

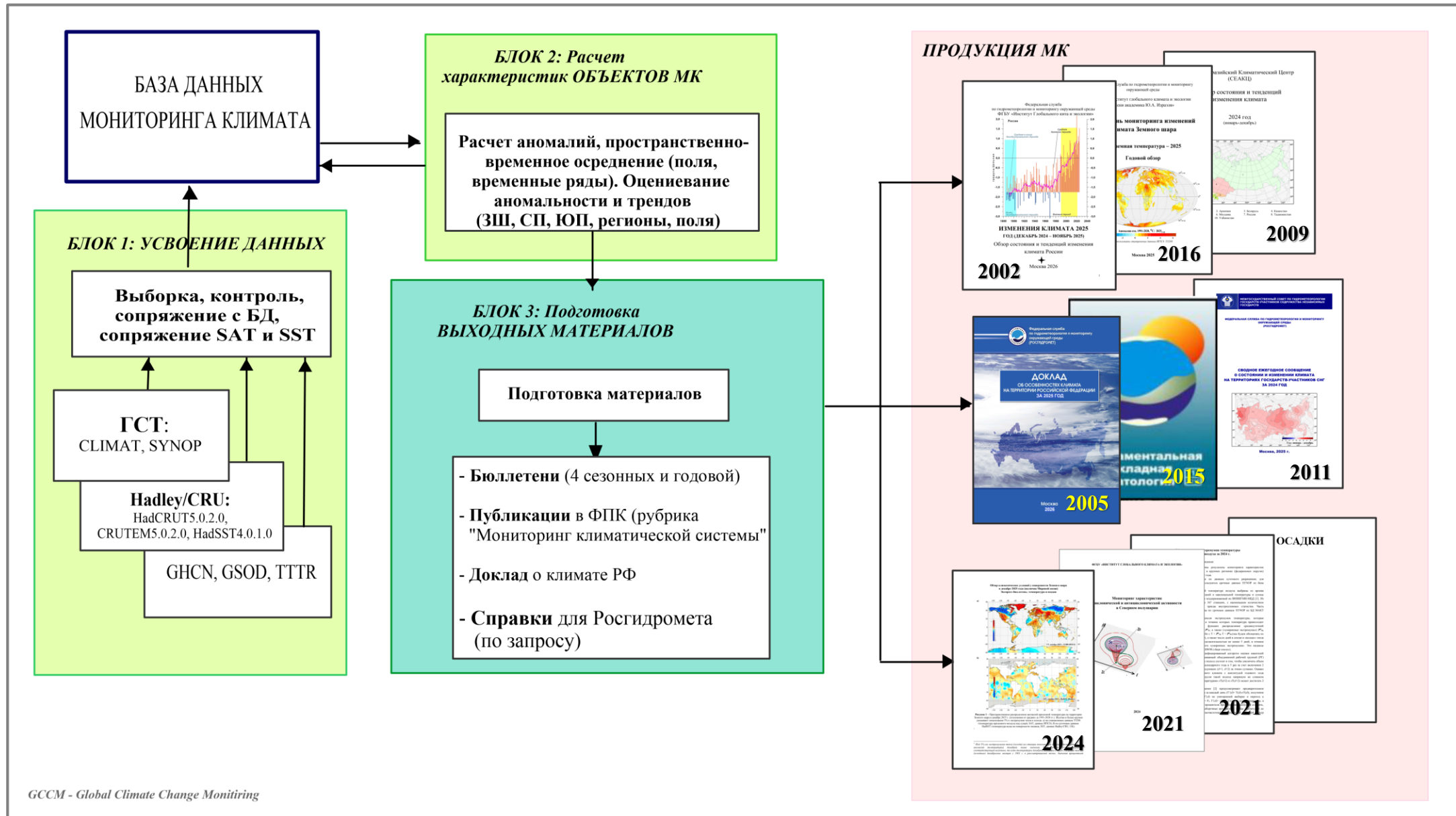


**ИНСТИТУТ ГЛОБАЛЬНОГО КЛИМАТА И ЭКОЛОГИИ
ИМЕНИ АКАДЕМИКА Ю.А. ИЗРАЭЛЯ (ИГКЭ)**

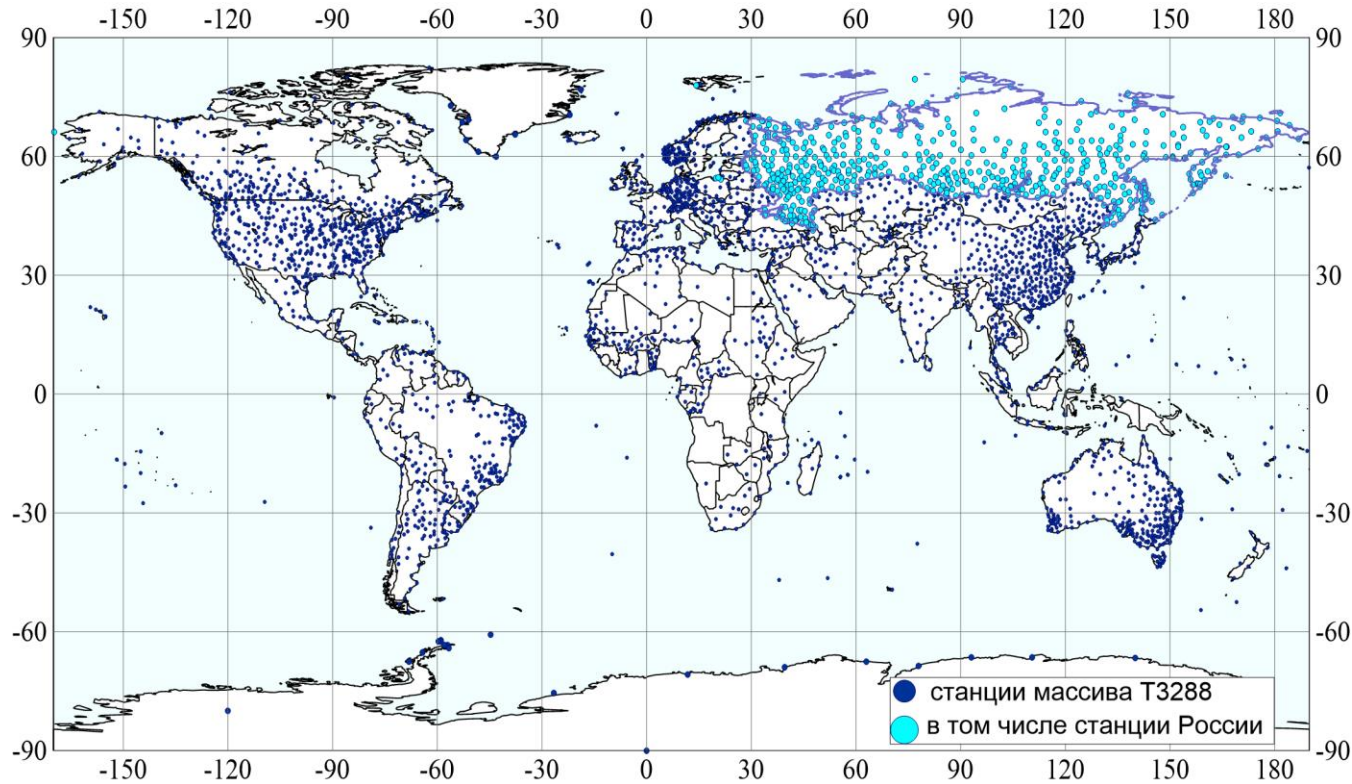
**Действующая в России система
мониторинга климата: оценки современного состояния
для территории России и в глобальном масштабе**

***Ранькова Э.Я., Самохина О.Ф., Антипина У.И.,
Платова Т.В., Смирнов В.Д.***

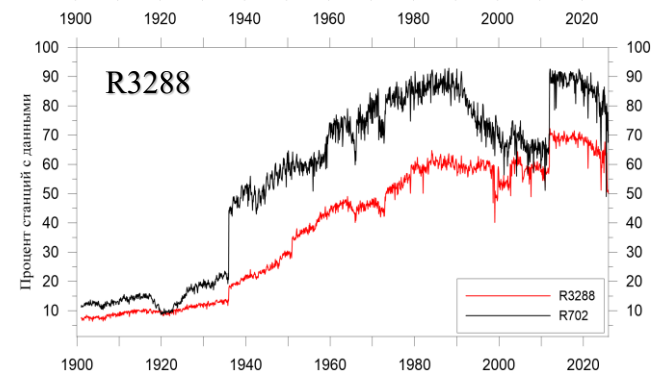
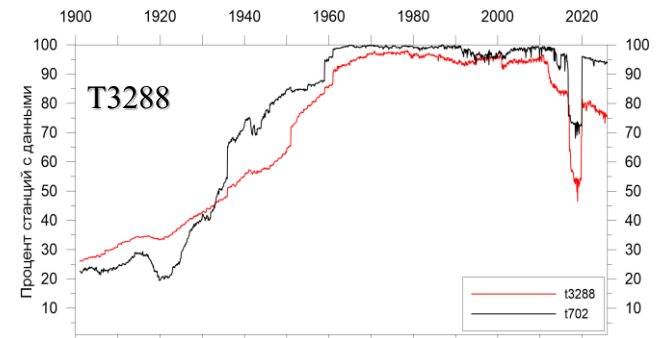
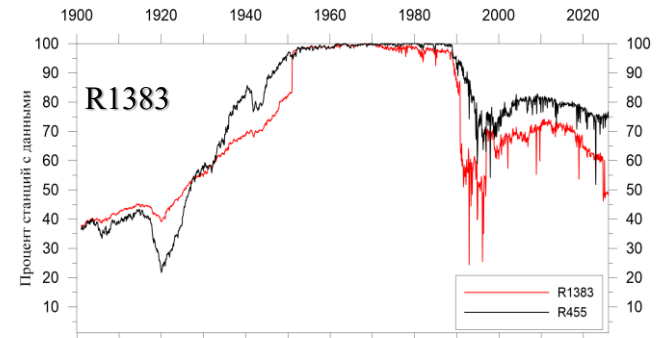
Схема мониторинга климата



Сеть станций в базовых массивах T3288, R3288 в технологии GCSM (данные ИГКЭ, только суша)

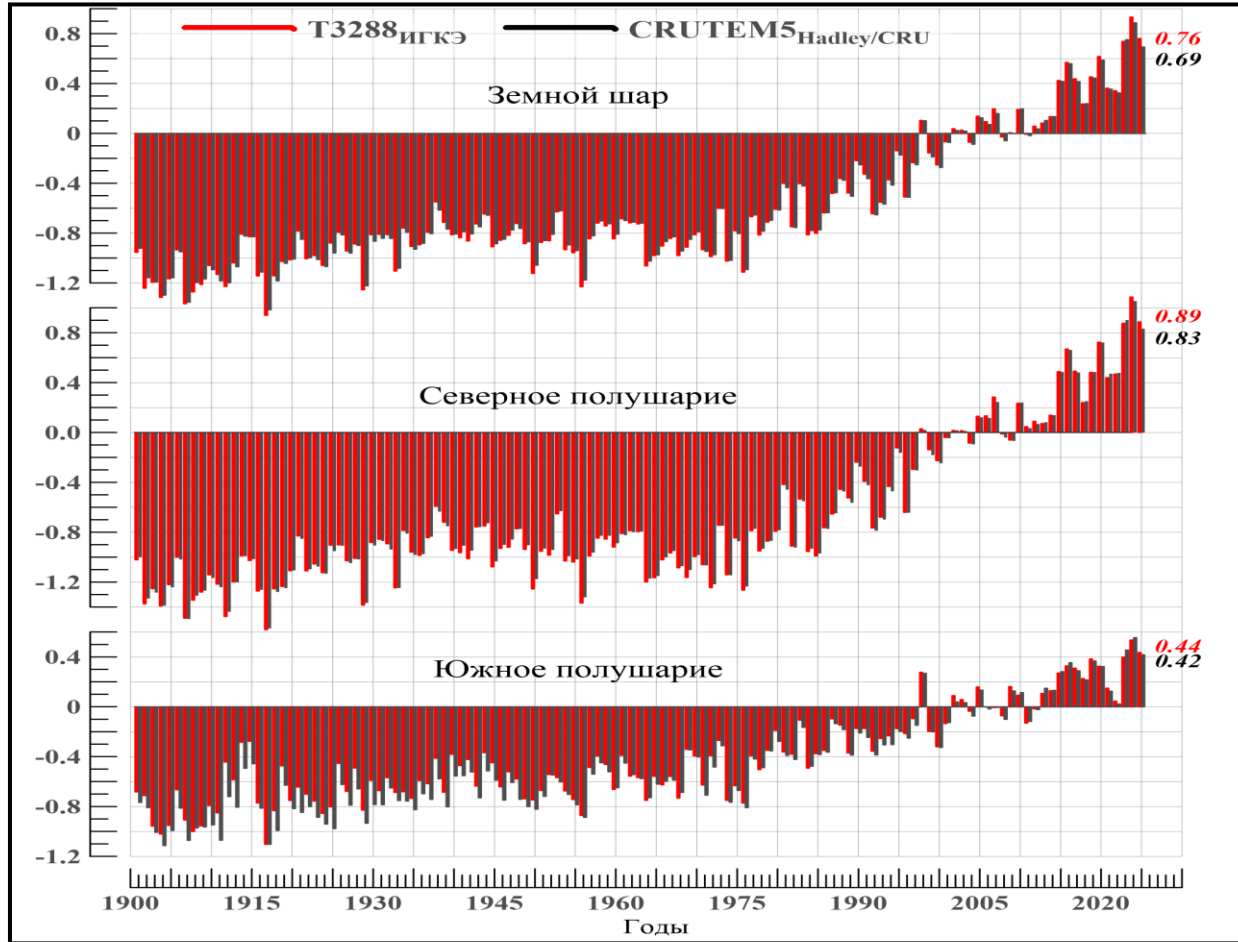


В Гренландии и Антарктиде станции расположены вдоль береговой линии и станция AMUNDSEN-SCOTT в центре Антарктиды (Южный полюс Земли)..



Динамика плотности сети в массивах:
черные кривые – станции мира,
красные кривые – станции б. СССР

Ход аномалий глобальной температуры приземного воздуха над сушей по данным ИГКЭ и Hadley/CRU (1901-2025)

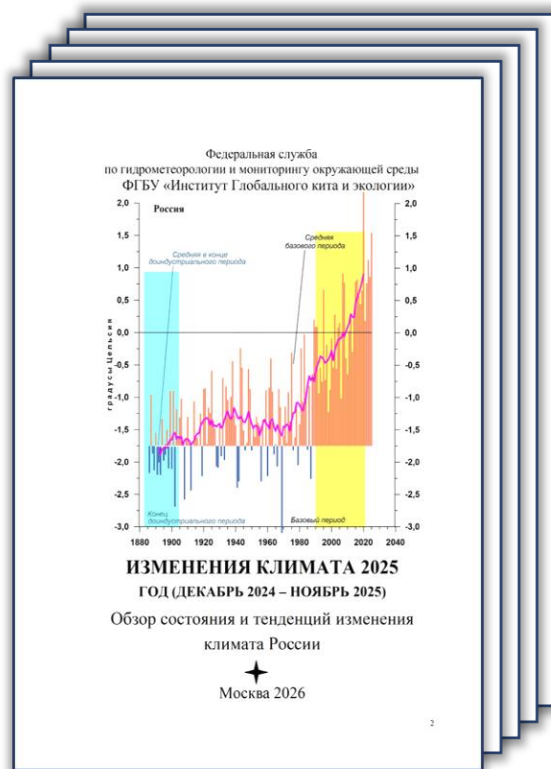


Т3288 ~ CRUTEM5 Оценки близости/различия	1976-2025			1926-2025		
	ЗШ	СП	ЮП	ЗШ	СП	ЮП
Корреляция рядов	0,999	0,999	0,995	0,998	0,999	0,990
Среднее различие, °C	0,011	0,008	0,019	0,001	-0,003	0,047
СКО (сигма) различий, °C	0,020	0,019	0,028	0,028	0,026	0,054
Среднее абсолютное различие, °C	0,019	0,017	0,028	0,023	0,021	0,054
Макс абсолютное различие, °C	0,068	0,042	0,088	0,079	0,080	0,194
Разность коэфф. тренда, °C/10лет	0,005	-0,001	-0,009	0,001	0,002	-0,013
СКО Т3288, °C	0,468	0,514	0,263	0,474	0,541	0,325
СКО CRUTEM5, °C	0,459	0,513	0,272	0,464	0,532	0,351

Статистические оценки изменчивости температуры (см. табл.) показывают, что оценки по данным массива Т3288 (ИГКЭ) и всемирно признанного массива CRUTEM5 (Hadley/CRU) очень близки между собой: среднее различие рядов за последние 50 лет (1976-2025) составило менее 0,02°С, максимальное – лишь дважды превысило 0,1°С (0,19 и 0,17°С, в ЮП, в 1930 и 1940гг.); стандартное отклонение различий (0,02–0,03°С) более, чем на порядок ниже стандартного отклонения самих рядов (0,26–0,51°С), и во всех случаях ряды характеризуются высокой корреляцией (выше 0,99) и предельно низким различием трендов (до 0,01°С/10 лет)

