

Почему 2023/24 годы стали самыми теплыми за всю историю регулярных инструментальных наблюдений?

А.Б.Полонский

Конференция 6-9 апреля 2026 года

Кисловодск

Рост приземной температуры в 1950-2024 гг. и пространственное распределение ее аномалии по земному шару в 2024 г.

(a) Surface Temperature

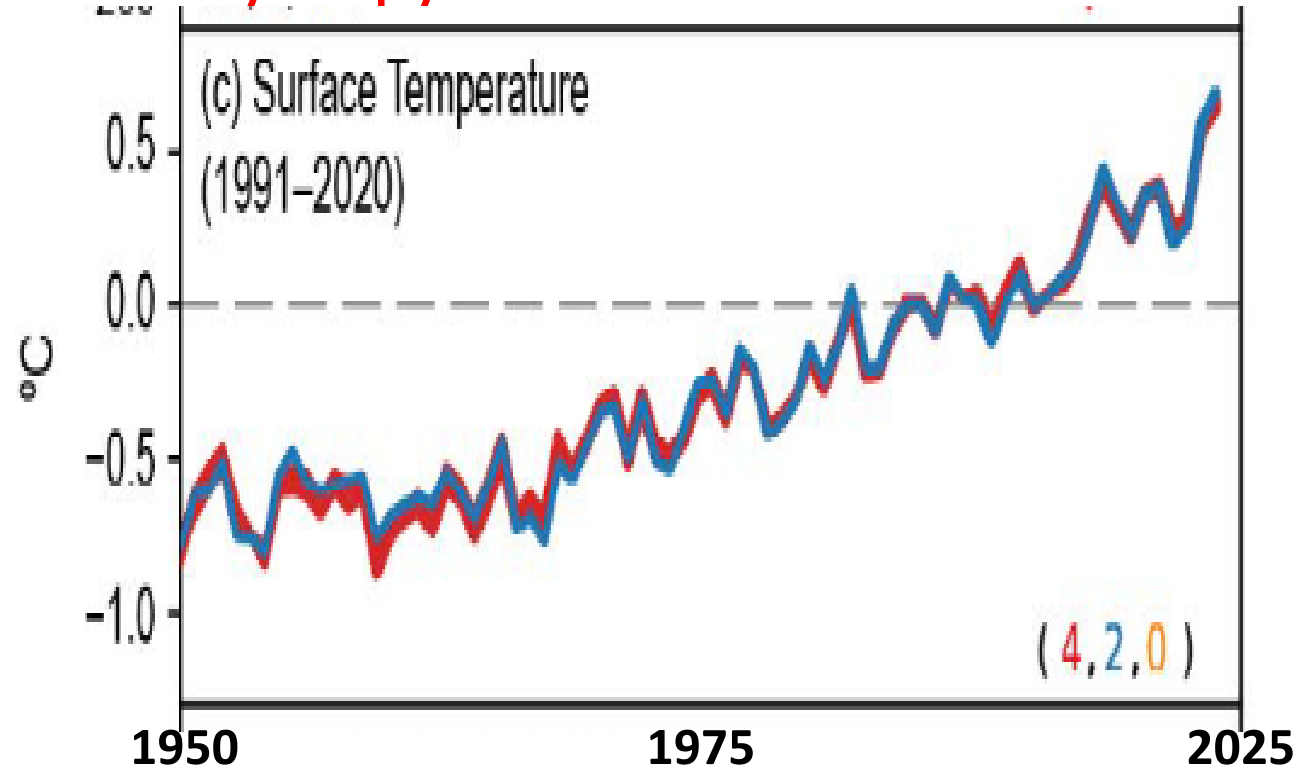
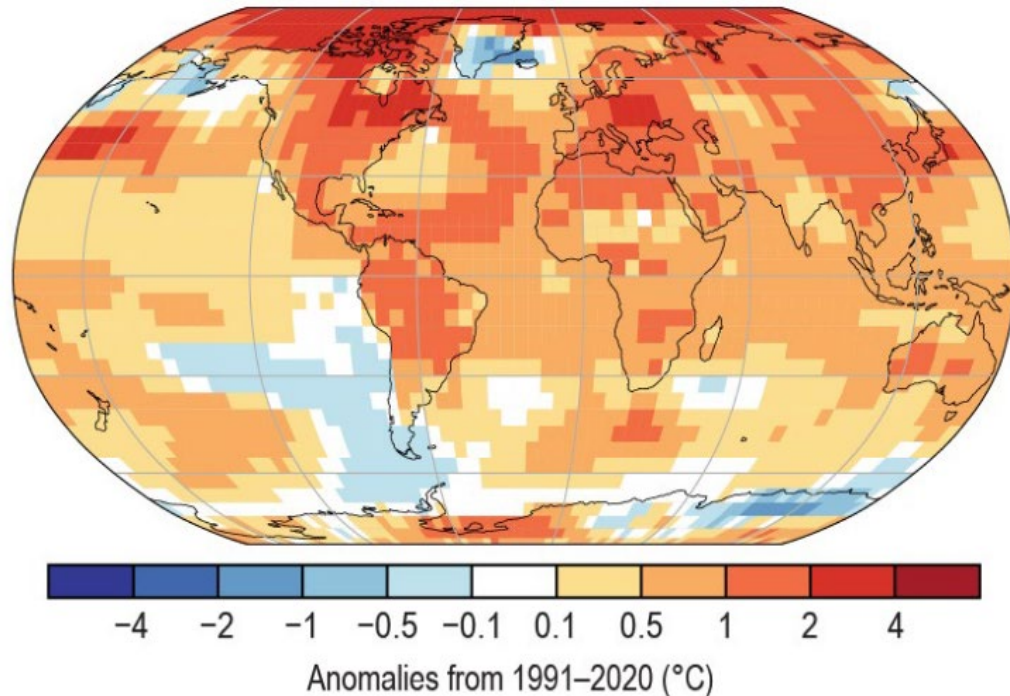
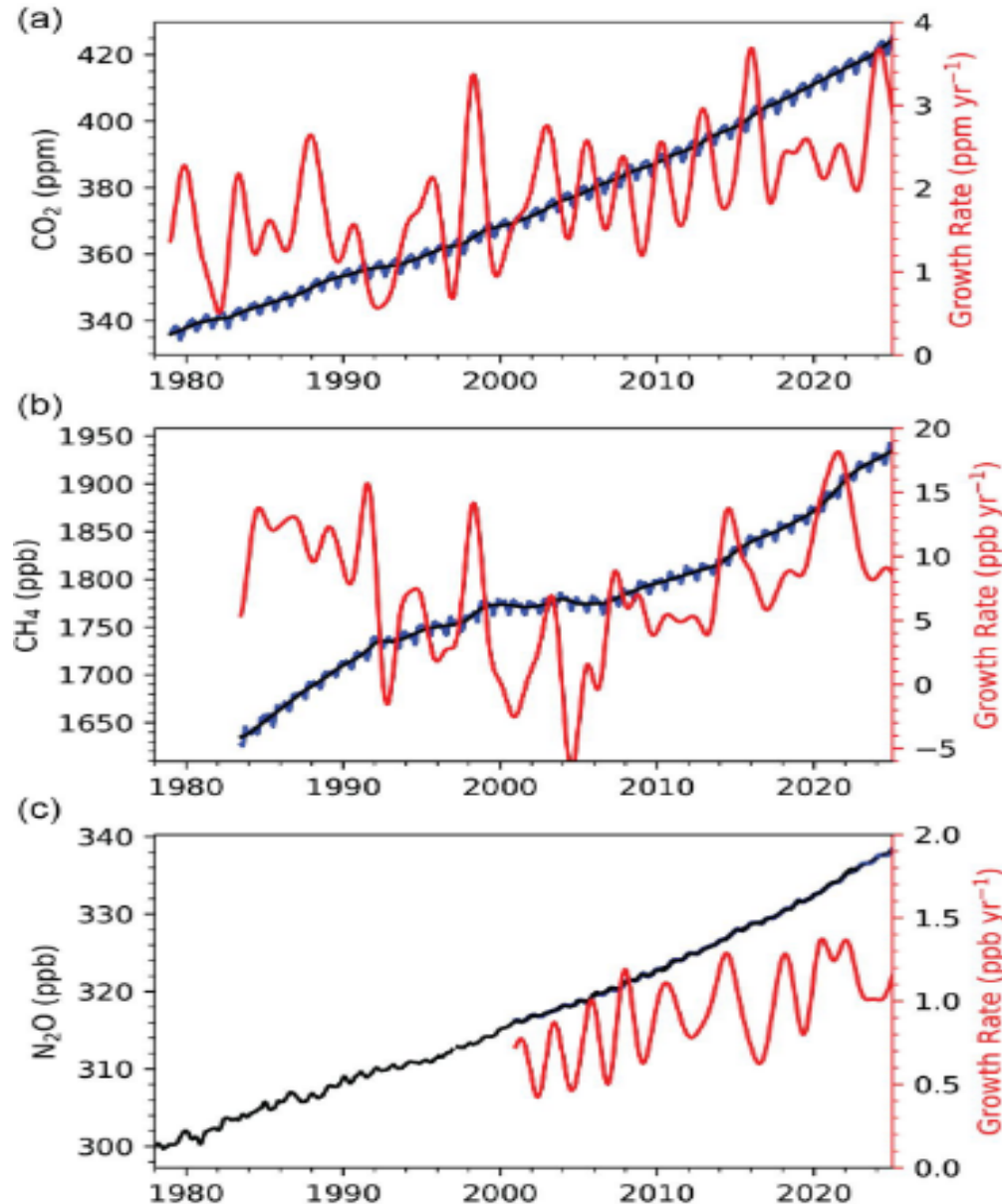


