактивных компонентов в глобальные климатические модели;
3. Повышение разрешения глобальных МОЦАО и развитие региональных климатических моделей для высоких широт;
4. Развитие ансамблевого подхода за счет увеличения размеров ансамблей и разработки системы количественных показателей совокупного качества климатических моделей.

Приоритеты ...

ГЛАВНАЯ
ГЕОФИЗИЧЕСКАЯ
ОБСЕРВАТОРИЯ
ИМ. А.И.ВОЕЙКОВА



Экстремальные явления

Приоритеты ...

ГЛАВНАЯ
ГЕОФИЗИЧЕСКАЯ
ОБСЕРВАТОРИЯ
ИМ. А.И.ВОЕЙКОВА



Прогнозы на ближайшую перспективу

Приоритеты ...

ГЛАВНАЯ
ГЕОФИЗИЧЕСКАЯ
ОБСЕРВАТОРИЯ
ИМ. А.И.ВОЕЙКОВА



ОД5 МГЭИК: Конец модельной демократии?

Приоритеты ...

ГЛАВНАЯ
ГЕОФИЗИЧЕСКАЯ
ОБСЕРВАТОРИЯ
ИМ. А.И.ВОЕЙКОВА



Дилемма вычислительных стратегий:

большие ансамбли против высокого разрешения и сложности моделей.

Публикации (kattsov@main.mgo.rssi.ru)

ГЛАВНАЯ
ГЕОФИЗИЧЕСКАЯ
ОБСЕРВАТОРИЯ
им. А.И.ВОЕЙКОВА



В печати:

Катцов, В.М., Г.В.Алексеев, Т.В.Павлова, П.В.Спорышев, Р.В. Бекряев, В.А. Говоркова, 2007:

Моделирование эволюции ледяного покрова Мирового океана в 20-м и 21-м веках. *Изв.РАН: ФАО*.

Kattsov, V.M., J.E. Walsh, W.L. Chapman, V.A. Govorkova, T.V. Pavlova, and X. Zhang, 2007: Simulation and projection of arctic freshwater budget components by the IPCC AR4 global climate models. *J.Hydrometeorol.*

Sorteberg, A., V. Kattsov, J.E. Walsh, T.Pavlova, 2007: The Arctic Surface Energy Budget as Simulated with the IPCC AR4 AOGCMs. *Clim.Dynamics*.

Wang, M., J.E. Overland, V. Kattsov, J.E. Walsh, X. Zhang and T. Pavlova, 2007: Intrinsic versus forced variation in coupled climate model simulations over the Arctic during the 20th Century. *J.Climate*.

2002-2006 гг.:

Kattsov, V.M., P.V. Sporyshev, 2006: Timing of global warming in IPCC AR4 AOGCM simulations. *GRL*, 33, L23707, doi:10.1029.2006GL027476.

Спорышев П.В., В.М. Катцов, 2006: Пространственно-временные особенности глобального потепления. *ДАН*, 41. №4, 1-6.

Bony, S., R. Colman, V. Kattsov, R. Allan, C. Bretherton, J.-L. Dufrense, A. Hall, S. Hallegatte, M. Holland, W. Ingram, D. Randall, B. Soden, G. Tselioudis, M. Webb, 2006: How well do we understand and evaluate climate change feedback processes? *J.Climate*, 19, 3445-3482.

Kattsov, V., and E. Källén, 2005: Future climate change: modeling and scenarios for the Arctic, *ACIA*. Cambridge University Press (1042 pp.), 99-150.

Катцов В.М., Мелешко В. П., 2004: Сравнительный анализ моделей общей циркуляции атмосферы и океана, предназначенных для оценки будущих изменений климата. *Изв.РАН: ФАО*, 40, 647-658.

Kattsov, V.M., 2004: General circulation modelling. *Encyclopedia of the Arctic*. [M.Nuttall, Ed.] Vol.2, Routledge. New York and London, 709-711.

Катцов В.М., Вавулин С.В., Говоркова В.А., Павлова Т.В., 2003: Сценарии изменения климата Арктики в 21-м веке. *Мир*, № 10, 5-19.

Walsh, J.E., V. Kattsov, W. Chapman, V. Govorkova, and T. Pavlova, 2002: Comparison of Arctic climate simulations by uncoupled and coupled global models. *J.Climate*, 15, 1429-1446.

