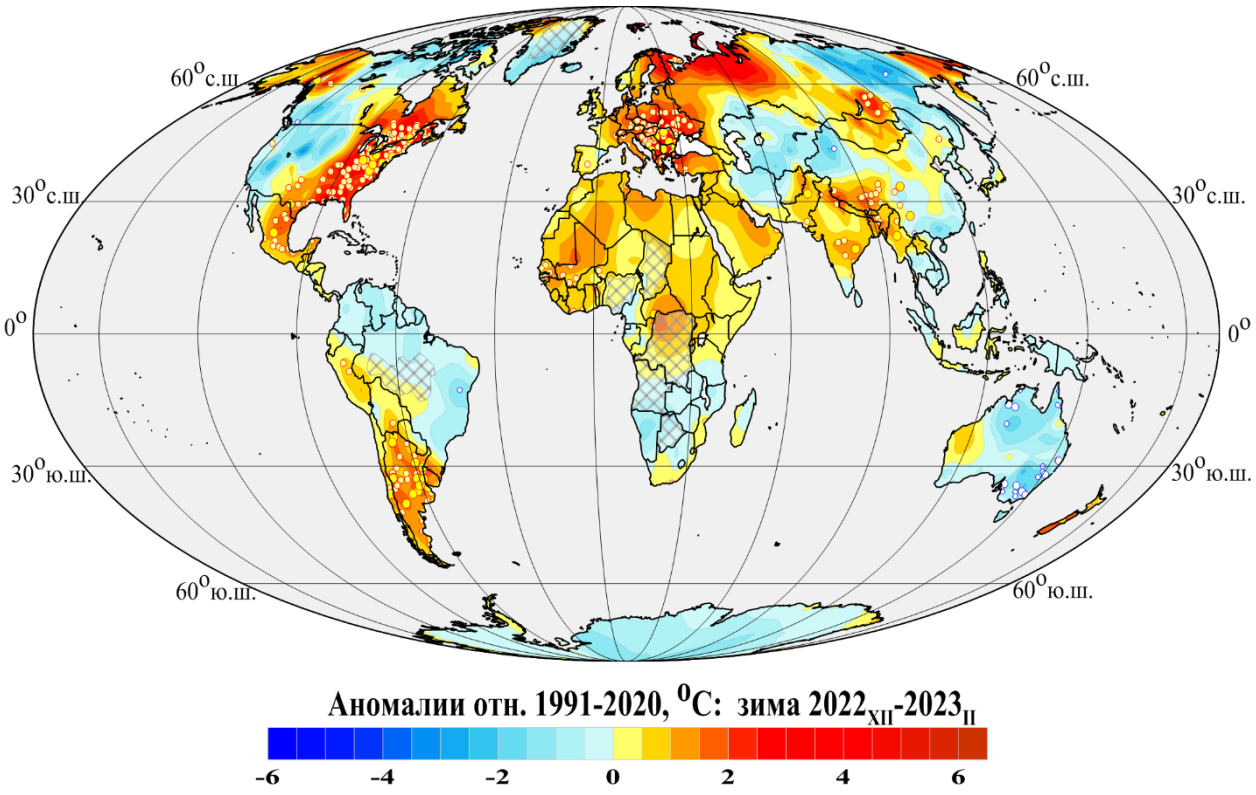
Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды

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

Бюллетень мониторинга изменений климата Земного шара

Приземная температура

Зима 2022_{XII}-2023_{II}



Москва 2023

ОГЛАВЛЕНИЕ[1,2]

1. ВВЕДЕНИЕ …….. 3

2. ТЕМПЕРАТУРНЫЙ РЕЖИМ У ПОВЕРХНОСТИ ЗЕМНОГО ШАРА ЗИМОЙ 2022/23 гг. ЭКСТРЕМАЛЬНЫЕ АНОМАЛИИ 6

3. КРУПНОМАСШТАБНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ИЗМЕНЕНИЯ ПРИЗЕМНОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ ЗЕМНОГО ШАРА ЗА ПЕРИОД ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫХ НАБЛЮДЕНИЙ 1850-2023 гг. (зимний сезон) ……..... 13