Рис. 1. Пространственное распределение аномалий приземной/приводной температуры в 2024 г. относительно нормы за 1991-2020 гг. (слева) и временной ход этих аномалий, осредненных по земному шару в 1950 – 2024 гг. (красным цветом – по данным прямых измерений, синим – по данным ре-анализа, справа) (по данным [Special Supplement to the BAMS, 2025])

2024 год стал вторым рекордным (после 2023 г.) по величине приземной температуры с середины 19 века, когда были начаты регулярные г/м наблюдения на сети станций. Это первый случай такого последовательного повторения рекордных температурных показателей в истории, начиная с середины 19 века! (Полонский, 2025)

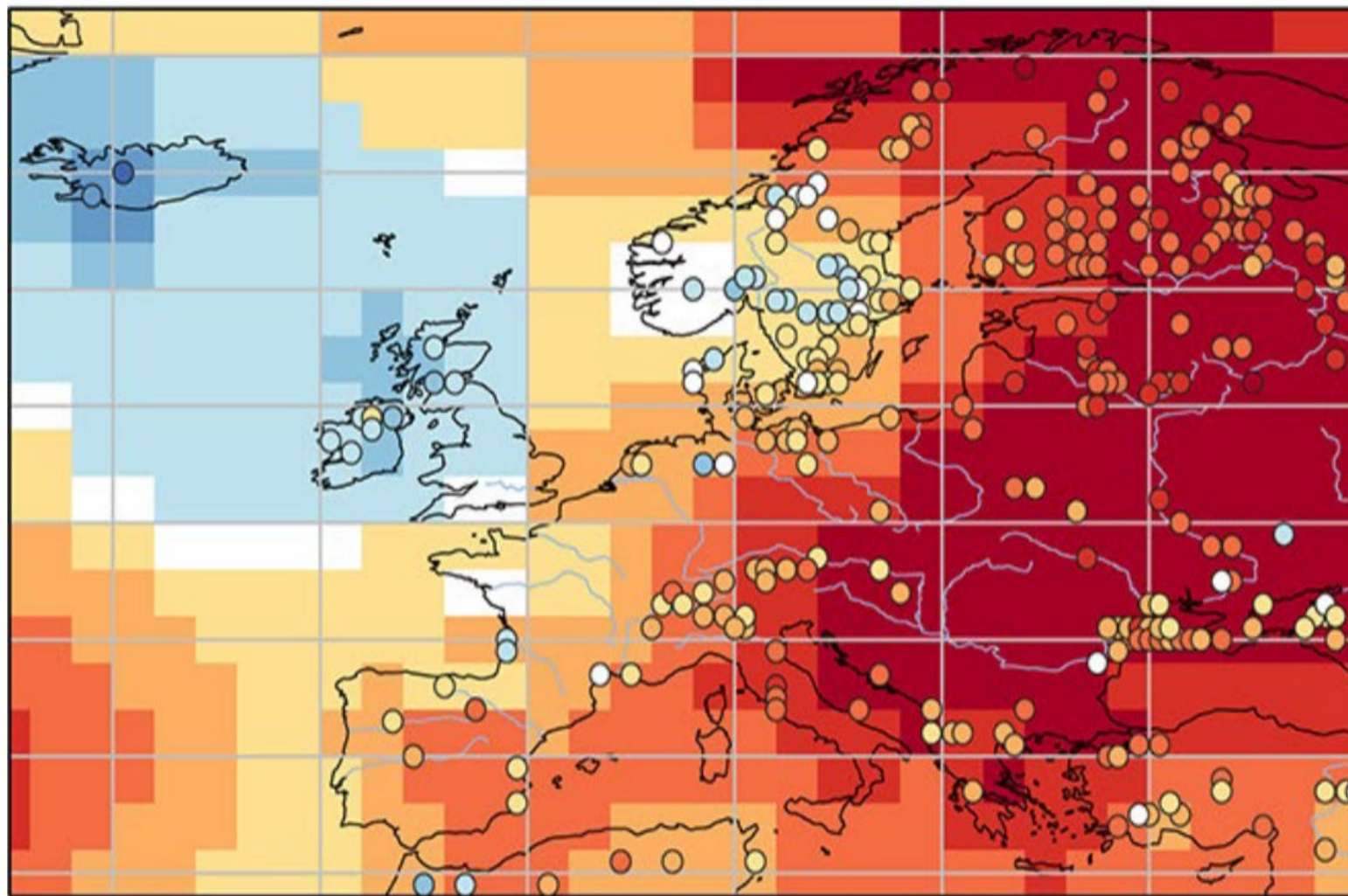
Эмиссия парниковых газов продолжается ускоренными темпами



