

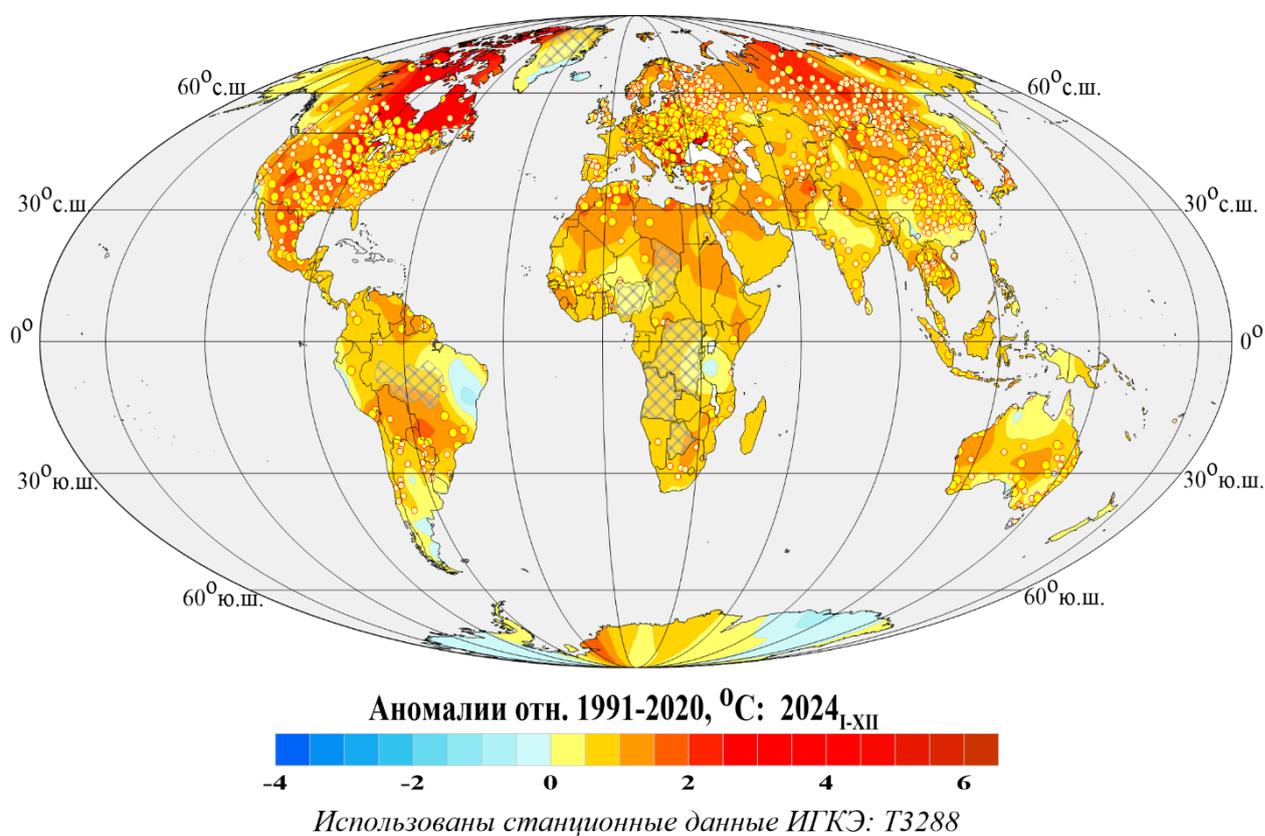
Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу
окружающей среды

ФГБУ «Институт глобального климата и экологии
имени академика Ю.А. Израэля»

Бюллетень мониторинга изменений климата Земного шара

Приземная температура – 2024

Годовой обзор



Москва 2025

ОГЛАВЛЕНИЕ^{1),2)}

1. ВВЕДЕНИЕ	3
2. ТЕМПЕРАТУРНЫЙ РЕЖИМ У ПОВЕРХНОСТИ ЗЕМНОГО ШАРА В 2024 году. ЭКСТРЕМАЛЬНЫЕ АНОМАЛИИ	6
3. КРУПНОМАСШТАБНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ИЗМЕНЕНИЯ ПРИЗЕМНОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ ЗЕМНОГО ШАРА ЗА ПЕРИОД ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫХ НАБЛЮДЕНИЙ 1850-2024 гг.	16
4. ВРЕМЕННЫЕ РЯДЫ РЕГИОНАЛЬНО ОСРЕДНЕННЫХ АНОМАЛИЙ ПРИЗЕМНОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ, 1911-2024 гг.	21
5. ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ СОВРЕМЕННЫХ ИЗМЕНЕНИЙ КЛИМАТА, 1976-2024 гг.	26
6. ЗАКЛЮЧЕНИЕ	33

¹⁾ Бюллетень подготовлен в ФГБУ «ИГКЭ». Данные текущих наблюдений (сводки КЛИМАТ и СИНОП из оперативного потока) подготовлены в ФГБУ «ВНИИГМИ-МЦД» и ФГБУ «Гидрометцентр РФ». Все бюллетени мониторинга климата, сезонные и годовые, выпускаемые в ФГБУ «ИГКЭ», размещаются на сайте <http://www.igce.ru/climatechange/monitoring-world/>.

В выпуске принимали участие сотрудники Отдела мониторинга и вероятностного прогноза климата ФГБУ «ИГКЭ»: М.Ю. Бардин (руководитель), Э.Я. Ранькова, О.Ф. Самохина, У.И. Антипина, В.Д. Смирнов, Т.В. Платова

²⁾ На обложке приведено поле среднегодовых аномалий температуры приземного воздуха над сушей Земного шара: 2024 год (январь-декабрь). Использованы станционные данные ФГБУ «ИГКЭ»: T3288

1. ВВЕДЕНИЕ

В настоящем бюллетене представлены данные об аномалиях температурного режима 2024 года у поверхности Земного шара и обновленные (с учетом этих данных) оценки тенденций его изменений в течение 1976–2024 гг. Оценки приведены для года в целом и каждого из сезонов (в отдельных случаях –каждого месяца). Аномалии приведены к базовому периоду 1991-2020 гг.

Бюллетень подготовлен в рамках оперативного мониторинга климата GCCM (Global Climate Change Monitoring) в ФГБУ «ИГКЭ»³⁾, с использованием данных метеорологических наблюдений о среднемесячной температуре приземного воздуха на 3288 наземных станциях земного шара (массив Т3288, данные ИГКЭ; массив сформирован и ежемесячно пополняется средствами технологии мониторинга на основе сводок КЛИМАТ, СИНОП). Параллельно в бюллетене приводятся оценки по данным о приповерхностной температуре на глобальной сети 5-градусных боксов, покрывающей всю территорию Земного шара, континенты и океаны (массивы HadCRUT5, CRUTEM5, HadSST4⁴⁾, данные метеослужбы Великобритании; в бюллетене упоминаются как «данные Hadley/CRU» и используются в полном соответствии с оригиналом, без какой-либо корректировки).

Таким образом, базовым массивом для оценки состояния температурных условий на суше Земного шара служит массив Т3288, а массив HadCRUT5 используется для создания полной картины над сушей и океанами. Глобальные временные ряды HadCRUT5, CRUTEM5, HadSST4 приводятся непосредственно по данным производителя как информация из альтернативного источника. Термины «приземная температура» и «приповерхностная температура» рассматриваются в бюллетене как синонимы. Развернутый комментарий к материалам бюллетеня с описанием используемых источников, сети станций и элементов методики размещен на сайте ИГКЭ⁵⁾.

Напомним, что в технологию GCCM введены дополнительные процедуры расчета данных КЛИМАТ (среднемесячная температура приземного воздуха) по данным соответствующих синоптических наблюдений (СИНОП) и последующего использования их для контроля сводок КЛИМАТ и пополнения их данными недостающих станций.

Сравнение глобальных временных рядов температуры приземного воздуха по данным массивов Т3288 (ИГКЭ) и CRUTEM5 (Hadley/CRU). Цель сравнения: с одной стороны – убедиться в репрезентативности массива Т3288, с другой – оценить меру неопределенности оценок, полученных с использованием единой системы наблюдений, но

³⁾ Решение Центральной методической комиссии по гидрометеорологическим и геологическим прогнозам от 20 декабря 2016 г. – <http://www.igce.ru/climatechange/monitoring-world/>

⁴⁾ Массивы приповерхностной температуры CRUTEM5 (только суша), HadSST4 (только море) и HadCRUT5 (суша+море) созданы и поддерживаются совместно двумя коллективами Великобритании – Хэдли-центром (Met Office Hadley Centre) и Университетом Восточной Англии (CRU UEA). Данные ежемесячно обновляются и публикуются производителем на web-сайтах <http://www.MetOffice.gov.uk> и <http://www.cru.uea.ac.uk> в форме глобальных сеточных полей (в центрах 5-градусных боксов) и глобально осредненных временных рядов (для Земного шара и обоих полушарий). В данном выпуске использованы данные HadCRUT.5.0.2.0, CRUTEM.5.0.2.0, HadSST.4.0.1.0 от 09.01.2025.

⁵⁾ О бюллетене GCCM (read me) – <http://www.igce.ru/climatechange/monitoring-world/>

разных методов и технологий сбора данных, их обработки и анализа. Близость рядов примерно с середины прошлого столетия четко видна уже визуально (рис. 1.1). Количественные оценки (статистические характеристики попарных разностей) по данным за 1976-2024 гг. (период современного глобального потепления) и 1925-2024 гг. (последнее столетие) приведены в таблице 1.1 для Земного шара, Северного и Южного полушарий (только суша!).

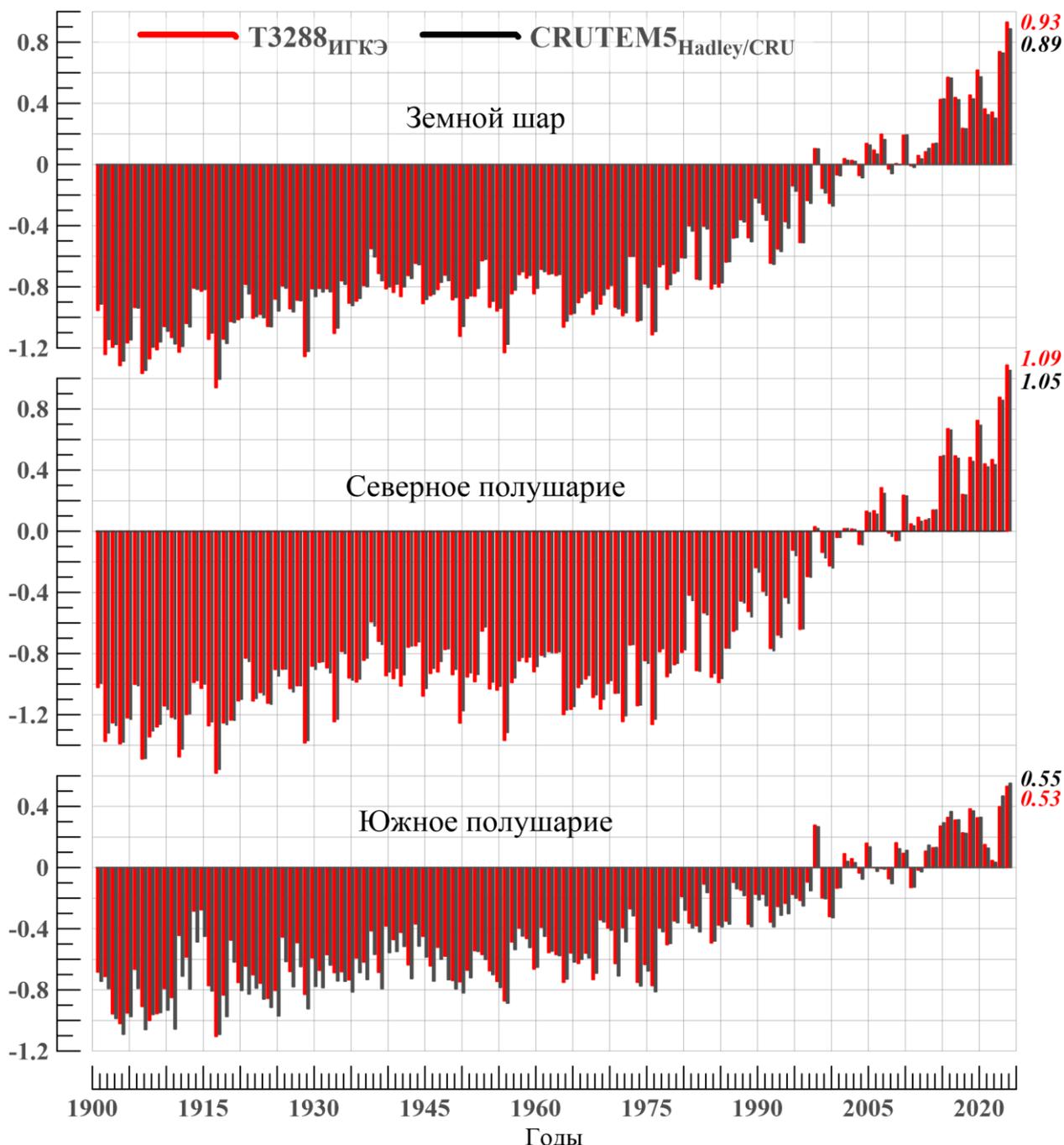


Рисунок 1.1 – Временные ряды пространственно осредненных годовых аномалий температуры приземного воздуха (°C) над сушей Земного шара, Северного и Южного полушарий. *Использованы временные ряды, рассчитанные по данным массива T3288 (ИГКЭ), и глобальные временные ряды CRUTEM5 (Hadley/CRU), 1901-2024 гг.*

Среднее различие рядов за 1925-2024 гг. по разным глобальным территориям (Земной шар, полушария) и данным (T3288, CRUTEM5) колеблется в интервале от -0,003

до +0,045°C, но за последние 49 лет – менее 0,02°C. Расхождения рядов в конкретные годы после 1976 г. никогда не достигали 0,1°C, но в ЮП в 1930 г. и в 1940 г. расхождение составило 0,19°C и 0,17°C, (в СП по модулю не более 0,08°C в 1950 г.). При этом стандартное отклонение различий (0,018–0,051°C) более, чем на порядок ниже стандартного отклонения самих рядов (0,263–0,541°C), и во всех случаях ряды характеризуются высокой корреляцией (выше 0,99) и предельно низким различием трендов (до $\pm 0,013^\circ\text{C}/10$ лет) (табл. 1.1).

Таблица 1.1 – Оценки близости/различия глобальных временных рядов T3288 (ИГКЭ) и CRUTEM5 (Hadley/CRU) в среднем для территории суши Земного шара (ЗШ), Северного (СП) и Южного (ЮП) полушарий

Оценка	1976-2024			1925-2024		
	ЗШ	СП	ЮП	ЗШ	СП	ЮП
Корреляция рядов	0.999	0.999	0.995	0.999	0.999	0.991
Среднее различие, °C	0.011	0.010	0.019	0.001	-0.003	0.045
СКО (сигма) различий, °C	0.019	0.018	0.030	0.028	0.027	0.051
Среднее абсолютное различие, °C	0.018	0.017	0.028	0.023	0.021	0.052
Макс. абсолютное различие, °C	0.044	0.041	0.089	0.077	0.078	0.187
Разность коэфф. тренда, °C/10лет	0.005	0.004	-0.011	0.002	0.003	-0.013
СКО T3288, °C	0.433	0.514	0.263	0.474	0.541	0.325
СКО CRUTEM5, °C	0.425	0.508	0.276	0.462	0.528	0.350

Таким образом, статистические оценки изменчивости температуры приземного воздуха по данным массива T3288 (в данном случае – среднегодовым), очень близки к оценкам по данным всемирно признанного массива CRUTEM5. Для каждого из сезонов аналогичные оценки, практически с тем же заключением, представлены в соответствующих выпусках сезонных бюллетеней.

2. ТЕМПЕРАТУРНЫЙ РЕЖИМ У ПОВЕРХНОСТИ ЗЕМНОГО ШАРА В 2024 ГОДУ. ЭКСТРЕМАЛЬНЫЕ АНОМАЛИИ

В соответствии с полученными среднегодовыми оценками (табл. 2.1), 2024 год был рекордно теплым по всем четырем наборам данных и всем трем глобальным территориям (Земной шар, Северное и Южное полушария). В частности, глобальная среднегодовая аномалия приповерхностной температуры (массив HadCRUT5, «суша+море») составила в 2024 г. +0,593°C, что лишь на 0,06°C выше рекорда 2023 г. (+0,533°C) и на 1,437°C выше доиндустриального уровня (1850-1900 гг.).