4. ВРЕМЕННЫЕ РЯДЫ РЕГИОНАЛЬНО ОСРЕДНЕННЫХ АНОМАЛИЙ ПРИЗЕМНОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ, 1911-2023 гг. (зимний сезон) ……..... 18

5. ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ СОВРЕМЕННЫХ ИЗМЕНЕНИЙ КЛИМАТА, 1976-2023 гг. (зимний сезон) …….. 22

6. ЗАКЛЮЧЕНИЕ ……..... 26

[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)

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 средних сезонных аномалий температуры приземного воздуха над сушей Земного шара: зима 2022/2023 гг. (данные Т3288, ИГКЭ)

1. ВВЕДЕНИЕ

В настоящем бюллетене представлены данные о климатических аномалиях температурного режима зимнего сезона 2022/23 гг. у поверхности земного шара и обновленные (с учетом этих данных) оценки тенденций в его изменении в течение 1976–2023 гг. Оценки приведены для зимнего сезона в целом (зима – в Северном полушарии, лето – в Южном) и каждого из месяцев (декабрь, январь, февраль).

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 в процессе оперативного мониторинга на основе сводок КЛИМАТ, СИНОП).

Параллельно в бюллетене приводятся оценки по данным о приповерхностной температуре (температура приземного воздуха над сушей и поверхностного слоя воды на акваториях океанов) на глобальной сети 5-градусных боксов, охватывающей всю территорию земного шара, включая континенты и океаны (массив HadCRUT5, объединяющий данные массивов CRUTEM5 и HadSST4 – данные Великобритании)[4]. Из данных Великобритании, кроме сеточных данных, в бюллетене используются глобальные временные ряды HadCRUT5, CRUTEM5, HadSST4. Все данные Великобритании ежемесячно скачиваются с сайта производителя, анализируются как дополнительная информация из альтернативного источника и используются без какой-либо корректировки; в бюллетене упоминаются как «данные Hadley/CRU».

Таким образом, базовым массивом для оценки температурных условий на суше земного шара служит массив Т3288, а массив HadCRUT5 используется для создания полной картины над сушей и океанами. В соответствии с рекомендацией WMO-No.1203, все основные оценки приводятся в аномалиях относительно базового периода 1991-2020 гг.

Термины «приземная температура» и «приповерхностная температура» используются в бюллетене как синонимы. Развернутый комментарий к материалам бюллетеня с описанием используемых источников, сети станций и элементов методики мониторинга размещен на сайте ИГКЭ (http://www.igce.ru/climatechange).

Сравнение глобальных временных рядов сезонных аномалий температуры приземного воздуха по данным Т3288 (ИГКЭ) и CRUTEM5 (Hadley/CRU). Цель предлагаемого сравнения - с одной стороны, убедиться в репрезентативности массива Т3288, а с другой – оценить меру неопределенности оценок, полученных с использованием единой системы наблюдений, но разных методов и технологий сбора данных, их обработки и анализа.

---

[3] Решение Центральной методической комиссии по гидрометеорологическим и гелиогеофизическим прогнозам от 20 декабря 2016 г. – http://method.meteorf.ru

[4] Массивы CRUTEM5 (температура воздуха над сушей), HadSST4 (температура воды на поверхности океанов и морей) и HadCRUT5 (объединенные данные над континентами и океанами) 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.5.0.1.0, CRUTEM.5.0.1.0, HadSST.4.0.1.0 от 20.04.2023.