Концентрация углекислого газа достигла в 2024 году 422.8 ± 0.1 ppm (частей на миллион). Это величина на 52% превышает величину содержания CO₂ в атмосфере в доиндустриальную эпоху. Причем рост этой концентрации по сравнению с 2023 годом составил 3.4 ppm, т.е., он на 0.6 ppm превысил ее увеличение в 2023 году. Такой быстрый рост концентрация углекислого газа наблюдался только один раз, начиная с 1960-х годов (в 2016 году), когда начал проводится регулярный мониторинг концентрации CO₂ (Полонский, 2025)

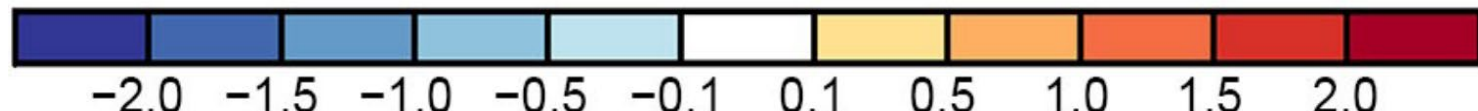
Рис. 2. Временной ход концентрации основных парниковых газов в атмосферном воздухе Земли (черные кривые) и ежегодной скорости ее изменения (красные кривые) (заимствовано из работы [Special Supplement to the BAMS, 2025])

Аномалии приземной температуры в Атлантико-Европейском секторе и температуры воды в озерах

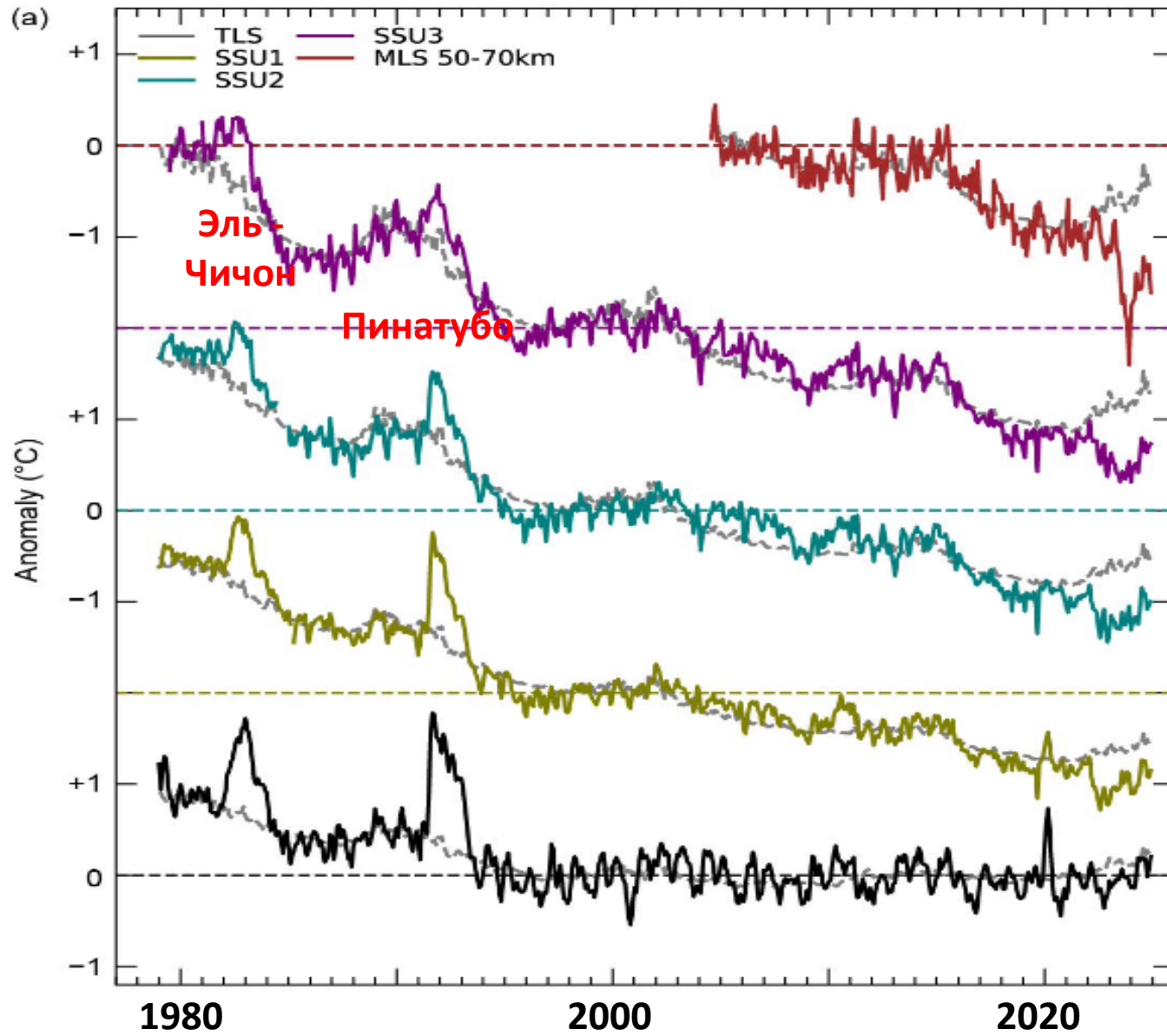


Температура воды в озерах, расположенных в областях с высокими скоростями повышения приземной температуры, также в целом растет, хотя и отмечаются отдельные случаи, когда эта закономерность нарушается