Таблица 2.1 – Самые теплые годы для Земного шара (ЗШ), Северного (СП) и Южного (ЮП) полушарий по данным разных источников: средняя за год аномалия VT и год наблюдения

Ранг	ЗШ		СП		ЮП	
	VT, °C	Год	VT, °C	Год	VT, °C	Год
HadCRUT5 (Hadley/CRU, суша+море)						
1	0,593	2024	0,777	2024	0,408	2024
2	0,533	2023	0,669	2023	0,397	2023
3	0,345	2016	0,514	2020	0,246	2019
4	0,335	2020	0,457	2016	0,233	2016
5	0,315	2015	0,424	2015	0,205	2015
6	0,307	2019	0,369	2019	0,166	2017
T3288 (ИГКЭ, суша)						
1	0,931	2024	1,086	2024	0,531	2024
2	0,738	2023	0,876	2023	0,399	2023
3	0,617	2020	0,724	2020	0,384	2019
4	0,570	2016	0,670	2016	0,328	2016
5	0,454	2019	0,492	2017	0,325	2020
6	0,438	2017	0,488	2015	0,310	2017
CRUTEM5 (Hadley/CRU, суша)						
1	0,887	2024	1,055	2024	0,551	2024
2	0,729	2023	0,859	2023	0,468	2023
3	0,573	2020	0,696	2020	0,370	2019
4	0,565	2016	0,664	2016	0,366	2016
5	0,429	2019	0,497	2015	0,329	2020
6	0,429	2015	0,480	2017	0,312	2017
HadSST4 (Hadley/CRU, море)						
1	0,502	2024	0,628	2024	0,385	2024
2	0,469	2023	0,553	2023	0,382	2023
3	0,281	2016	0,415	2020	0,230	2016
4	0,278	2019	0,346	2015	0,219	2019
5	0,271	2020	0,342	2019	0,186	2015
6	0,262	2015	0,341	2016	0,162	2022

Географическое распределение локальных значений среднегодовых аномалий приведено на рисунке 2.1. В таблице 2.2, для Земного шара и крупных регионов мира (полушария, континенты, океаны и основные широтные пояса), представлены значения пространственно-осредненных аномалий, годовых и сезонных, в абсолютной и вероятностной шкалах; в таблице 2.3 для этих же регионов приведены частотные распределения среднегодовых локальных аномалий по знаку и степени экстремальности, а в таблицах 2.4-2.5 – значения и ранги среднемесячных аномалий.

В соответствии со среднегодовыми оценками (рис. 2.1, табл. 2.3), в 2024 г. на территории Земного шара положительные аномалии температуры составляли 89% всех локальных данных, из которых ~57% оказались выше 95-го перцентиля (5%-е экстремумы тепла), в том числе ~21% стали для своих пунктов рекордными (абсолютные максимумы).

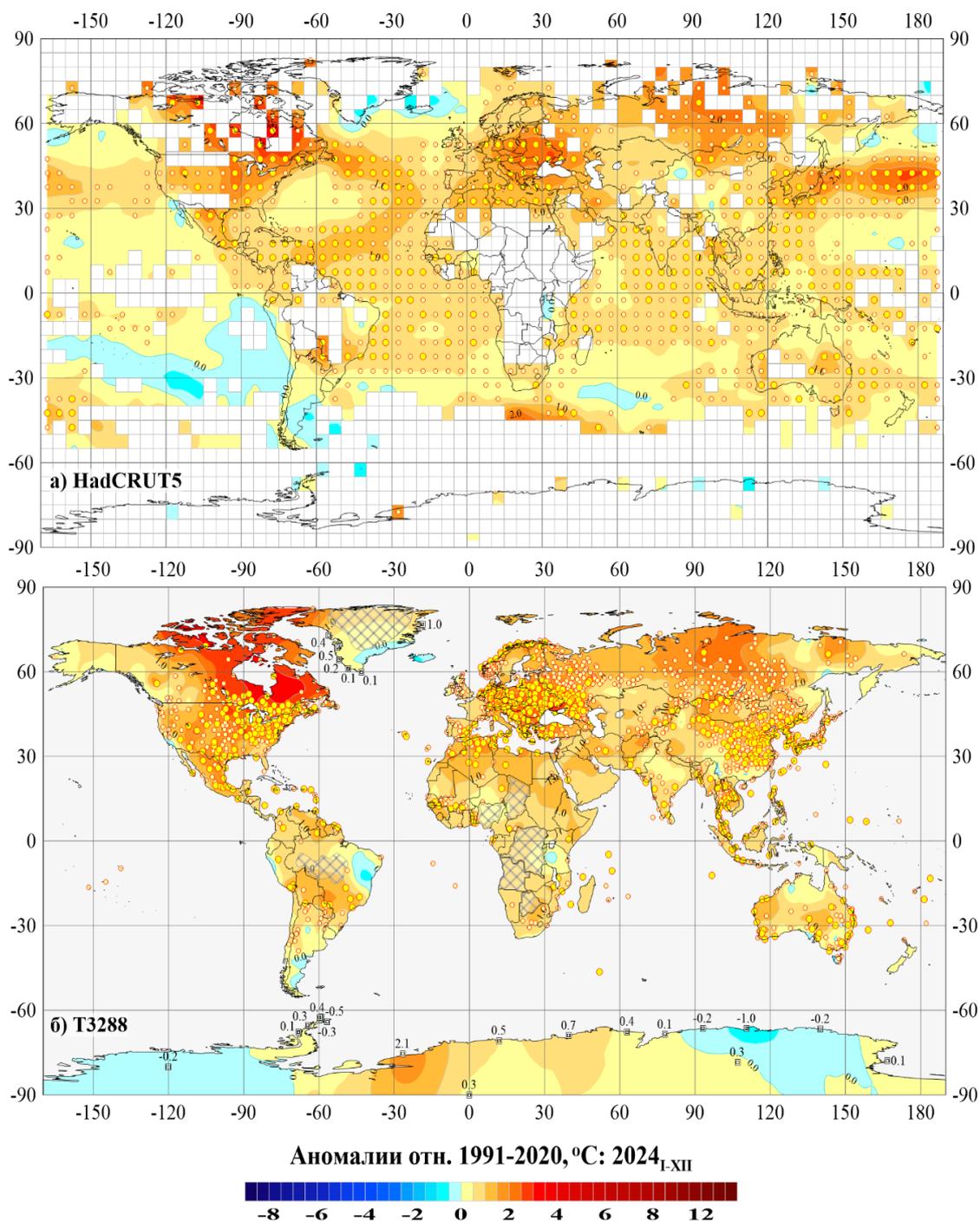


Рисунок 2.1 – Пространственное распределение среднегодовых (январь-декабрь, 2024 г.) аномалий приземной температуры (°C): а) по сеточным данным HadCRUT5 (Hadley/CRU, UK); б) по станционным данным T3288 (ИГКЭ).

Аномалии приведены в отклонениях от средних за 1991-2020 гг. Кружками белого (минимумы) и желтого (максимумы) цвета указано положение боксов/станций с рекордными значениями аномалий. Значками меньшего размера указано положение 5%-х экстремумов того же знака. В точках расположения станций Антарктиды и Гренландии показаны числовые значения наблюдаемых аномалий. Пустыми боксами (а) и штриховкой (б) показаны области отсутствия наблюдений.

Температура ниже нормы (в среднем за год) отмечена лишь на 7% всех станций/боксов глобальной сети. Расположены они в Антарктиде (Земля Мэри Бэрд, Земля Уилкса), Южной Америке (восток Бразилии и юг Аргентины) и в восточной части Тихого океана (в Южном полушарии).

Таблица 2.2 – Регионально осредненные значения аномалии приземной температуры в 2024 г. и их вероятности превышения (в среднем за год и в каждом из сезонов)

Регион	Год		Зима		Весна		Лето		Осень		
	vT	F%	vT	F%	vT	F%	vT	F%	vT	F%	
HadCRUT5 (суша+море)											
Земной шар	0.59	100	0.66	100	0.58	100	0.56	99.1	0.62	99.1	
Северное полушарие	0.78	100	0.82	100	0.77	100	0.76	100	0.81	99.1	
Южное полушарие	0.41	100	0.50	100	0.40	100	0.36	99.1	0.43	99.1	
Атлантика (15-70N)	0.76	100	0.63	100	0.70	100	0.91	99.1	0.72	99.1	
Тихий океан (20-65N)	0.69	100	0.66	100	0.51	98.2	0.68	99.1	0.91	100	
Широтные пояса	65-90N	1.02	97.3	1.06	95.6	0.41	89.4	0.38	92	1.13	97.3
	25-65N	0.97	100	0.88	99.1	0.88	100	1.00	100	1.12	99.1
	25S-25N	0.53	100	0.74	100	0.62	100	0.43	99.1	0.42	98.2
	65-25S	0.39	99.1	0.36	99.1	0.29	98.2	0.34	99.1	0.49	100
	90-65S	0.18	77.2	-0.43	22.5	-0.26	35.8	1.39	92.5	-0.29	58.7
T3288 (суша)											
Земной шар	0.93	100	0.96	98.2	0.90	100	0.79	100	1.03	99.1	
Северное полушарие	1.09	100	1.08	98.2	1.13	100	0.90	100	1.16	99.1	
Южное полушарие	0.53	100	0.67	100	0.34	96.5	0.51	99.1	0.73	100	
Северная Америка	1.49	100	2.43	100	1.33	100	0.95	99.1	1.68	100	
Евразия	1.11	100	0.60	92	1.09	99.1	1.06	100	1.30	99.1	
Южная Америка	0.61	99.1	0.99	100	0.57	98.2	0.50	97.3	1.07	100	
Африка	0.83	100	0.86	99.1	1.33	100	0.90	100	0.29	92.9	
Австралия	0.56	97.3	0.75	97.3	-0.41	52.2	0.37	92.9	1.04	99.1	
Антарктида	0.07	73.7	-0.83	15	0.03	53.7	1.32	92.5	-0.64	43.7	
Европа	1.44	100	0.88	85.8	1.23	98.2	1.45	99.1	1.73	100	
Азия	1.00	100	0.48	92	1.02	97.3	0.94	100	1.20	99.1	
CRUTEM5 (суша)											
Земной шар	0.89	100	0.92	98.2	0.85	100	0.78	99.1	1.00	99.1	
Северное полушарие	1.06	100	1.07	98.2	1.08	100	0.92	100	1.15	99.1	
Южное полушарие	0.55	100	0.64	100	0.40	98.2	0.51	99.1	0.71	100	
HadSST4 (море)											
Земной шар	0.50	100	0.56	100	0.49	100	0.50	99.1	0.50	99.1	
Северное полушарие	0.63	100	0.67	100	0.60	100	0.66	100	0.62	99.1	
Южное полушарие	0.39	100	0.47	100	0.40	100	0.33	99.1	0.38	99.1	

Условные обозначения.

1. vT, °C – наблюдаемая аномалия в 2024 году (базовый период 1991-2020 гг.);
2. F% – значение эмпирической функции распределения $F = \text{prob}(X \leq vT_{2024})$ по данным за 1911-2024 гг. (вероятность превышения)
3. Красным шрифтом выделены абсолютные максимумы (наибольшие из всех значений ряда за 1911-2024 гг.), синим - отрицательные аномалии.

Температурные рекорды и 5%-е экстремумы тепла (глобальные и региональные, в среднем по территории региона и за год) отмечались практически во всех рассмотренных регионах, кроме обоих полярных поясов, Австралии и Антарктиды (табл. 2.2). Из сезонов рекордно теплыми были: на суше – весна и лето в Северном полушарии, зима и осень – в Южном; на акваториях океанов – зима и весна в обоих полушариях, а в Северном полушарии – еще и лето. В целом для Земного шара (массив HadCRUT5, суша+море), рекордно теплыми были зима (0,66°C) и весна (0,58°C), а лето (0,56°C) и осень (0,62°C) – вторыми самыми теплыми.

Таблица 2.3 – Частотное распределение локальных среднегодовых аномалий по категориям в крупных регионах Земного шара по данным массивов HadCRUT5 и T3288, 2024 г.

Регион	NN- число боксов/ станций	Число значений в каждой категории (в % от NN)							
		Аномалии (отн. 1991-2020 гг.)			5%-е экстремумы холода/тепла		Абсолютные экстремумы		
		V < 0	V=0	V > 0	X ≤ P ₀₅	X ≥ P ₉₅	X = min	X = max	
HadCRUT5 (суша+море)									
ЗШ	1423	7,1	3,9	89,0	-	57,3	-	21,4	
СП	840	3,0	3,1	93,9	-	65,1	-	26,8	
ЮП	583	13,0	5,0	82,0	-	46,1	-	13,7	
АО, 15-70N	130	1,5	2,3	96,2	-	67,7	-	26,2	
ТО, 20-65N	148	2,0	1,4	96,6	-	81,1	-	41,2	
Широтные пояса	65-90N	68	10,3	2,9	86,8	-	36,8	-	4
	25-65N	500	2,8	3,4	93,8	-	64,0	-	23,8
	25S-25N	560	6,3	2,7	91,1	-	67,0	-	27,7
	65-25S	281	14,2	7,1	78,6	-	33,8	-	10,0
	90-65S	14	35,7	7,1	57,1	-	7	-	-
T3288 (только суша)									
ЗШ	2460	8,2	3,0	88,8	0,6	52,6	0,1	19,2	
СП	2089	6,0	2,1	91,9	0,0	55,5	-	20,2	
ЮП	371	20,5	8,1	71,4	3,5	36,4	0,8	13,5	
С. Америка	412	4,9	2,7	92,5	-	60,9	-	21,1	
Евразия	1471	6,5	1,8	91,7	0,1	53,8	-	19,2	
Ю. Америка	123	7,3	5,7	87,0	-	58,5	-	26,8	
Африка	120	2,5	5,0	92,5	-	56,7	-	15,8	
Австралия	137	36,5	9,5	54,0	8,0	18,2	2,2	2,9	
Антарктида	18	27,8	-	72,2	-	11,1	-	-	
Европа	539	6,5	1,5	92,0	-	68,6	-	23,9	
Азия	941	6,4	2,0	91,6	0,1	45,8	-	16,6	
Арктика, суша	146	7,5	3,4	89,0	-	28,1	-	2,7	

Условные обозначения.

1. V < 0, V=0, V > 0 – категории аномалий;
2. P₀₅, P₉₅ – 5-я и 95-я процентиля

Экстремально тепло было в течение всего года как на суше, так и на акваториях океанов. Все 12 месяцев (табл. 2.4, 2.5), в подавляющем большинстве регионов, пространственно осредненные аномалии оставались на одной из первых трех позиций в соответствующих, упорядоченных по убыванию, временных рядах с 1850 г. (ранг не выше третьего).

Детально частотное распределение локальных среднегодовых температуры в крупных регионах Земного шара представлено в таблице 2.3.

В 2024 году абсолютные максимумы чаще отмечались в Северном полушарии, чем в Южном, как в целом для суши и моря (73,8% всех экстремумов против 26,2%) так и отдельно для суши (89,4% всех экстремумов против 10,6%) (таблица 2.3а).

Таблица 2.3а– Частотное распределение локальных среднегодовых аномалий между полушариями по категориям их интенсивности и экстремальности, 2024 г. (по данным массивов HadCRUT5 и T3288)

Регион		Аномалии (отн. 1991-2020 гг.)			5%-е экстремумы холода/тепла		Абсолютные экстремумы	
		V < 0	V=0	V > 0	X ≤ P ₀₅	X ≥ P ₉₅	X = min	X = max
HadCRUT5 (суша+море)								
ЗШ (100%)	1423	101	55	1267	0	816	0	305
СП	59,0%	24,8%	47,3%	62,3%	-	67,0%	-	73,8%
ЮП	41,0%	75,2%	52,7%	37,7%	-	33,0%	-	26,2%
T3288 (только суша)								
ЗШ (100%)	2460	202	74	2184	14	1294	3	473
СП	84,9%	62,4%	59,5%	87,9%	7,1%	89,6%	-	89,4%
ЮП	15,1%	37,6%	40,5%	12,1%	92,9%	10,4%	100,0%	10,6%

Таблица 2.4 – Пространственно осредненные значения среднемесячных аномалий приземной температуры в 2024 г. и их ранги (в целом по Земному шару и полушариям)

Регион	Месяцы 2024 г.												Год I-XII
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
HadCRUT5 (суша+море)													
ЗШ	0,638 ₁	0,674 ₁	0,630 ₁	0,639 ₁	0,481 ₁	0,557 ₁	0,534 ₂	0,580 ₂	0,611 ₂	0,594 ₂	0,646 ₂	0,527 ₃	0,593 ₁
СП	0,754 ₂	0,831 ₂	0,790 ₂	0,871 ₁	0,639 ₁	0,775 ₁	0,749 ₁	0,753 ₂	0,804 ₂	0,755 ₂	0,859 ₂	0,739 ₃	0,777 ₁
ЮП	0,522 ₁	0,516 ₁	0,469 ₁	0,408 ₁	0,323 ₁	0,338 ₂	0,319 ₂	0,407 ₂	0,418 ₂	0,433 ₁	0,433 ₂	0,315 ₄	0,408 ₁
T3288 (суша)													
ЗШ	0,785 ₃	1,016 ₃	1,096 ₂	1,056 ₁	0,589 ₁	0,816 ₁	0,702 ₂	0,852 ₂	0,946 ₂	0,965 ₂	1,207 ₁	1,139 ₁	0,933 ₁
СП	0,862 ₃	1,106 ₃	1,263 ₂	1,378 ₁	0,741 ₁	0,918 ₁	0,917 ₁	0,875 ₂	1,031 ₂	1,022 ₂	1,443 ₁	1,364 ₁	1,087 ₁
ЮП	0,602 ₁	0,789 ₁	0,675 ₁	0,281 ₈	0,217 ₁₁	0,564 ₂	0,163 ₁₄	0,798 ₁	0,739 ₂	0,825 ₁	0,631 ₁	0,579 ₃	0,536 ₁
CRUTEM5 (суша)													
ЗШ	0,771 ₃	1,039 ₃	0,987 ₂	1,006 ₁	0,564 ₁	0,801 ₁	0,698 ₂	0,847 ₂	0,920 ₂	0,953 ₂	1,130 ₁	0,926 ₃	0,887 ₁
СП	0,861 ₃	1,162 ₃	1,135 ₃	1,359 ₁	0,741 ₁	0,966 ₁	0,920 ₁	0,876 ₂	0,995 ₂	1,046 ₂	1,397 ₁	1,200 ₂	1,055 ₁
ЮП	0,593 ₁	0,792 ₁	0,691 ₁	0,300 ₈	0,211 ₁₁	0,472 ₂	0,253 ₇	0,791 ₂	0,771 ₁	0,768 ₁	0,597 ₁	0,378 ₅	0,551 ₁
HadSST4 (море)													
ЗШ	0,598 ₁	0,543 ₁	0,490 ₁	0,503 ₁	0,488 ₁	0,480 ₁	0,499 ₂	0,507 ₂	0,512 ₂	0,483 ₂	0,503 ₂	0,424 ₃	0,502 ₁
СП	0,691 ₁	0,644 ₁	0,588 ₁	0,576 ₁	0,633 ₁	0,651 ₁	0,652 ₂	0,689 ₂	0,678 ₂	0,596 ₂	0,599 ₂	0,543 ₃	0,628 ₁
ЮП	0,517 ₁	0,456 ₁	0,404 ₂	0,439 ₁	0,352 ₁	0,320 ₂	0,345 ₂	0,326 ₂	0,356 ₂	0,372 ₁	0,415 ₁	0,316 ₄	0,385 ₁

Примечание. Нижними индексами показаны ранги в соответствующих упорядоченных по убыванию временных рядах (1911-2024 гг.). Красным цветом выделены абсолютные максимумы (ранг 1, жирный шрифт) и значения с рангами 2 и 3.