Благодарности

ГЛАВНАЯ
ГЕОФИЗИЧЕСКАЯ
ОБСЕРВАТОРИЯ
им. А.И.ВОЕЙКОВА



Автор благодарен своим коллегам – настоящим и бывшим сотрудникам Лаборатории численного моделирования общей циркуляции атмосферы и климата, а также сотрудникам Отдела динамической метеорологии ГГО им. А.И. Воейкова – за участие и поддержку на разных этапах проведенного исследования. Большое влияние на это исследование оказало многолетнее сотрудничество с Дж. Уолшем (John E. Walsh). Чрезвычайно познавательным и стимулирующим было научное общение с В.П. Мелешко, Р.В. Бекряевым, Э.Г. Богдановой, Н.Н. Брызгиным, П.Я. Гройсманом, Б.М. Ильиным, И.Л. Каролем, С.П. Малевским-Малевичем, Е.Д. Надежиной, И.В. Поляковым, В.Г. Савченко, А.П. Соколовым, П.В. Спорышевым, а в последнее время – с Э. Шаллином (Erland Källén), А. Сортебергом (Asgeir Sorteberg), М. Ванг (Muyin Wang) и Дж. Оверлэндом (James E. Overland). Автор благодарен Г.В. Алексееву, А.И. Данилову, А.В. Клепикову за многолетнюю поддержку проводимых им исследований в рамках совместных проектов с ААНИИ.

В настоящем исследовании использованы рисунки, подготовленные в рамках совместных публикаций, либо по просьбе автора – К. Тэйлором (Karl E. Taylor), В.П. Мелешко, Б. Чэпменом (William L. Chapman), М. Ванг (Muyin Wang), П.В. Спорышевым, Г. Свенссон (Gunilla Svensson) а также многочисленные рисунки, подготовленные Т.В. Павловой и В.А. Говорковой.

Автор признателен международному сообществу разработчиков МОЦА и МОЦАО за предоставление данных для анализа; участникам Программы диагноза и сравнения климатических моделей (PCMDI) за сбор и хранение модельных данных; Рабочей группе по численному экспериментированию (WGNE) и Рабочей группе по объединенным моделям (WGCM) Объединенного научного комитета (JSC) Всемирной программы исследований климата (WCRP) и программы CLIVAR, их Проектам сравнения атмосферных (AMIP) и объединенных моделей (CMIP) и Группе экспертов по моделированию климата – за организацию деятельности по анализу модельных данных; а также Подразделению технической поддержки (TSU) Первой рабочей группы (WG1) МГЭИК (IPCC) за техническую помощь. Архив данных МГЭИК в Национальной лаборатории Лоренса Ливермора поддерживается Офисом по науке Министерства энергетики США.

Отдельные части настоящего исследования выполнялись в рамках ряда НИР Росгидромета, Минобрнауки РФ, ФЦП (в т.ч. «Мировой океан»); проектов РФФИ (гранты №№ 99-05-65271-а, 02-05-65242-а, 05-05-65093 и 05-05-08064офи_а); проектов Национального научного фонда США (гранты OPP-9908812 и UAF05-0074 OPP-0327664); проекта INTAS (Грант 03-51-4620).