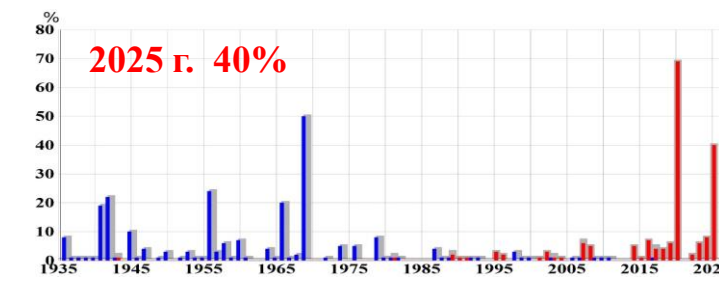
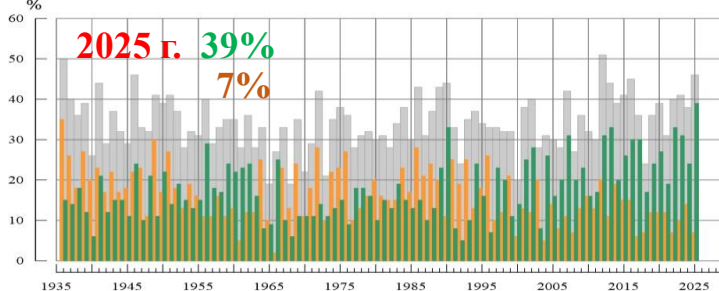
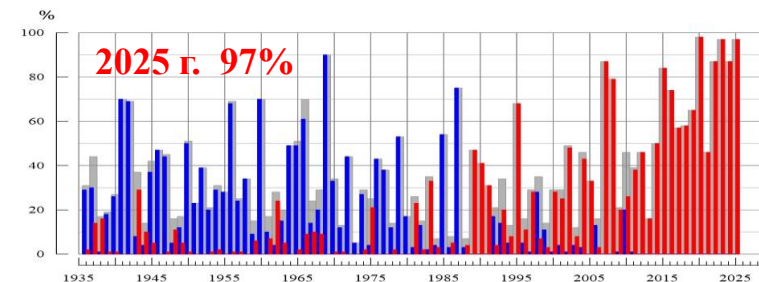
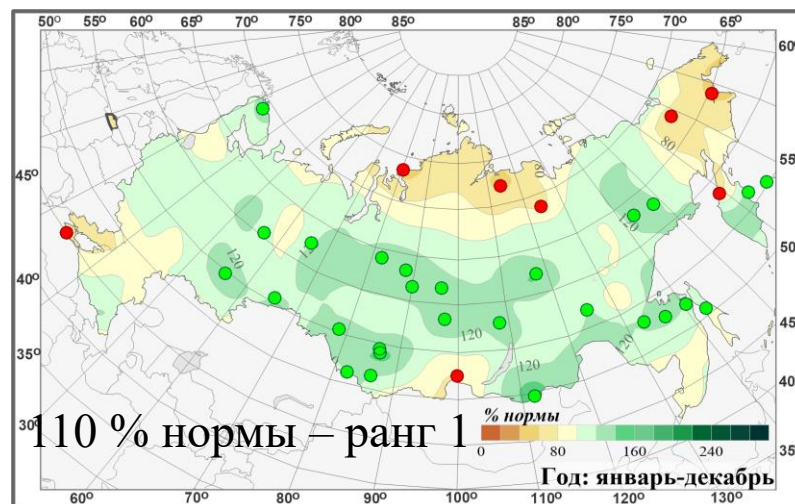
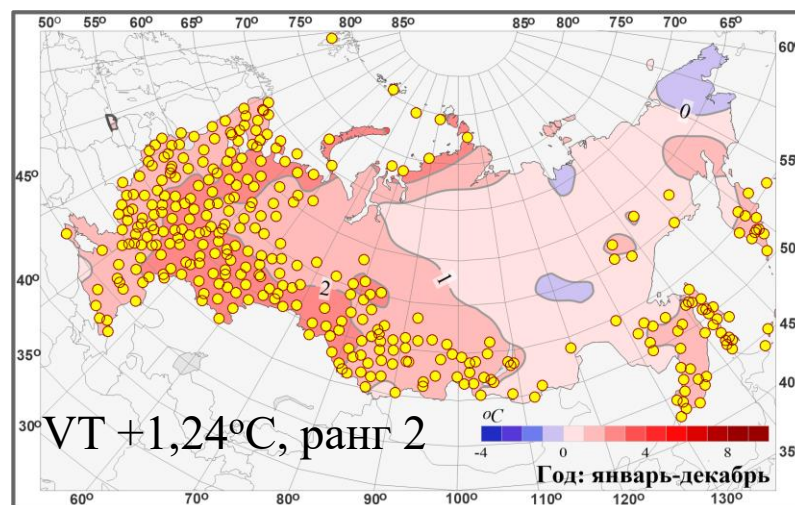
Обзор состояния и тенденций изменения климата России ФГБУ «ИГКЭ»

2002-2025



Характеристики:

1. Аномалии (vX , rX , pX)
2. Тренды (b , α , r^2)
3. Индексы экстремумов, статистики



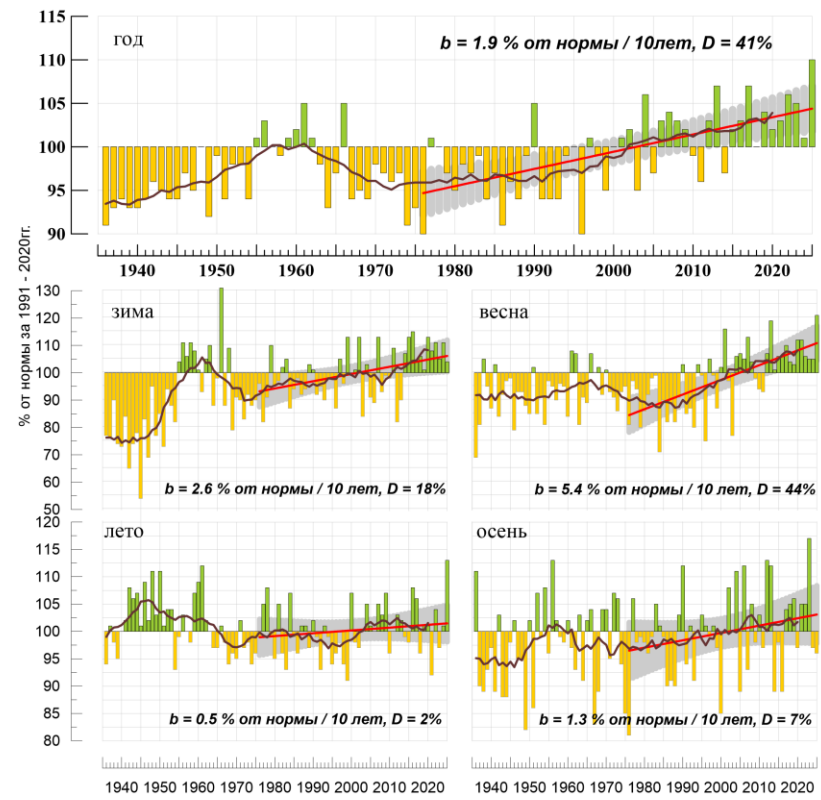
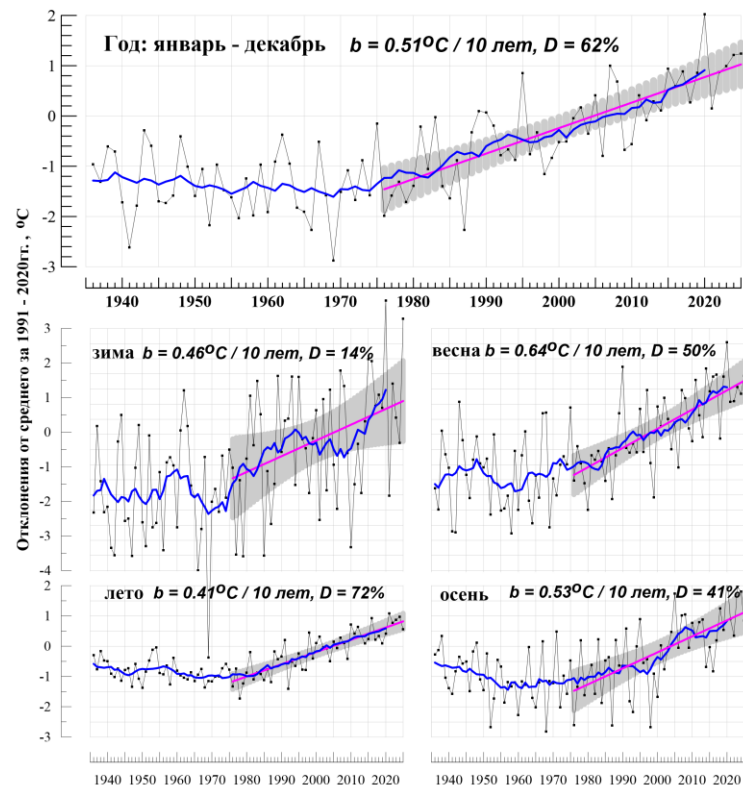
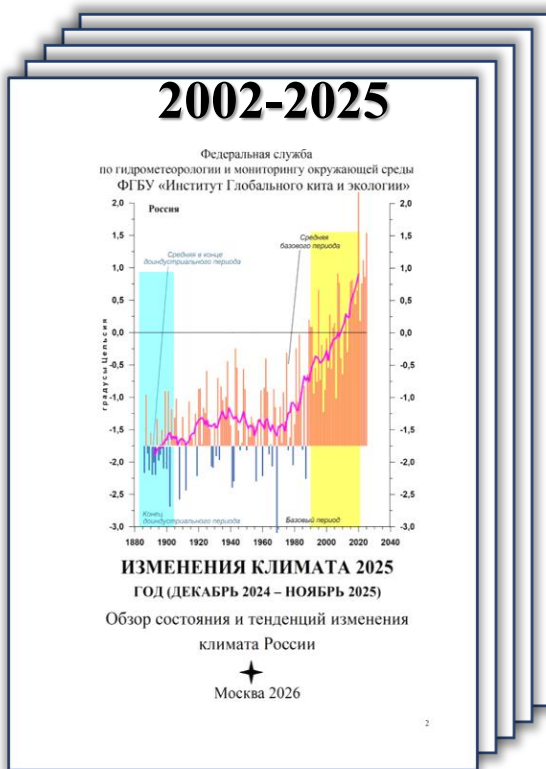
Доля площади РФ (в процентах) с крупными годовыми аномалиями температуры (верхний фрагмент) и осадков (средний фрагмент) **ниже 20-го перцентиля, выше 80-го перцентиля** и суммарной площади с крупными аномалиями обоих знаков; с экстремальными аномалиями температуры (**выше +2s и ниже -2s**) (нижний фрагмент), 1936-2025 гг. (год: декабрь 2024 – ноябрь 2025)

Технология мониторинга климата на территории РФ утверждена ЦМКП Росгидромета Решением от 13 декабря 2013 г.

Бюллетени выпускаются пять раз в год (четыре сезона: зима-весна-лето-осень и «сезонный год»: декабрь-ноябрь)

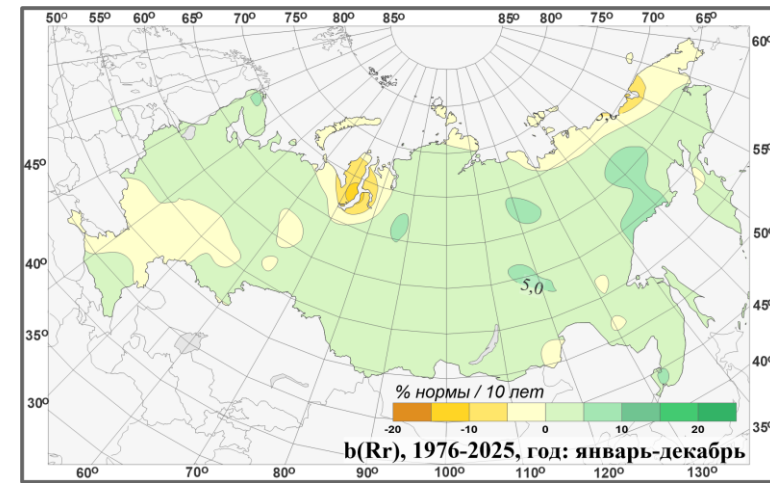
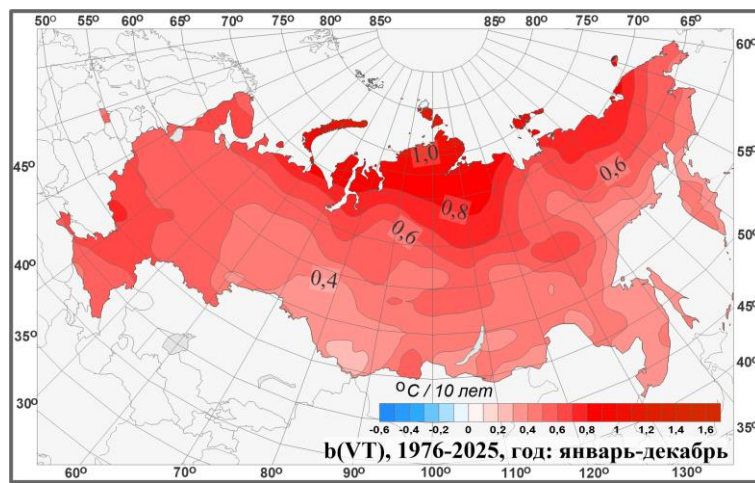
Обзор состояния и тенденций изменения климата России

ФГБУ «ИГКЭ»



Технология мониторинга климата на территории РФ утверждена ЦМКП Росгидромета Решением от 13 декабря 2013 г.

Бюллетени выпускаются пять раз в год (четыре сезона: зима-весна-лето-осень и «сезонный год»: декабрь-ноябрь)



2009-2025



Северо-Евразийский климатический центр (СЕАКЦ)

Обзор состояния и тенденций изменения климата

СОДЕРЖАНИЕ

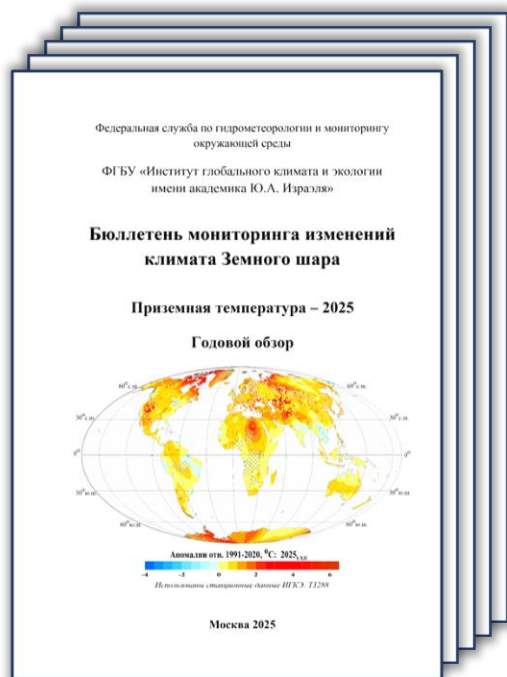
Введение

- I. Климатические особенности 2024 г.
- II. Тенденции современных изменений температуры и осадков
 - 2.1 температура приземного воздуха
 - 2.2 Атмосферные осадки
- III. Изменения региональных аномалий температуры и осадков за период наблюдений с 1936 г.

Заключение

Выпускаются с 2009 г. в результате выполнения НИР 1.3.1s2 «Развитие технологии выпуска региональных долгосрочных прогнозов СЕАКЦ»
Выпускаются пять бюллетеней в год.

2016-2025



Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды
(РОСГИДРОМЕТ)

ФГБУ «ИГКЭ»

Бюллетень мониторинга и изменений климата Земного шара
Приземная температура

СОДЕРЖАНИЕ

1. Введение
2. Температурный режим у поверхности Земного шара в 2025 г.
Экстремальные аномалии
3. Крупномасштабные особенности изменения приземной температуры Земного шара за период инструментальных наблюдений 1850-2025 гг.
4. Временные ряды регионально осредненных аномалий приземной температуры, 1911-2025 гг.
5. Географические особенности современных изменений климата, 1976-2025 гг.
6. Заключение

Технология мониторинга глобального климата (подсистема: Приземная температура) утверждена Решением ЦМКП от 20 декабря 2016 г
Выпускаются пять бюллетеней в год.



Мониторинг характеристик циклонической и антициклонической активности в Северном полушарии: информационная база

Исходные данные: 4-х срочные данные реанализа NCEP/NCAR высоты изобарической поверхности 1000гПа (H1000) с 1951 года, сетка 2.5x2.5 градуса. Данные доступны на сайте <https://psl.noaa.gov/>.

Получение архива траекторий



Пополнение

- скачивание данных о высоте изобарической поверхности 1000гПа за истекший год с сайта в формате netcdf,
- приведение к формату 2-байтовых целых,
- расчет характеристик циклонов (антициклонов),
- присоединение годовой порции к историческому каталогу центров.