Таблица 2.5 – Регионально осредненные значения аномалий приземной температуры для континентов, северных частей Атлантического и Тихого океанов и основных широтных поясов Земного шара в 2024 г. (по месяцам и в среднем за год)

Регион	Месяцы 2024 г.												Год I-XII
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
<i>HadCRUT5 (суша+море)</i>													
АО,15-70 N	0,5₁	0,8₁	0,7₁	0,6₁	0,8₁	1,0₁	0,9 ₂	0,8 ₂	0,8 ₂	0,7₂	0,7₁	0,6₁	0,8₁
ТО,40-60N	0,6₁	0,5₁	0,5 ₃	0,5 ₂	0,5 ₄	0,6 ₄	0,7 ₂	0,8 ₄	0,9₁	1,0₁	0,8 ₂	0,8 ₂	0,7₁
65-90N	0,2 ₂₈	1,6 ₉	0,5 ₁₅	0,3 ₂₂	0,5 ₁₅	0,4 ₁₂	0,1 ₁₉	0,7 ₆	1,1₃	0,7 ₁₃	1,6 ₄	1,9₃	1,0 ₄
25-65N	0,7₃	0,9 ₄	0,9 ₄	1,1₁	0,7₁	1,0₁	1,0₁	1,0 ₂	1,1 ₂	1,0 ₂	1,3₁	1,1 ₂	1,0₁
25S-25N	0,8₁	0,7₁	0,7₁	0,6₁	0,5₁	0,4 ₂	0,4 ₂	0,5 ₂	0,4 ₃	0,4 ₃	0,4 ₄	0,3 ₈	0,5₁
65-25S	0,4₂	0,4₂	0,3 ₃	0,3 ₃	0,2 ₈	0,4 ₂	0,3 ₃	0,3₂	0,5₁	0,5₁	0,5₁	0,5 ₂	0,4 ₂
90-65S	-0,4₇₄	-0,4₆₅	0,2 ₃₁	-1,2₇₀	0,4 ₂₉	-0,5₄₃	1,6 ₁₀	3,1₁	-0,9₄₅	0,5 ₁₆	-0,5₄₆	0,6 ₅	0,2 ₁₉
<i>T3288 (суша)</i>													
С. Америка	0,8 ₁₉	2,8₁	1,4 ₇	1,6 ₄	1,1 ₄	0,9 ₂	1,0 ₂	0,9 ₃	1,7₁	1,7 ₄	1,6 ₃	2,4 ₂	1,5₁
Евразия	0,7 ₁₀	0,4 ₁₇	1,3 ₁₀	1,5₁	0,4 ₁₀	1,1₁	1,1₁	1,0 ₂	1,1 ₂	0,9 ₂	1,9₁	1,7 ₃	1,1₁
Ю. Америка	1,0₁	1,2₁	1,3 ₂	1,0₁	-0,3 ₆₂	1,2 ₂	0,1 ₃₄	0,4 ₁₆	1,5₁	1,2₁	0,6 ₄	0,1 ₁₇	0,6 ₂
Африка	1,2 ₂	1,0 ₂	1,5₁	1,0 ₂	1,4₁	1,3₁	0,7 ₂	0,6 ₃	0,3 ₁₀	0,3 ₁₁	0,4 ₈	0,4 ₁₁	0,8₁
Австралия	0,4 ₁₆	0,8 ₉	0,5 ₂₀	-1,5₉₈	0,1 ₃₀	-0,2₄₇	-0,5₅₈	1,9₂	0,7 ₅	1,5₃	0,9 ₉	1,2 ₅	0,6 ₄
Антарктида	-1,2₇₅	-0,8₅₇	0,5 ₂₁	-1,7₆₇	1,3 ₁₈	0,5 ₂₃	1,2 ₁₈	2,3 ₄	-1,3₅₇	0,1 ₃₄	-0,7₅₆	0,6 ₁₈	0,1 ₂₃
Европа	-0,6₄₉	2,6 ₈	2,0 ₇	1,9₁	-0,2₃₄	1,6 ₃	1,4 ₃	1,4 ₃	2,4 ₂	1,3 ₄	1,4 ₁₁	2,1 ₇	1,4₁
Азия	1,1 ₇	-0,2₃₀	1,1 ₁₁	1,3 ₂	0,6 ₆	0,9₁	1,0₁	0,9 ₂	0,7 ₅	0,8 ₃	2,1₁	1,6 ₅	1,0₁

Примечание. См. примечание к табл. 2.4

Сезонные особенности распределения аномалий. Пространственные распределения сезонных аномалий приведены на рисунке 2.2 по данным с учетом (HadCRUT5, суша+море) и без учета (T3288, только суша) океанов, а их числовые обобщения – в таблице 2.6. На рисунках 2.3а-в они детализируются для каждого месяца, но только по данным над континентами (T3288, данные ИГКЭ). Там же дается краткая характеристика каждого сезона, также только на суше (по данным T3288, ИГКЭ и CRUTEM5, Hadley/CRU).

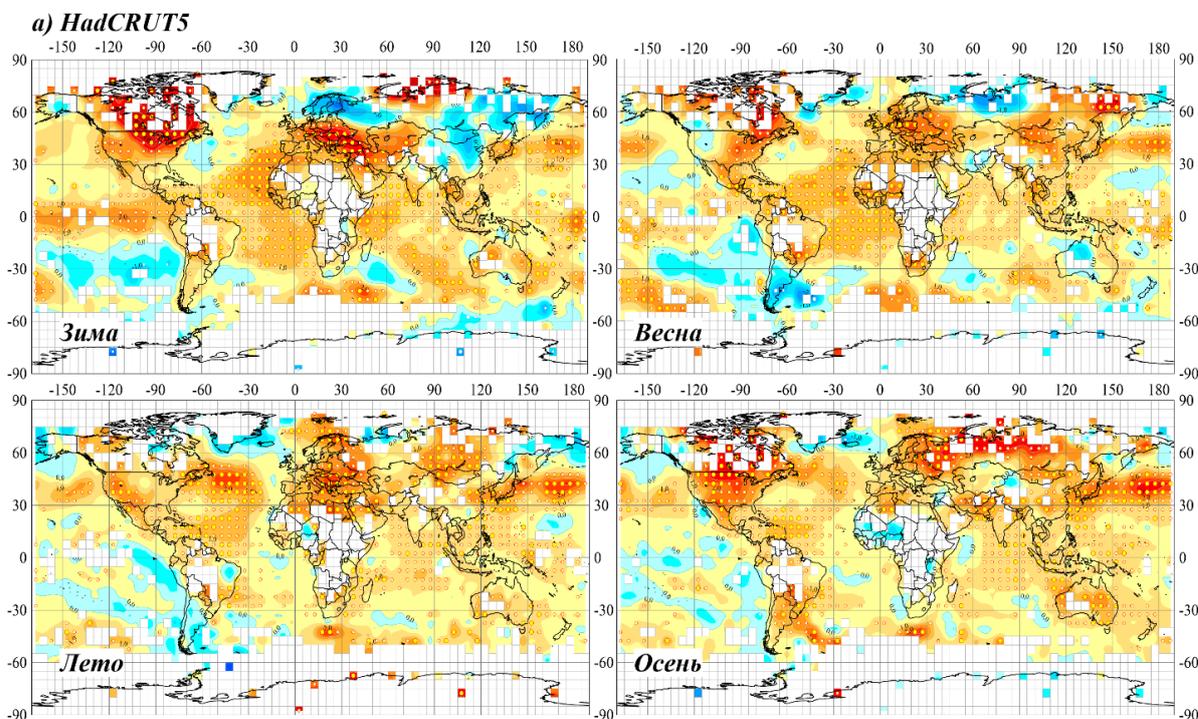
Зима 2023/24 гг. (рис.2.2, 2.3а, только суша) – рекордно теплый зимний сезон в истории наблюдений в Южном полушарии и третий из самых теплых – в Северном полушарии и интегрально, по Земному шару. В Северной Америке и Южной Америке температура выше 95-го перцентиля (5%-экстремумы тепла) отмечены на 34,5, 35,0 станций. В этих регионах, как и глобально (ЗШ, СП, ЮП), установлены новые сезонные и месячные рекорды (кроме января в Северной Америке).

Отрицательные аномалии наблюдались на континентах: Антарктида (в среднем за сезон и в каждом зимнем месяце), Европа (только в январе), Азия (только в феврале).

Весна 2024 г. (рис. 2.2, 2.3а, только суша), напротив, самой теплой (с 1850 г.) стала в целом по Земному шару и Северному полушарию, а в Южном полушарии оказалась лишь третьей/пятой (по данным T3288/CRUTEM5). Крупные области 5%-х экстремумов тепла

охватили в этом сезоне более 40% станций Южной Америки, около 30% станций Европы, Африки и Азии, а также треть станций Антарктиды.

Области отрицательных аномалий, отмечены, в основном, в азиатской части России и на континентах Южного полушария (Австралия, Южная Америка, Антарктида). Наиболее холодные месяцы (в целом по региону): апрель в Австралии и Антарктиде (аномалия $-1,5$, $-1,7$ °C) и май в Европе ($-0,2$ °C).



Сезонные аномалии отн. 1991-2020, °C: 2024 г.

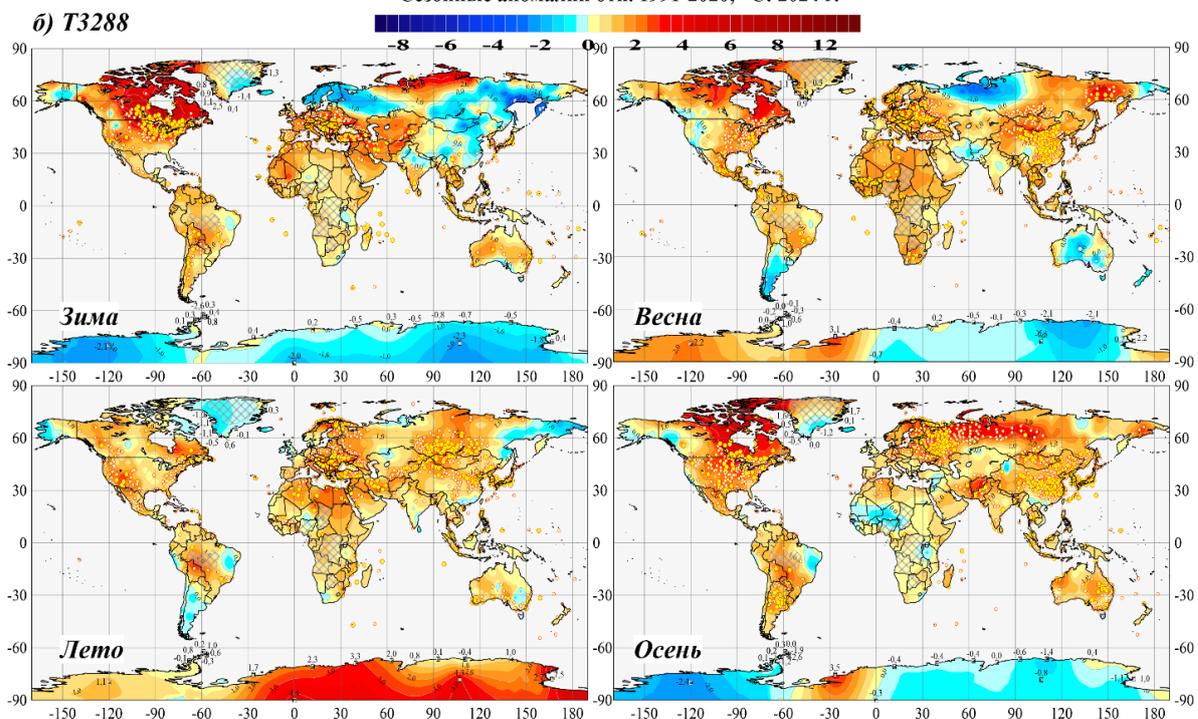


Рисунок 2.2 – См. рис. 2.1, но для сезонных аномалий 2024 г.: а) по сеточным данным HadCRUT5 (суша+море, Hadley/CRU); б) по данным наземных станций T3288 (только суша, ИГКЭ)

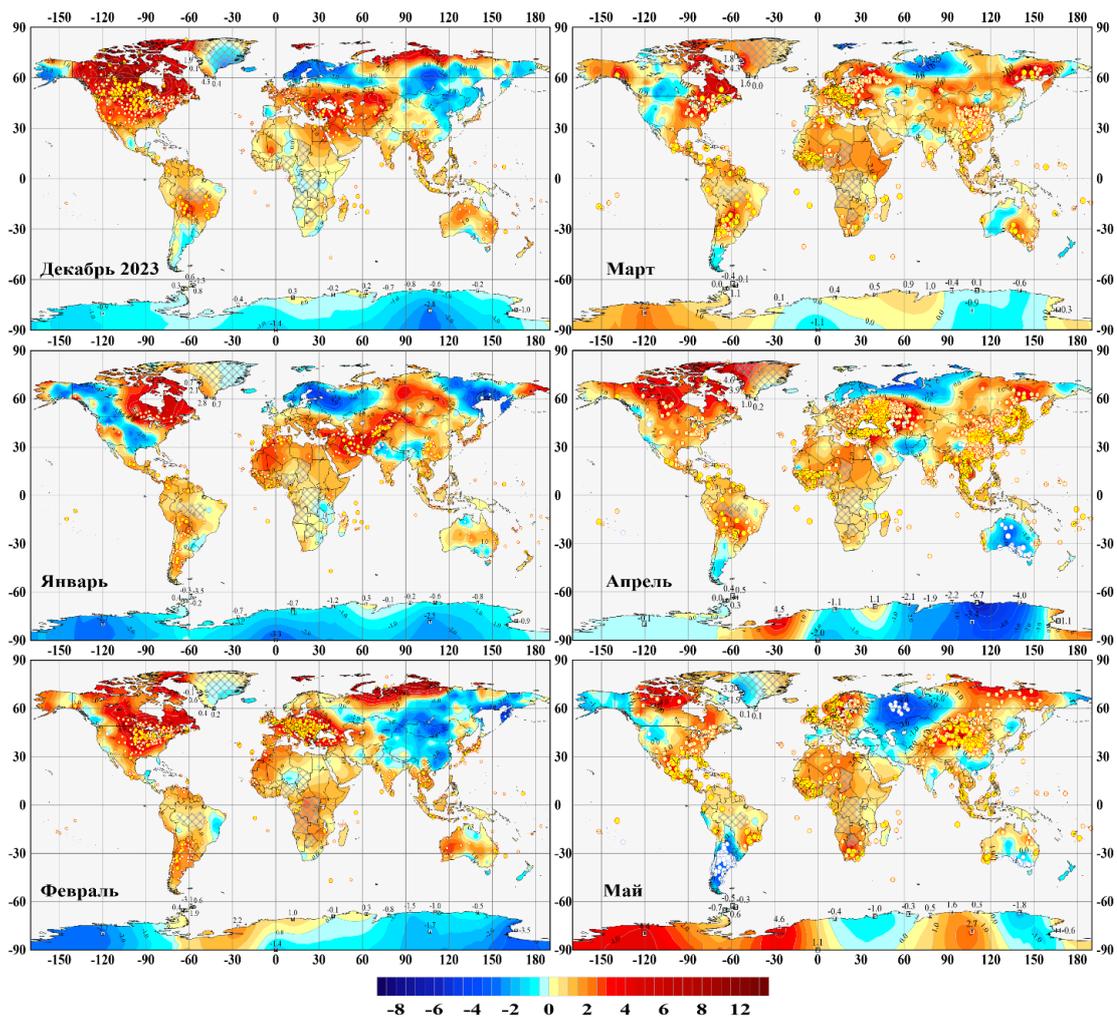


Рисунок 2.3а – См. рис. 2.2, но для аномалий зимних и весенних месяцев и только по территории континентов (по данным T3288, только суша, °C)

Лето 2024 г. (2.2, 2.3б, только суша), как и весна, оказалось рекордно теплым для Северного полушария и Земного шара, а для Южного полушария – вторым из самых теплых (для суши Земного шара, по данным CRUTEM5, также вторым). Новые рекорды (абсолютные максимумы), сезонные и/или в отдельные месяцы, установлены в Африке, Азии и (как следствие) в Евразии. На всех континентах, (кроме Антарктиды) 5%-е экстремумы тепла отмечались на более 20% станций всех континентов (кроме Антарктиды).