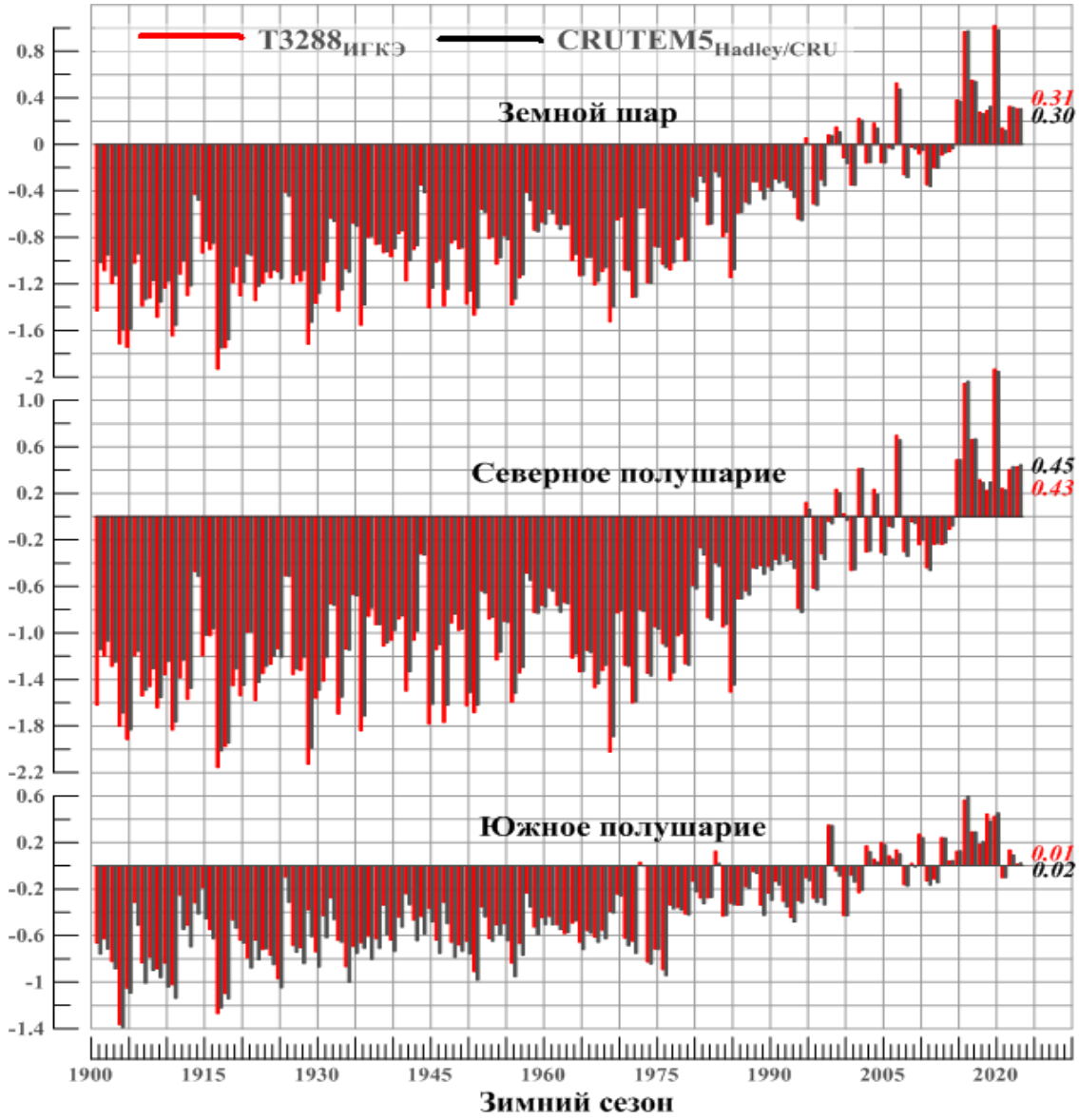


Рисунок 1.1 – Временные ряды пространственно осредненных сезонных аномалий температуры приземного воздуха над сушей Земного шара, Северного и Южного полушарий (°С, 1901-2023 гг., зимний сезон)

Использованы временные ряды, рассчитанные по данным массива Т3288 (ИГКЭ Росгидромета) и оригинальные глобальные временные ряды CRUTEM5 (Hadley/CRU). Справа приведены числовые значения сравниваемых рядов в последней точке (зима 2022 /23 гг.).

Количественные результаты сравнения (статистические характеристики попарных разностей) по данным за 1976-2023 гг. (период современного глобального потепления) и 1924-2023 гг. (последнее столетие) приведены в таблице 1.1 для Земного шара, Северного и Южного полушарий. Среднее абсолютное различие рядов за эти периоды 0,028-0,063ºС; стандартное отклонение различий (0,032–0,060°С) на порядок ниже стандартного отклонения самих рядов (0,283–0,682°С). При этом ряды характеризуются высокой корреляцией (0,988-0,998) и предельно низким различием трендов (0,001-0,014°С/10 лет).