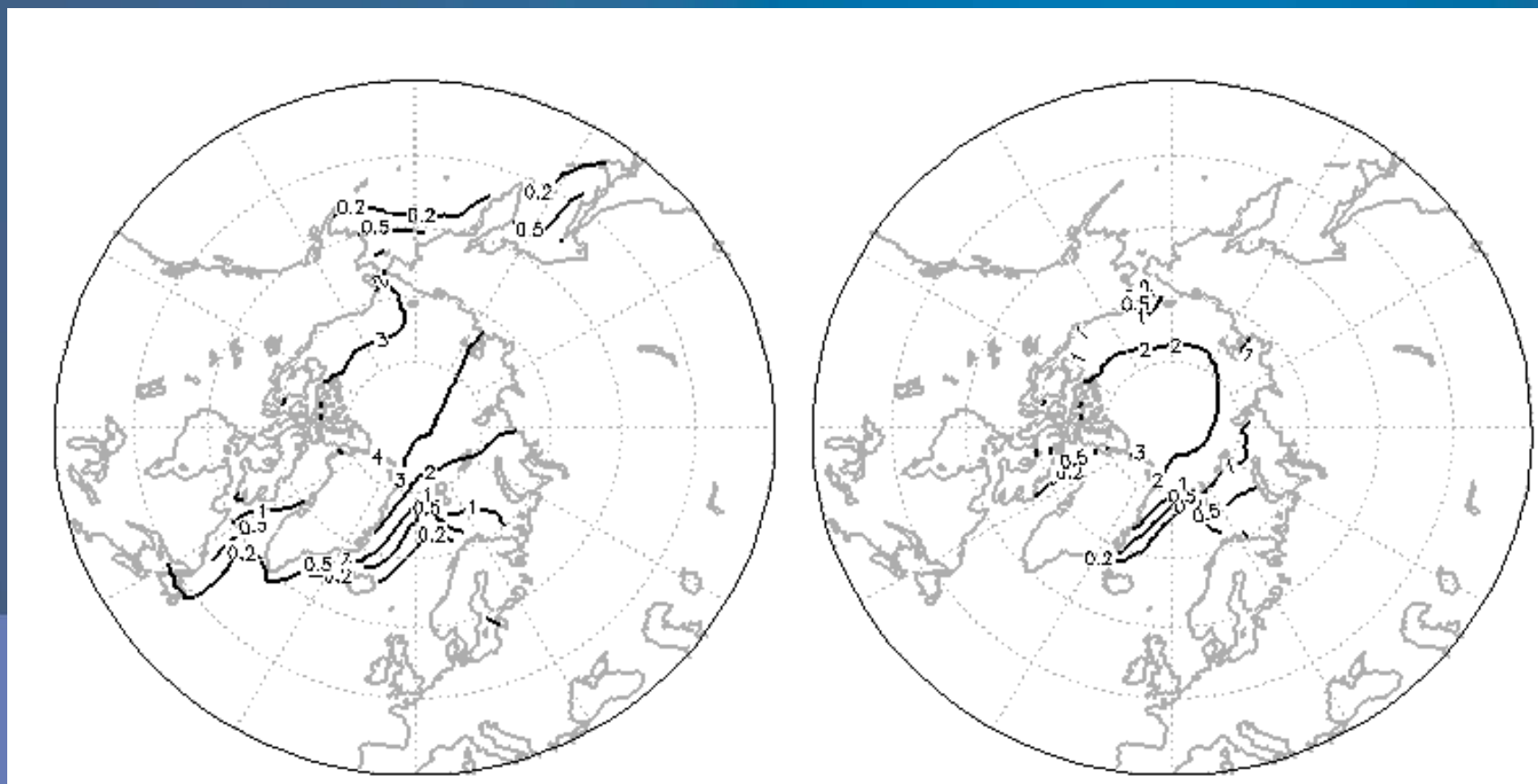
К дискуссии

Воспроизведение современного климата высоких широт с помощью ансамбля глобальных климатических моделей МГЭИК