Области отрицательных аномалий, небольшие по охвату и интенсивности, также отмечены на всех континентах, в том числе экстремальные (значения ниже 5-го перцентиля). Наблюдались они, в основном, в Австралии (в июне-июле до 10% станций).

Осень 2024 г. (рис. 2.2, 2.3б, только суша) – второй самый теплый осенний сезон в истории наблюдений для суши Земного шара и Северного полушария, но рекордно теплый для Южного полушария (согласованно, по данным T3288 и CRUTEM5).

Региональные (в среднем по территории континента) температурные рекорды, сезонные и в отдельные месяцы, перекрыты в Северной и Южной Америках и в Европе

(только сезонные), в Азии – только в ноябре. На всех континентах, кроме Антарктиды, 5%-е экстремумы тепла отмечены более, чем на 36% станций.

Локализация наиболее крупных аномалий, положительных и отрицательных, их интенсивность и площадь охвата, от месяца к месяцу существенно менялись. Так, в течение всего сезона, большая часть территории Северной и Южной Америк была охвачена 5%-ми экстремумами тепла, но к ноябрю, на западном побережье Северной Америки сформировалась обширная область отрицательных аномалий и заметно снизилась интенсивность очагов тепла в Южной Америке. Изменилась и ситуация в восточном полушарии, где сразу на трех континентах (Евразия, Африка и Австралия) в сентябре сформировалась очень обширная область экстремально теплых условий (температура выше 95-го перцентиля), разорванная надвое вытянувшейся полосой отрицательных аномалий в азиатском секторе (в Центральной Азии – экстремально холодных). Еще одна область холода охватила северо-западную территорию Африки, Британские о-ва и юг Австралии. К ноябрю здесь один мощный очаг холода охватил весь сектор от 60° до 110° в.д., включая средиземноморский регион. В Антарктиде отрицательные аномалии преобладали в сентябре и ноябре.

Таблица 2.6 – Частотное распределение локальных сезонных аномалий в 2024 г. в крупных регионах Земного шара по данным массивов HadCRUT5 и T3288

Регион	NN- число боксов/ станций	Доля значений в каждой категории (в % от NN)								
		Зима		Весна		Лето		Осень		
		X≤P ₀₅	X≥P ₉₅	X≤P ₀₅	X≥P ₉₅	X≤P ₀₅	X≥P ₉₅	X≤P ₀₅	X≥P ₉₅	
HadCRUT5 (суша+море)										
ЗШ	1423	0,7	46,1	0,6	45,7	0,1	43,3	0,2	44,9	
СП	840	0,1	46,0	0,2	48,3	-	52,5	0,2	53,5	
ЮП	583	1,5	46,3	1,0	41,9	0,2	30,0	0,2	32,6	
АО, 15-70N	130	-	37,7	1,5	52,3	-	60,8	0,0	53,8	
ТО, 20-65N	148	-	62,8	-	58,1	0,0	69,6	0,0	62,2	
Широтные пояса	65-90N	68	1	25,0	1,5	14,7	-	38,2	1,5	47,1
	25-65N	500	-	35,4	0,2	41,8	-	50,6	0,0	53,6
	25S-25N	560	-	66,4	0,2	61,1	-	46,3	0,2	44,5
	65-25S	281	2	32,0	1,4	31,7	0,4	26,3	0,4	31,7
	90-65S	14	29	-	7,1	-	-	29	0,0	7,1
T3288 (только суша)										
ЗШ	2460	1,1	14,3	1,3	23,7	0,7	37,6	0,7	50,6	
СП	2089	0,2	13,9	0,4	23,9	0,4	36,8	0,4	52,8	
ЮП	371	6,2	16,2	6,5	22,4	1,9	41,8	1,9	38,3	
С. Америка	412	0,2	34,5	0,5	9,0	1,0	36,9	0,7	36,2	
Евразия	1471	0,2	8,3	0,3	26,6	0,3	34,6	0,4	55,4	
Ю. Америка	123	0,8	35,0	-	41,5	-	46,3	3,3	43,9	
Африка	120	-	17,5	0,8	28,3	-	51,7	-	71,7	
Австралия	137	13,9	0,7	16,8	3,6	4,4	51,1	1,5	38,0	
Антарктида	18	5,6	16,7	-	33,3	5,6	5,6	-	5,6	
Европа	539	-	15,0	0,2	22,4	-	24,1	0,7	55,5	
Азия	941	0,3	4,4	0,4	29,0	0,5	40,5	0,2	55,6	
Арктика, суша	146	-	11,0	-	8,9	-	37,7	0,7	28,8	

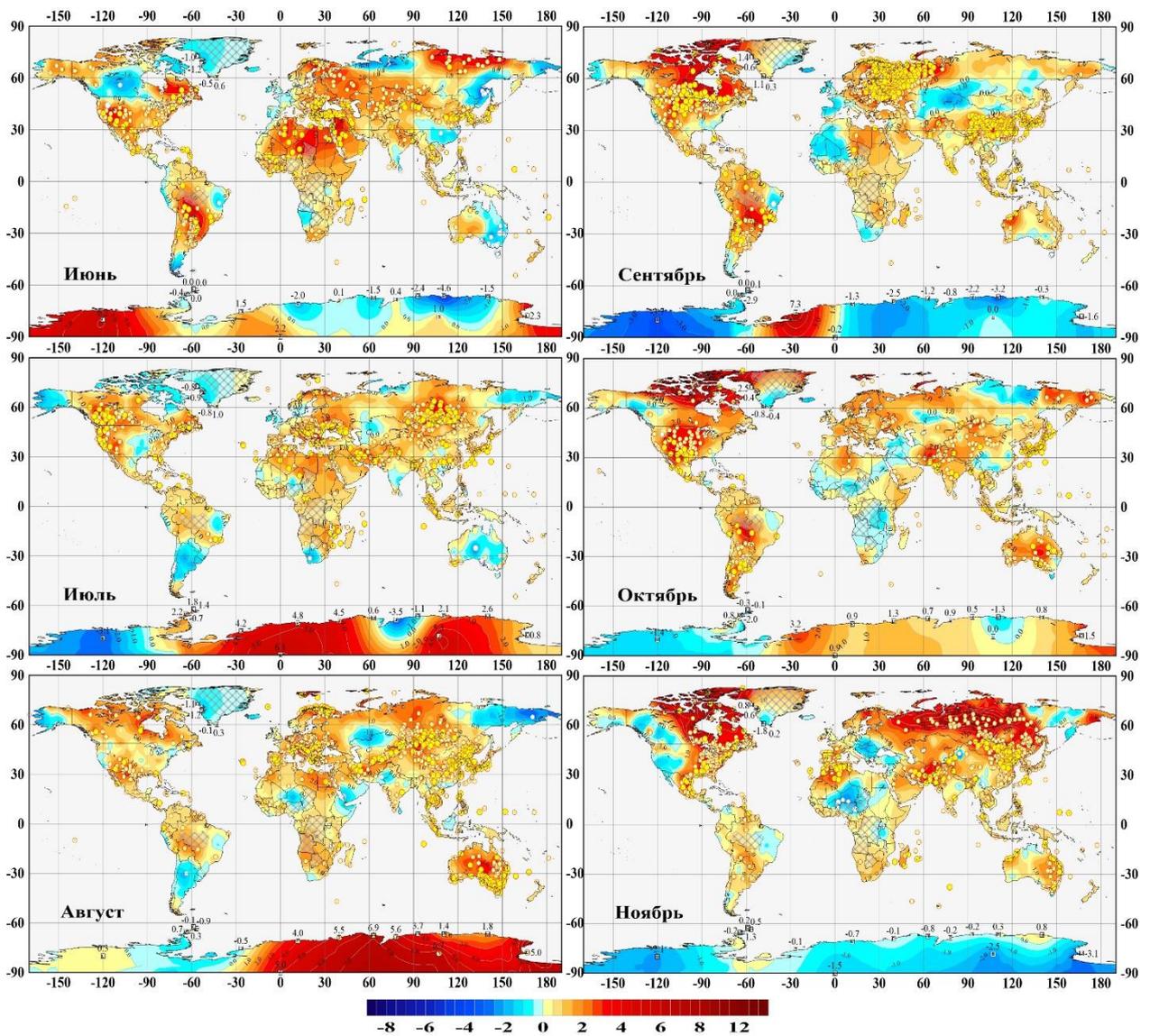


Рисунок 2.3б – См. рис. 2.3а, но для аномалий летних и осенних месяцев

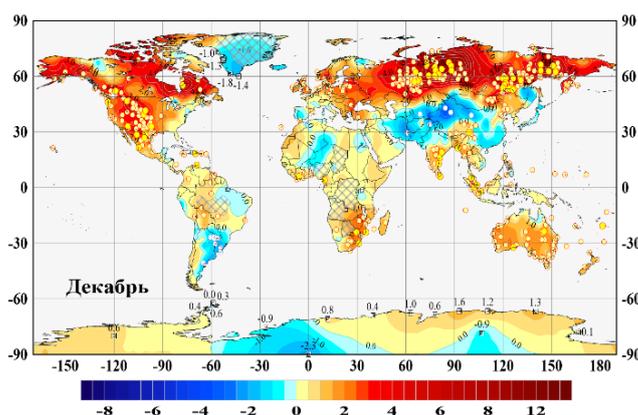


Рисунок 2.3в – См. рис. 2.3а, но для декабря 2024 г. (T3288, °C)

Декабрь 2024 г. (рис. 2.3в). В упорядоченном по убыванию временном ряду декабрьских температур, осредненных в целом по Земному шару (данные HadCRUT5, суша+море), декабрь 2024 г. занял 3-е место (аномалия $+0,527^{\circ}\text{C}$). Без учета океанов аномалия составила $+1,13/0,926^{\circ}\text{C}$, (ранг по данным T3288 равен 1, CRUTEM5 - 3). Наиболее теплые условия сложились: в Северной Америке, на севере Евразии, в Австралии и на юге Африки.

Области отрицательных аномалий в декабре – Центральная и Восточная Азия, Гренландия, Аргентина, Западная Африка, юг и северо-восток Северной Америки.

3. КРУПНОМАСШТАБНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ИЗМЕНЕНИЯ ПРИЗЕМНОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ ЗЕМНОГО ШАРА ЗА ПЕРИОД ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫХ НАБЛЮДЕНИЙ, 1850-2024 гг.

Межгодовые и межмесячные изменения глобальной температуры. На рис. 3.1 представлены межгодовые (по вертикали) и межмесячные (по горизонтали) изменения глобально осредненных аномалий приповерхностной температуры (для Земного шара и полушарий) на протяжении всего периода инструментальных наблюдений (с 1850 года).

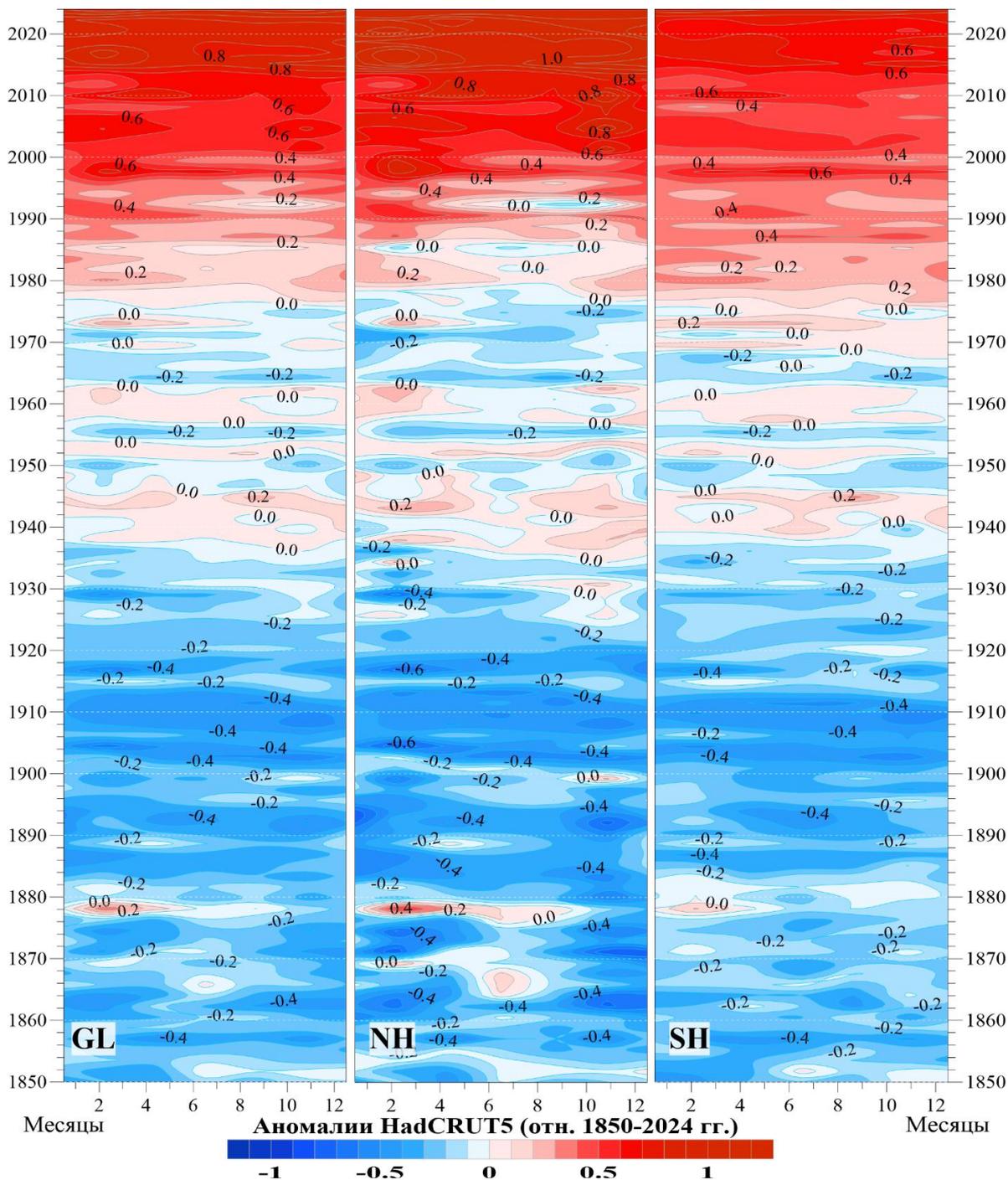


Рисунок 3.1 – Изменение аномалий среднемесячной приповерхностной температуры, осредненной по всей территории (суша+море) Земного шара (GL), Северного (NH) и Южного (SH) полушарий, с января 1850 г. по декабрь 2024 г. (по данным HadCRUT5, Hadley/CRU, UK). Аномалии выражены в отклонениях от средней за 1850-2024 гг.

Можно видеть, что начало современного глобального потепления в Южном полушарии относится к началу 1970-х, а в Северном – к началу 1990-х. Особенно активным оно стало с середины 1990-х и наиболее ярко проявляется в Северном полушарии, особенно после 2010 года. В 2015-2024 гг. аномалии (относительно 1850-2024 гг.) колеблются в интервале 0,7-1,5°C в Северном полушарии и 0,6-0,9°C в Южном.

Широтно-долготные разрезы. На рисунке 3.2 можно проследить зональные и меридиональные особенности изменения температурного режима последних лет (2014-2024 гг.), от месяца к месяцу.

Меридиональный профиль (рис. 2а) позволяет проследить изменение режима температуры океанов и континентов в умеренных широтах Северного полушария (40-60°с.ш.), от 180° з.д. до 180° в.д., то есть от восточного до западного сектора Тихого океана, через территорию США, Северную Атлантику и Евразию.

Представленный период отличается холодными аномалиями в Атлантике вплоть до июля 2021 и теплыми – в Тихом океане (за исключением 2017_I - 2017_{VIII} - в восточном секторе Тихого океана преобладали отрицательные аномалии и 2018_{IX} – 2019_{XII} - в западном секторе преобладали отрицательные аномалии). На материках просматривается чередование положительных и отрицательных аномалий, их расположение меняется от месяца к месяцу. Хорошо просматривается область крупных положительных аномалий над Евразией с 2019_{XII} по 2020_{IV}

В 2024 году, в умеренных широтах Северного полушария (рис. 3.2а) преобладали крупные положительные аномалии. Крупные отрицательные аномалии просматриваются лишь в Северной Америке в январе, марте, мае в секторе 110W-130W; а в Евразии – в январе в секторах 40E - 50E и 130E - 140E, феврале в секторе 60E - 120E, в мае в секторе 30E - 70E, в сентябре в секторе 60E - 80E. Небольшие отрицательные аномалии просматриваются в восточном секторе Тихого океана и на Аляске в июне-июле и сентябре-ноябре.