Таким образом, статистические оценки изменчивости сезонных аномалий температуры приземного воздуха (зима), полученные по данным массива Т3288 (ИГКЭ) и всемирно признанного массива CRUTEM5 (Hadley/CRU), очень близки, особенно в последние ~50 лет.

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

Статистика (зимний сезон)	1976-2023			1924-2023		
	ЗШ	СП	ЮП	ЗШ	СП	ЮП
Корреляция рядов	0,998	0,998	0,995	0,996	0,997	0,988
Среднее различие, °C	0,014	0,013	0,026	-0,012	-0,015	0,060
СКО (сигма) различий, °C	0,032	0,034	0,030	0,059	0,058	0,060
Среднее абсолютное различие, °C	0,028	0,030	0,031	0,042	0,044	0,063
Макс, абсолютное различие, °C	0,078	0,076	0,104	0,188	0,205	0,254
Разность коэфф, тренда, °C/10лет	-0,001	-0,005	-0,008	0,009	0,010	-0,014
СКО T3288, °C	0,475	0,588	0,283	0,569	0,682	0,337
СКО CRUTEM5, °C	0,467	0,585	0,291	0,535	0,650	0,361

По данным таблицы 1.2 можно более детально проследить динамику этих рядов за последние 7 лет, начиная с 2016 года. Красным шрифтом в таблице выделены абсолютные максимумы зимних температур за весь период наблюдений (с 1901 г,), синим – сезоны с температурой ниже «климатической нормы» 1991-2020 гг. В последней строке приведена разность между температурой сезона 2022/23 и соответствующим абсолютным максимумом, свидетельствующая о весьма значительных колебаниях глобальной температуры в этот период.

Таблица 1.2 – Ход сезонных аномалий температуры приземного воздуха пространственно осредненных по территории суши Земного шара и полушарий, в течение последних 7 лет (по данным массивов T3288 и CRUTEM5)

Год (зимний сезон)	T3288, °C			CRUTEM5, °C			Δ= T3288 - CRUTEM5, °C		
	ЗШ	СП	ЮП	ЗШ	СП	ЮП	ЗШ	СП	ЮП
2015/16	0,966	1,142	**0,563**	0,973	1,162	**0,596**	-0,01	-0,02	-0,03
2016/17	0,551	0,662	0,290	0,541	0,666	0,291	0,01	-0,00	-0,00
2017/18	0,276	0,316	0,183	0,263	0,293	0,204	0,01	0,02	0,02
2018/19	0,288	0,224	0,445	0,326	0,297	0,384	-0,04	-0,07	**0,06**
2019/20	**1,021**	**1,269**	0,425	**0,983**	**1,248**	0,455	**0,04**	**0,02**	-0,03
2020/21	0,140	0,241	**-0,102**	0,117	0,227	**-0,102**	0,02	0,01	0,00
2021/22	0,324	0,403	0,136	0,317	0,430	0,092	0,01	0,03	0,04
2022/23	0,306	0,428	0,015	0,305	0,445	0,023	0,001	-0,017	-0,008
2022/23-max	-0,715	-0,841	-0,548	-0,678	-0,803	-0,573	-0,039	-0,037	-0,068

Примечание. Пояснения к таблице см. в тексте

Можно видеть, что глобальная температура текущего сезона 2022/23 (над сушей) оказалась значительно ниже последнего максимума (на ~0,5°C в Южном полушарии и на ~0,8°C в Северном – см. последнюю строку табл. 1.2), причем это снижение температуры не было монотонным. Особенно заметную роль в Северном полушарии сыграло скачкообразное (более чем на градус) повышение температуры зимнего сезона от 2018/19 года к 2019/20 и почти такое же понижение в 2020/21. В Южном полушарии значительное повышение температуры (около 0,3°C) наблюдалось от зимнего сезона 2017/18 года к 2018/19 и понижение (на ~0,5°C) – от зимнего сезона к 2019/20 года к 2020/21.