Характеристики

- f_c, l_c – координаты геометрического центра тяжести области S_0 ;
- $-Z_c$ (гпм) – значение в центре;
- $d = |Z_c - Z_0|$ (гпм) - глубина (циклон), высота (антициклон)
- $a = \int_{x \in S_0} ds$ (км²) – площадь

Статистики

- аномалии (отклонения от среднего за 1991-2020 гг.),
- нормированные аномалии (аномалия в долях стандартного отклонения)

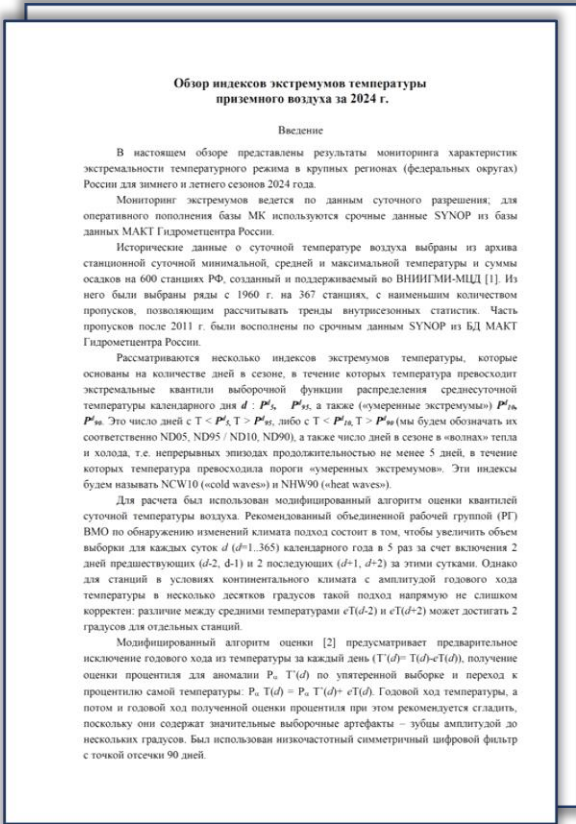
Пространственно-временные обобщения

- сезонные средние,
- региональные средние

Обзор циркуляционных условий выпускается ежегодно (как развитие мониторинга) в рамках темы 3.2

В изменениях повторяемости циклонов и антициклонов в Северном полушарии однонаправленных тенденций за 1952-2024 гг. не выявлено.

Мониторинг экстремумов на территории России ведется по данным суточного разрешения; для оперативного пополнения базы МК используются срочные данные SYNOP из базы данных МАКТ Гидрометцентра России. Исторические данные о суточной температуре воздуха выбраны из архива стационарной суточной минимальной, средней и максимальной температуры и суммы осадков на 600 станциях РФ, созданный и поддерживаемый во ВНИИГМИ-МЦД.



Рассматриваются индексы экстремумов температуры, которые основаны на количестве дней в сезоне, в течение которых температура превосходит экстремальные квантили выборочной функции распределения среднесуточной температуры календарного дня d :

P_{5}^d , P_{95}^d – это число дней с $T < P_{5}^d$, $T > P_{95}^d$ - ND05, ND95 – экстремумы холода/тепла,
 P_{10}^d , P_{90}^d – это число дней с $T < P_{10}^d$, $T > P_{90}^d$ – ND10, ND90 - «умеренные экстремумы».

а также число дней в сезоне в «волнах» тепла и холода, то есть непрерывных эпизодах продолжительностью не менее 5 дней, в течение которых температура превосходила пороги «умеренных экстремумов»:

NCW10 («cold waves») и NHW90 («heat waves»).

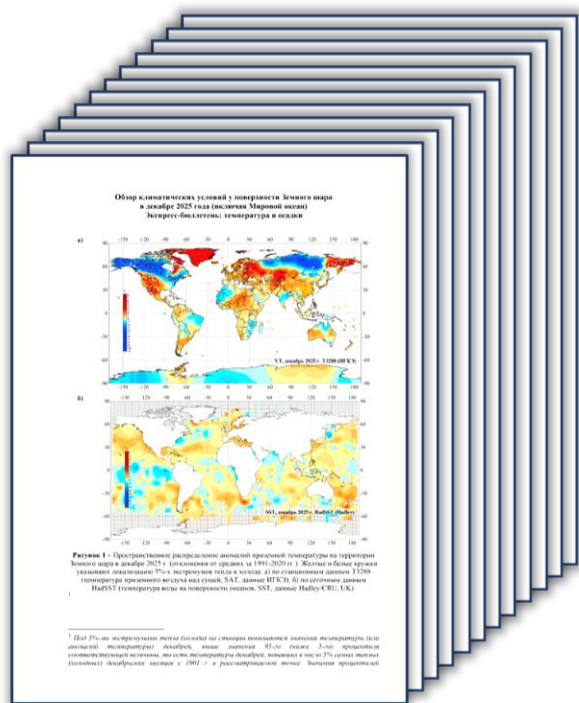
Индексы рекомендованы объединенной рабочей группой ВМО, но для расчета был использован модифицированный алгоритм оценки квантилей суточной температуры воздуха.

Анализ рядов региональных индексов экстремальности показывает, что общая направленность изменений этих в рядах можно охарактеризовать как убывание индексов экстремумов холода и возрастание экстремумов тепла

В среднем по федеральным округам (ФО) России зимой 2023/24 гг. количество экстремально холодных дней (ND10) не превышало 10. Летом 2024 г. дни с экстремумами холода практически не наблюдались. Наибольшие значения индексов ND90, ND95, NDHW90, как зимой, так и летом отмечались в ЮФО и СКФО, причем летом значения индексов заняли, соответственно, 2 и 3-е места после рекордных значений 2010 года.

Обзор индексов экстремумов температуры выпускается с 2021 г. (как развитие мониторинга) в рамках темы 3.2 воздуха выпускается один раз в год

2024-2025



ФГБУ «ИГКЭ»

Обзор климатических условий у поверхности Земного шара. Экспресс-бюллетень: температура и осадки, ЯНВАРЬ 2026

Регионально осредненные аномалии температуры в январе 2026 года, выраженные в отклонениях от нормы 1991-2020 (νT , °C) и в вероятностной шкале (эмпирические вероятности P , %)

Оценки линейного тренда средней месячной температуры приземного воздуха и сумм осадков в январе 1976-2026 гг., в среднем по суше Земного шара, РФ, ЕЧР, АЧР:
 b – коэффициенты линейного тренда, α - уровень значимости.

Регионы	Январь 2026 г.				Дата осуществления рекорда
	νT_{2026}	$P(t \leq T_{2026})$	Ранг по убыванию	Максимум	
Земной шар (суша)	0,36	91,3	11	1,23	2025
Северное полушарие (суша)	0,34	89,6	13	1,48	2025
Российская Федерация (РФ)	-1,04	50,0	57	4,94	2007
Европейская часть РФ (ЕЧР)	-2,10	34,4	18	5,37	2020
Азиатская часть РФ (АЧР)	-0,64	55,6	37	4,82	2007
Федеральные округа РФ					
Северо-Западный	-2,71	30,0	64	5,07	1949
Центральный	-3,00	33,3	61	5,36	2025
Приволжский	-1,41	47,8	48	7,17	2007
Южный	-1,01	42,2	53	5,98	2007
Северо-Кавказский	-0,11	55,6	41	3,61	1966
Уральский	-3,24	24,4	69	9,12	2007
Сибирский	-3,52	20,0	73	7,64	2015
Дальневосточный	1,46	93,3	7-8	3,15	1963

Регионы	Январь 2026 г.			
	Температура		Суммы осадков	
	b , °C/10 лет	$\alpha\%$	b , % нормы /10 лет	$\alpha\%$
Крупные регионы Мира				
Земной шар (суша)	0,30	0,0		
Регионы России				
Российская Федерация	0,34	11,5	2,0	6,1
Европейская часть РФ	0,44	11,5	3,5	4,4
Азиатская часть РФ	0,30	15,9	0,8	48,5
Северо-Западный	0,70	4,4	4,7	0,9
Центральный	0,59	6,1	5,1	8,3
Приволжский	0,42	14,9	2,6	32,2
Южный	0,56	3,2	1,2	100,0
Северо-Кавказский	0,50	0,7	1,2	100,0
Уральский	0,19	48,5	0,9	100,0
Сибирский	0,30	48,5	2,2	32,2
Дальневосточный	0,37	2,4	-0,2	100,0

Выпускаются по решению руководства ФГБУ «ИГКЭ»

Выпускаются 12 бюллетеней в год.

СОДЕРЖАНИЕ

Температурные условия в целом для суши Земного шара
Температурные условия на территории России
Количество выпавших осадков

2005-2025



Выпускается с 1997 года в статусе Материалов для Государственного доклада Роскомгидромета. С 2007 года получил статус ежегодного официального издания гидрометслужбы (приказ 15 от 6.01.2007). Выпуски доступны с 2005 г.

Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (РОСГИДРОМЕТ)

Доклад об особенностях климата на территории Российской Федерации за 2025 год

- 1. Температура воздуха**
ФГБУ: 'ИГКЭ', 'ВГИ', 'ВНИИГМИ-МЦД'
- 2. Атмосферные осадки**
ФГБУ: 'ИГКЭ', 'ВГИ', 'ВНИИГМИ-МЦД'
- 3. Снежный покров**
ФГБУ: 'ВНИИГМИ-МЦД',
ФГБУ: 'ГИДРОМЕТЦЕНТР РОССИИ'
- 4. Замерзание и вскрытие рек**
ФГБУ: 'ГИДРОМЕТЦЕНТР РОССИИ',
РОСГИДРОМЕТ
- 5. Гололёдно-изморозевые отложения**
ФГБУ: 'ВНИИГМИ-МЦД'
- 6. Северная полярная область**
ФГБУ: 'ААНИИ'
- 7. Вечная мерзлота.**
ФГБУ: 'ГГИ'
- 8. Агроклиматические условия**
ФГБУ: 'ВНИИСХМ'
- 9. Опасные г/м явления**
ФГБУ: 'ГИДРОМЕТЦЕНТР РОССИИ'
- 10. Солнечная радиация**
ФГБУ: 'ТГО'
- 11. Ледники Центрального Кавказа и Центрального Алтая**
ФГБУ: 'ВГИ', 'ФГБУ: ИГКЭ'
- 12. Продолжительность солнечного сияния**
ФГБУ: 'ВНИИГМИ-МЦД'
- 13. Температура в свободной атмосфере**
ФГБУ: 'ВНИИГМИ-МЦД',
- 14. Режим приземного ветра**
ФГБУ: 'ВНИИГМИ-МЦД'
- 15. Ветер в свободной атмосфере**
ФГБУ: 'ВНИИГМИ-МЦД'
- 16. Парниковые газы и коротко живущие климатически активные вещества**
ФГБУ: 'ТГО', 'ИГКЭ'
- 17. Температура почвы**
ФГБУ: 'ВНИИГМИ-МЦД'
- 18. Озоновый слой**
ФГБУ: 'ЦАО'
- 19. Стратосферный аэрозоль**
ФГБУ НПО: 'ТАЙФУН'
- 20. Облачность**
ФГБУ: 'ВНИИСХМ'

2011-2025



**МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СОВЕТ ПО ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИИ
ГОСУДАРСТВ-УЧАСТНИКОВ СОДРУЖЕСТВА НЕЗАВИСИМЫХ ГОСУДАРСТВ**

Федеральная служба по мониторингу и охране окружающей среды (РОСГИДРОМЕТ)

**СВОДНОЕ ЕЖЕГОДНОЕ СООБЩЕНИЕ о состоянии и изменении
климата на территориях государств-участников СНГ**

В подготовке выпуска 2024 года приняли участие сотрудники НГМС СНГ:

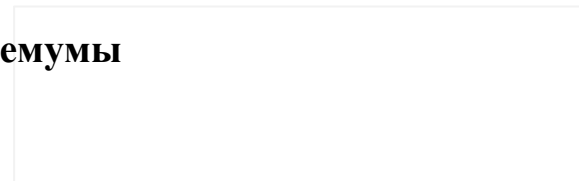
- 1. Росгидромет (Россия: ИГКЭ, Гидрометцентр России)**
- 2. Белгидромет (Республика Беларусь)**
- 3. РГП Казгидромет (Республика Казахстан)**
- 4. ГНО «Центр гидрометеорологии и мониторинга» (Республика Армения);**
- 5. Туркменгидромет (Республика Туркменистан)**
- 6. Агентство по гидрометеорологии Комитета по охране окружающей среды при Правительстве (Республика Таджикистан)**
- 7. НГМС Республики Азербайджан**
- 8. Узгидромет (Республика Узбекистан)**

Выпускается в соответствии с решением 3.3/23 23-й сессии Межгосударственного совета по гидрометеорологии СНГ (г. Астана, 28–29 сентября 2011 года)

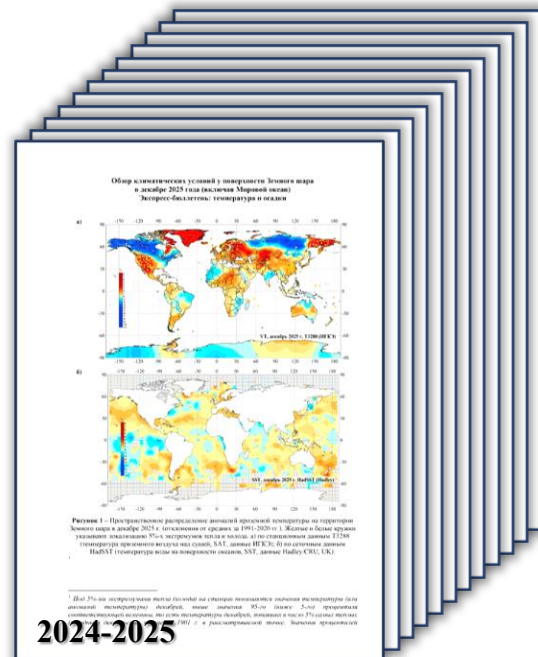
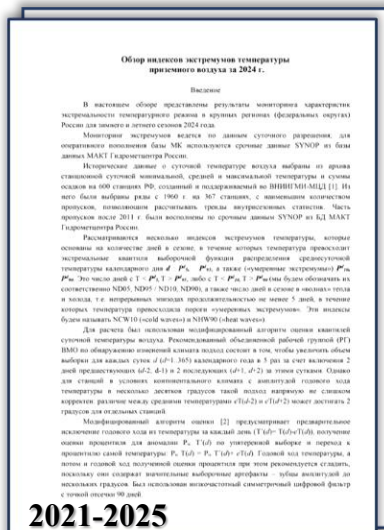
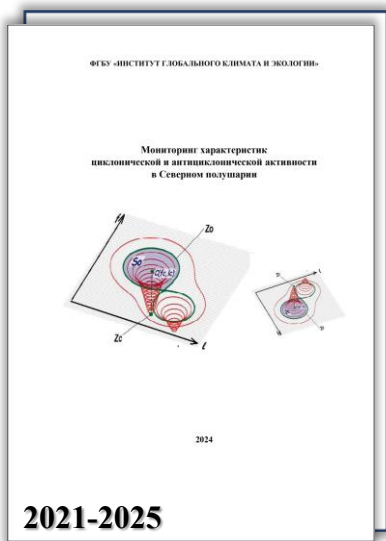
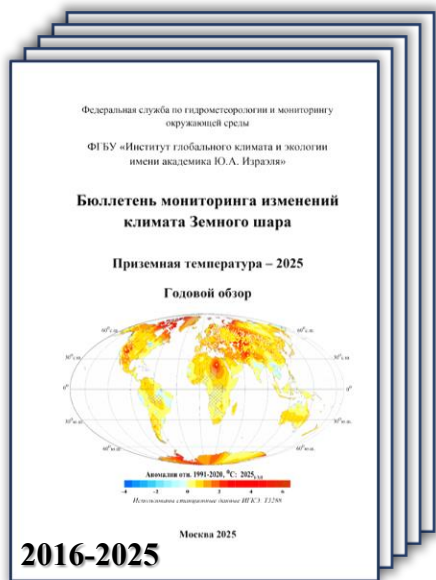
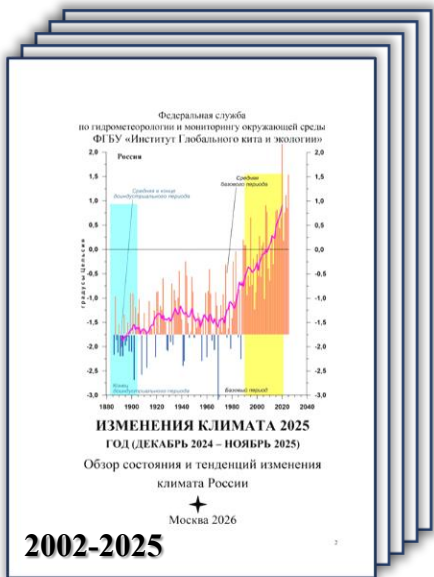
Введение

- 1. Общая характеристика изменения климата на территории СНГ.**
- 2. Особенности состояния климата В 2024 г**

- 3. Региональные и сезонные особенности изменения климата**
 - 4. Климатические экстремумы**
- Заключение**