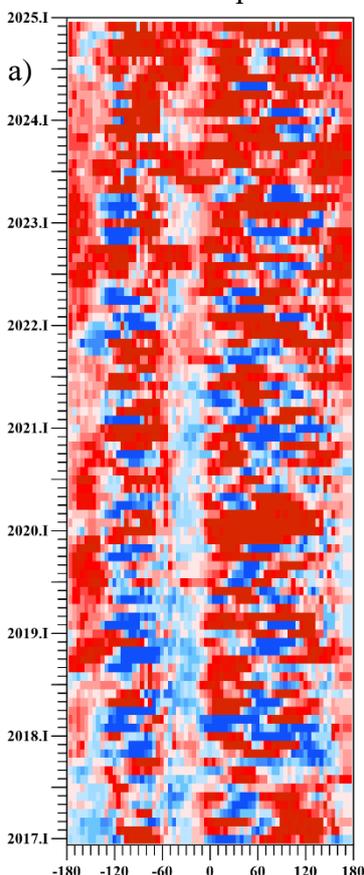
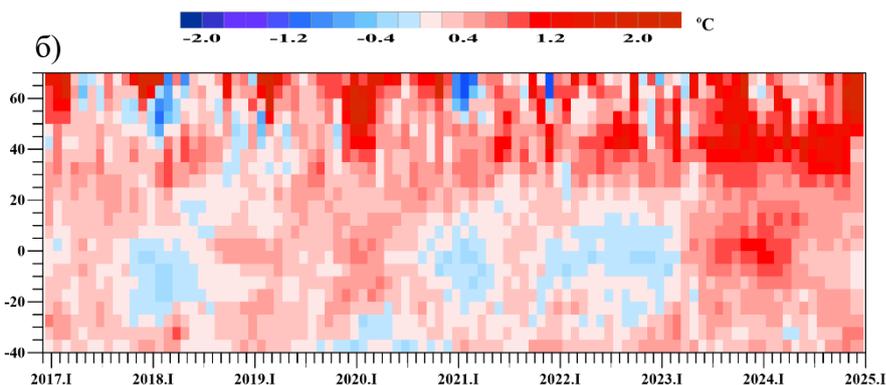


Рисунок 3.2 – Изменение во времени меридиональных (а, слева) и зональных (б, внизу) профилей аномалии приповерхностной температуры (январь 2017 - декабрь 2024 г.)

Расчет выполнен по сеточным данным Hadley/CRU (HadCRUT5, суша+море), приведенным к базовому периоду 1991-2020 гг. Зональные профили получены осреднением данных вдоль всего широтного круга, а меридиональные – внутри широтного пояса 40-60° с.ш.



Зональные профили (рис. 3.2, справа) четко указывают на заметное понижение температуры в тропическом поясе в первой половине 2018 г. (не получивший развития Ла-Нинья); затем – короткое потепление в 2020 г. (особенно в северных широтах) и новое похолодание в тропическом поясе, на этот раз длительное, вплоть до марта 2023. Это – трехлетний эпизод Ла-Нинья (за последние 50 лет таких было всего три), сменившийся общим потеплением, особенно заметным в приэкваториальных (развитие Эль-Ниньо с июня 2023 г. по май 2024 г.) и умеренных широтах. С июня потепление в тропическом поясе ослабевает (нейтральные условия ENSO).

Временные ряды глобально осредненной температуры (рис. 3.3). Интегральную оценку интенсивности наблюдаемых крупномасштабных изменений приземной температуры дают глобально осредненные временные ряды для территории Земного шара и обоих полушарий и рассчитанные по ним коэффициенты линейного тренда.

В таблице 3.1 приведены значения коэффициентов тренда (°C/10 лет) за два периода, 1976-2024 и 1925-2024, для всех 12 глобальных рядов (по 4 наборам данных для трех глобальных территорий), а сами ряды представлены на рис. 3.3 (только для T3288).

Таблица 3.1 - Коэффициенты линейного тренда (°C/10 лет) глобальных временных рядов приземной температуры за 1976-2024 гг. и 1925-2024 гг., в среднем за год и по сезонам

Регион	1976-2024					1925-2024				
	Год	Зима	Весна	Лето	Осень	Год	Зима	Весна	Лето	Осень
HadCRUT5 (суша+море)										
Земной шар	0,193	0,181	0,194	0,198	0,199	0,107	0,110	0,114	0,103	0,101
Северное полушарие	0,263	0,244	0,260	0,271	0,278	0,119	0,124	0,129	0,114	0,110
Южное полушарие	0,122	0,117	0,129	0,125	0,121	0,122	0,096	0,099	0,091	0,093
T3288-ИГКЭ (суша)										
Земной шар	0,301	0,289	0,305	0,283	0,322	0,144	0,155	0,166	0,124	0,121
Северное полушарие	0,358	0,347	0,378	0,328	0,372	0,160	0,179	0,190	0,130	0,127
Южное полушарие	0,168	0,154	0,136	0,179	0,209	0,099	0,106	0,095	0,113	0,107
CRUTEM5 (суша)										
Земной шар	0,296	0,289	0,296	0,283	0,313	0,141	0,163	0,159	0,123	0,127
Северное полушарие	0,354	0,353	0,369	0,329	0,361	0,156	0,188	0,185	0,131	0,130
Южное полушарие	0,179	0,161	0,149	0,192	0,216	0,111	0,091	0,107	0,100	0,120
HadSST4 (море)										
Земной шар	0,157	0,140	0,151	0,172	0,164	0,091	0,086	0,091	0,095	0,090
Северное полушарие	0,205	0,174	0,178	0,239	0,230	0,093	0,080	0,086	0,107	0,098
Южное полушарие	0,111	0,111	0,127	0,109	0,100	0,091	0,094	0,097	0,086	0,087

Отметим дополнительно, что приведенные здесь оценки тренда за 1976-2024 гг., в сравнении с аналогичными оценками за 1976-2023 гг.⁶⁾, увеличились: на 0,001-0,029°C/10 лет. При этом увеличение оценок (более 0,010°C/10 лет) произошло, в летний и осенний (особенно) сезоны, а в зимний и весенний периоды увеличение оценок незначительное, в большинстве случаев не более 0,010°C/10 лет.

⁶⁾ Аналогичные оценки за 1976-2023 гг. доступны на сайте ИГКЭ в годовом обзоре «2023. Изменение климата Земного шара: год (январь-декабрь)»: <http://www.igce.ru/climatechange/monitoring-world/>

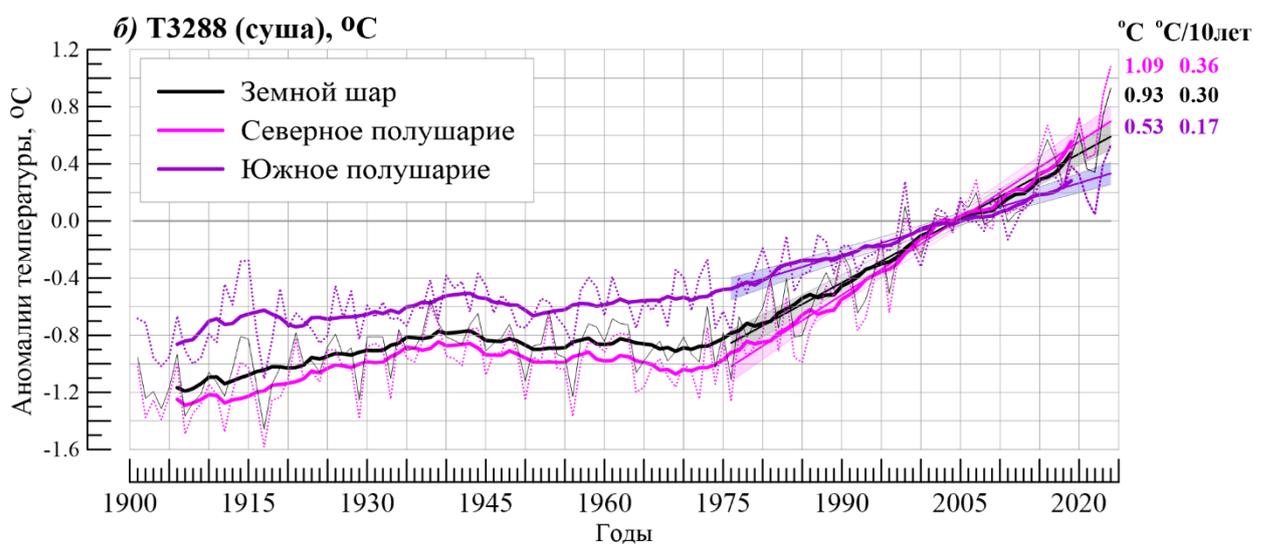
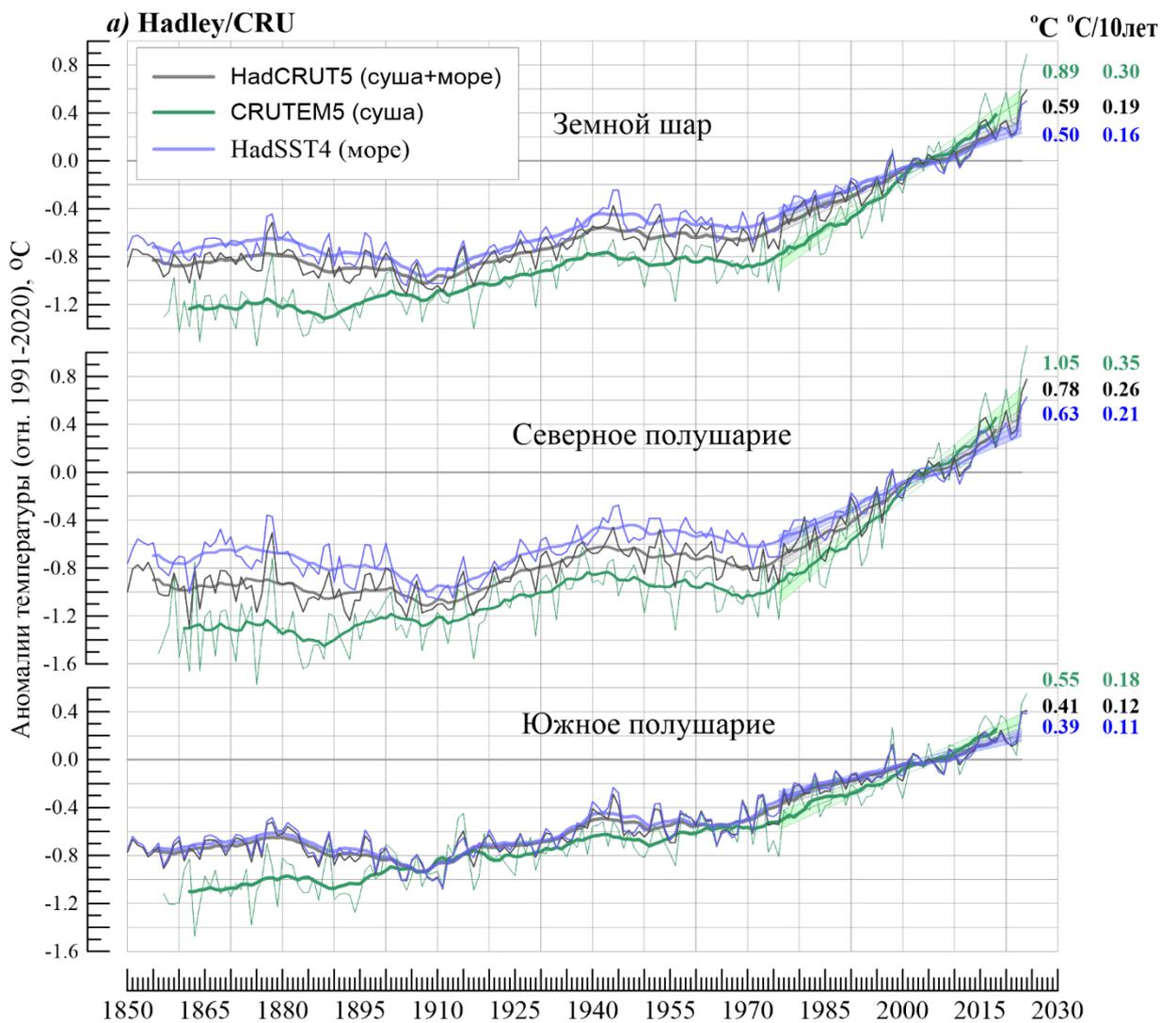


Рисунок 3.3 – Временные ряды среднегодовых аномалий приземной температуры, осредненных по территории Земного шара, Северного и Южного полушарий:
 а) по данным Hadley/CRU: HadCRUT5 (суша+море), CRUTEM5 (суша), HadSST4 (море)
 б) по данным ИГКЭ: T3288 (суша)

Для всех рядов показан ход 11-летних скользящих средних и линейный тренд за 1976-2024 гг. с 95% доверительным интервалом. Справа приведены числовые значения среднегодовых аномалий в 2024 г. и значения коэффициентов линейного тренда за 1976-2024 гг. (°C/10лет).

Для сравнения интенсивности (средней скорости) потепления в разных группах данных, в таблице 3.2 приведены показатели k_1 - k_3 , рассчитанные как отношение соответствующих коэффициентов тренда глобальных температур (см. первый столбец табл. 3.2). Эти показатели количественно уточняют выводы, основанные на визуальном сопоставлении глобальных временных рядов (рис. 3.3) и оценок трендов (табл. 3.1).

Таблица 3.2 – Сравнение средней скорости глобального потепления у поверхности Земного шара в разных группах данных

	Показатель	1976-2024						1925-2024							
		ЗШ		СП		ЮП		ЗШ		СП		ЮП			
k_1	$b_{T3288}/b_{HadSST4}$	1,9	2,1	1,7	2,0	1,5	1,4	1,6	1,9	1,7	2,4	1,1	1,0		
			2,0		2,1		1,1		1,8		2,2		1,0		
			1,6		1,4		1,6		1,3		1,2		1,2		
			2,0		1,6		2,2		1,4		1,3		1,4		
	$b_{CRUTEM5}/b_{HadSST4}$	1,9	2,1	1,7	2,0	1,6	1,5	1,6	1,8	1,7	2,2	1,2	1,1		
			2,0		2,1		1,2		1,8		2,2		1,1		
			1,6		1,4		1,8		1,3		1,2		1,3		
			1,9		1,6		2,2		1,4		1,3		1,4		
k_2	$b_{СП}/b_{ЮП}$	1976-2024						1925-2024							
		T3288		CRUTEM		HadSST		T3288		CRUTEM		HadSST			
		2,1	2,3	2,0	2,2	1,8	1,6	1,6	2,1	1,4	1,7	1,0	0,9		
			2,8		2,5		1,4		2,0		1,7		0,9		
			1,8		1,7		2,2		1,3		1,2		1,2		
			1,8		1,7		2,3		1,2		1,1		1,1		
		k_3	$b_{1976-2024}/b_{1925-2024}$	СП						ЮП					
				T3288		CRUTEM		HadSST		T3288		CRUTEM		HadSST	
2,2	1,9			2,3	2,0	2,2	2,2	1,7	1,7	1,6	1,5	1,2	1,2		
	2,0				2,0		2,1		1,4		1,4		1,3		
	2,5				2,5		2,2		1,8		1,7		1,3		
	3,0				2,8		2,4		2,0		1,8		1,2		

Примечание. Жирным шрифтом выделены значения «годовых» показателей k_1 - k_3 (получены как отношение соответствующих коэффициентов тренда среднегодовых глобальных температур); правее приведены «сезонные» показатели (сверху вниз: зима-весна-лето-осень)

Из этих оценок видно, что:

- При глобальном рассмотрении (в целом по всей территории Земного шара и за год) современное приповерхностное потепление на суше протекает в полтора-два раза активнее, чем на поверхности океанов ($k_1=1,5-1,9$) и в Северном полушарии вдвое интенсивнее, чем в Южном ($k_2=1,8-2,1$).
- В Северном полушарии более чем вдвое ускорилось в сравнении со 100-летним и на суше, и на акваториях океанов ($k_3=2,2-2,3$), а в Южном – на поверхности океанов ускорение очень незначительно ($k_3=1,2$), а над сушей значительно слабее, чем в Северном ($k_3=1,6-1,7$ против 2,2-2,3).

4. ВРЕМЕННЫЕ РЯДЫ РЕГИОНАЛЬНО ОСРЕДНЕННЫХ АНОМАЛИЙ ПРИЗЕМНОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ, 1911-2024 гг.

Временные ряды (рис. 4.1, 4.2, 4.3) регионально осредненных данных рассчитаны по методике ИГКЭ, по сеточным данным HadCRUT5 (для пяти широтных поясов и северных частей Атлантического и Тихого океанов) и по данным станционных наблюдений T3288 (для шести континентов и отдельно для Европы, Азии и суши Арктики). Данные до 1911 г. не приводятся, т.к. представляются недостаточно полными и надежными (особенно над океанами). На всех временных рядах показаны тренды за период 1976-2024 гг., условно принятый за период современного глобального потепления. Числовые оценки трендов приведены в таблицах 4.1, 4.2.

Оценки тренда в таблицах 3.1, 4.1 уверенно (с доверительной вероятностью не ниже 99%) указывают на тенденцию к потеплению глобального климата во все сезоны, в целом по Земному шару и полушариям, а также в среднем по территории всех рассмотренных крупных регионов, кроме Южной полярной области. В антарктическом поясе (и в Антарктиде) оценки указывают на статистически значимое потепление только осенью, тогда как в остальные три сезона в Антарктиде они статистически не значимы даже на 10%-м уровне, а в арктическом поясе тренды статистически не значимы на 10%-м уровне весной. Зимой и весной в этих регионах оценки указывают еще и на тенденцию к похолоданию.