2. ТЕМПЕРАТУРНЫЙ РЕЖИМ У ПОВЕРХНОСТИ ЗЕМНОГО ШАРА ЗИМОЙ 2022/23 Г. ЭКСТРЕМАЛЬНЫЕ АНОМАЛИИ

Зимний сезон 2022/2023 стал четвертым самым теплым зимним сезоном в среднем по всей территории (суша+море) Земного шара (HadCRUT5); третьим – по акваториям океанов (HadSST4); и седьмым-восьмым - по территории суши (по данным T3288/CRUTEM5). В среднем по акваториям Северного полушария (по данным HadSST4) сезон был третьим, в Южном полушарии – четвертым; на суше Северного полушария – шестым, на суше Южного – 20/17-ым (детали см. в табл. 2.1).

Таблица 2.1 –Самые теплые зимние сезоны для Земного шара, Северного и Южного полушарий по данным разных источников: средняя за зимний сезон аномалия температуры VT и год наблюдения

Ранг	ЗШ		СП		ЮП	
	VT, °C	Год	VT, °C	Год	VT, °C	Год
HadCRUT5 (Hadley/CRU, суша+море)						
1	0,572	2016	0,769	2016	0,375	2016
2	0,523	2020	0,723	2020	0,323	2020
3	0,306	2017	0,402	2017	0,289	2019
4	0,278	**2023**	0,370	2007	0,229	1998
5	0,260	2019	0,354	2015	0,214	**2023**
			0,343 (6)	**2023**		
T3288 (ИГКЭ, суша)						
1	0,983	2020	1,248	2020	0,596	2016
2	0,973	2016	1,162	2016	0,455	2020
3	0,541	2017	0,666	2017	0,384	2019
4	0,473	2007	0,659	2007	0,347	1998
5	0,369	2015	0,490	2015	0,291	2017
	0,306 (7)	2023	0,445 (6)	**2023**	0,015 (20)	**2023**
CRUTEM5 (Hadley/CRU, суша)						
1	1,021	2020	1,269	2020	0,563	2016
2	0,966	2016	1,142	2016	0,445	2019
3	0,551	2017	0,696	2007	0,425	2020
4	0,526	2007	0,662	2017	0,348	1998
5	0,381	2015	0,487	2015	0,290	2017
	0,305 (8)	2023	0,428 (6)	**2023**	0,023 (17)	**2023**
HadSST4 (Hadley/CRU, море)						
1	0,398	2016	0,462	2016	0,343	2016
2	0,339	2020	0,379	2020	0,304	2020
3	0,284	**2023**	0,318	**2023**	0,272	2019
4	0,266	2019	0,259	2019	0,250	**2023**
5	0,219	2017	0,249	2022	0,212	2017

Примечание. Если ранг 2023 г. больше 5, то данные 2023 г. приведены в дополнительной, шестой, строке соответствующего раздел таблицы: аномалия и ранг (в скобках)

Особенности географического распределения сезонных аномалий. На рисунках 2.1–2.2 представлены пространственные распределения аномалий температуры для сезона в целом и для каждого из зимних месяцев, а в таблицах 2.2-2.4 – оценки для крупных регионов Земного шара, в том числе: регионально осредненные значения аномалий в абсолютной и вероятностной шкалах (табл. 2.2); региональные частотные распределения сезонных локальных аномалий по их знаку и интенсивности (табл. 2.3); и доля локальных 5%-х экстремумов холода/тепла в каждом из зимних месяцев в каждом регионе (табл. 2.4).