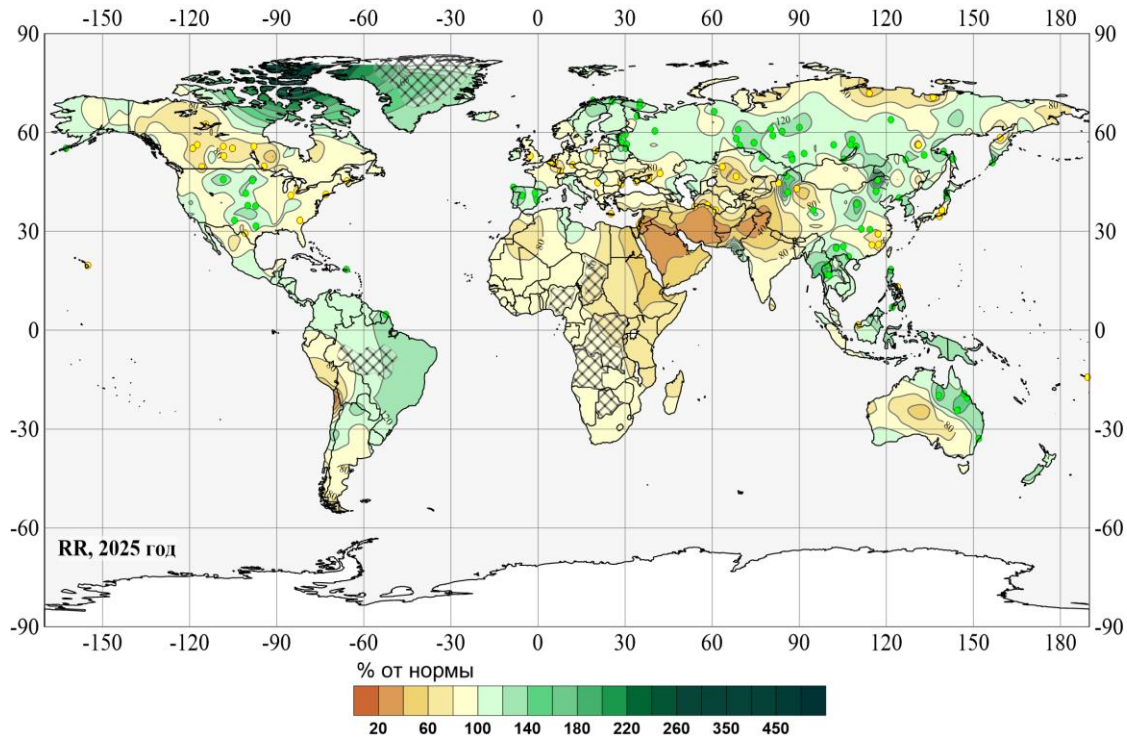


Ежегодная продукция мониторинга (ответственный исполнитель : ИГКЭ)

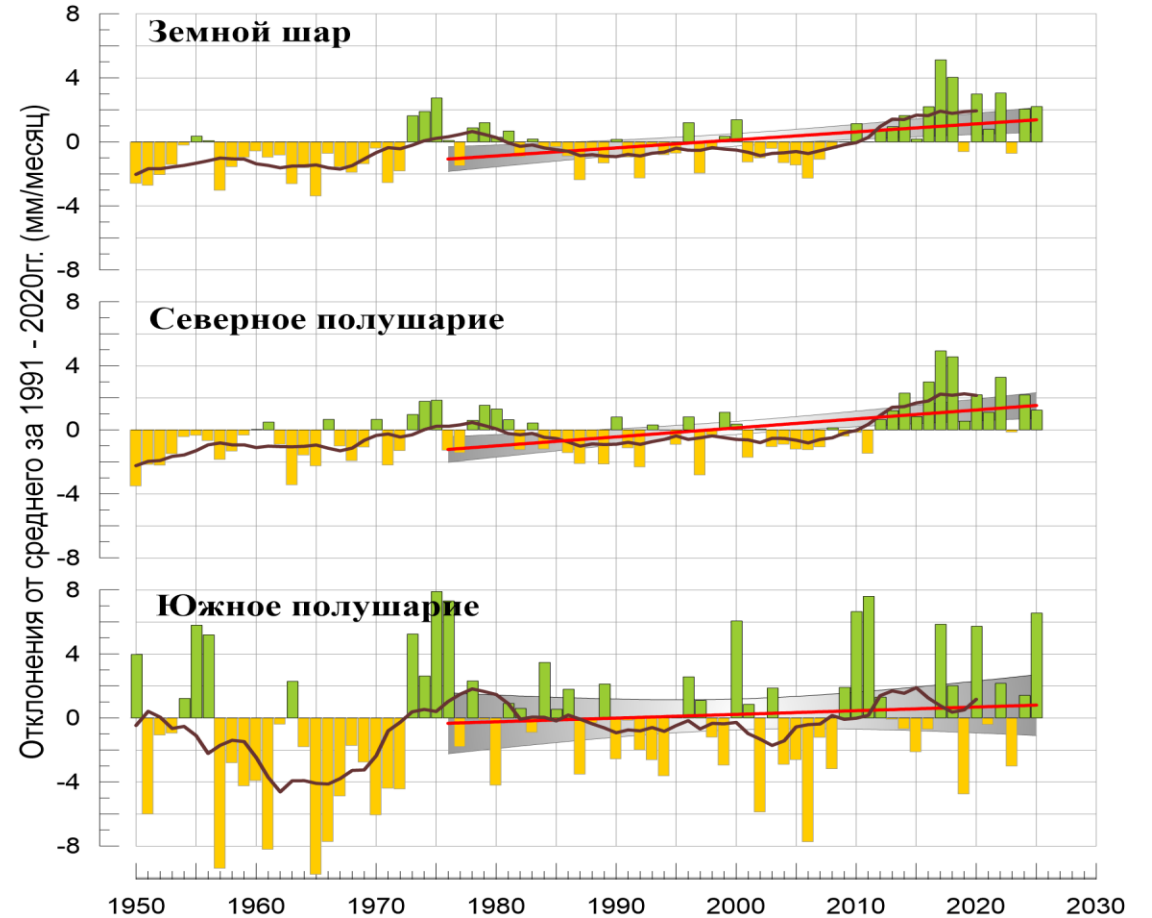


Атмосферные осадки: Земной шар (суша), Россия

Пространственное распределение аномалий годовых сумм осадков (относительно 1991-2020 гг.)



Ход аномалий годовых сумм осадков для ЗШ, СП и ЮП (в мм/мес)



Подсистема мониторинга осадков на суше Земного шара в целом сейчас на начальной стадии. До сих пор эти работы были ограничены сначала территорией СССР, затем России и СНГ (слайды 5-6). Сейчас начат заключительный этап, в рамках которого пока готова БД (массив R3288) с данными суточного и месячного разрешения) с 1950 года (слайд 3). Здесь представлены первые результаты по изучению этих локальных и глобальных рядов.

Глобальное потепление.

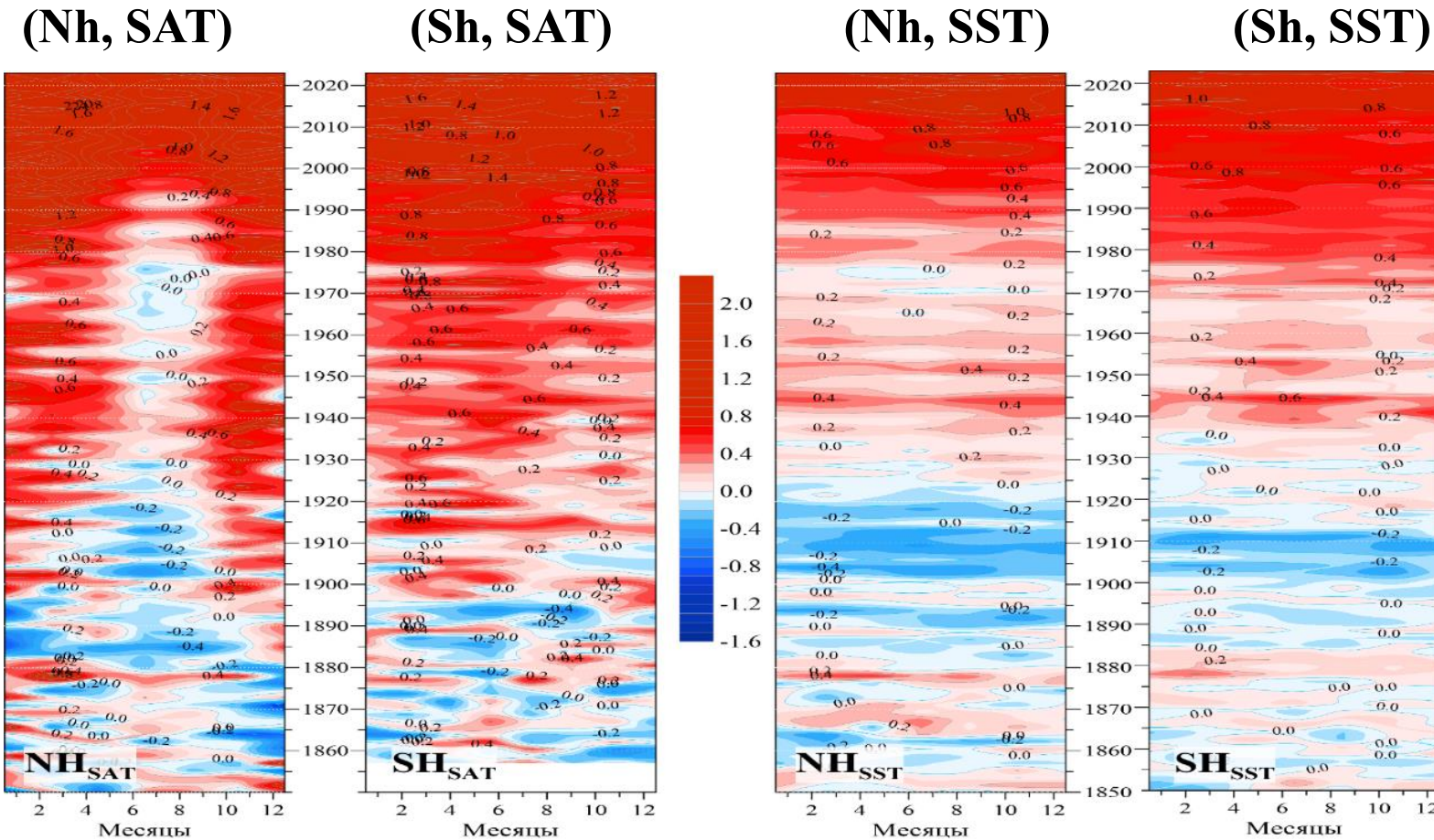
**Современное состояние и некоторые
статистические оценки**

Особенности глобального потепления в Северном и Южном полушариях, на суше и на поверхности океанов

1. Потепление относительно доиндустриального уровня (базовый период: 1850-1900)

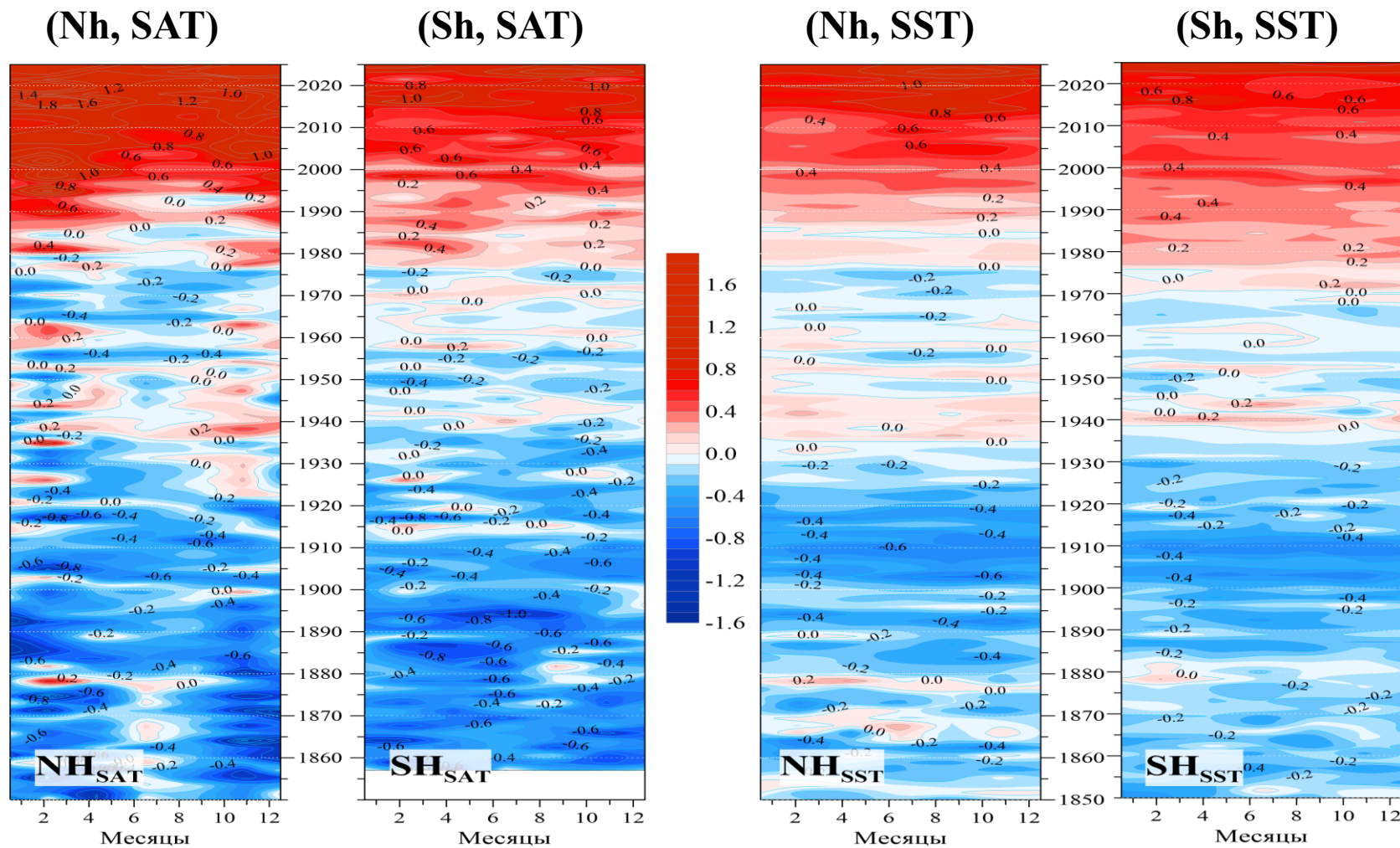
Основные особенности

- Почти полное отсутствие сезонного хода в океанах
- Заметное похолодание океанов в начале XX в., сменившееся постепенным потеплением сначала к 40-м, затем – к 80-90м (через промежуточные периоды заметного охлаждения)
- Потепление на суше уже с 1900-х. Началось преимущественно с осенне-зимних сезонов. В летние месяцы доиндустриальные условия сохранились вплоть до 1980-1990-х



С 1990-х гг. потепление становится глобальным, наиболее активно на суше Северного полушария.