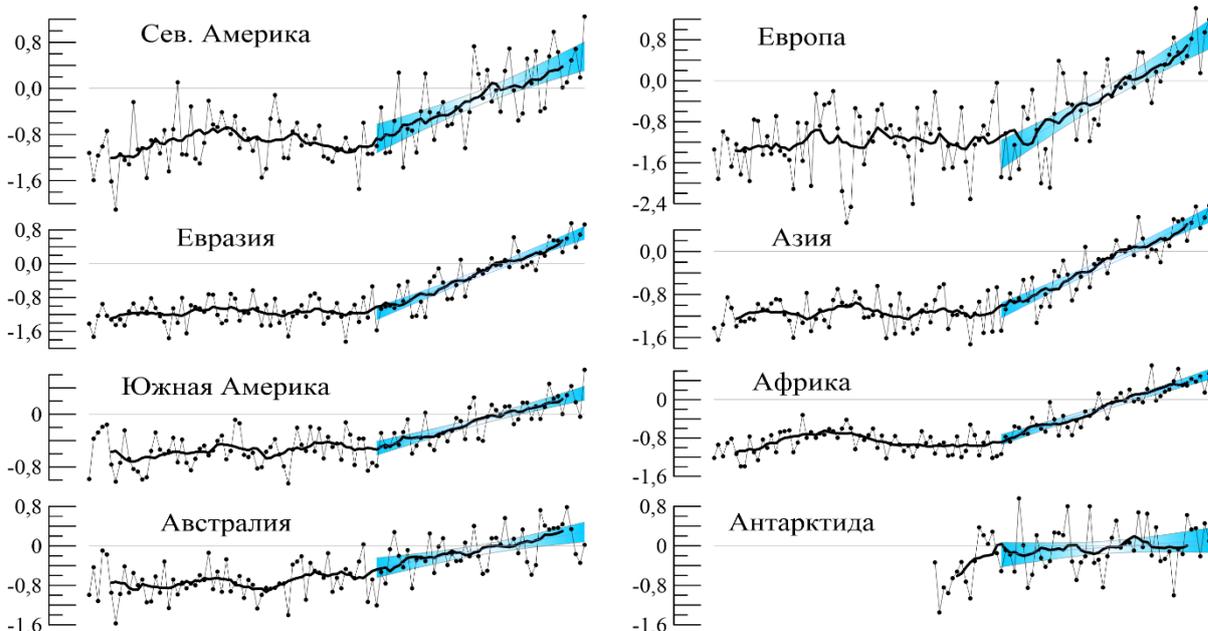
Таблица 4.1 – Коэффициенты линейного тренда (1976-2024 гг., °C/10 лет) регионально осредненных аномалий приземной температуры (в целом за год и по сезонам)

Регион	Год	Зима	Весна	Лето	Осень
<i>HadCRUT5 (суша+море)</i>					
Атлантика (15-70N)	0,219	0,211	0,192	0,234	0,244
Тихий океан (20-65N)	0,220	0,175	0,181	0,264	0,258
Арктический пояс (65-90N)	0,562	0,529	0,602	0,424	0,611
Умеренный пояс СП (25-65N)	0,318	0,283	0,311	0,340	0,337
Тропики (25S-25N)	0,157	0,152	0,157	0,159	0,156
Умеренный пояс ЮП (65-25S)	0,137	0,117	0,131	0,123	0,119
Антарктический пояс (90-65S)	*0,105	*-0,066	-0,001	**0,191	0,275
<i>T3288 (суша)</i>					
Северная Америка	0,327	0,421	0,186	0,303	0,383
Евразия	0,413	0,343	0,509	0,386	0,404
Южная Америка	0,184	0,178	0,137	0,178	0,248
Африка	0,296	0,267	0,342	0,293	0,292
Австралия	0,161	*0,125	0,086	0,163	0,247
Антарктида	0,061	-0,064	-0,008	0,111	0,193
Европа	0,510	0,560	0,436	0,541	0,487
Азия	0,385	0,283	0,528	0,342	0,380
Арктика (суша)	0,327	0,421	0,186	0,303	0,383

Примечание. Оценки, статистически значимые на 1% уровне ($\alpha \leq 1\%$), приведены без выделения. Символом (*) выделены оценки с 5%-м уровнем значимости $1\% < \alpha \leq 5\%$, символом (**) – с 10%-м уровнем $5\% < \alpha \leq 10\%$. Затенены значения, не значимые даже на 10%-м уровне (высокая вероятность «ложного» тренда) т.е. отсутствия ненулевого тренда любого знака). Шрифтом синего цвета выделены отрицательные значения коэффициентов тренда (тенденция к похолоданию).

Регион наиболее интенсивного потепления – арктический широтный пояс (суша+море), где оценки колеблются от $+0,424^{\circ}\text{C}/10$ лет (летом) до $+0,611^{\circ}\text{C}/10$ лет (осенью). Из континентов выделяется Евразия – тренд в среднем за год $0,413^{\circ}\text{C}/10$ лет, весной $0,509^{\circ}\text{C}/10$ лет. В Европе наиболее интенсивно потепление зимних и летних сезонов ($0,560$ и $0,541^{\circ}\text{C}/10$ лет), в Азии – весенних ($0,528^{\circ}\text{C}/10$ лет). Наименее выражено потепление на континентах Южного полушария: в Антарктиде, Австралии и Южной Америке ($0,061$, $0,161$ и $0,184^{\circ}\text{C}/10$ лет).

а) T3288 (только суша)



б) HadCRUT5 (суша+море)

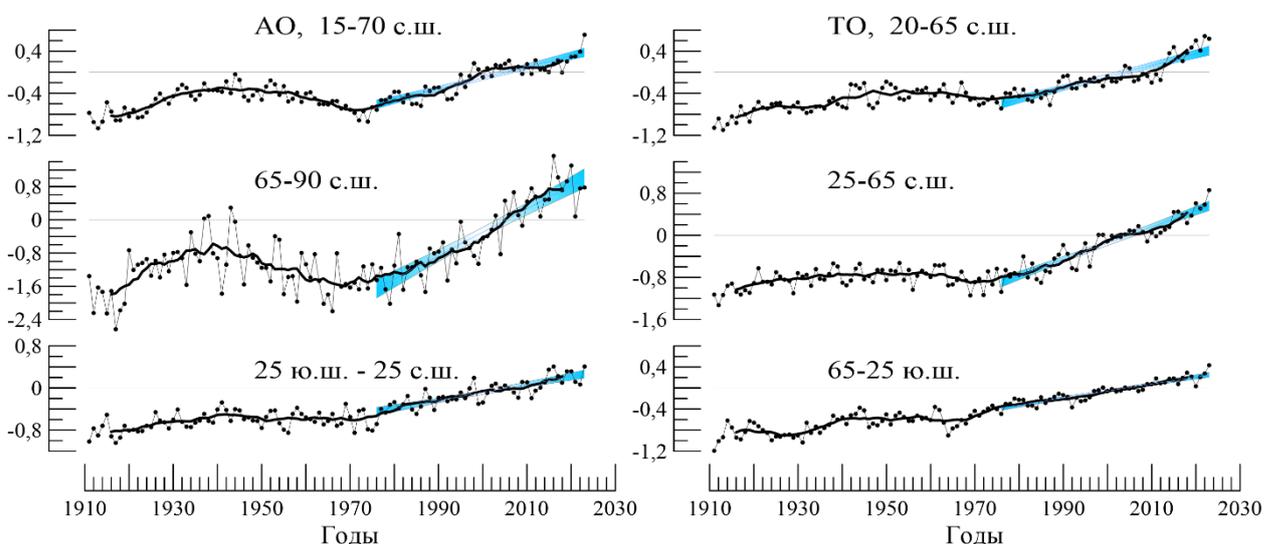


Рисунок 4.1 – Временные ряды пространственно-осредненных среднегодовых аномалий приземной температуры для континентов (а), северных частей Атлантического и Тихого океанов и основных широтных поясов Земного шара (б).

Аномалии приведены в отклонениях от средних за 1991–2020 гг. Сглаженные кривые (жирная линия) получены 11-летним скользящим осреднением. Показан линейный тренд за 1976–2024 гг. с 95%-м доверительным интервалом (голубая заливка). Расчет пространственно-осредненных аномалий выполнен по методике ИГКЭ по данным: а) T3288 (для континентов); б) HadCRUT5 (для океанов и широтных поясов).

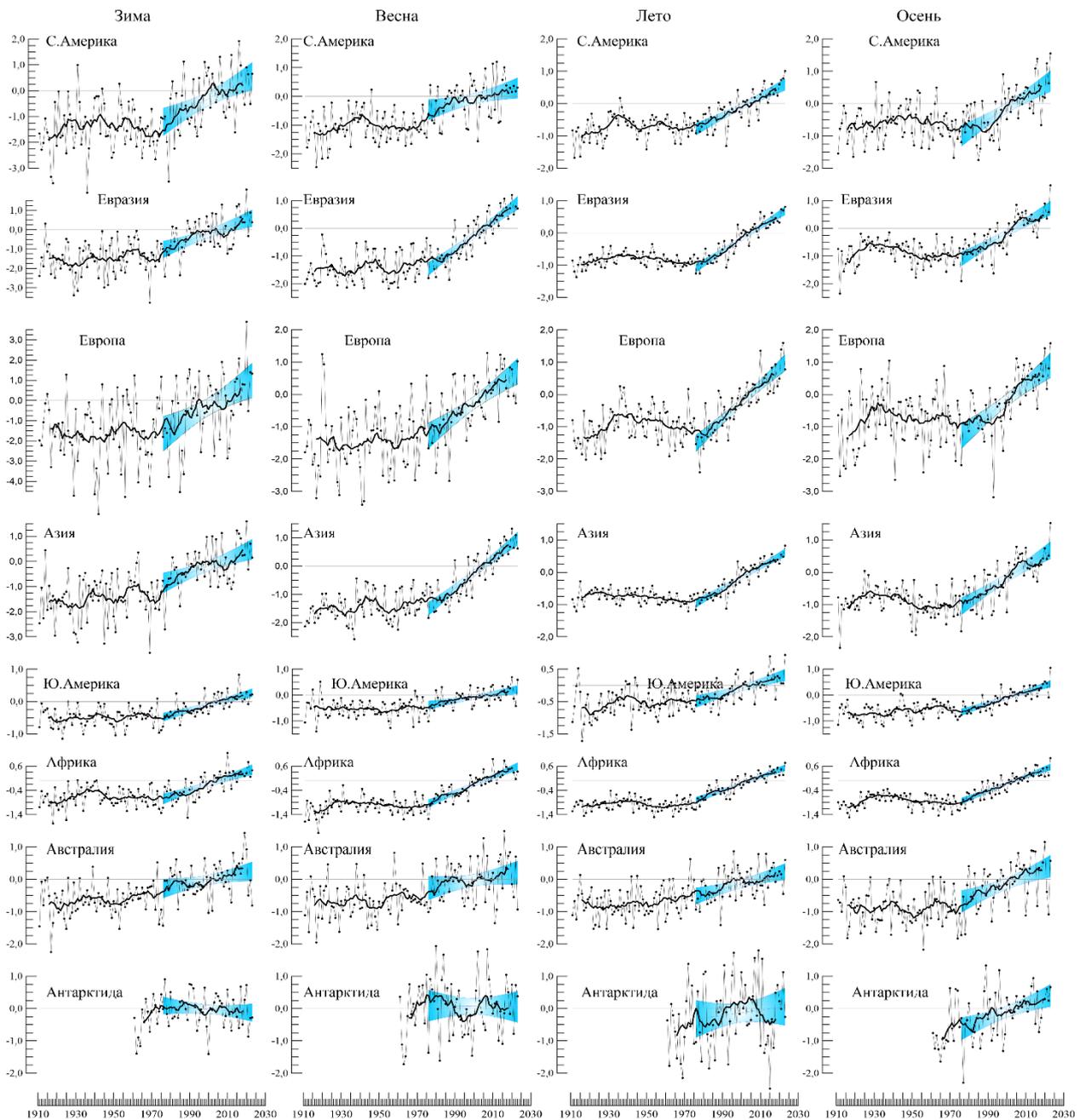


Рисунок 4.2 – См. рис. 4.1, но для сезонных аномалий и только для континентов (Т3288)

Оценки региональных трендов для каждого календарного месяца (табл. 4.2) уточняют сезонную картину (табл. 4.1). Так, видна бóльшая неоднородность в структуре изменчивости температурного режима над сушей в сравнении с океанами. Сезонные оценки тренда ($^{\circ}\text{C}/10$ лет) колеблются в диапазонах: 0,175–0,256 в северных частях Тихого и Атлантического океанов и 0,160–0,512 в Евразии и Северной Америке, а от месяца к месяцу: 0,147–0,272 и 0,107–0,650, соответственно.

Потепление осенних сезонов в антарктическом поясе (90–65 S) и в Австралии зимой и летом требует особого рассмотрения.

Вывод о потеплении осенних сезонов в антарктическом поясе (90–65 S) становится менее уверенным, если учесть, что оценки статистически значимы на 1%-м уровне только в среднем за осенний сезон и в октябре-ноябре, а в сентябре критический уровень значимости составляет лишь 4%. Аналогично, в среднем по территории Антарктиды осенний и ноябрьский тренды статистически значимы на 1%-м уровне, а в сентябре и ноябре – на 6%-м.

Таблица 4.2 – Сезонный ход коэффициентов линейного тренда ($^{\circ}\text{C}/10 \text{ лет}$) регионально усредненных среднемесячных аномалий приземной температуры, 1976-2024

Регион	Месяцы											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
HadCRUT5 (суша+море)												
АО, 15-70 N	0,206 ₀	0,195 ₀	0,171 ₀	0,191 ₀	0,187 ₀	0,196 ₀	0,212 ₀	0,258 ₀	0,247 ₀	0,252 ₀	0,214 ₀	0,213 ₀
ТО, 40-60 N	0,153 ₀	0,162 ₀	0,157 ₀	0,170 ₀	0,206 ₀	0,227 ₀	0,275 ₀	0,279 ₀	0,265 ₀	0,248 ₀	0,233 ₀	0,200 ₀
65-90 N	0,422 ₀	0,553 ₀	0,666 ₀	0,691 ₀	0,504 ₀	0,479 ₀	0,385 ₀	0,426 ₀	0,422 ₀	0,715 ₀	0,724 ₀	0,634 ₀
25-65 N	0,284 ₀	0,286 ₀	0,362 ₀	0,274 ₀	0,272 ₀	0,308 ₀	0,332 ₀	0,354 ₀	0,339 ₀	0,336 ₀	0,301 ₀	0,267 ₀
25 S-25 N	0,135 ₀	0,135 ₀	0,142 ₀	0,157 ₀	0,145 ₀	0,153 ₀	0,154 ₀	0,160 ₀	0,156 ₀	0,154 ₀	0,150 ₀	0,144 ₀
65-25 S	0,118 ₀	0,114 ₀	0,130 ₀	0,133 ₀	0,119 ₀	0,122 ₀	0,118 ₀	0,118 ₀	0,104 ₀	0,116 ₀	0,110 ₀	0,108 ₀
90-65 S	*-0,076 ₅	-0,034 ₃₀	-0,009 ₉₅	-0,049 ₇₃	0,106 ₄₈	0,064 ₇₃	0,150 ₃₉	**0,280 ₉	*0,353 ₄	0,371 ₀	0,167 ₁	** -0,069 ₈
T3288 (суша)												
С. Америка	0,574 ₀	0,105 ₅₈	**0,202 ₈	0,068 ₄₄	0,207 ₀	0,308 ₀	0,288 ₀	0,290 ₀	0,377 ₀	0,344 ₀	0,361 ₁	0,541 ₀
Евразия	0,304 ₁	0,501 ₀	0,674 ₀	0,477 ₀	0,366 ₀	0,388 ₀	0,355 ₀	0,392 ₀	0,351 ₀	0,440 ₀	0,384 ₀	*0,227 ₃
Ю. Америка	0,175 ₀	0,141 ₀	0,138 ₀	0,163 ₀	**0,082 ₉	0,181 ₀	0,152 ₁	0,197 ₀	0,305 ₀	0,203 ₀	0,197 ₀	0,172 ₀
Африка	0,220 ₀	0,252 ₀	0,326 ₀	0,307 ₀	0,317 ₀	0,312 ₀	0,299 ₀	0,236 ₀	0,258 ₀	0,304 ₀	0,327 ₀	0,294 ₀
Австралия	0,198 ₁	0,034 ₇₃	**0,139 ₁₀	**0,172 ₆	-0,013 ₉₈	0,111 ₁₉	0,223 ₀	**0,136 ₈	0,298 ₀	0,278 ₀	0,132 ₁₈	0,118 ₁₃
Антарктида	-0,095 ₁₉	0,010 ₉₈	0,037 ₈₅	-0,072 ₆₈	0,032 ₉₅	-0,105 ₄₅	0,189 ₃₄	0,172 ₂₆	**0,294 ₆	0,218 ₁	**0,133 ₆	-0,085 ₂₈
Европа	*0,540 ₂	0,678 ₁	*0,440 ₂	0,477 ₀	0,354 ₀	0,454 ₀	0,511 ₀	0,622 ₀	0,450 ₀	0,465 ₀	0,486 ₀	0,507 ₁
Азия	*0,239 ₃	0,451 ₀	0,732 ₀	0,483 ₀	0,368 ₀	0,367 ₀	0,312 ₀	0,325 ₀	0,322 ₀	0,429 ₀	0,357 ₀	0,152 ₁₄
Арктика, суша	0,574 ₀	0,105 ₅₈	**0,202 ₈	0,068 ₄₄	0,207 ₀	0,308 ₀	0,288 ₀	0,290 ₀	0,377 ₀	0,344 ₀	0,361 ₁	0,541 ₀

Примечание. Условные обозначения см. таблицу 4.1

В Австралии:

- в зимний сезон и в январе тренд значим на уровне 1%, но в декабре критический уровень значимости составляет лишь 13%, а в феврале – 73%.
- в летний сезон и в августе тренд значим на уровне 1%, но в июне критический уровень значимости составляет лишь 19%, а в августе – 8%.