Рис. 3. Аномалии приземной/поверхностной температуры в Атлантико-Европейском секторе в июле-сентябре 2024 г. (даны цветной заливкой) и температуры воды в озерах (цветные кружки). Рассчитаны относительно нормы за 1995-2020 гг. (заимствовано из работы [*Special Supplement to the BAMS*, 2025])



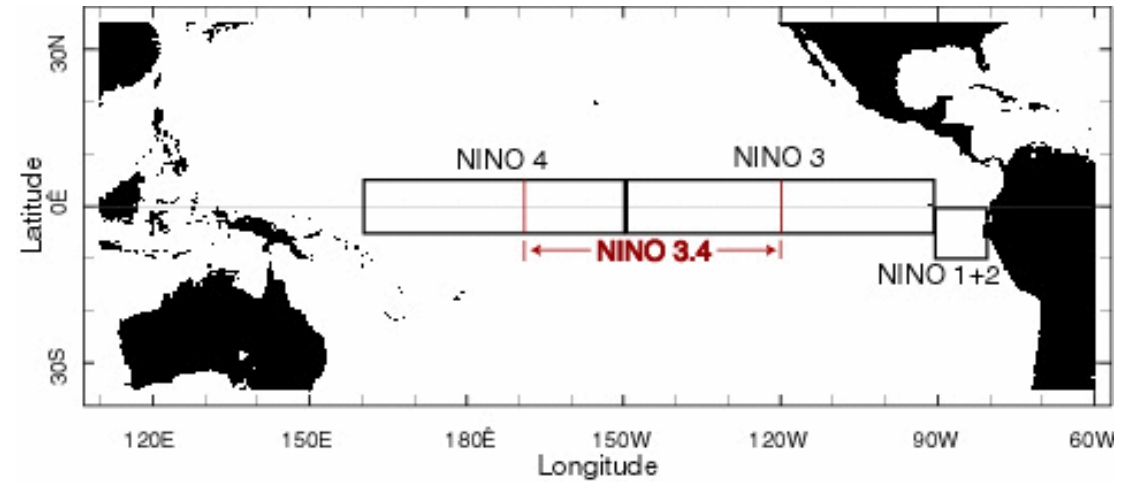
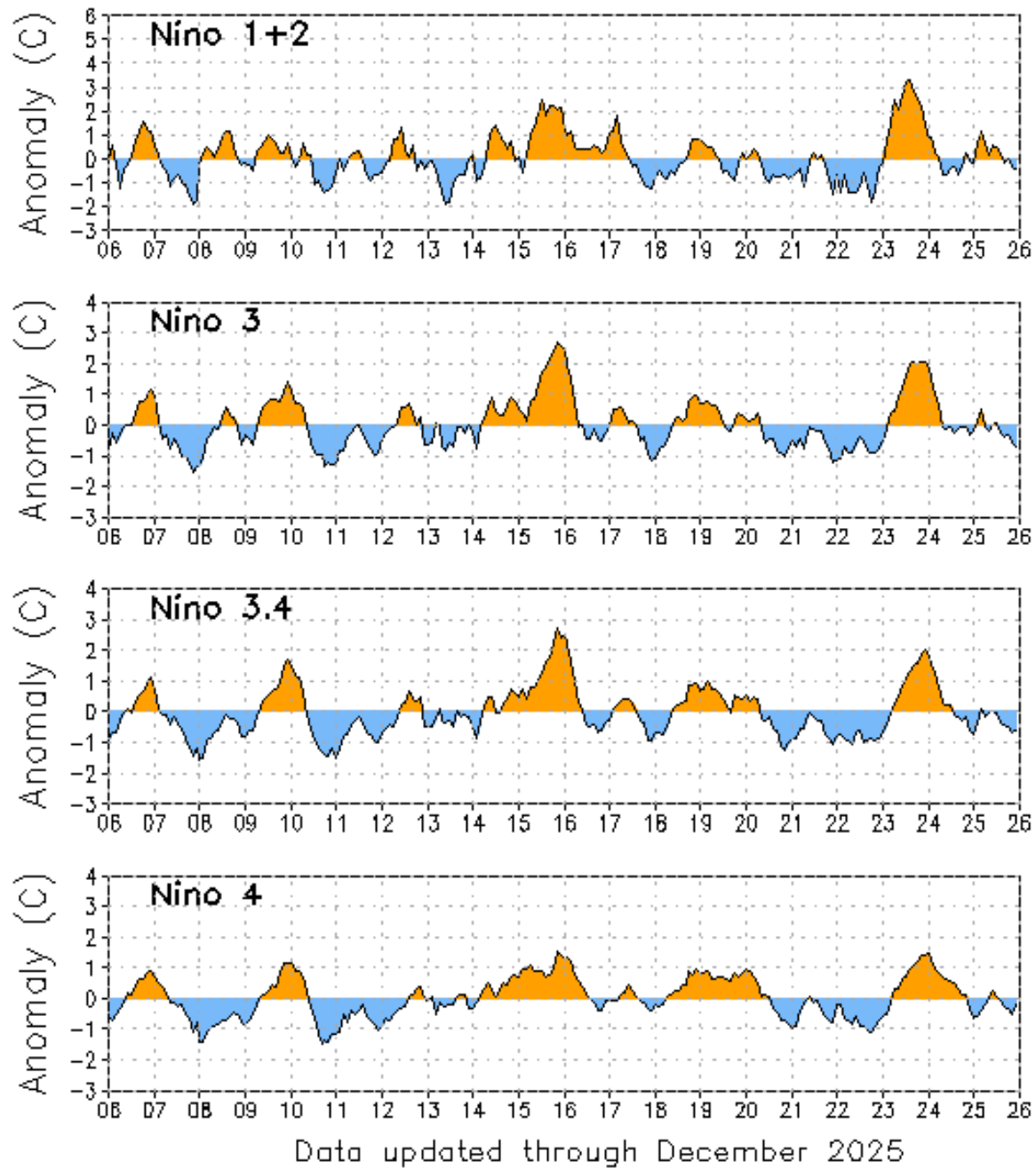
Охлаждение стратосферы и нижней части мезосферы - подтверждение глобального потепления нижней тропосферы