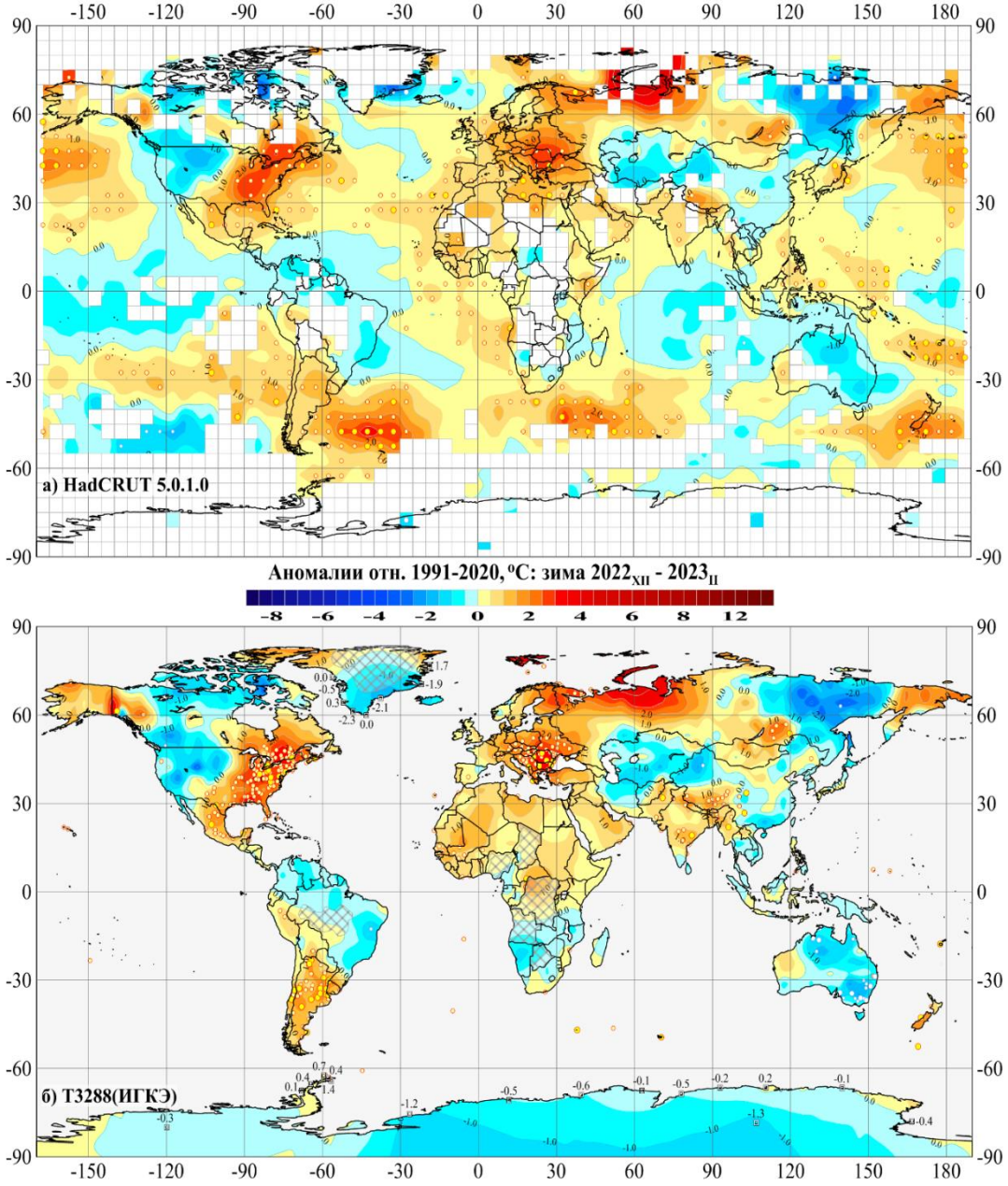


Рисунок 2.1 – Пространственное распределение сезонных аномалий приземной температуры (°C) на территории Земного шара зимой 2022/23 гг.: а) по сеточным данным HadCRUT5 (Hadley/CRU); б) по станционным данным Т3288 (ИГКЭ).

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. Числовые значения наблюдаемых аномалий на станциях Антарктиды и Гренландии показаны в точках расположения станций. Пустыми боксами (а) и штриховкой (б) показаны области отсутствия наблюдений.