Также обращают внимание и оценки тренда для Европы, которые в январе и марте при высоких значениях статистически значимы только на 5%-м уровне. Это, по-видимому, может указывать на высокую межгодовую изменчивость регионального температурного режима в этом периоде.

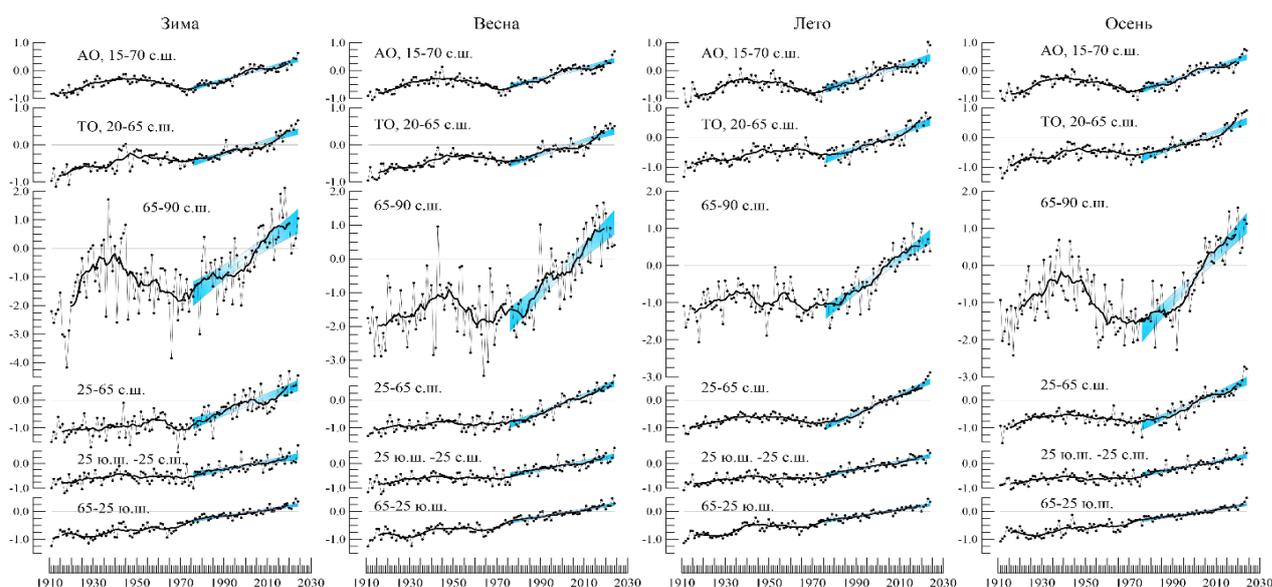


Рисунок 4.3 – См. Рис. 4.1., но для сезонных аномалий и только для океанов и широтных поясов Земного шара (HadCRUT5)

5. ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ СОВРЕМЕННЫХ ИЗМЕНЕНИЙ КЛИМАТА, 1976-2024 гг.

Географическое распределение локальных коэффициентов тренда (рис. 5.1) получены по данным наблюдений за 1976-2024 гг. на 2406 станциях (массив T3288) и в центрах 1376 боксов (массив HadCRUT5), для которых временные ряды охватывают не менее 35 лет наблюдений, включая последний.

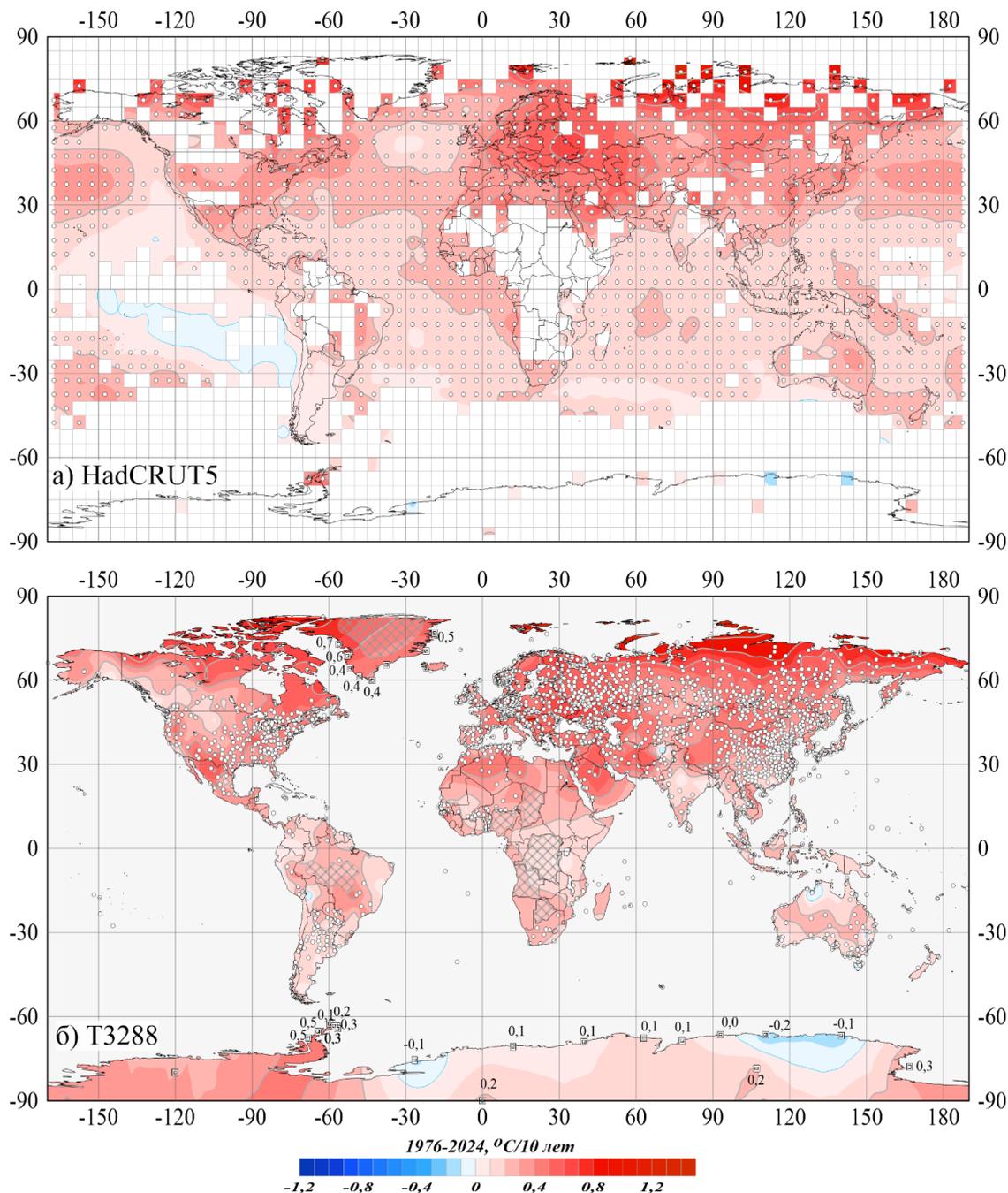


Рисунок 5.1 - Пространственное распределение локальных коэффициентов линейного тренда среднегодовой температуры у поверхности Земного шара, 1976-2024 гг. (°C/10 лет).

Использованы данные: а) HadCRUT5 – сеточные данные Hadley/CRU, UK (суша+море); б) T3288 – станционные данные ИГКЭ, РФ (только суша). Пустыми боксами (а) и штриховкой (б) показаны области отсутствия наблюдений. В точках расположения станций Антарктиды и Гренландии приведены числовые значения коэффициентов тренда (с точностью до 0,1). Белыми кружками выделены боксы/станции, в которых тренд статистически значим на 1%-м уровне.

В таблице 5.1 приведено частотное распределение годовых коэффициентов тренда по крупным регионам Земного шара в зависимости от направленности тренда и его статистической значимости, а в таблице 5.2 – для сезонов года. Географические распределения сезонных и месячных оценок приведены на рисунках 5.2 и 5.3.

Можно видеть, что на территории *Земного шара* (рис. 5.1), по-прежнему, *доминирует тенденция к потеплению*. Положительные тренды составляют около 97% всех локальных оценок, с учетом (массив HadCRUT5) и без учета океанов (массив T3288).

Таблица 5.1 – Частотное распределение локальных оценок тренда по регионам в зависимости от знака коэффициента тренда b и уровня значимости α , 1976-2024 гг. (значения в ячейках таблицы представлены в процентах от NN)

Регион	NN	$b < 0$			$b = 0$	$b > 0$			
		всего	$\alpha \leq 0,05$	$\alpha > 0,1$		всего	$\alpha \leq 0,05$	$\alpha > 0,1$	
HadCRUT5 (суша+море)									
Земной шар	1376	2,8	0,2	2,5	0,6	96,7	89,0	6,2	
Северное полушарие	838	0,2	-	0,2	0,2	99,5	95,7	2,7	
Южное полушарие	538	6,7	0,6	6,1	1,1	92,2	78,4	11,5	
Атлантика, 15-70N	129	-	-	-	-	100,0	98,4	1,6	
Тихий океан, 20-65N	148	-	-	-	-	100,0	100,0	-	
Широтные пояса	65-90N	67	-	-	-	100,0	100,0	-	
	25-65N	499	-	-	-	100,0	98,0	1,4	
	25S-25N	557	4,5	0,2	4,3	0,9	94,6	85,3	7,7
	65-25S	239	4,2	-	4,2	1,3	94,6	78,2	12,6
	90-65S	14	21,4	14,3	7,1	-	78,6	42,9	35,7
T3288 (только суша)									
Земной шар	2406	2,4	0,5	1,7	0,2	97,3	88,4	6,8	
Северное полушарие	2057	0,9	0,1	0,6	0,1	99,0	92,1	5,0	
Южное полушарие	349	11,5	2,3	8,0	0,9	87,7	66,5	17,2	
С. Америка	404	1,5	-	1,0	-	98,5	76,2	16,6	
Евразия	1462	0,5	0,1	0,3	0,1	99,5	96,7	2,0	
Ю. Америка	119	10,1	1,7	7,6	1,7	88,2	65,5	18,5	
Африка	100	2,0	1,0	1,0	-	98,0	92,0	5,0	
Австралия	129	17,1	3,1	13,2	0,8	82,2	58,1	20,2	
Антарктида	17	17,6	5,9	-	-	82,4	47,1	23,5	
Европа	538	-	-	-	-	100,0	99,4	0,4	
Азия	933	0,8	0,2	0,4	0,1	99,1	95,2	2,9	
Арктика (суша)	145	-	-	-	-	100,0	99,3	0,7	

Примечание. NN – общее количество боксов/станций в регионе

Область наиболее интенсивного потепления – Арктика: все оценки тренда положительны (на суше и акватории океанов), 99,3% из оценок наземных станций (100% оценок в боксах) статистически значимы на 5%-м уровне. На суше, вдоль побережья Северного Ледовитого океана практически всюду тренд достигает +0,6-0,8°C/10 лет и более. Интенсивное потепление происходит и в северных частях Тихого (20-65N) и Атлантического океанов (15-70N) - все оценки тренда положительны и на 5%-м уровне значимы 100% и 98,4% оценок.

Таблица 5.2 – Количество статистически значимых оценок с $\alpha \leq 5\%$ боксов/станций в регионах для сезонов года.

Регион		NN	Количество статистически значимых трендов с $\alpha \leq 5\%$							
			Зима		Весна		Лето		Осень	
			$b < 0$	$b > 0$	$b < 0$	$b > 0$	$b < 0$	$b > 0$	$b < 0$	$b > 0$
HadCRUT5 (суша+море)										
Земной шар		1376	0,7	78,0	0,2	85,2	0,4	89,4	0,3	86,9
Северное полушарие		838	0,1	80,4	-	91,2	-	100,2	-	97,5
Южное полушарие		538	1,7	74,2	0,6	76,0	0,9	72,5	0,7	70,4
Атлантика, 15-70N		129	-	93,8	-	86,0	-	100,8	-	103,9
Тихий океан, 20-65N		148	-	98,0	-	102,0	-	101,4	-	102,0
Широтные пояса	65-90N	67	-	101,5	-	117,9	-	129,9	-	132,8
	25-65N	499	-	71,9	-	86,8	-	99,0	-	95,8
	25S-25N	557	0,9	83,3	-	84,2	-	86,4	0,2	81,7
	65-25S	239	0,8	75,7	0,8	79,5	0,8	69,5	1,3	69,5
	90-65S	14	21,4	7,1	7,1	14,3	21,4	14,3	-	57,1
T3288 (только суша)										
Земной шар		2406	0,7	58,2	1,0	76,7	0,8	84,0	0,5	82,3
Северное полушарие		2057	0,3	59,6	0,2	82,5	0,3	88,8	0,3	84,3
Южное полушарие		349	2,9	49,9	5,4	42,4	4,0	55,6	1,1	70,5
С. Америка		404	0,2	58,9	0,7	30,7	1,0	78,5	0,5	78,2
Евразия		1462	0,2	56,6	0,1	95,1	0,1	89,7	0,2	84,6
Ю. Америка		119	1,7	61,3	1,7	39,5	3,4	41,2	2,5	62,2
Африка		100	1,0	90,0	-	115,0	1,0	114,0	1,0	108,0
Австралия		129	4,7	27,1	13,2	27,1	5,4	58,1	1,6	69,0
Антарктида		17	17,6	11,8	-	29,4	17,6	35,3	-	47,1
Европа		538	-	80,3	-	94,4	-	98,7	-	98,7
Азия		933	0,3	42,9	0,1	95,5	0,1	84,6	0,3	76,4
Арктика (суша)		145	-	73,8	-	98,6	-	98,6	-	99,3

Примечание. NN – общее количество боксов/станций в регионе

Из континентов (табл. 4.1, 4.2) выделяется Европа, где 99,8% данных указывают на потепление и практически все они статистически значимы хотя бы на 5%-м уровне. В Восточной Европе скорость потепления достигает $+0,7-0,8^{\circ}\text{C}/10$ лет, а в среднем по всей территории Европы за год линейный тренд составил $0,49^{\circ}\text{C}/10$ лет. Близкая ситуация в Азии ($0,37^{\circ}\text{C}/10$ лет) и, как результат, в Евразии в целом ($0,40^{\circ}\text{C}/10$ лет). Большая часть океанической поверхности в Северном полушарии (в северных частях Атлантики и Тихого океана до $0,3-0,4^{\circ}\text{C}/10$ лет) и в тропическом поясе (кроме восточного сектора Тихого океана у побережья Южной Америки) также характеризуется статистически значимым трендом к потеплению (рис. 5.1).

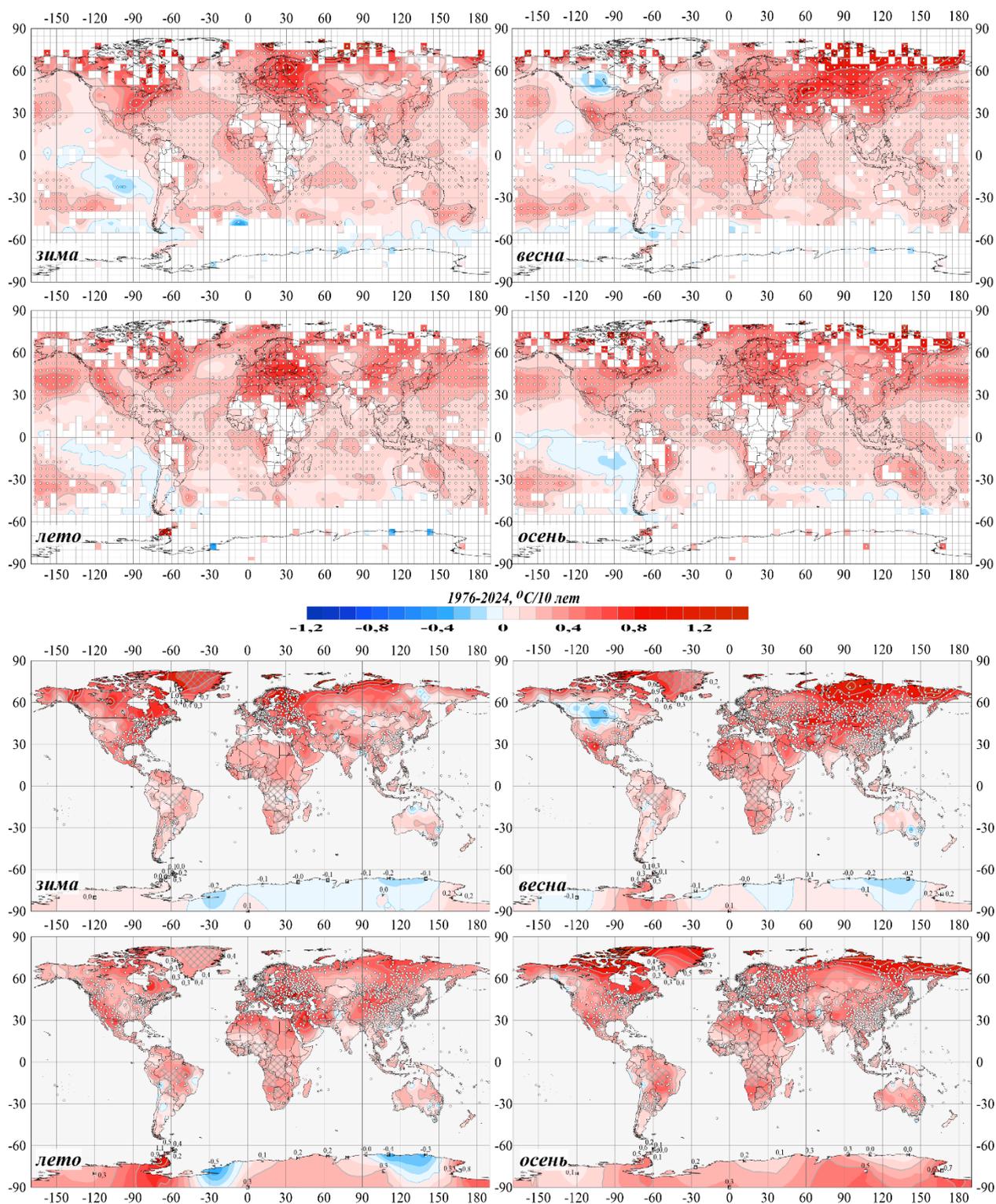


Рисунок 5.2 – См. рис. 5.1, но для коэффициентов тренда сезонных аномалий температуры

Тенденция к похолоданию на территории Земного шара отмечена на 2,8% боксов (2,4% станций), в том числе статистически значимых на 5%-м уровне всего 0,2% (0,5%). В полярном и умеренном широтных поясах, не обнаружено ни одной станции с тенденцией к похолоданию. Согласно станционным данным (Т3288, только суша) на территории континентов таких станций 11 (табл. 5.1), из них 3 в Северном полушарии (станции горных районов Центральной Азии) и 8 в Южном (станции Австралии, Боливии, Антарктиды). Практически все остальные станционные оценки, указывающие на тенденцию к похолоданию, не достигают и $-0,1^{\circ}\text{C}/10$ лет и статистически не значимы.