ГЛАВНАЯ
ГЕОФИЗИЧЕСКАЯ
ОБСЕРВАТОРИЯ
ИМ. А.И.ВОЕЙКОВА

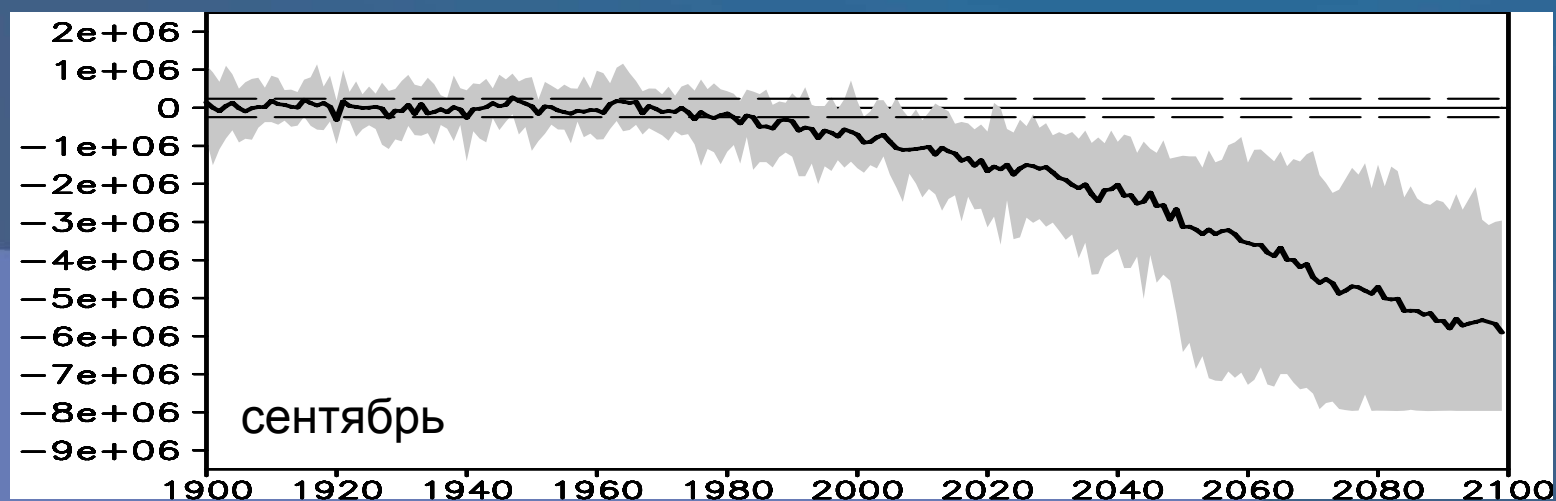
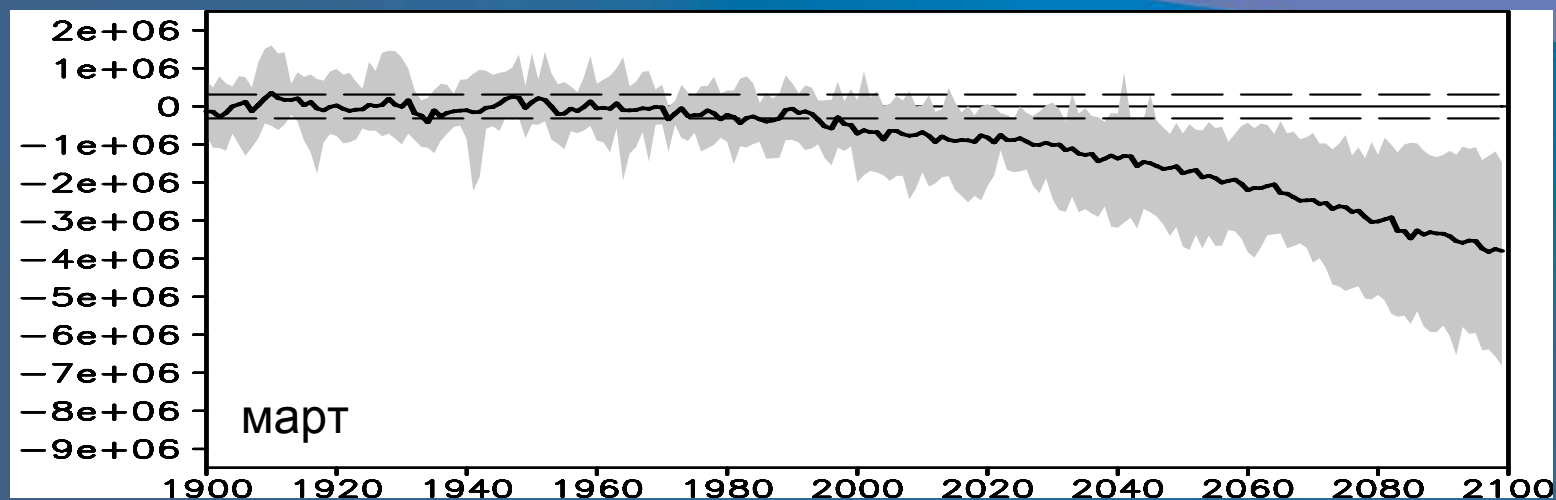