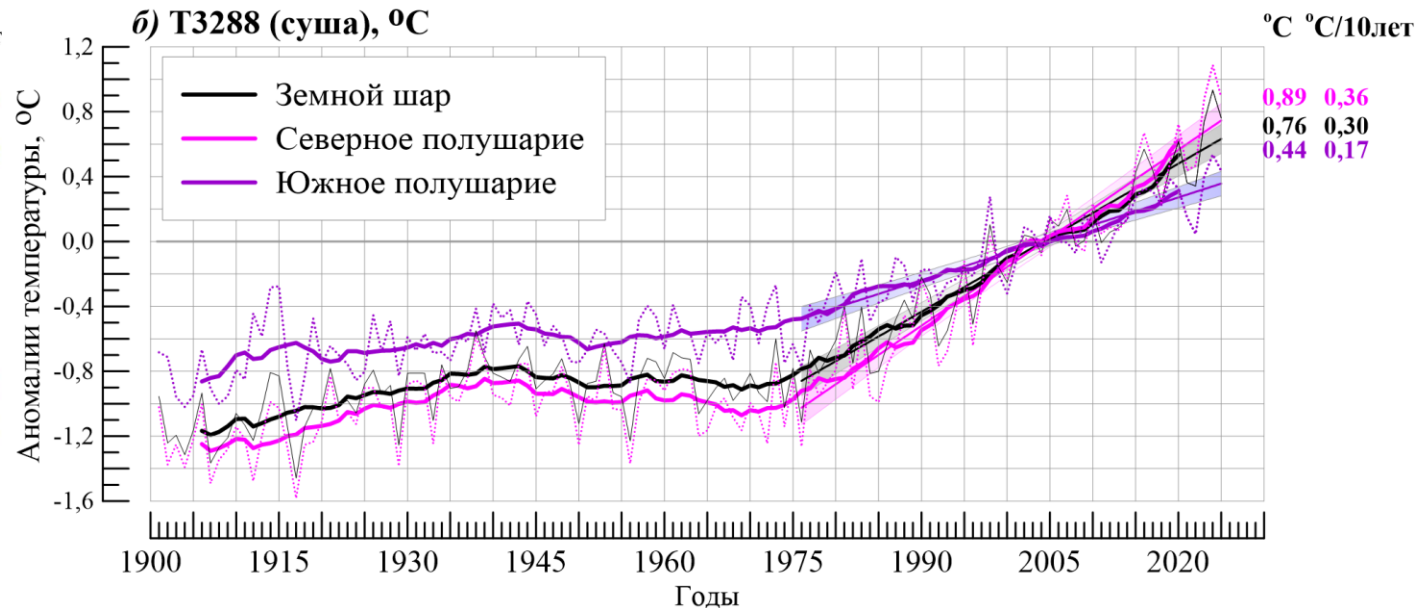
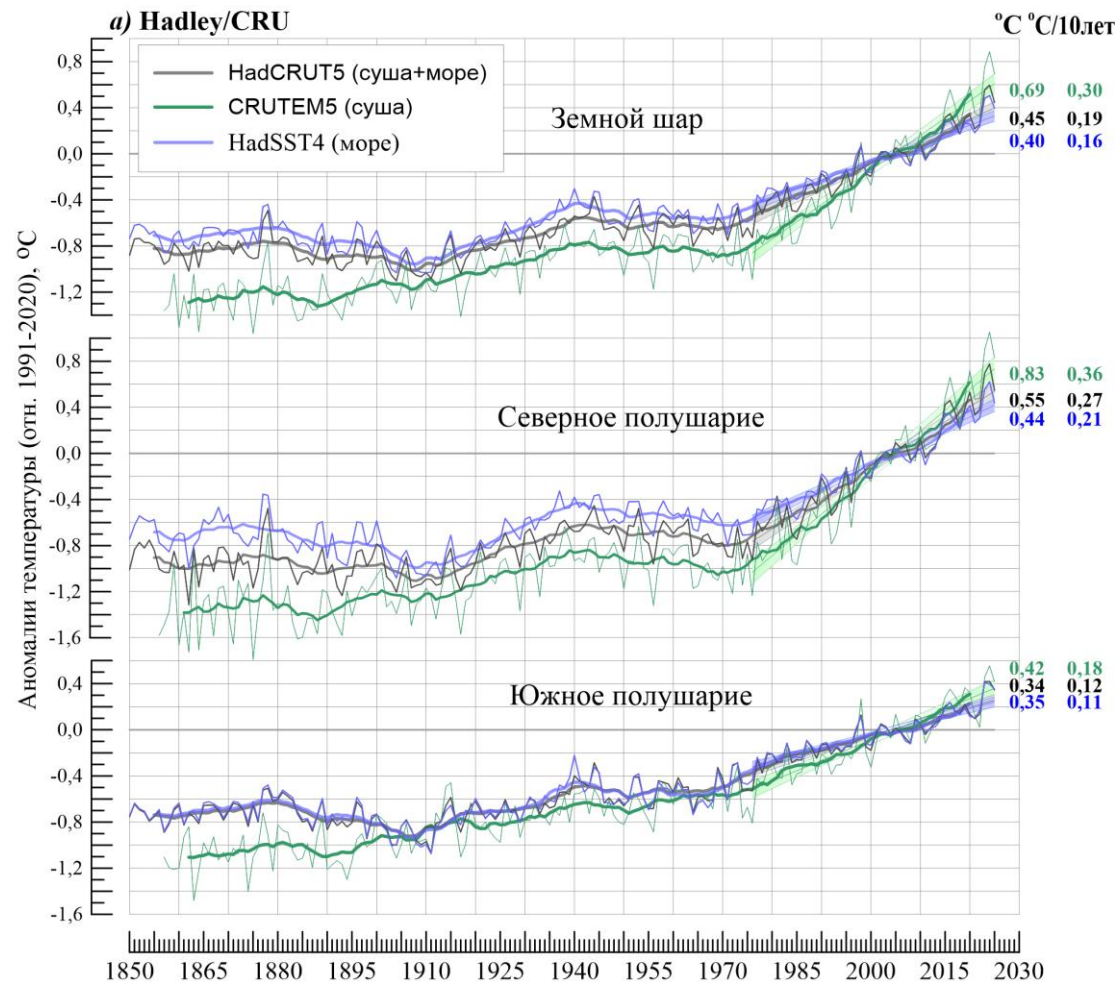
2. Потепление относительно маргинальной средней (базовый период: 1850-2025)



- Более ярко выделился процесс первого похолодания: началось в середине XIX в., пик на суше приходится на 1870-1890, в океанах - на 1900-1920.
- До 1990-х – чередующиеся непродолжительные эпизоды «потепление/похолодание», среди которых выделяется потепление 1940-х, более длительное в океанах и более интенсивное на суше СП.
- К 1990 г. потепление стало глобальным, усилилось после 2000-го и затем, скачкообразно, в 2010, 2015-2017, 2022-2024.

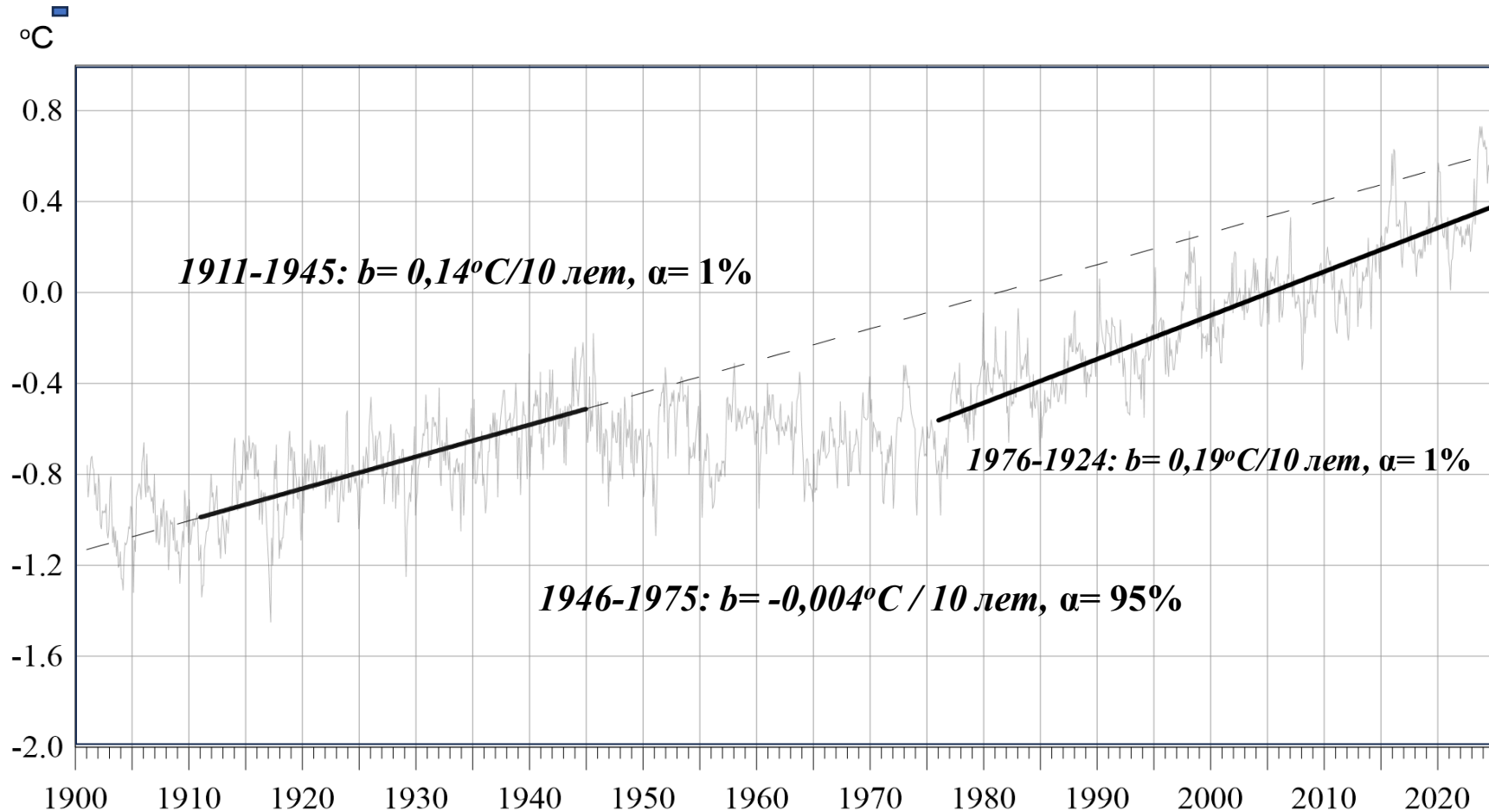
Картина потепления, в целом, сохранилась, но сместилась в сторону более низких аномалий. Отсутствие сезонного хода в океанах и начало глобального потепления фиксируются относительно маргинальной средней даже лучше.

Временные ряды среднегодовых аномалий приземной температуры в среднем по территории ЗШ, СП, ЮП (по данным Hadley/CRU и T3288)



Глобальное потепление (1976-2024 гг.) на суше протекает почти вдвое активнее, чем на поверхности океанов, и в Северном полушарии вдвое интенсивнее, чем в Южном (на акваториях – в 1.8 раз).

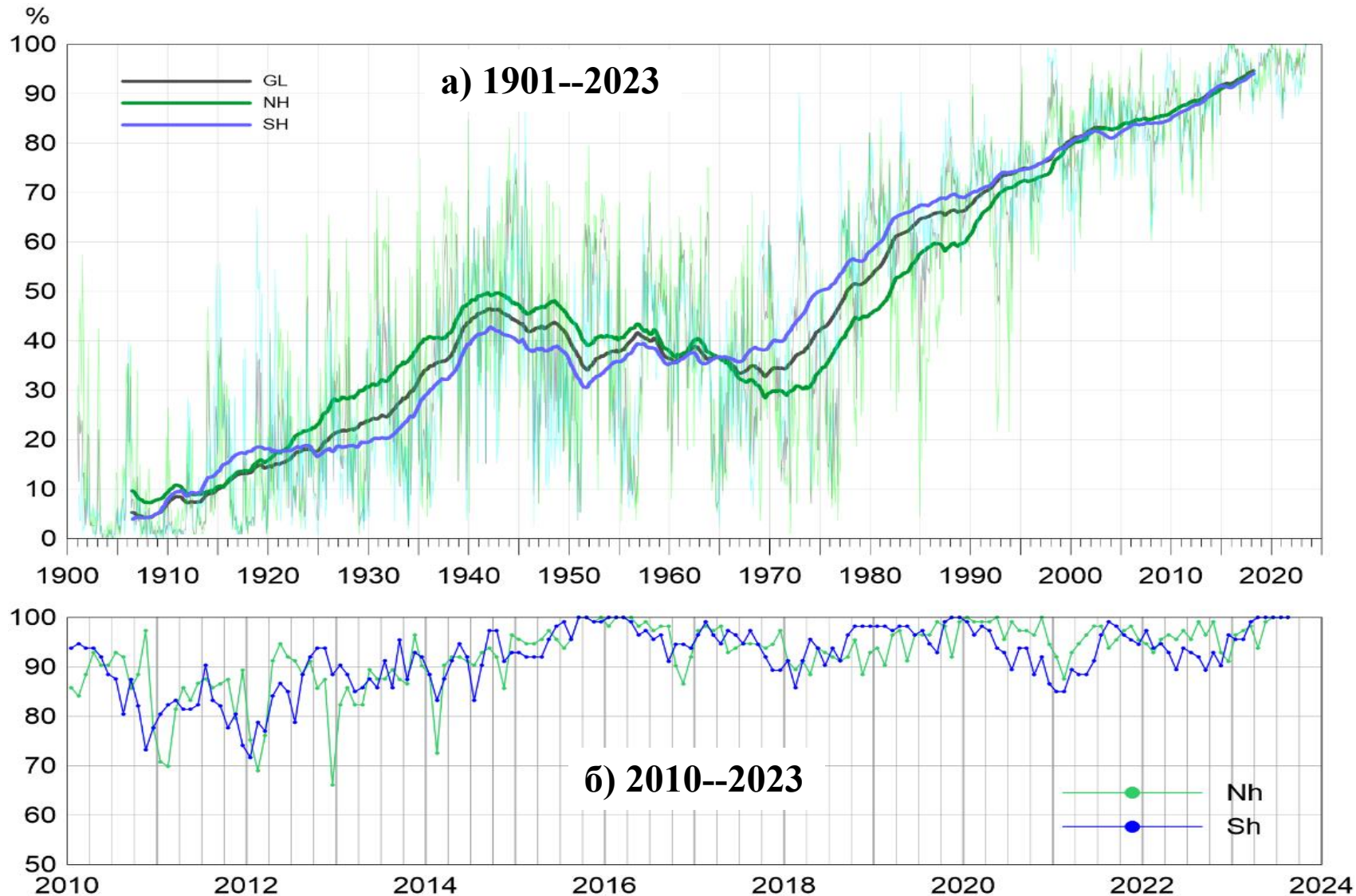
Временной ряд среднеемесячных значений глобальной (Земной шар) температуры *HadCRUT5 (суша+море), 1901-2024 гг.*



В 20-21 веках выделяются два периода потепления: *арктическое* (1911–1945) и *современное* (1976-н/вр) и между ними - *ненаправленные флуктуации со слабым нисходящим трендом*.

Согласно оценкам тренда, современное потепление несколько интенсивнее арктического: $+0.19$ против $+0.14^{\circ}\text{C}/10 \text{ лет}$, а в период 1940-1975 гг. тренд близок к нулю.

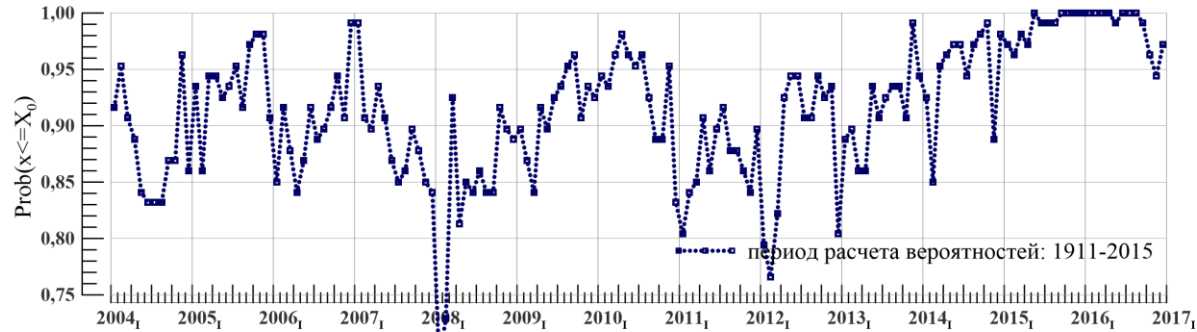
**Ход среднемесячных аномалий глобальной температуры
в вероятностной шкале для Земного шара, Северного и Южного полушарий:
1901-2023 гг., HadCRUT5**



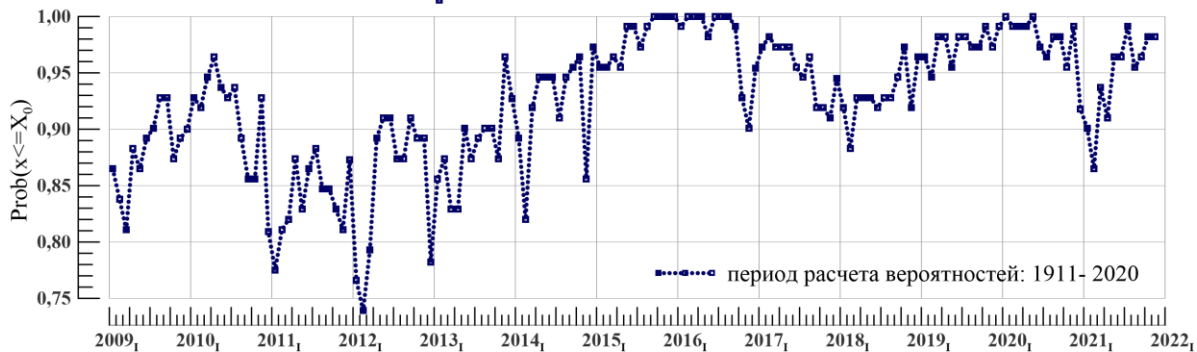
На графиках приведены временные ряды месячного разрешения, но шкала (ОХ) проградуирована с шагом «год» на верхнем фрагменте и «месяц» на нижнем (в соответствии с длиной рядов).

Вероятность неперевышения во всех случаях рассчитана по полным данным одноименных месяцев (за 1901-2023 гг.) для трех глобальных рядов HadCRUT5: для Земного шара, Северного и Южного полушарий.