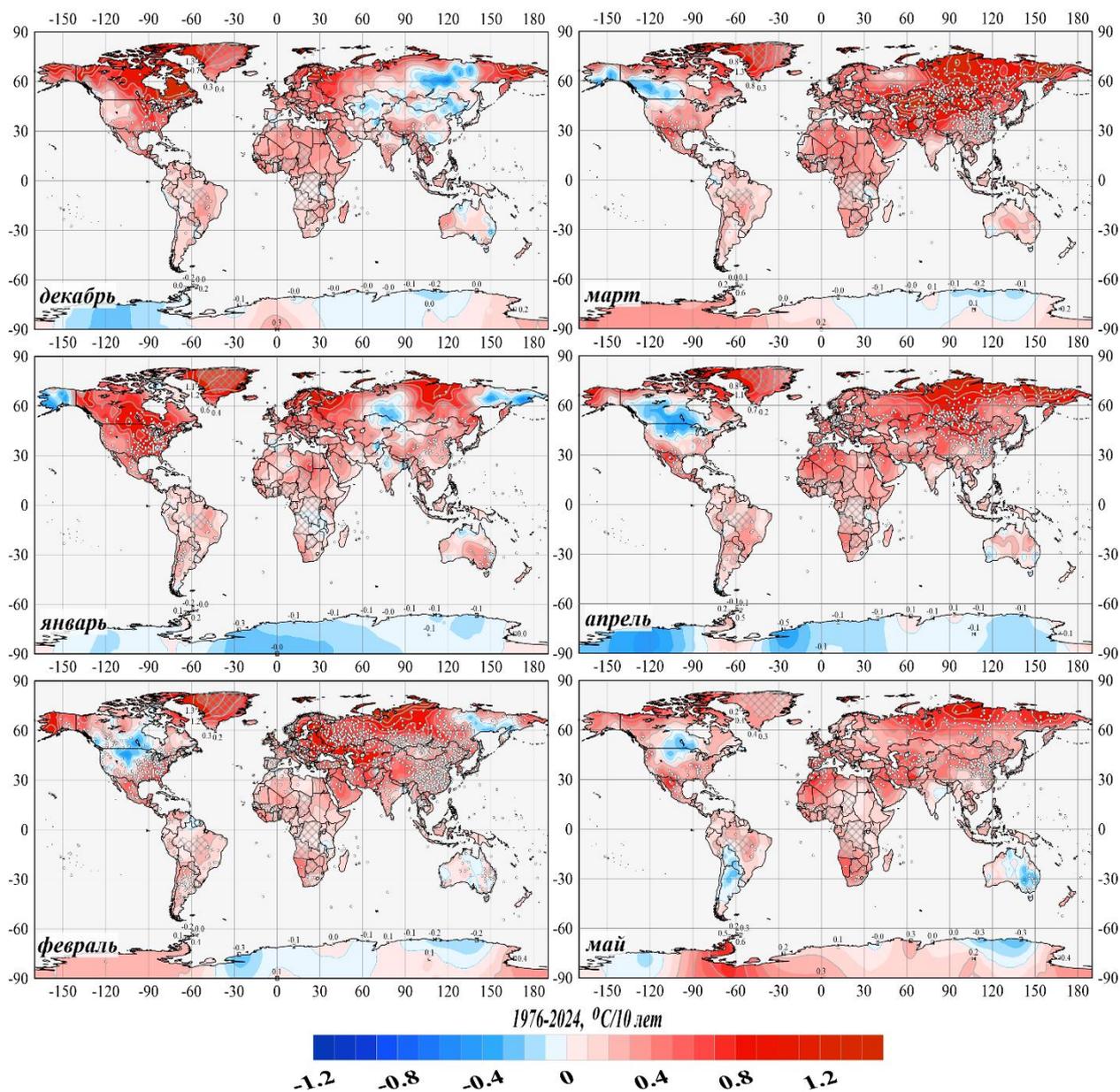


Рисунок 5.3а – См. рис. 5.2, но для трендов среднемесячной температуры зимнего (слева) и весеннего (справа) сезонов и только на континентах (Т3288, ИГКЭ)

На акваториях океанов отрицательный тренд (тенденция к похолоданию) зафиксирован в Тихом океане у побережья Южной Америки (до $-0,1^{\circ}\text{C}/10$ лет).

На сезонных и месячных картах, на всех континентах очень четко выделяются области статистически незначимых (даже на 10%-уровне), слабых оценок обоих знаков. Наиболее обширные из них расположены на севере Азии, в Африке и Австралии, в центральных районах Северной Америки, на Аляске и в Антарктиде. В отдельные месяцы им часто соответствуют области отрицательных трендов: в декабре – в Азии, в январе - на Аляске, Чукотке и в Антарктиде, в феврале - в центральных районах Северной Америки.

Зима (рис.5.2, 5.3а). Область наиболее интенсивного потепления –суша Арктики и Европа: по данным Т3288/CRUTEM5 (только суша): в среднем за сезон- $+0,58$, $0,56$, в отдельные месяцы – до $+0,71^{\circ}\text{C}/10$ лет), с учетом континентов и океанов – арктический широтный пояс (в среднем за сезон $+0,53$, в декабре $+0,61^{\circ}\text{C}/10$ лет). Локальная максимальная скорость потепления отмечается на островах Карского и Баренцева морей (на

архипелаге Земля Франца Иосифа до $+2,5^{\circ}\text{C}/10\text{лет}$. На восточном побережье Северной Америки (п-ов Лабрадор) скорость потепления до $+1,1^{\circ}\text{C}/10\text{лет}$, в Гренландии до $1,3^{\circ}\text{C}/10\text{лет}$, в Юго-Восточной Азии до $+0,7^{\circ}\text{C}/10\text{лет}$.

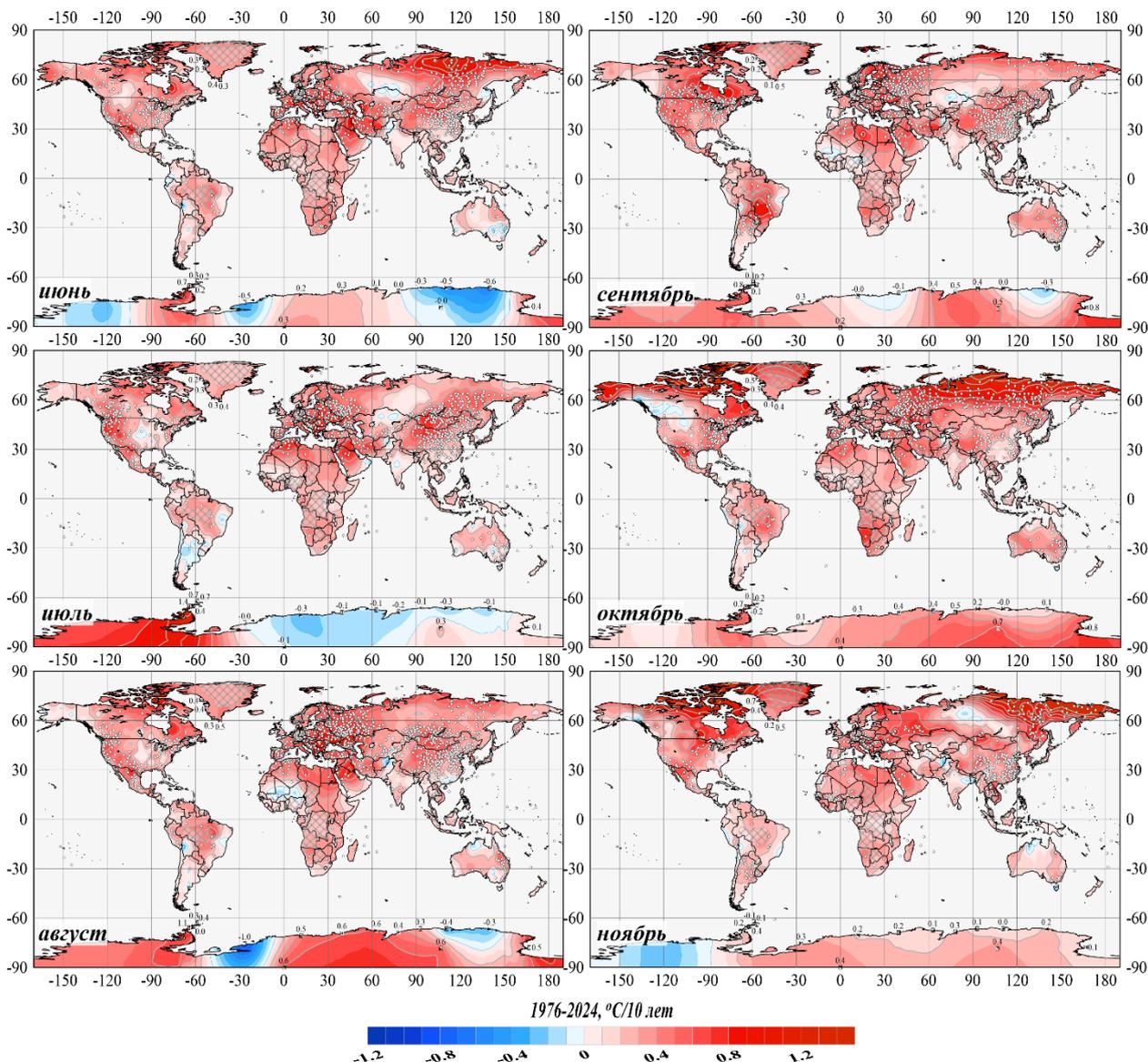


Рисунок 5.36 – См. рис. 5.2, но для трендов среднемесячной температуры летнего (слева) и осеннего (справа) сезонов и только на континентах (Т3288, ИГКЭ)

Весна (рис.5.2, 5.3а). Продолжающаяся тенденция к потеплению весенних сезонов подтверждается данными более 90% всех поступивших наземных наблюдений. Наиболее активное потепление весенних сезонов (по площади охвата, и по интенсивности) отмечается в Евразии: положительный тренд, статистически значимый на 1%-м уровне, охватывает всю территорию континента (до $+1,4^{\circ}\text{C}/10\text{ лет}$ на Таймыре). Несколько ниже (до $+0,9^{\circ}\text{C}/10\text{ лет}$) тенденция к потеплению в Гренландии, на Канадском архипелаге и на юге Северной Америки, а также (до $+0,6-0,7^{\circ}\text{C}/10\text{ лет}$) на севере Африки. На акваториях океанов тренд потепления составляет $+0,2-0,3^{\circ}\text{C}/10\text{ лет}$. Тенденция к похолоданию, значимая на 5% уровне, наблюдалась, в основном, в мае, в Австралии (30 станций из 148) и в Южной Америке (7 станций из 138).

Лето (рис.5.2, 5.3б). На большей части Земного шара продолжается потепление летних сезонов: 96,0% станций / 94,9% боксов показывают положительные тренды. Регионы наиболее интенсивного потепления – Европа: +0,54 °C/10 лет (до +0,63 в августе) и арктический широтный пояс, 65-90N: +0,42 °C/10 лет (до +0,47 в июне)

Области статистически значимого на 5%-м уровне отрицательного тренда (3,5/4,6% станций/боксов) располагаются в Антарктиде, в восточной части Тихого океана и на юге Атлантического и Индийского океанов.

На всех континентах, в целом за сезон и в отдельные месяцы, выявлены значительные области статистически незначимого положительного тренда. Наиболее обширные из них расположены в Евразии (в основном, в Сибири и на Дальнем Востоке), в Северной Америке (большая часть Канады), в Африке и Австралии.

Осенью (рис.5.2, 5.3б), практически в каждом месяце, интенсивное статистически значимое потепление наблюдается в Арктике (максимально - в октябре-ноябре, на материковой части и на Северной Земле (до +1,9 и +2,5°C/10 лет, соответственно)), на территории Европы (+0,9-1,1°C/10 лет), на севере Африки (0,7-1,0), в Северной Америке и в Канадском архипелаге (1,0-1,7) и, наконец, в центре Южной Америки (до +2,5°C/10 лет).

Тенденция к похолоданию (до -0,2°C/10 лет), статистически значимая на ...уровне, отмечена в Африке (Боливия, Бангладеш). На остальных континентах (Евразия, Канада, Австралия, Антарктида, Аргентина) во все месяцы сезона, отрицательный тренд либо отсутствует, либо статистически незначим даже на 10%-м уровне (рис. 5.2). На карте сезонных трендов этим областям соответствуют области слабого положительного тренда (статистически незначимого), что указывает скорее на отсутствие реальных однонаправленных тенденций любого знака.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ⁷⁾

1. 2024 год был рекордно теплым по всем четырем наборам данных и всем трем глобальным территориям (Земной шар, Северное и Южное полушария). В частности, глобальная среднегодовая аномалия приповерхностной температуры (массив HadCRUT5, «суша+море»), составила в 2024 г. +0,593°C, что лишь на 0.06°C выше рекорда 2023 г. (+0,533°C) и на 1,437°C выше доиндустриального уровня (1850-1900 гг.).

2. В соответствии со среднегодовыми оценками, в 2024 г. на территории Земного шара положительные аномалии температуры составляли 89% всех локальных данных, из которых ~57% оказались выше 95-го перцентиля (5%-е экстремумы тепла), в том числе ~21% стали для своих пунктов рекордными (абсолютные максимумы).

3. Температура ниже нормы (в среднем за год) отмечена лишь на 7% всех станций/боксов глобальной сети. Расположены они в Антарктиде (Земля Мэри Бэрд, Земля Уилкса), Южной Америке (восток Бразилии и юг Аргентины) и в восточной части Тихого океана (в Южном полушарии).

4. Температурные рекорды (глобальные и региональные, в среднем по территории региона и за год) отмечались практически во всех рассмотренных регионах, кроме обоих полярных поясов, Австралии и Антарктиды. Из сезонов рекордно теплыми были: на суше – весна и лето в Северном полушарии, зима и осень – в Южном; на акваториях океанов – зима и весна в обоих полушариях, а в Северном полушарии – еще и лето. Месячные рекорды глобальной температуры (ЗШ) отмечались с мая 2023 г. по июнь 2024 г., а с июля по декабрь ранг аномалий был не выше трех.

5. На большей части Земного шара продолжается потепление: положительные тренды составляют около 97% всех локальных оценок. Регионы наиболее интенсивного потепления: арктический пояс и Европа, где средняя скорость потепления за период 1976-2024 гг. составила, соответственно, 0,562°C/10 лет и 0,590°C/10 лет.

6. В целом по всей территории Земного шара и за год, современное приповерхностное потепление (1976-2024 гг.) на суше протекает в полтора-два раза активнее, чем на поверхности океанов, и в Северном полушарии вдвое интенсивнее, чем в Южном.

7. В сравнении с последним столетием (1925-2024), потепление (1976-2024) в Северном полушарии ускорилось более, чем в 2.2 раза (примерно одинаково на всей территории – над сушей и над океанами). В Южном полушарии коэффициент ускорения значительно ниже: на акваториях океанов всего 1.2, а на суше 1,6-1,7 (вместо 2,2 раз в Северном).

8. Приведенные в бюллетене глобальные оценки потепления температурного режима у поверхности земли в 2024 г., полученные по данным массива T3288 (данные ФГБУ «ИГКЭ»), хорошо согласуются с оценками по данным массива CRUTEM5 (данные Hadley/CRU, один из базовых массивов ВМО). Вывод основан на сравнении погодичных данных и статистических оценок, представляемых в каждом выпуске в главе 1.

⁷⁾ Напомним, что для расчета аномалий в бюллетене использован базовый период 1991-2020 гг. (если не указано иное)