Толщина МЛ (1980-1999 гг.)



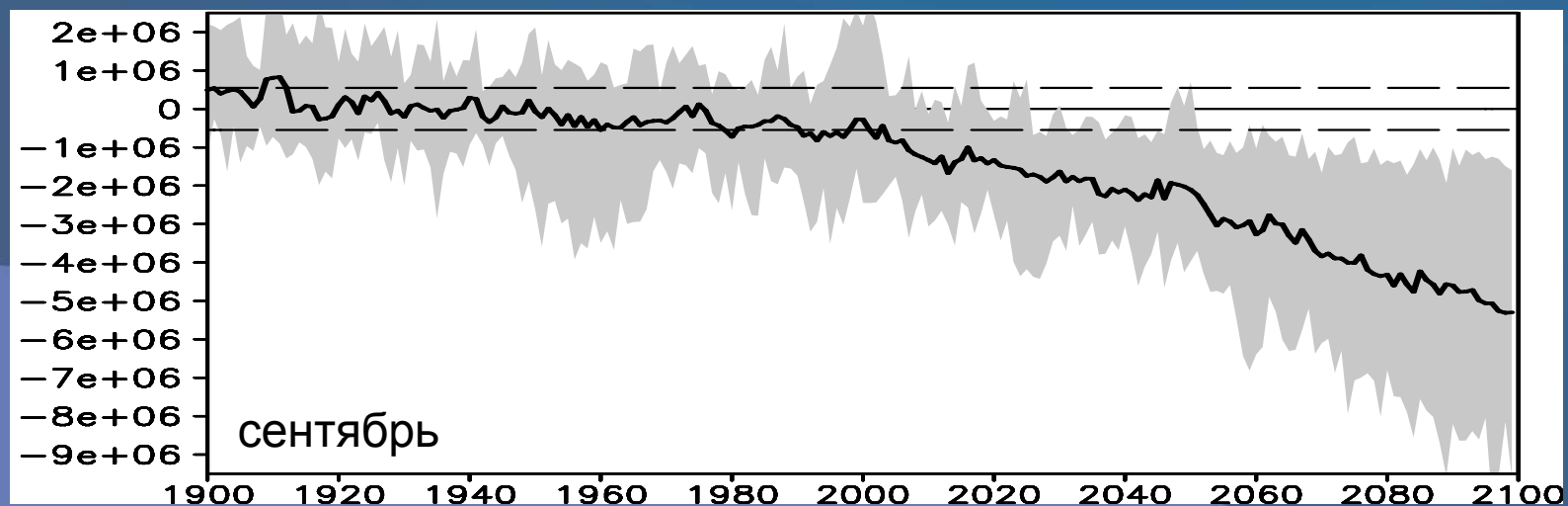
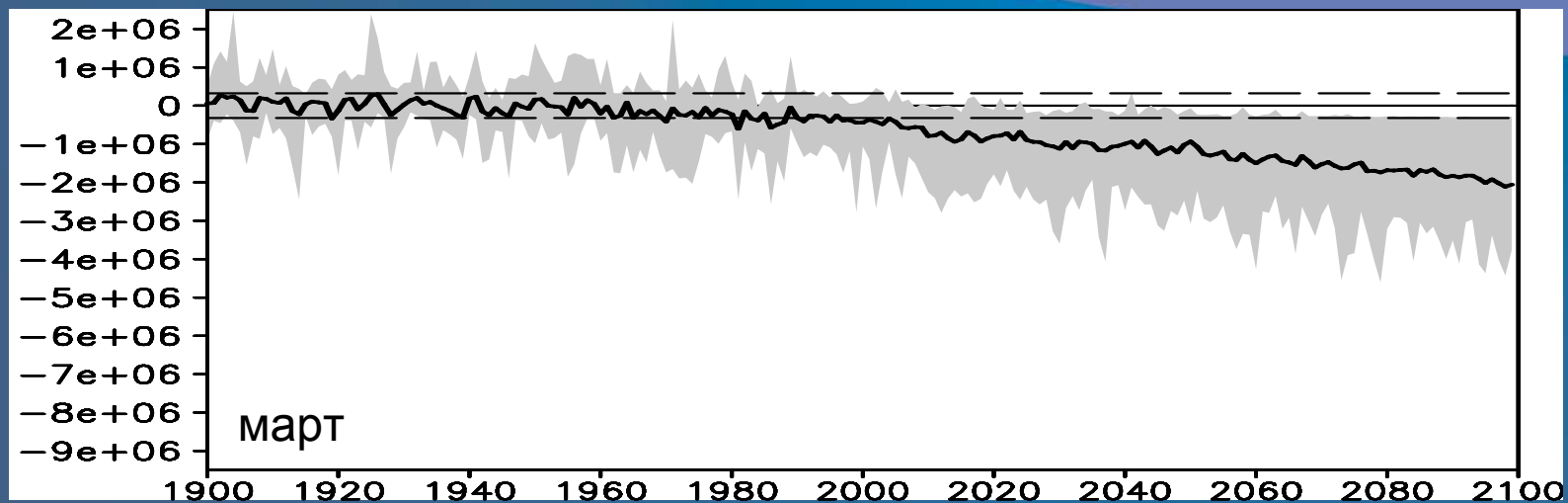
Эволюция МЛ в Северном полушарии в 20-м и 21-м вв.

ГЛАВНАЯ
ГЕОФИЗИЧЕСКАЯ
ОБСЕРВАТОРИЯ
им. А.И.ВОЕЙКОВА



Эволюция МЛ в Южном полушарии в 20-м и 21-м вв.

ГЛАВНАЯ
ГЕОФИЗИЧЕСКАЯ
ОБСЕРВАТОРИЯ
им. А.И.ВОЕЙКОВА



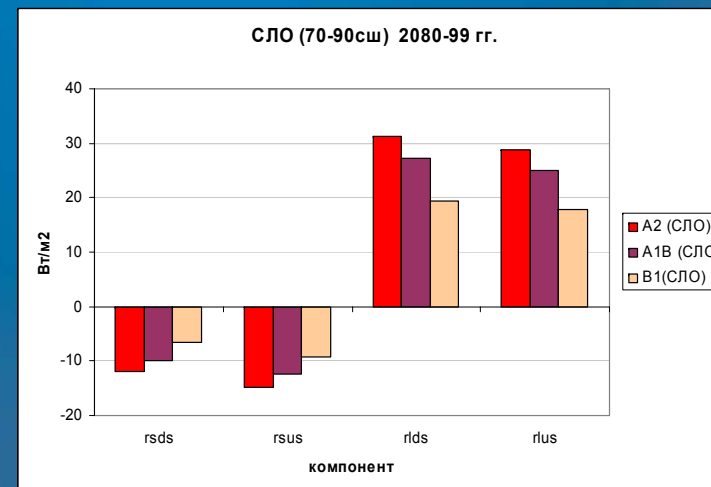
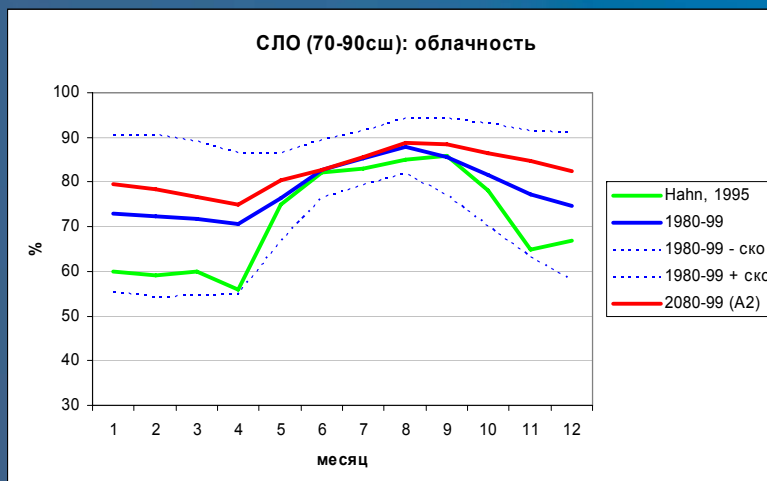
Эволюция климата высоких широт в 21-м веке в расчетах с моделями МГЭИК