Вероятностная шкала как эффективный способ нормирования разномасштабных переменных при анализе метеорологических временных рядов месячной дискретности



С 2014₁₂ по 2016₁₀ осуществились 5%-е экстремумы тепла (в 11-ти месяцах обновились месячные рекорды)

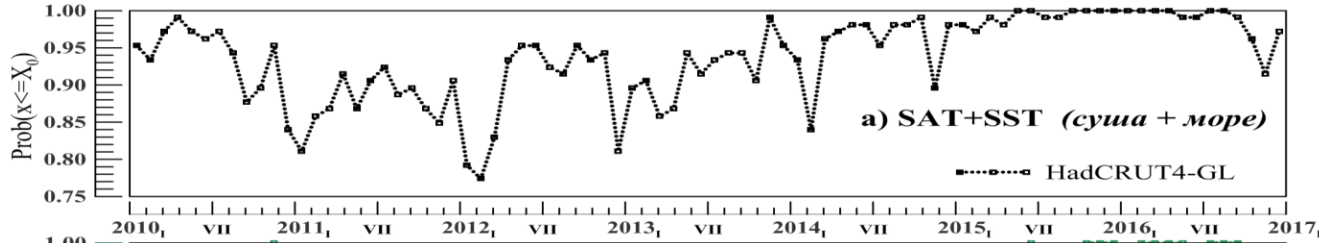


С 2018₁₂ по 2020₁₀ осуществились 5%-е экстремумы тепла

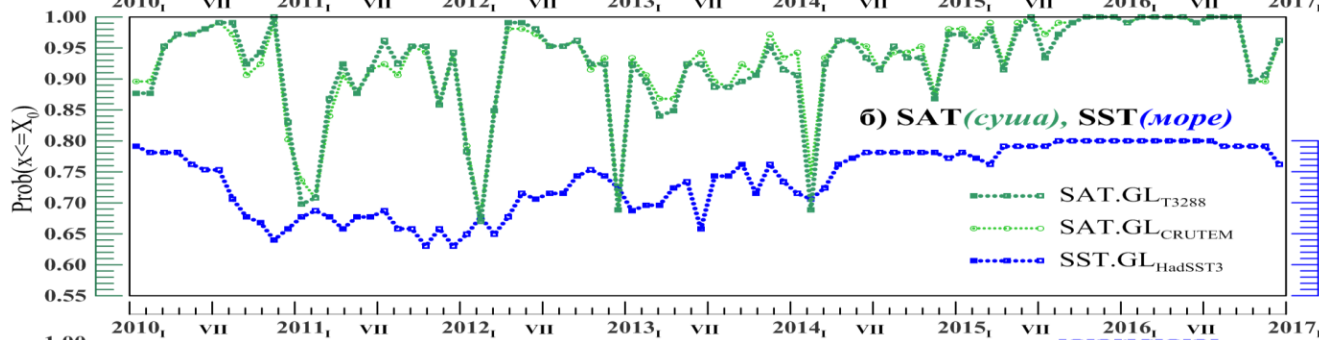


С 2022₁₂ по 2025₁₂ осуществились 5%-е экстремумы тепла (в 10-ти месяцах обновились месячные рекорды). С 2016 года не обновился лишь рекорд марта

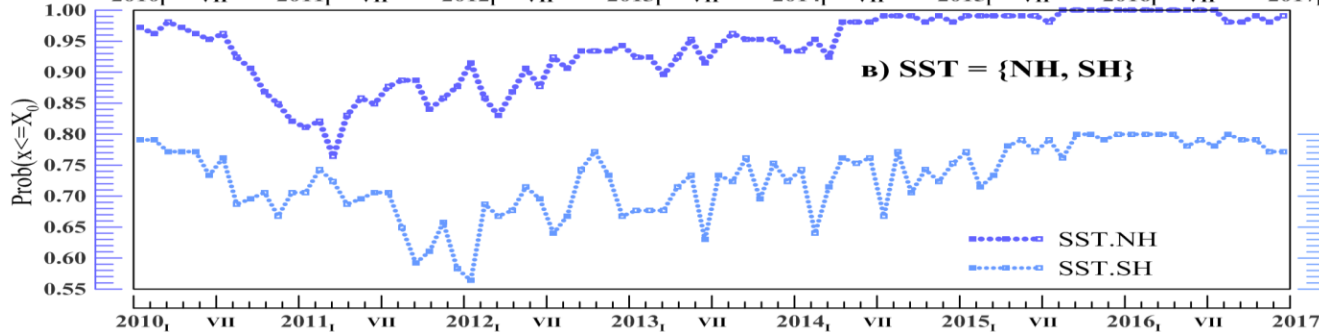
Температурный рекорд 2016, HadCRUT_{gl}



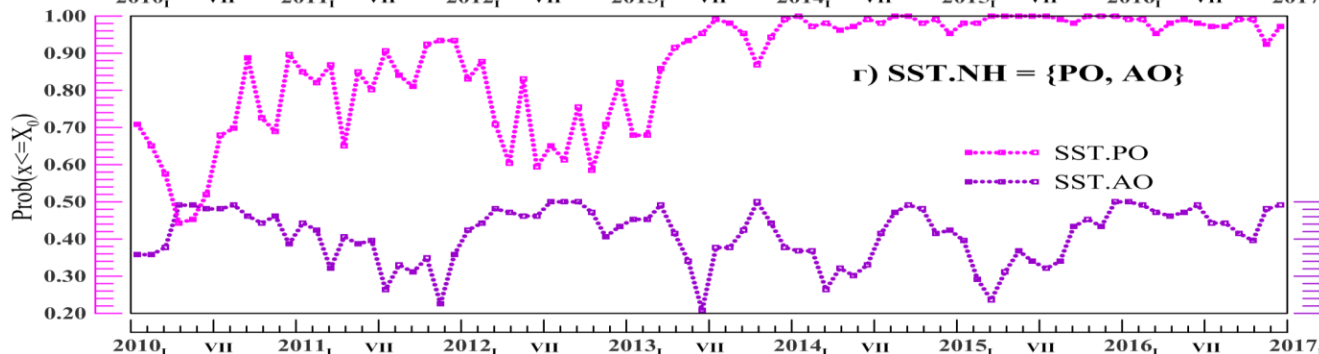
HadCRUT_{gl}



$$1. \text{HadCRUT}_{gl} = \text{SAT}_{gl} + \text{SST}_{gl}$$

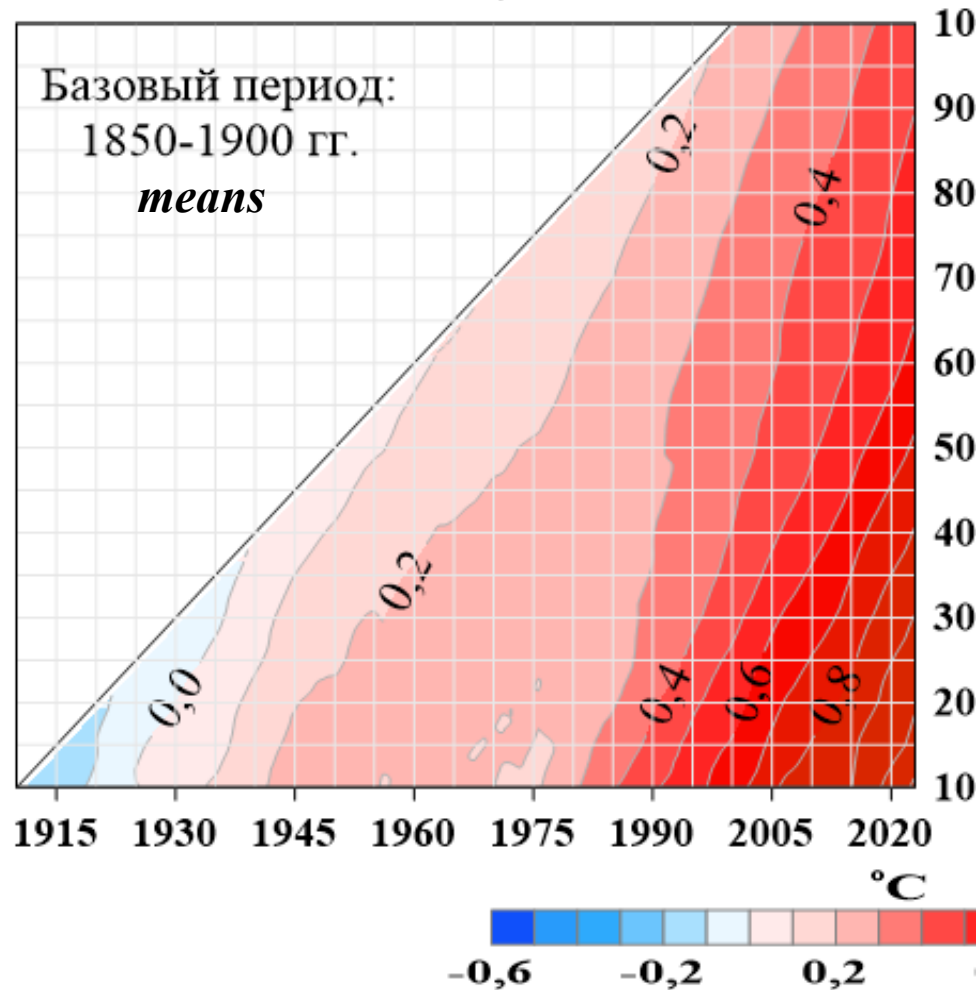


$$2. \text{SST}_{gl} = \text{SST}_{Nh} + \text{SST}_{Sh}$$



$$3. \text{SST}_{Nh} = \text{SST}_{AO} + \text{SST}_{PO}$$

Структура глобального потепления



Предлагается процедура, в которой *вместо допущений о временных масштабах, в рамках которых решается задача, предлагается максимально расширить область оценивания, используя скользящие оценки в окрестности интересующих нас временных масштабов.*

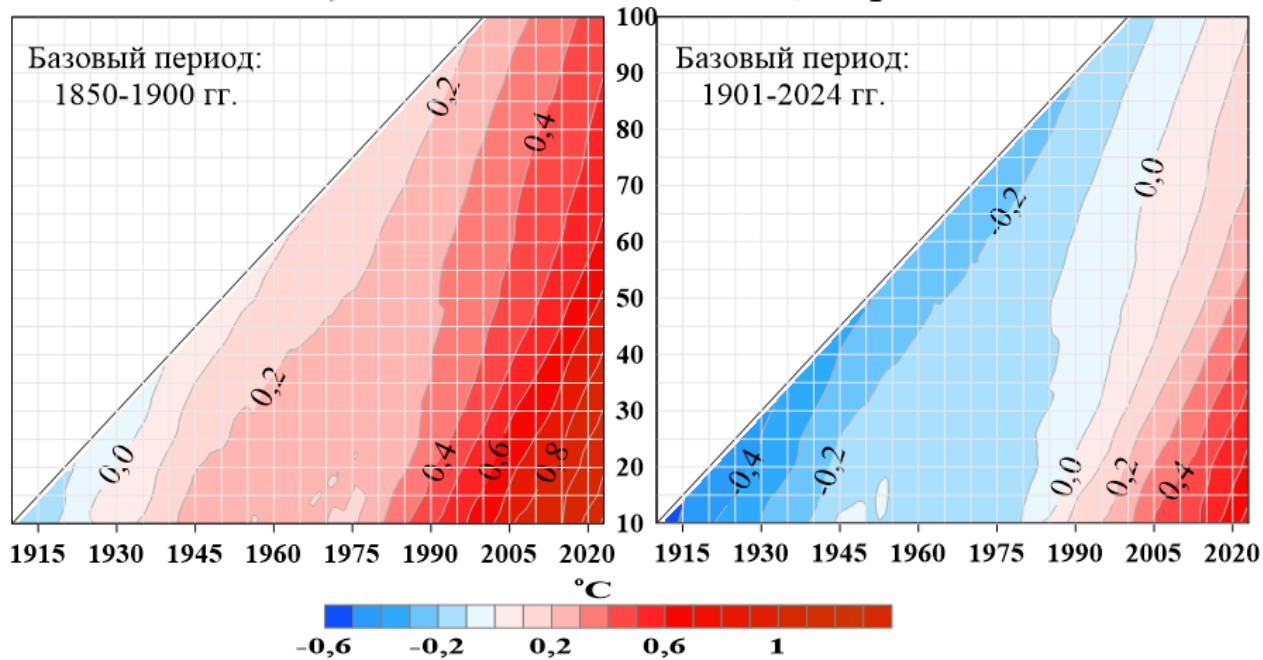
При таком подходе искомая статистика S рассматривается как функция двух координат: продолжительности периода оценивания (*ордината, 'y'*) и текущего момента (*абсцисса, x*), т.е. конечного года периода оценивания (мог быть и начальным годом, серединой и др.).

Таким образом, каждая точка диаграммы $S(x_0, y_0)$ характеризует состояние климата на определенном участке ряда $P_0=[x_0 - y_0 + 1, x_0]$.

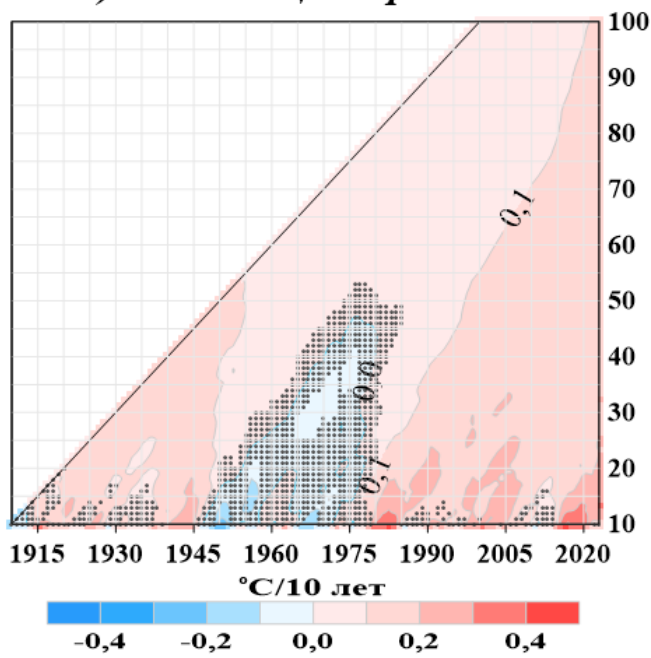
Если в качестве статистики рассматривается среднее (*mean*), а в качестве переменной Z – аномалия относительно базового периода P_N , то значение $S(x_0, y_0)$ означает изменение климата на участке P_0 относительно базового периода P_N ;

Если $S=b$ (коэффициенты тренда), то значение $S(x_0, y_0)$ означает среднюю скорость данной трансформации (не зависит от базового периода). Звездочкой (*) выделены периоды (отрезки времени), на которых критический уровень значимости более 5% (оценки ненадежны)

а) Многолетние скользящие средние



б) Скользящие тренды



а) Эти две диаграммы для многолетних средних отличаются только базовым периодом: доиндустриальный (слева, 1850-1900) и все 175 лет, начиная с 1850 (справа, 1850-2024).

Соответственно, *теплее доиндустриального уровня* стали любые периоды после 1915-1920 гг. (слева).

Область *теплее полной средней* (справа) начинается с точки (x=1985, y=10), в которой приведено среднее значение за 1976-1985 гг.

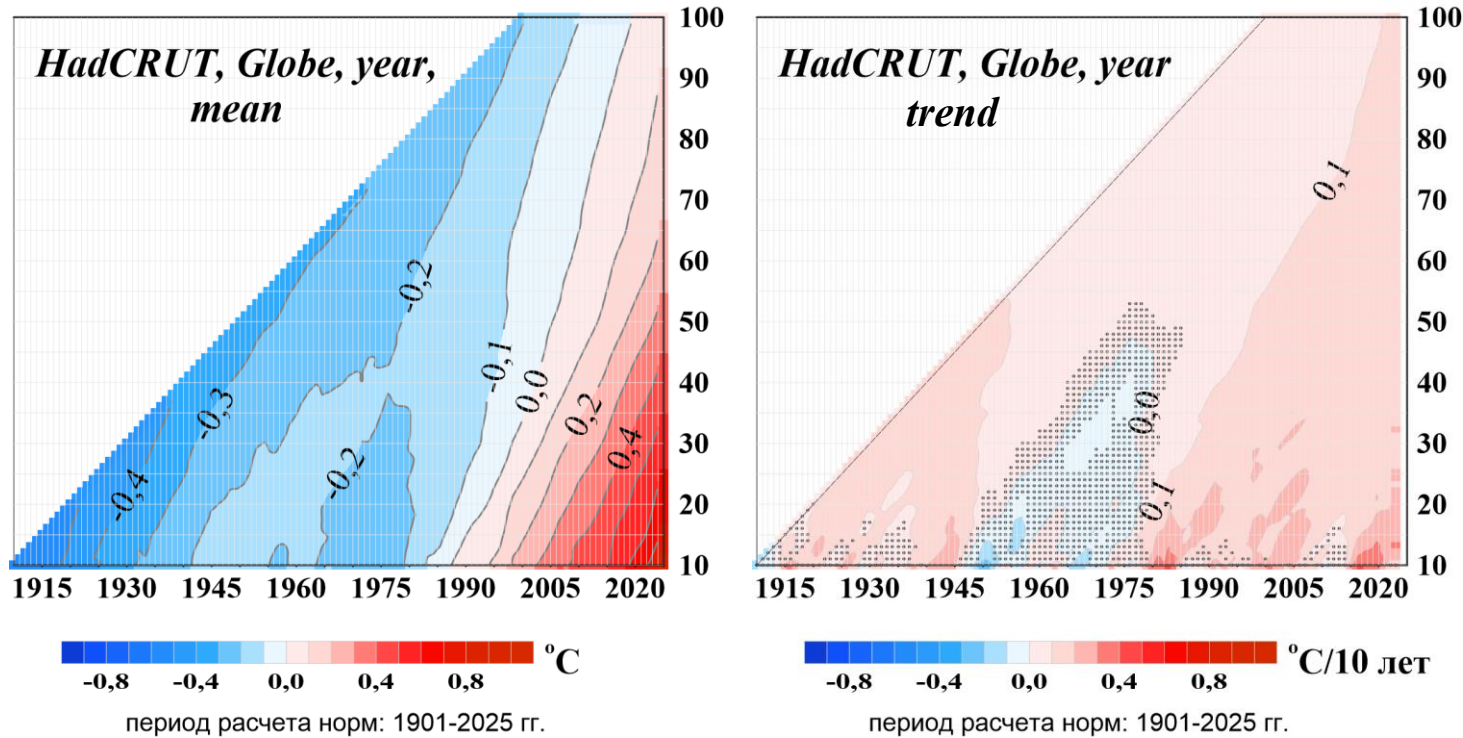
Судя по положению нулевой изолинии, все скользящие средние за 10 лет и более, начиная с 1976 г., были выше средней всего ряда (в отклонении от полной средней)

б) Можно видеть, что к концу 1970-х на всех периодах от 20 до 100 лет, тренды *положительны и статистически значимы на 1%-м уровне*. Скорость потепления колеблется в интервале 0.1-0.3°C/10 лет на масштабах до 40 лет и до 100-летних периодов не опускается ниже 0.1°C/10 лет, оставаясь статистически значимой на 1%-уровне.