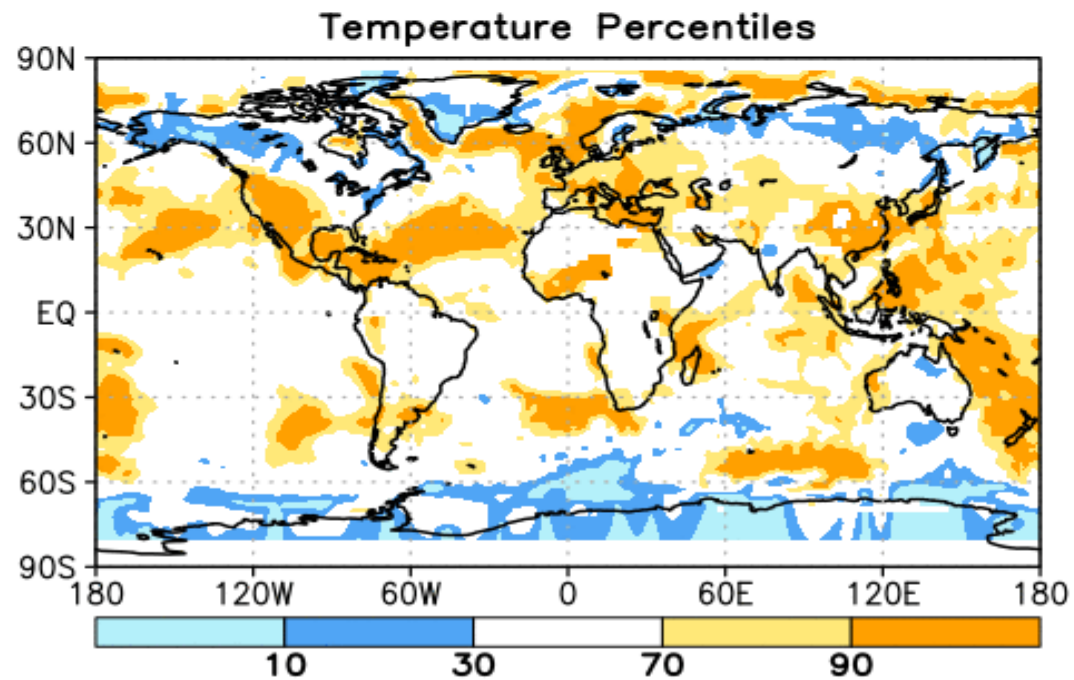
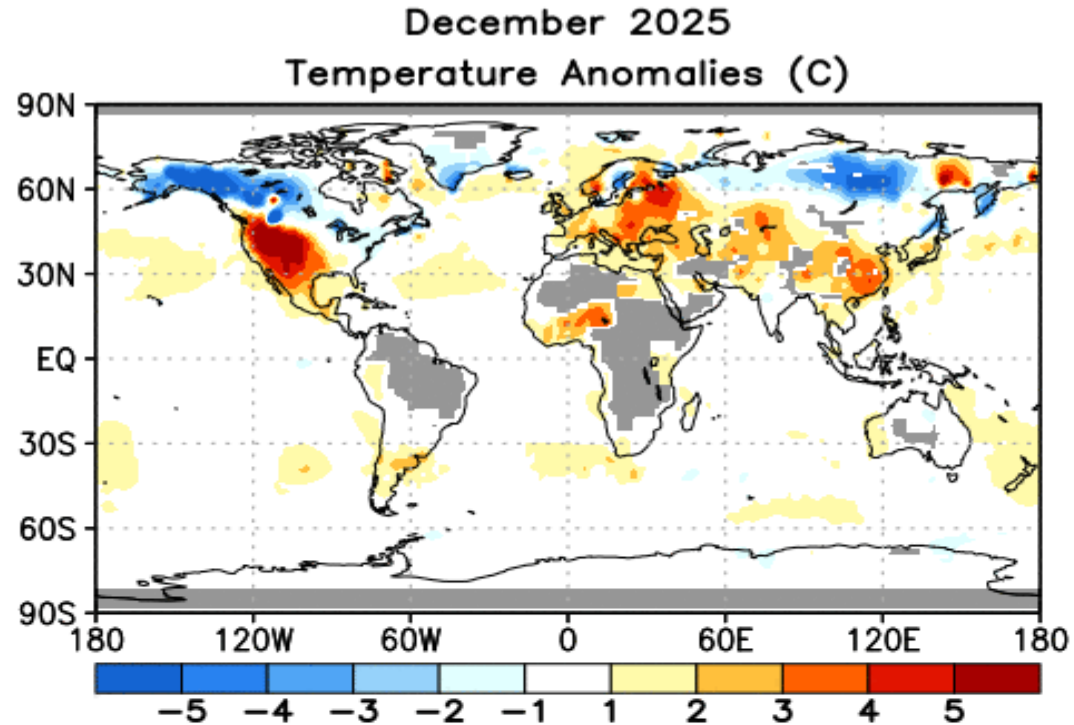
На фоне значимого отрицательного тренда отмечаются интенсивные вариации температуры межгодового и десятилетнего масштабов (рис.4). На их генерацию эффективно воздействуют интенсивные стратосферные извержения крупных вулканов, на что неоднократно обращали внимание различные авторы (Полонский, 2025)

Рис.4. Временные ряды аномалий средней глобальной температуры в различных слоях стратосферы и нижней мезосферы (в °C). Нижняя кривая показывает временной ход температуры в слое 13-22 км, следующие 3 кривые относятся к температуре слоев с центром на 30, 38 и 45 км (SSU1, SSU2 и SSU3, соответственно), в кривая MLS – к слою 50-70 км, расположенным в нижней мезосфере (заимствовано из работы [Special Supplement to the BAMS, 2025])

Эволюция Эль-Ниньо в терминах температуры поверхности океана (ТПО) в 4-х стандартных районах NINO



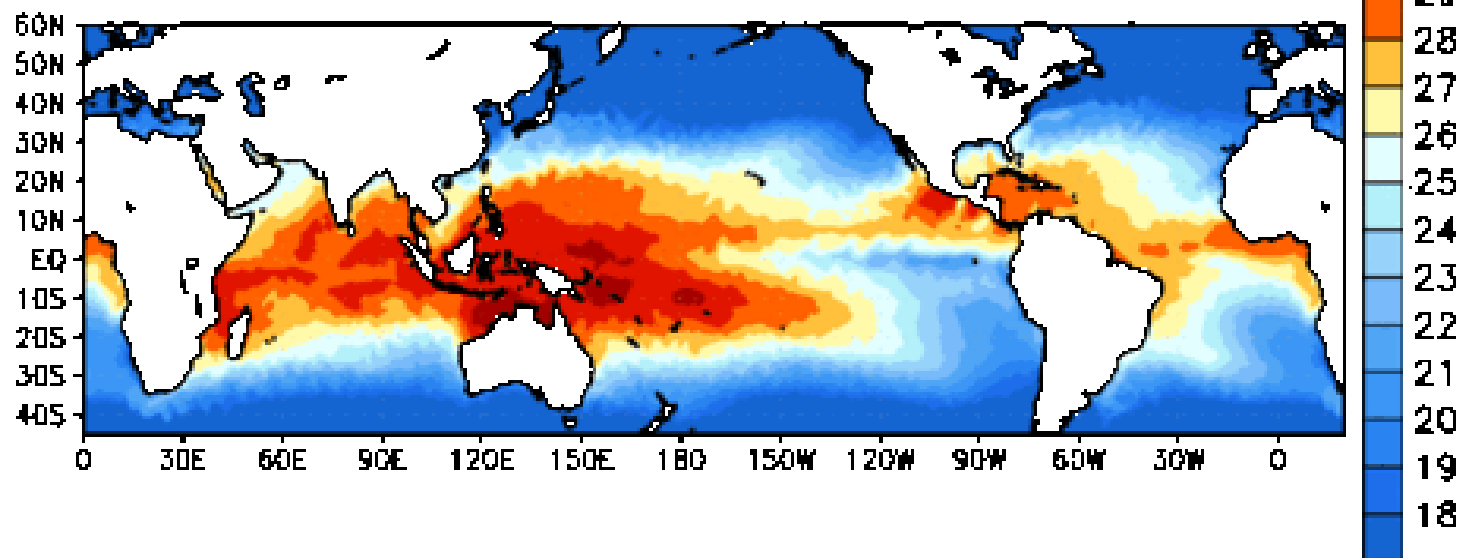
Аномалии ТПО в экваториальной зоне Тихого океана за последние 20 лет (заимствовано из работы (Climate Diagnostic Bulletin: December 2025))