ГЛАВНАЯ
ГЕОФИЗИЧЕСКАЯ
ОБСЕРВАТОРИЯ
ИМ. А.И.ВОЕЙКОВА

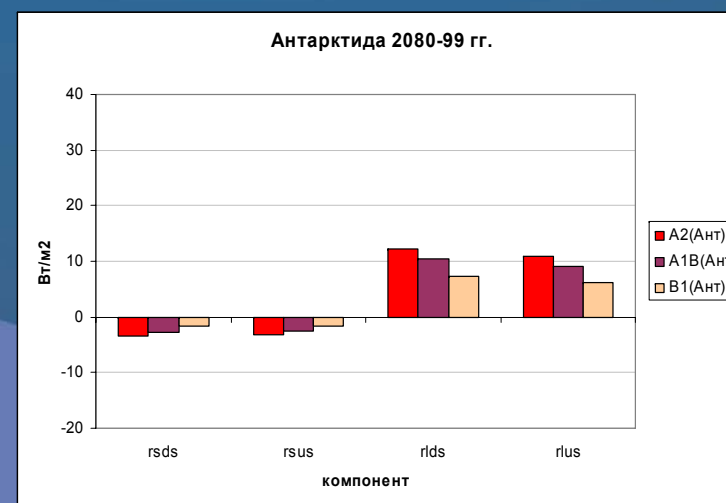
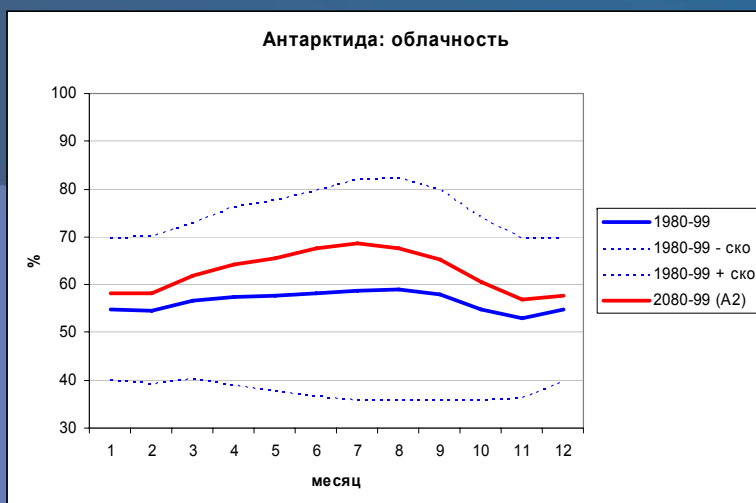