Таблица 2.2 – Пространственно-осредненные значения аномалии приземной температуры в регионах Земного шара зимой 2022/23 гг. (°C) и их вероятности непревышения (в среднем за сезон и в каждом из месяцев)

Регион	Зима		Декабрь		Январь		Февраль	
	vT	*F%*	*vT*	*F%*	*vT*	*F%*	*vT*	*F%*
HadCRUT5 (суша+море)								
Земной шар	0,28	97,3	0,23	93,7	0,30	96,4	0,32	97,3
Северное полушарие	0,34	95,5	0,22	91,1	0,40	96,4	0,40	97,3
Южное полушарие	0,21	96,4	0,23	96,4	0,19	95,5	0,23	95,5
Атлантика (15-70N)	0,42	99,1	0,43	99,1	0,46	**100**	0,38	98,2
Тихий океан (20-65N)	0,57	**100**	0,68	**100**	0,50	**100**	0,53	**100**
Арктический пояс (65-90N)	0,35	84,8	1,29	95,5	**-0,47**	60,7	0,25	76,8
Умеренный пояс СП (25-65N)	0,53	97,3	0,25	90,2	0,70	98,2	0,65	95,5
Тропики (25S-25N)	0,05	87,5	0,06	88,4	0,03	87,5	0,06	89,3
Умеренный пояс ЮП (65-25S)	0,46	**100**	0,46	**100**	0,50	**100**	0,42	**100**
Антарктический пояс (90-65S)	**-0,09**	50	**-0,18**	42,4	**-0,38**	32,3	0,39	94,6
IGCE-T3288 (суша)								
Земной шар	0,31	94,6	0,07	85,7	0,41	95,5	0,44	95,5
Северное полушарие	0,43	95,5	0,10	84,8	0,60	96,4	0,59	95,5
Южное полушарие	0,02	83	0,01	82,1	**-0,05**	78,6	0,10	85,7
Северная Америка	0,65	92	**-0,66**	51,8	2,80	99,1	**-0,22**	67
Евразия	0,39	89,3	**-0,11**	71,4	**-0,03**	74,1	1,31	94,6
Южная Америка	0,22	92	0,30	97,3	0,11	85,7	0,22	92
Африка	0,43	98,2	0,76	97,3	0,35	92	0,18	85,7
Австралия	**-0,81**	22,3	**-0,90**	18,7	**-1,06**	25	**-0,44**	50
Антарктида	**-0,28**	40,5	**-0,11**	51,3	**-1,02**	13,9	0,29	73,4
Европа	1,32	94,6	0,32	67,9	1,87	93,7	1,76	85,7
Азия	0,14	83,9	**-0,25**	67,0	**-0,52**	57,1	1,21	94,6
Арктика (суша)	0,39	84,8	1,18	89,3	-0,30	68,7	0,30	75,9
CRUTEM5 (суша)								
Земной шар	0,31	93,7	0,04	87,5	0,41	95,5	0,46	97,3
Северное полушарие	0,45	95,5	0,07	84,8	0,63	96,4	0,64	96,4
Южное полушарие	0,02	85,7	**-0,01**	83,9	**-0,03**	81,2	0,11	87,5

Условные обозначения:

1. *vT*, °C – наблюденная аномалия 2022/2023 году (базовый период 1991-2020 гг.);
2. F% –значение эмпирической функции распределения F=prob (X≤ vT2023) по данным за 1911-2020 гг., (вероятность непревышения);
3. Красным шрифтом выделены абсолютные максимумы (наибольшие из всех значений ряда за 1911-2023 гг.), синим - отрицательные аномалии.

В соответствии с приведенными оценками (рис.2.1-2.2, табл. 2.2-2.4), на территории Земного шара, в целом, преобладают положительные сезонные аномалии (температура выше климатической нормы 1991-2020 гг.), которые этой зимой составили 62% данных глобальной сети 5-градусных боксов (HadCRUT5, суша+море) и 60% всех данных наземных станций (T3288, суша). Из регионов выделяются: северная часть Тихого (20-65N) и Атлантического (15-70N) океанов (положительные аномалии на 87% и 80% боксов, соответственно), Африка (81%), Европа (87%).

При этом в рассматриваемом тихоокеанском регионе (20-65N) и в зоне южных умеренных широт (65-25S), наблюдаемые регионально осредненные аномалии температуры перекрыли все сезонные рекорды (в среднем за сезон и в каждом из месяцев), а в регионе «северная часть Атлантики» рекордно высокой оказалась только температура января, а в остальные сроки наблюдаемая температура оказалась на втором (в декабре и в среднем за сезон) и третьем (в феврале) месте среди самых высоких значений с 1911 г. (ранг 2 и 3, соответственно).