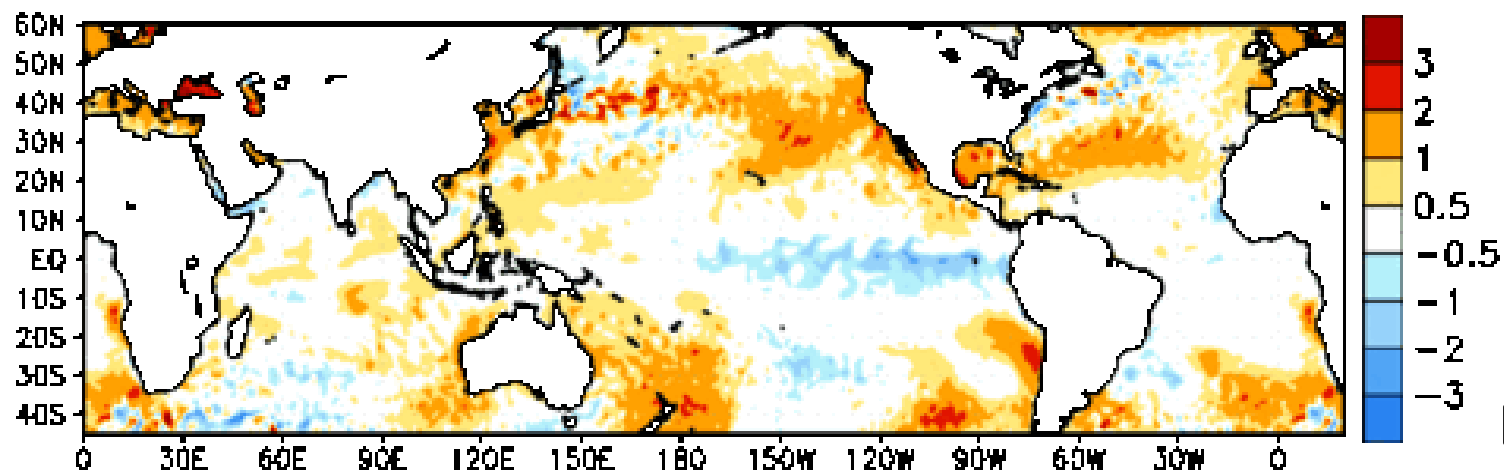
Аномалии приземной
температуры в декабре
2025 года
(заимствовано из работы (Climate
Diagnostic Bulletin: December 2025))

Week centered on 17 DEC 2025

SST (°C)



Anomalies (°C)



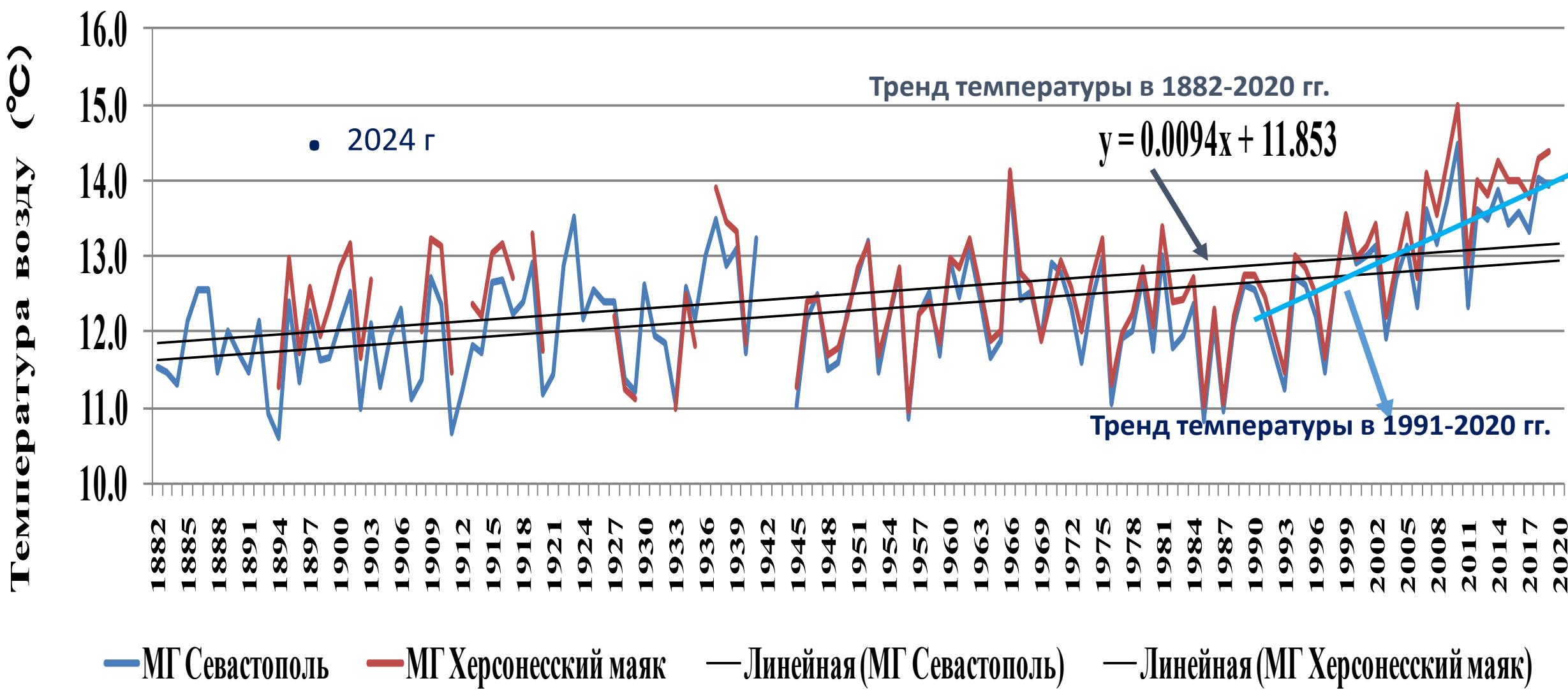
Пространственно-
временная
изменчивость ТПО
и ее аномалий в
Мировом океане в
декабре 2025 –
марте 2026 годов