Облачность и радиация

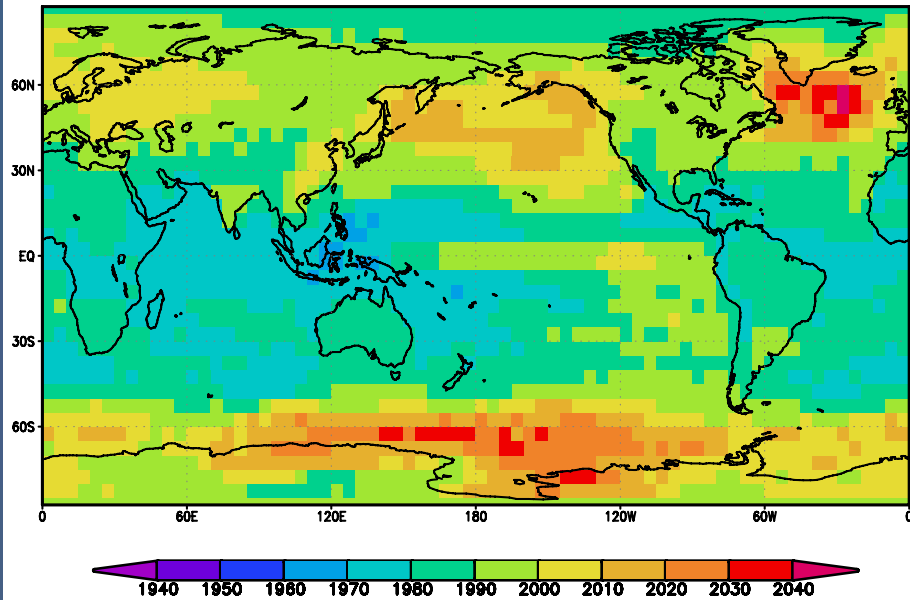
Арктика



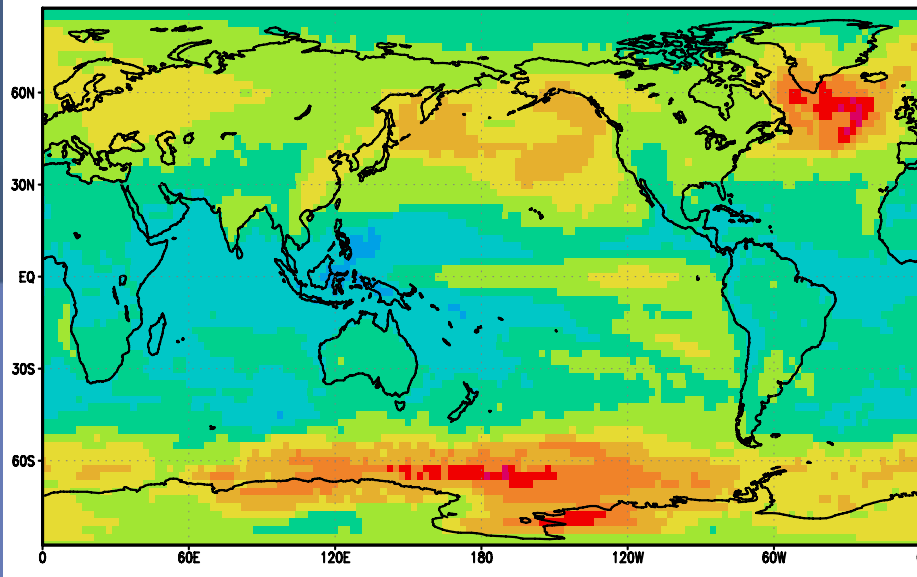
Антарктика



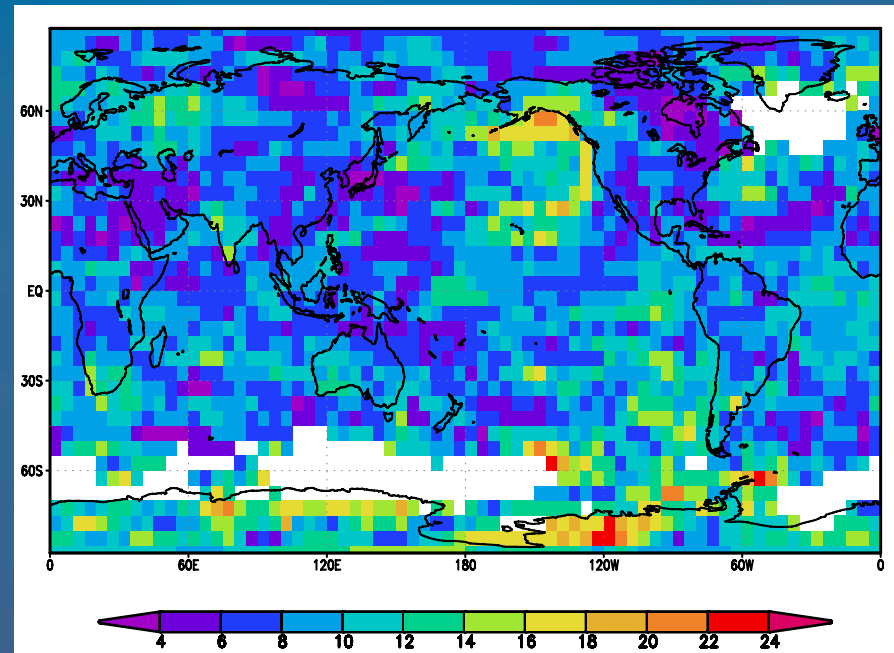
Resolution 5x5



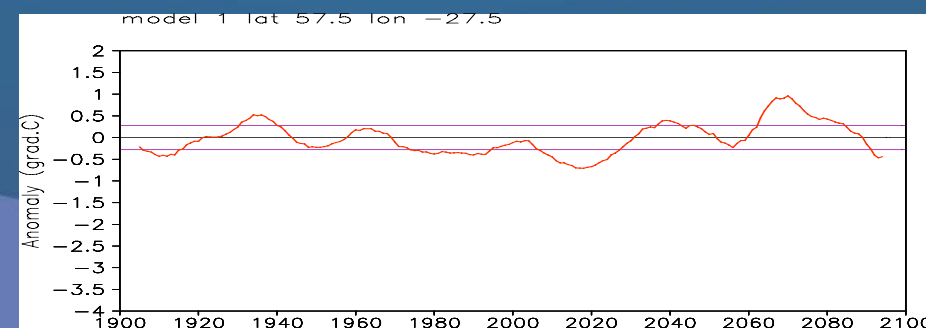
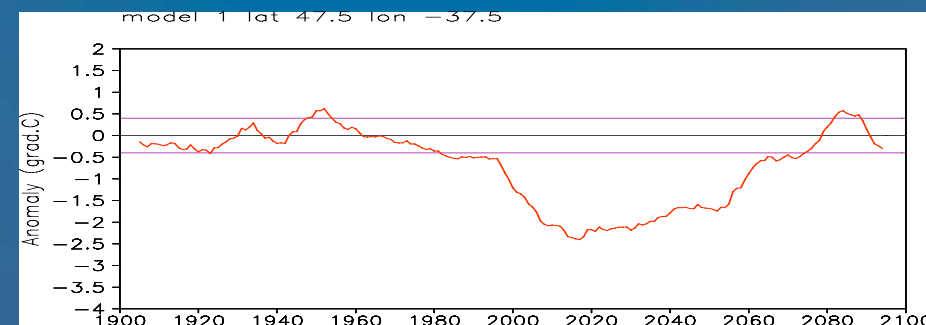