Таким образом, на любых отрезках времени от 10 до 100 лет, завершающихся не раньше конца 1970-х гг., у поверхности Земного шара имеет место восходящий статистически значимый тренд глобальной приповерхностной температуры. Этот тренд и означает, по-видимому, «современное глобальное потепление», активная фаза которого началась именно в середине 70-х годов прошлого столетия.

Тренды не зависят от базового периода.

Температура (базовый период 1901-2025)



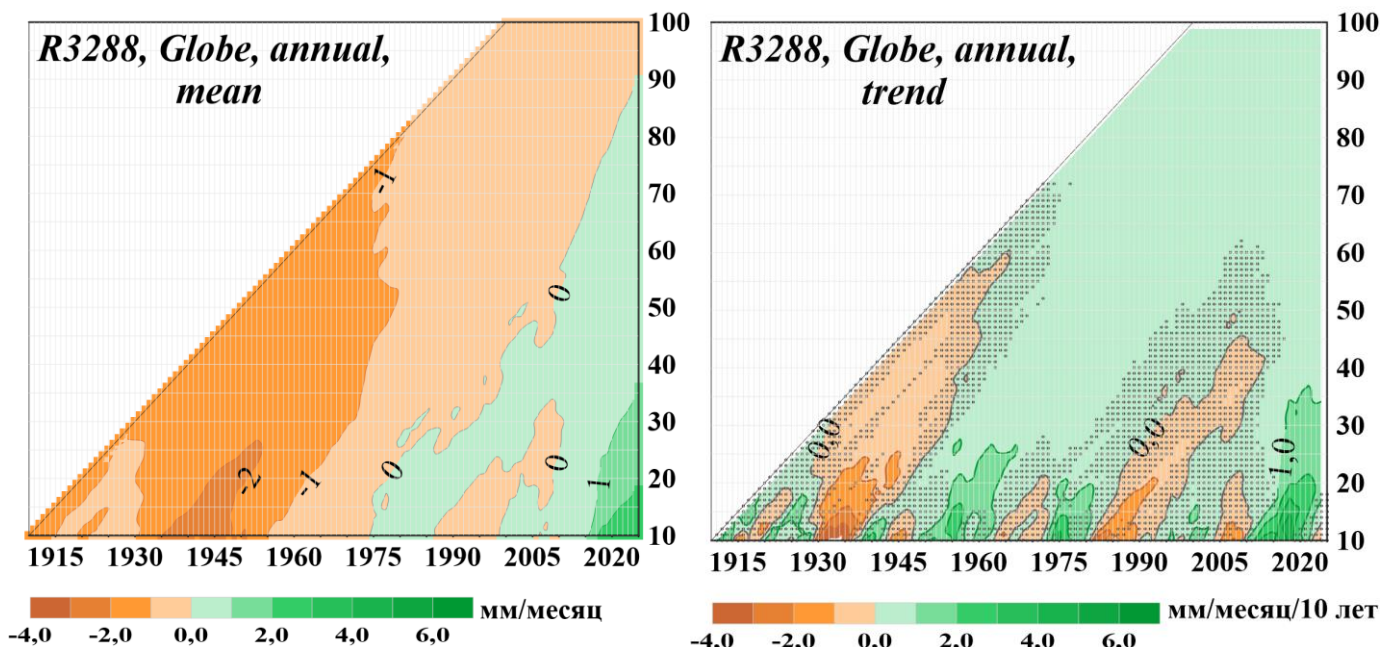
Многолетние средние (слева) и коэффициенты линейного тренда (справа) среднегодовой глобальной температуры над сушей Земного шара в зависимости от длины периода оценивания (σX) и его конечного года (σY). Оценки получены по данным T3288 для скользящих периодов продолжительностью от 10 до 100 лет в течение 1901-2025 гг. Аномалии рассчитаны как отклонения от средней за 1901-2025 гг.

Скользящие средние Область положительных многолетних средних начинается с точки ($x=1985, y=10$), в которой приведено среднее за 1976-1985 гг. Судя по положению нулевой изолинии, с этого момента средние любого периода (от 10 до 100 лет) были выше средней всего ряда.

Тренды. К 1975 году тренды также на всех периодах положительны и статистически значимы на 1%-м уровне. Это значит, что на любых отрезках времени от 10 до 100 лет, завершающихся не раньше середины 1970-х гг., у поверхности Земного шара имеет место статистически значимый восходящий тренд глобальной температуры.

Этот тренд и означает, по-видимому, «современное глобальное потепление», активная фаза которого началась именно в середине 70-х годов прошлого столетия.

Осадки (базовый период 1901-2025)



Многолетние средние значения (слева) и коэффициенты линейного тренда (справа) среднегодовых глобальных осадков над сушей Земного шара в зависимости от длины периода оценивания (оХ) и его конечного года (оУ).

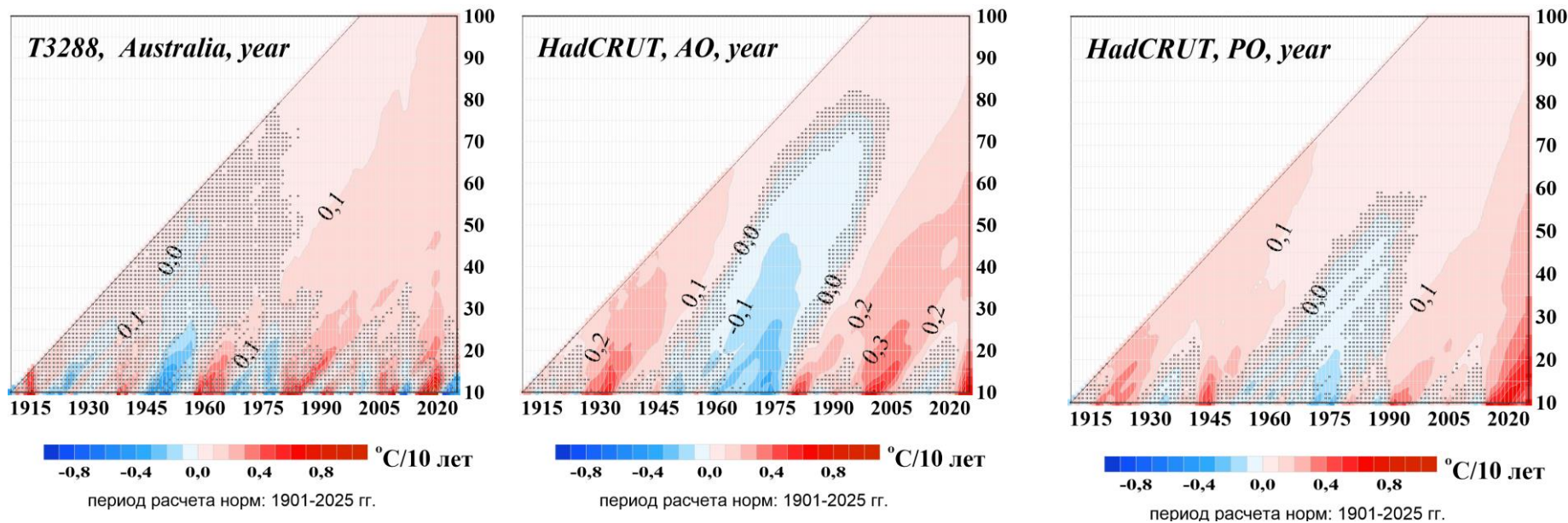
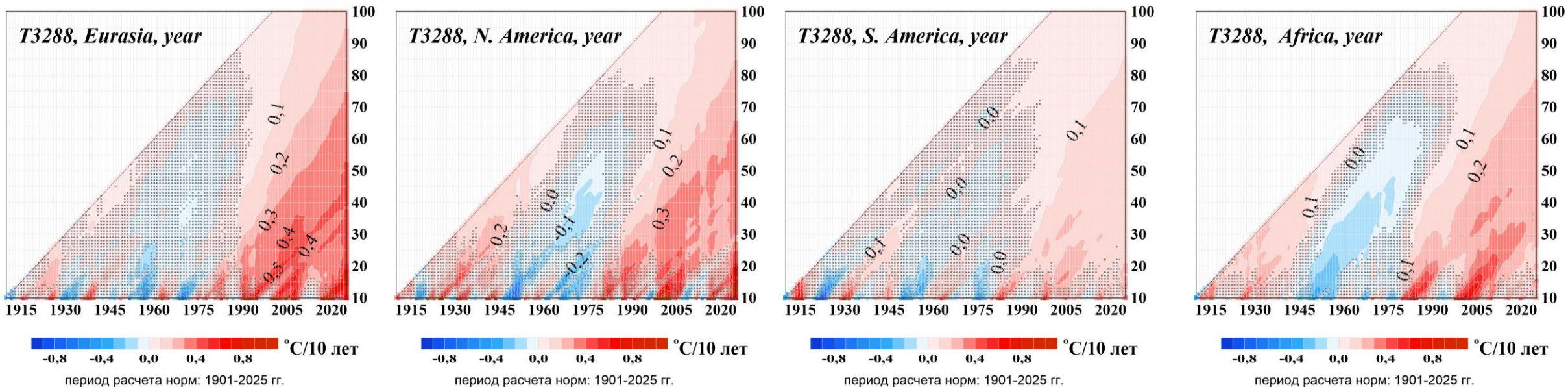
Оценки получены по данным R3288 для скользящих периодов продолжительностью от 10 до 100 лет в течение 1901-2025 гг. Аномалии рассчитаны как отклонения от средней за 1901-2025 гг.

На протяжении XX-XXI в. (в течение 1901-2025), на суше Земного шара, суммарное количество осадков, хотя и медленно, но постоянно увеличивалось, за исключением короткого периода на стыке столетий (примерно в 1990-2010). На это указывают обе приведенные диаграммы.

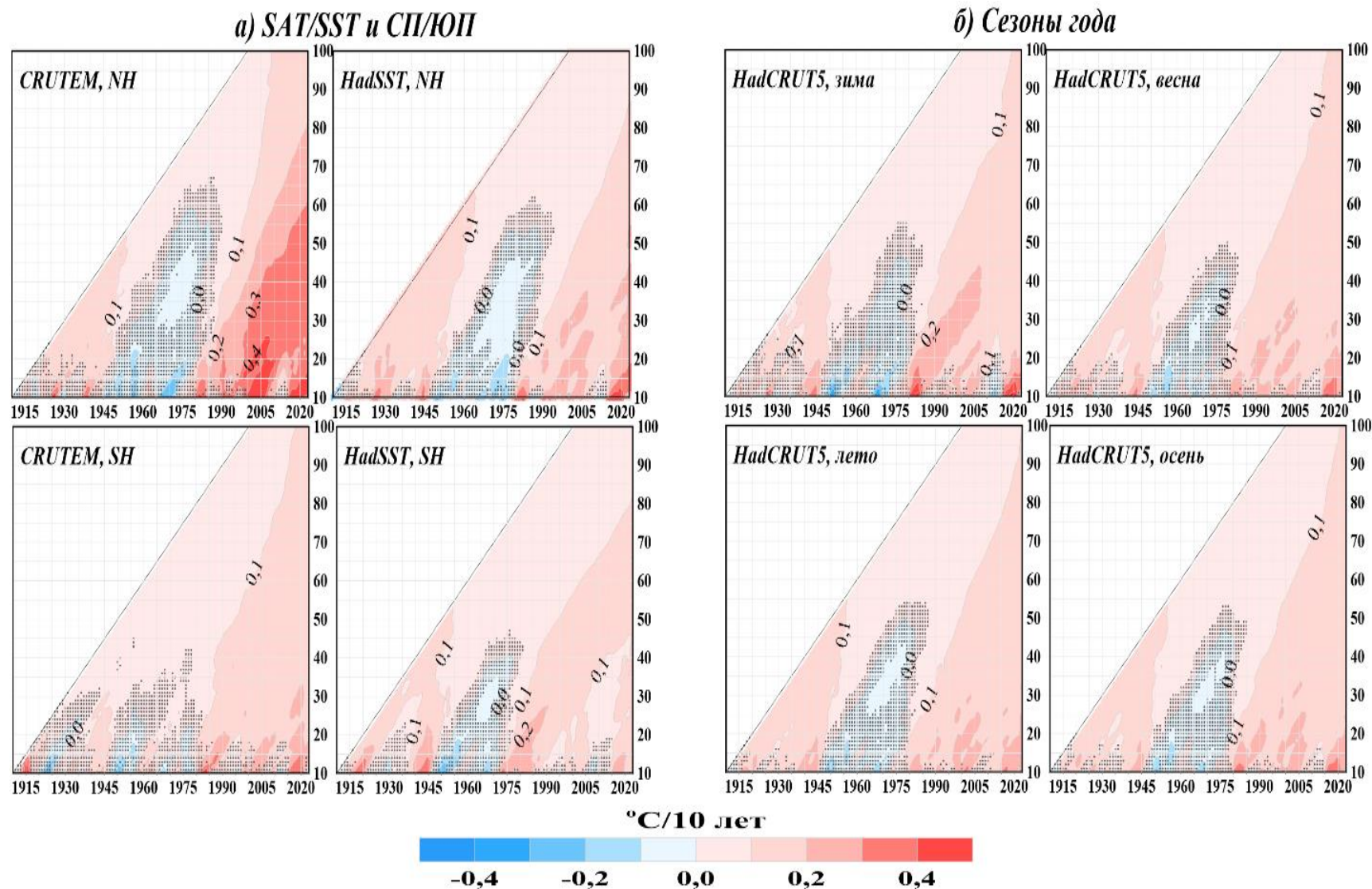
Скользящие средние. Можно видеть, что с начала XX столетия, на всех скользящих участках ряда от 10 до 100 лет, средние были ниже среднего уровня всего ряда вплоть до конца 1970-х и затем в 1990-2010. Но примерно с 2020 г. на всех периодах осреднения аномалии осадков оставались положительными.

Тренды. В изменении осадков наблюдаются периоды как уменьшения, так и увеличения. Восходящий статистически значимый тренд наблюдался на всех периодах более 60 лет (после 1960-х) и более 25-30 лет (в период между 1940-ми и 1970-ми) и в настоящее время на всех периодах более 20 лет. Нисходящие тренды, как правило, статистически не значимы.

Структура потепления в крупных регионах Земного шара



Оценки средней скорости глобального потепления по компонентам: северное/южное полушария, суша/море, сезон (1901-2024 гг., °C/10 лет)



Показано, что статистически значимый восходящий тренд глобальной температуры (у поверхности) имеет место на любых отрезках времени от 10 до 100 лет (в рамках периода 1901-2024 гг.), завершившихся не раньше середины 1970-х гг.

На наш взгляд, этот тренд и означает «современное глобальное потепление», активная фаза которого началась именно в середине 70-х гг. прошлого столетия и продолжается до сих пор.

Таким образом, современное глобальное потепление – реальный факт; началось в океанах Южного полушария в начале 1970-х гг., стало глобальным в 1990-х, усилилось сначала в 2000-х, затем – в 2010-х и продолжается в настоящем времени; активнее всего протекает на континентах Северного полушария.