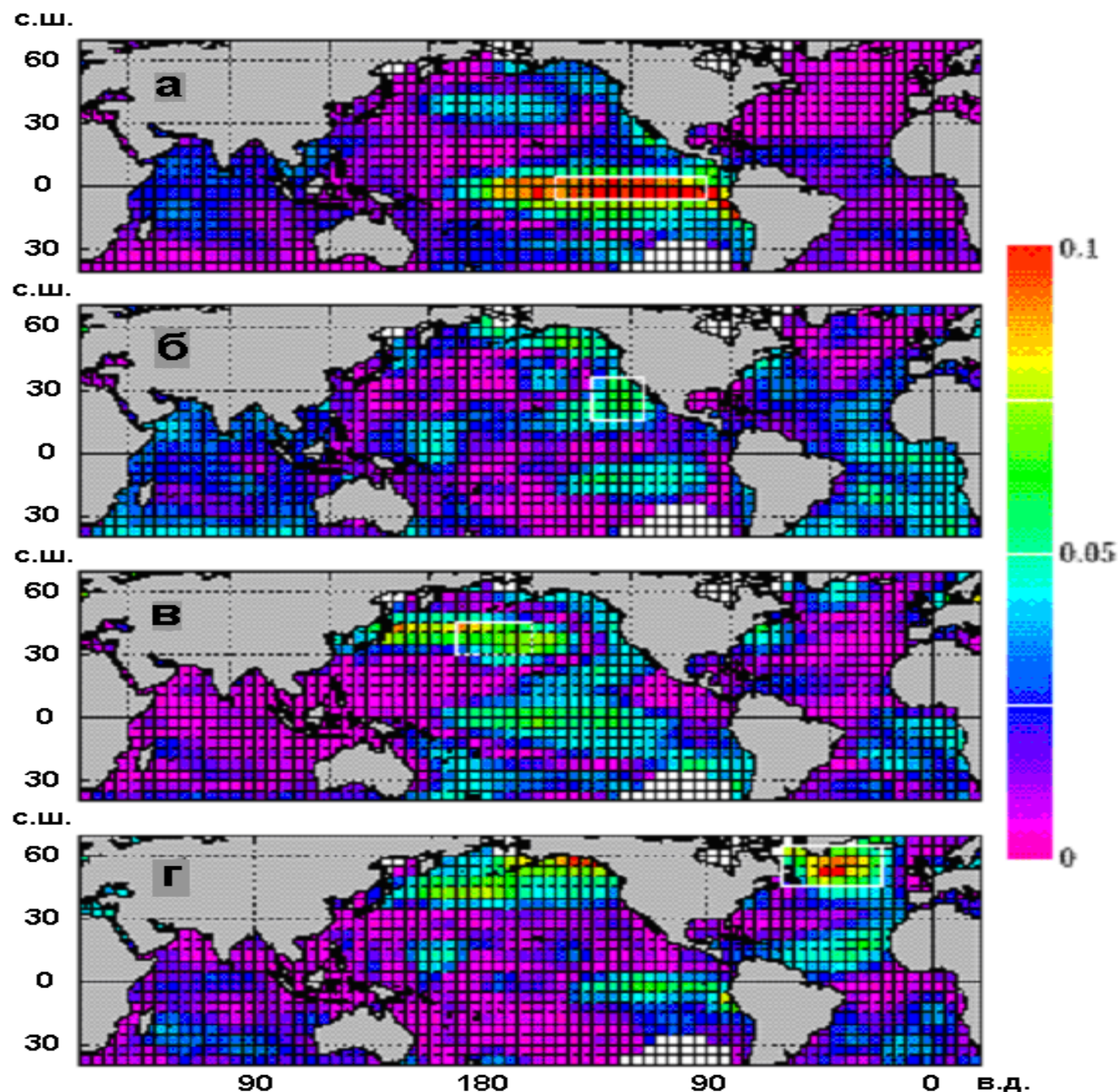
(заимствовано из работы (Climate
Diagnostic Bulletin: December 2025))

А какие аномалии температуры наблюдались в последние годы в Южном Федеральном округе, например, в Севастополе?

По данным Севастопольского Центра по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды среднегодовая аномалия приземной температуры в Севастополе в 2024 году составила $+2.1^{\circ}\text{C}$. Максимальные среднemesячные аномалии относительно современной нормы отмечались в апреле ($+5.2^{\circ}\text{C}$) и феврале ($+4.5^{\circ}\text{C}$). После апреля величины этих аномалий существенно уменьшились, а в мае и ноябре наблюдались даже небольшие отрицательные величины среднemesячных аномалий приземной температуры воздуха (до -0.2°C , В.А.Наумова, частное сообщение)

Многолетние изменения среднегодовой температуры воздуха в Севастополе (по данным Севастопольского Центра по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды)





Пространственная
структура первых 4-х
эмпирических
ортогональных
функций (ЭОФ),
рассчитанных по
реконструированной
ТПО Мирового океана
за 1856-1998 гг.