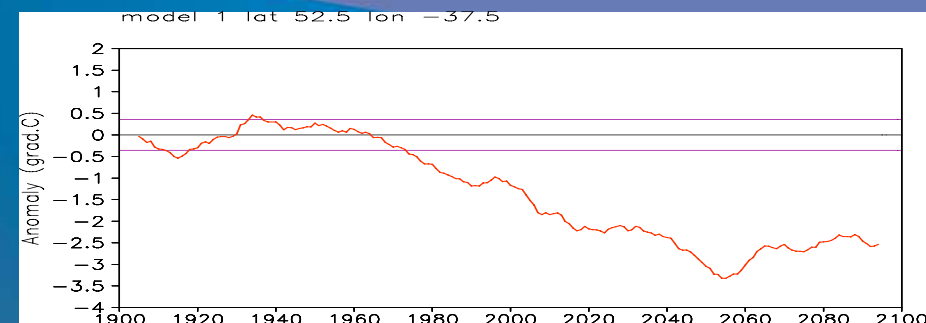
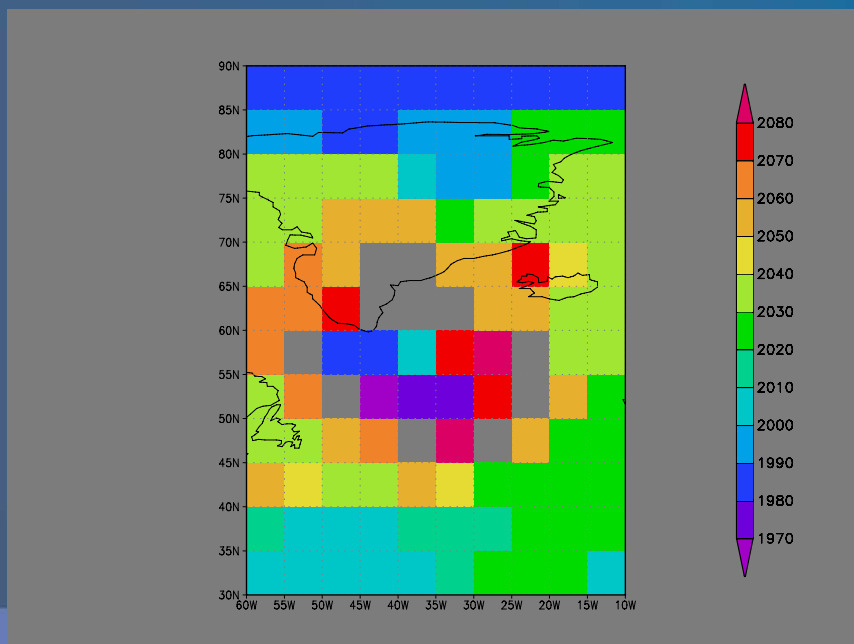
Resolution 2.5x2.5



Running averaging: 11yr → 21yr



Timing of SAT stable change (A2): a model in northern North Atlantic



ГЛАВНАЯ
ГЕОФИЗИЧЕСКАЯ
ОБСЕРВАТОРИЯ
ИМ. А.И.ВОЕЙКОВА