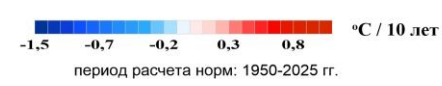
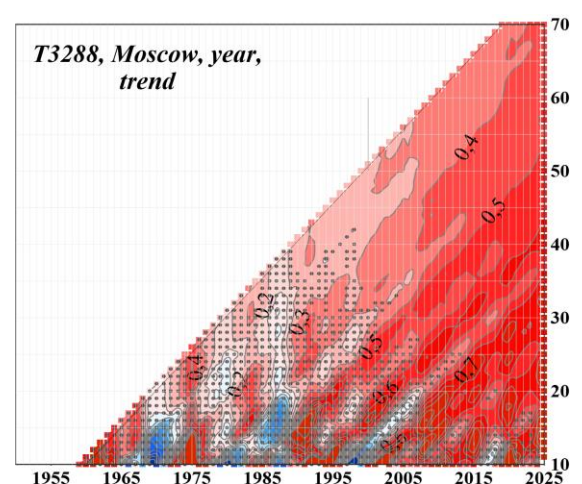
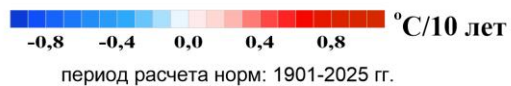
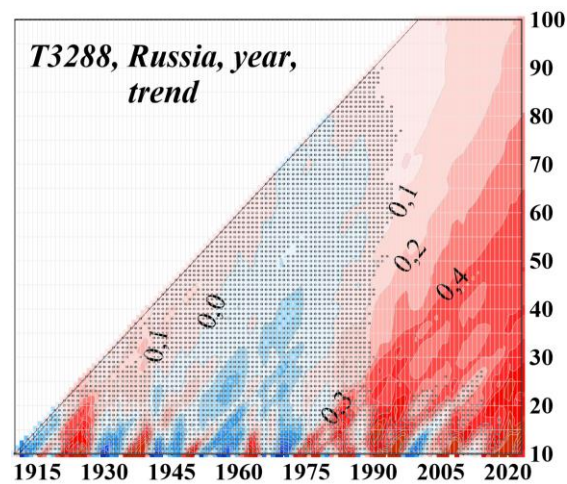
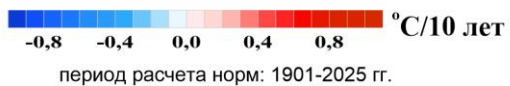
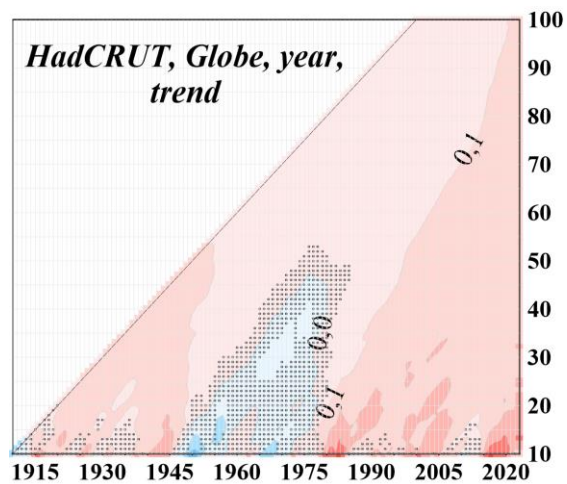
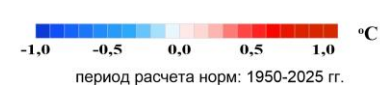
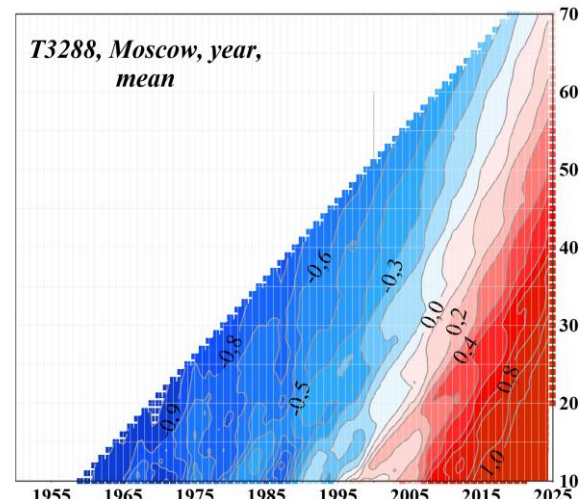
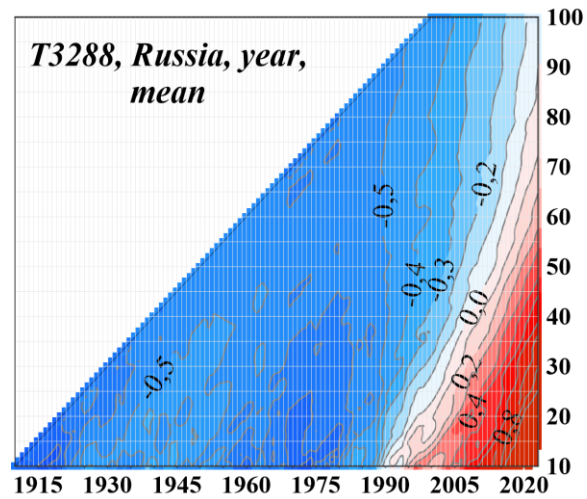
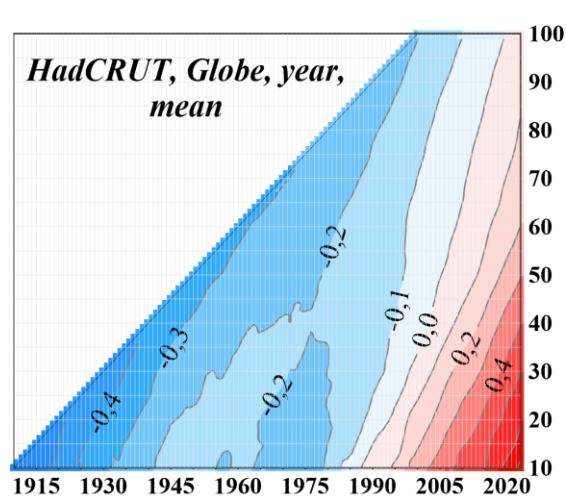
Представляется, что процессы в Южном полушарии, особенно в южных полярных и умеренных широтах, требуют повышенного внимания.

Лето 2010 г. Москва

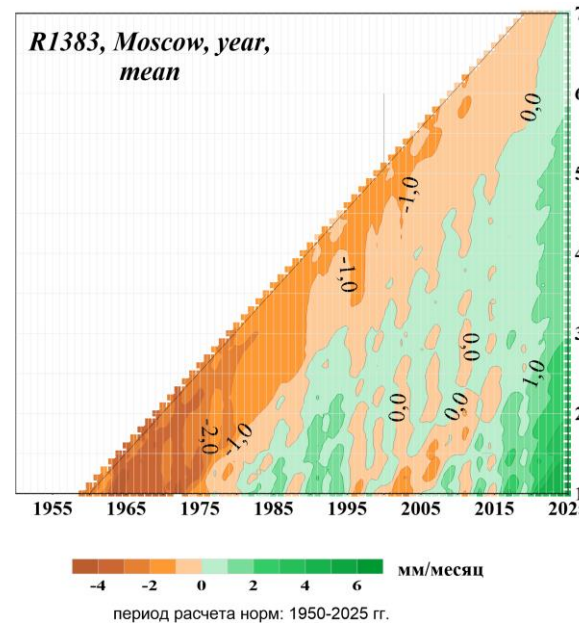
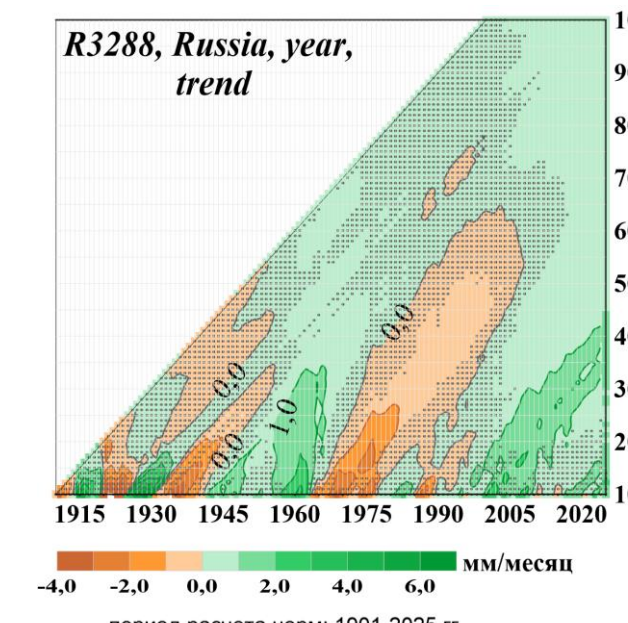
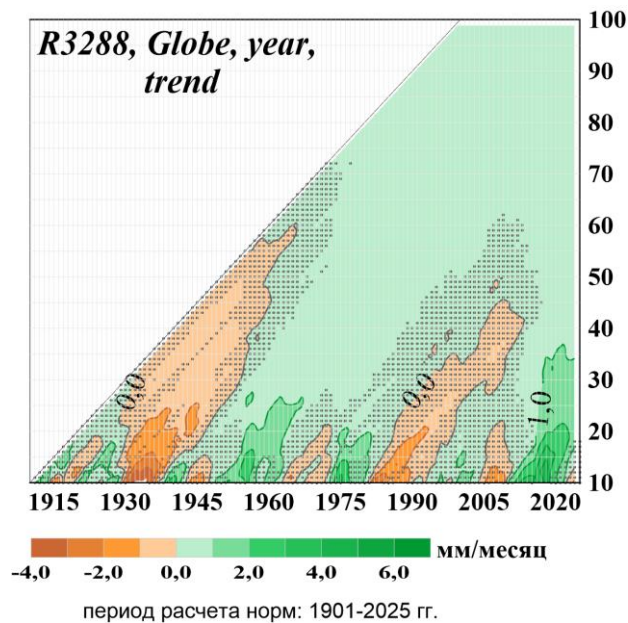
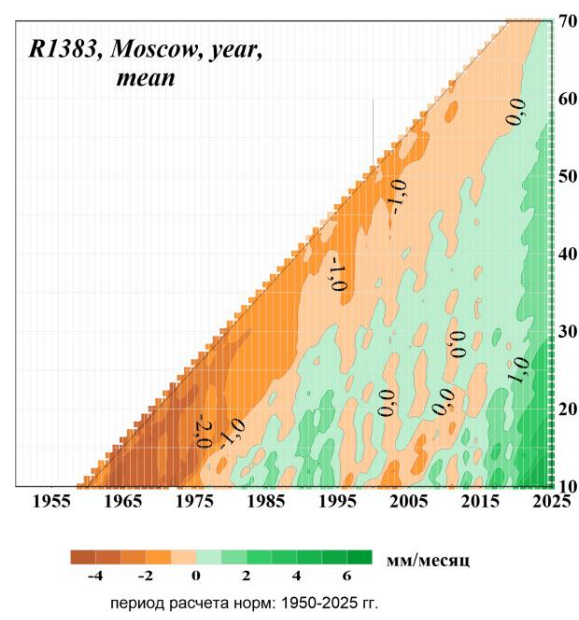
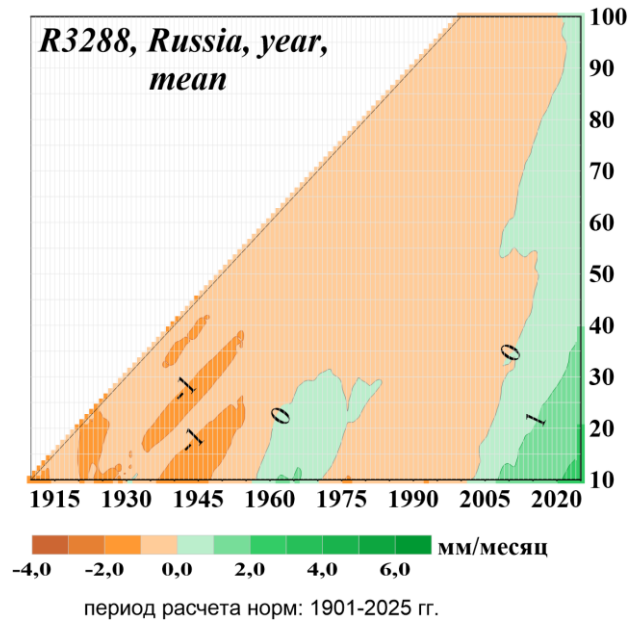
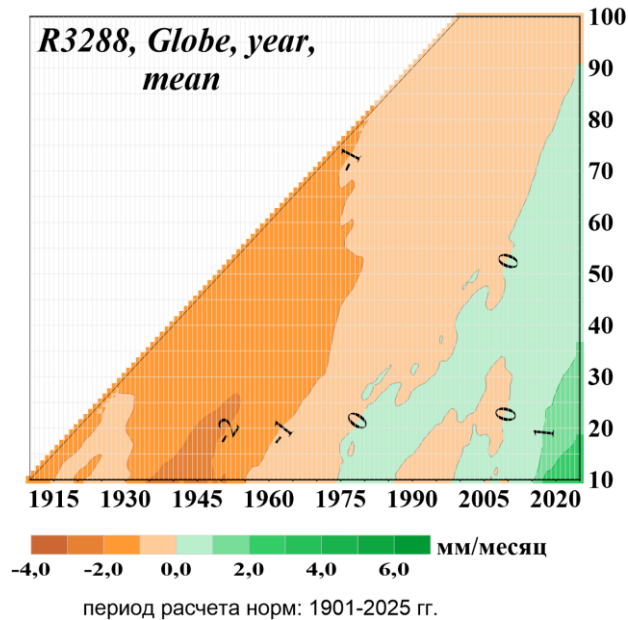
СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!



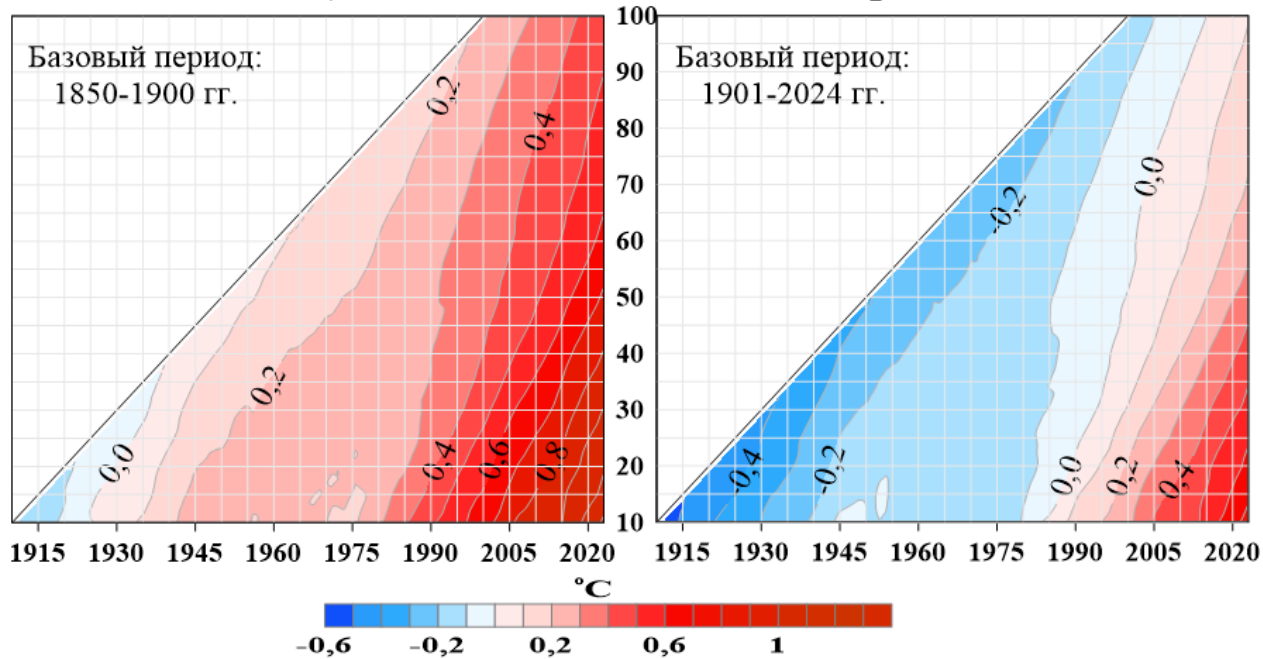
Температура (средние и тренды) : Земной шар – территория России - Москва



Осадки (средние и тренды) : Земной шар – территория России - Москва

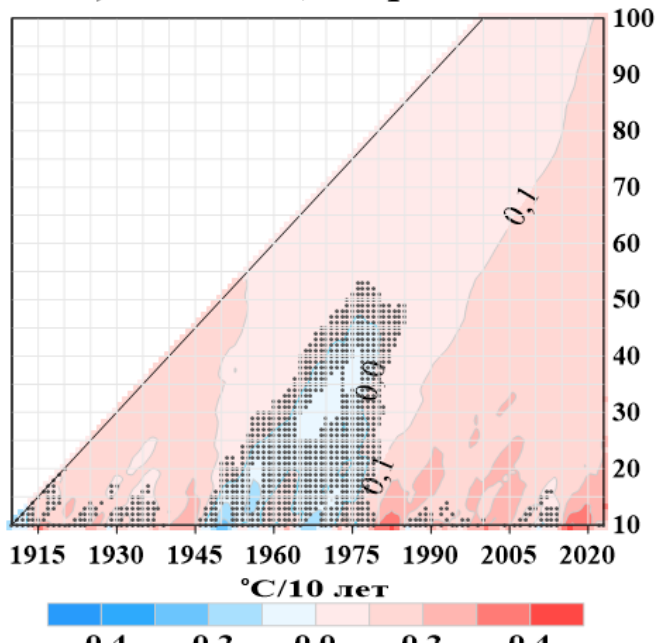


а) Многолетние скользящие средние



Эти две диаграммы отличаются только базовым периодом: доиндустриальный (1850-1900) и все 175 лет, начиная с 1850. Соответственно, теплее доиндустриального уровня стали любые периоды после 1915-1920 гг. В соответствии с рисунком (фрагмент слева), область положительных многолетних средних начинается с точки (x=1985, y=10), в которой приведено среднее значение за 1976-1985 гг. (10-летний период, кончающийся 1985 годом). Судя по положению нулевой изолинии, все скользящие средние (глобальная температура над сушей) за 10 лет и более, начиная с 1976г., были выше средней всего ряда.

б) Скользящие тренды



Можно видеть, что к концу 1970-х на всех периодах от 20 до 100 лет, тренды положительны и статистически значимы на 1%-м уровне. Скорость потепления колеблется в интервале 0.1-0.3°C/10 лет на масштабах до 40 лет и до 100-летних периодов не опускается ниже 0.1°C/10 лет, оставаясь статистически значимой на 1%-уровне.

Таким образом, на любых отрезках времени от 10 до 100 лет, завершающихся не раньше конца 1970-х гг., у поверхности Земного шара имеет место восходящий статистически значимый тренд глобальной приповерхностной температуры. Этот тренд и означает, по-видимому, «современное глобальное потепление», активная фаза которого началась именно в середине 70-х годов прошлого столетия.

Тренды не зависят от базового периода. При оценке трендов, вместо допущений о временных масштабах, в рамках которых решается задача, предлагается максимально расширить область оценивания, используя скользящие оценки в окрестности интересующих нас временных масштабов. Для этого примера ниже выполнен анализ временного ряда аномалий среднегодовой глобальной температуры по данным массива HadCRUT5 за 1901-2024 гг.