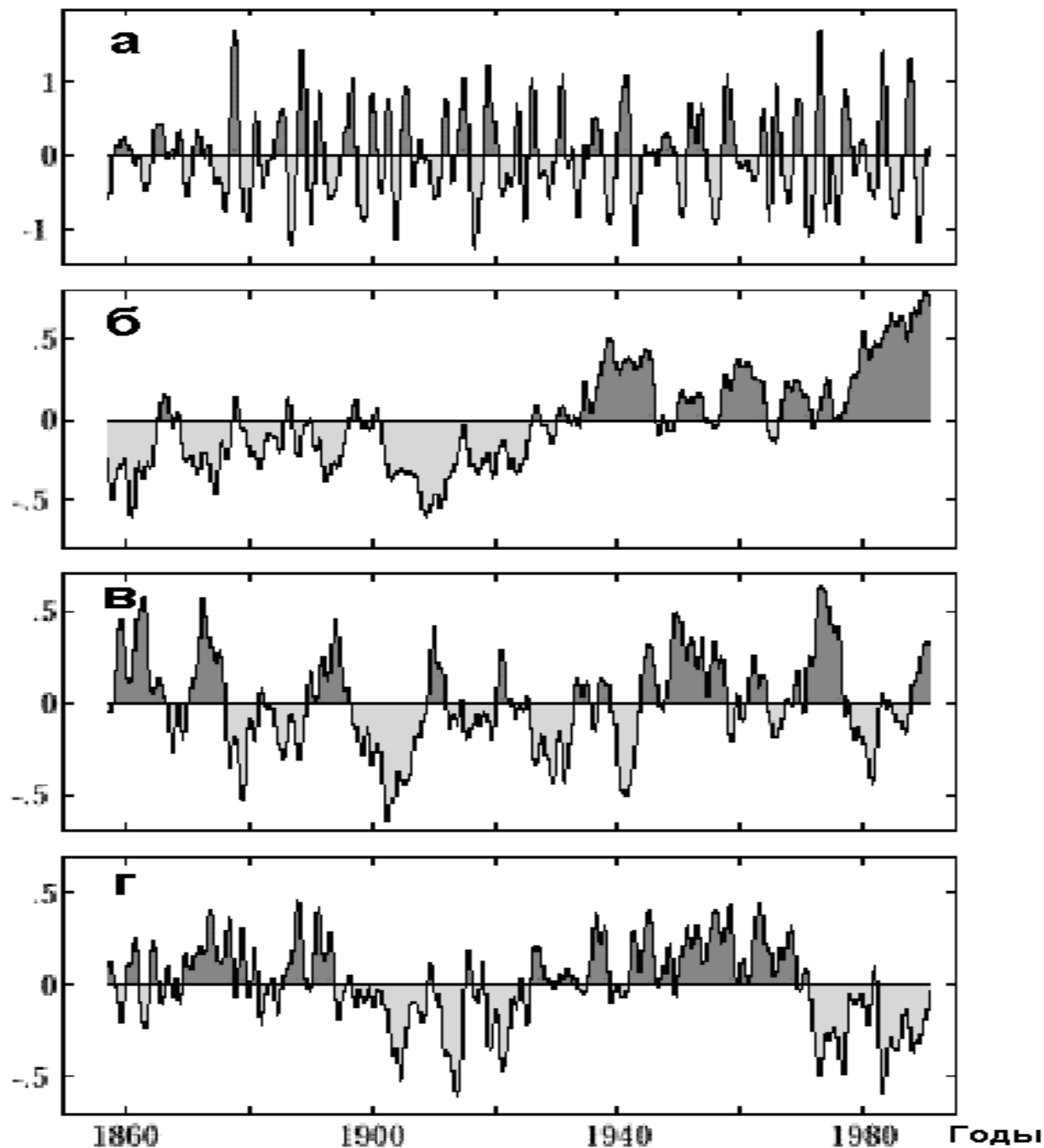
(по Enfield and Mestas-Nunes,
1999)

Временные коэффициенты, соответствующие первым четырем эмпирическим модам ТПО, показанных на предыдущем слайде

(по Enfield and Mestas-Nunes, 1999)

Временной ход ТПО можно
представить как суперпозицию
тренда, двух междесятилетних
сигналов (АМО и ТДК),
квазидесятилетней моды и
межгодового сигнала, связанного
с событиями ЭНЮК

Температура поверхности океана, град. С



Выводы:

- несмотря на подписание Парижского соглашения по климату в 2015 году, интенсивный рост выбросов парниковых газов продолжается и этот рост не только не замедляется, а, напротив, интенсифицируется (в 2024 г. это в первую очередь относилось к CO_2). Можно еще раз констатировать, что при нынешних величинах эмиссии достижение основной цели Парижского соглашения (направленной на ограничение роста приземной температуры к концу 21 века по сравнению с доиндустриальным периодом в пределах $1.5\text{--}2.0^\circ\text{C}$) нереально. Фактический рост температуры будет как минимум в 2 раза больше;
- *временной ход аномалий приземной температуры с 1950 по 2024 гг. демонстрирует ускоряющийся рост аномалий глобальной приземной/поверхностной температуры воздуха, начиная с 1970-х гг., со средней скоростью порядка $1^\circ\text{C}/50$ лет ;*
- *в стратосфере и нижней мезосфере, напротив, наблюдается падение температуры со средней скоростью порядка $2^\circ\text{C}/50$ лет ;*
- на фоне значимых трендов температуры (**положительного в нижней тропосфере** и **отрицательного в стратосфере и нижней мезосфере**) отмечаются интенсивные вариации температуры межгодового и десятилетнего масштабов, обусловленные главным образом процессами взаимодействия океана с атмосферой и стратосферными извержениями крупных вулканов.

Заключение

Наблюдаемые аномалии приземной/приводной температуры воздуха формируются под влиянием различных естественных и антропогенных факторов, что является общепризнанным фактом. Вопросы обычно касаются оценки вклада различных факторов в общую изменчивость температуры. Можно констатировать, что **глобальное потепление антропогенного происхождения является важным, но пока еще не решающим фактором, формирующим аномалии температуры годового масштаба. Его вклад в рекордное потепление нижней тропосферы в 2024 г. не превышает 35-40%.** Эта оценка следует из сравнительного анализа величины температурного тренда, приведенного выше, с аномалиями приземной/приводной температуры естественного происхождения (*при условии, что о наблюдаемые аномалии есть простая суперпозиция антропогенно обусловленного тренда и межгодовых-междесятилетних вариаций естественного происхождения*).

Межгодовая и десятилетняя изменчивость климатической системы есть естественного происхождения пока еще играет более значительную роль в формировании аномалий температуры этого временного масштаба. И крупномасштабное взаимодействие океана с атмосферой является основным драйвером, генерирующим эти аномалии (наряду со стратосферными извержениями крупных вулканов).

На формирование рекордных аномалий приземной/приводной температуры в 2024 году решающее влияние оказала суперпозиция потепления, обусловленного интенсивным Эль-Ниньо 2023-24 гг., сменившимся нейтральной фазой Эль-Ниньо-Южное Колебания только во второй половине года, а также положительных аномалий температуры поверхности Северной Атлантики и северной части Тихого океана.

-Вклад глобального потепления в общую изменчивость климатической системы продолжает увеличиваться из-за продолжающихся (и даже интенсифицирующихся) выбросов парниковых газов.

**Если в ближайшее время не будут приняты
юридически обязывающие правовые акты,
обеспечивающие достижение основной цели
Парижского соглашения, мировое сообщество
станет свидетелем полного провала
договоренностей по ограничению роста
температуры антропогенного происхождения,
достигнутых в Париже в 2015 году!**