Отрицательные сезонные аномалии составили 33% всех сеточных данных (HadCRUT5, суша+море) и 35% данных наземных станций (T3288, только суша). Выделяются: Австралия (отрицательные аномалии на 77% станций), Антарктида (50%), полярная зона 90-65N (41%), приэкваториальная зона 25S-25N (44%) и Азия (47%).

Таблица 2.3 – Частотное распределение локальных сезонных аномалий в крупных регионах Земного шара (в зависимости от знака аномалий и их интенсивности) (зима 2022/23 гг.)

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	
			$V < 0$	$V=0$	$V > 0$	$X \le P_{05}$	$X \ge P_{95}$	X = min	X = max
HadCRUT5 (суша+море)									
Земной шар		1687	32,5	5,6	61,8	0,5	19,9	0,1	3,9
Северное полушарие		946	28,9	5,6	65,5	0,3	19,9	0	3,4
Южное полушарие		741	37,2	5,7	57,1	0,8	19,8	0,1	4,5
Атлантика, 15-70N		133	14,3	6,0	79,7	2,0	31,6	1,0	5,3
Тихий океан, 20-65N		151	9,3	4,0	86,8	-	25,8	-	5,3
Широтные зоны	90-65N	90	41,1	3,3	55,6	3,0	6,7	1,0	1,0
	65-25N	534	23,0	4,7	72,3	-	24,2	-	4,7
	25S-25N	626	43,5	7,3	49,2	0,2	14,5	-	2,6
	25-65S	418	25,8	4,5	69,6	1,0	26,1	-	5,5
	65-90S	19	47,4	10,5	42,1	5,3	-	5,0	-
T3288 (только суша)									
Земной шар		2581	35,4	4,7	59,9	1,0	13,6	0,3	2,1
Северное полушарие		2181	33,1	3,9	63,0	0,2	13,3	0,0	1,4
Южное полушарие		401	47,4	9,0	43,6	5,7	15,0	2,0	6,0
Северная Америка		445	33,9	1,6	64,5	0,2	31,9	-	3,1
Евразия		1512	33,8	4,2	62,0	0,2	8,1	0,1	1,1
Южная Америка		140	28,6	6,4	65,0	0,7	30,7	-	13,6
Африка		140	14,3	5,0	80,7	-	15,0	-	0,7
Австралия		144	77,1	6,3	16,7	13,2	0,7	5,6	-
Антарктида		18	50,0	5,6	44,4	5,6	16,7	-	-
Европа		549	10,7	2,0	87,2	-	14,8	-	1,6
Азия		972	46,7	5,5	47,8	0,3	4,2	0,1	0,7
Арктика (суша)		156	26,3	2,6	71,2	-	10,3	-	-

Условные обозначения:

1. *V <0, V=0, V>0* – категории среднегодовых аномалий;
2. P_{05}, P_{95} – 5-я и 95-я процентили;
3. *min, max* – наименьшее и наибольшее значения с 1911 г.

По-видимому, ***основной особенностью сезона*** является осуществление *крупных аномалий обоих знаков,* на континентах и океанах, в среднем за сезон и в отдельные месяцы. Интенсивность аномалий и их локализация меняются от месяца к месяцу, но сам факт осуществления, наряду с положительными (что естественно при глобальном потеплении), еще и отрицательных аномалий, скорее может рассматриваться как некоторое указание на ослабление потепления.

В частности, в текущем сезоне, в сравнении с зимой 2020/21 гг., доля отрицательных сезонных аномалий значительно увеличилась в Австралии (на 25%) и несколько меньше - в Азии и приэкваториальном широтном поясе (на 12%). Однако доля экстремальных отрицательных аномалий (меньше 5-го процентиля) увеличилась только на 6% в Австралии. В то же время на акватории северного Тихого океана (20-65N), в Северной Америке, Африке и на суше Арктики доля отрицательных сезонных аномалий, напротив, уменьшилась на 12-18%.

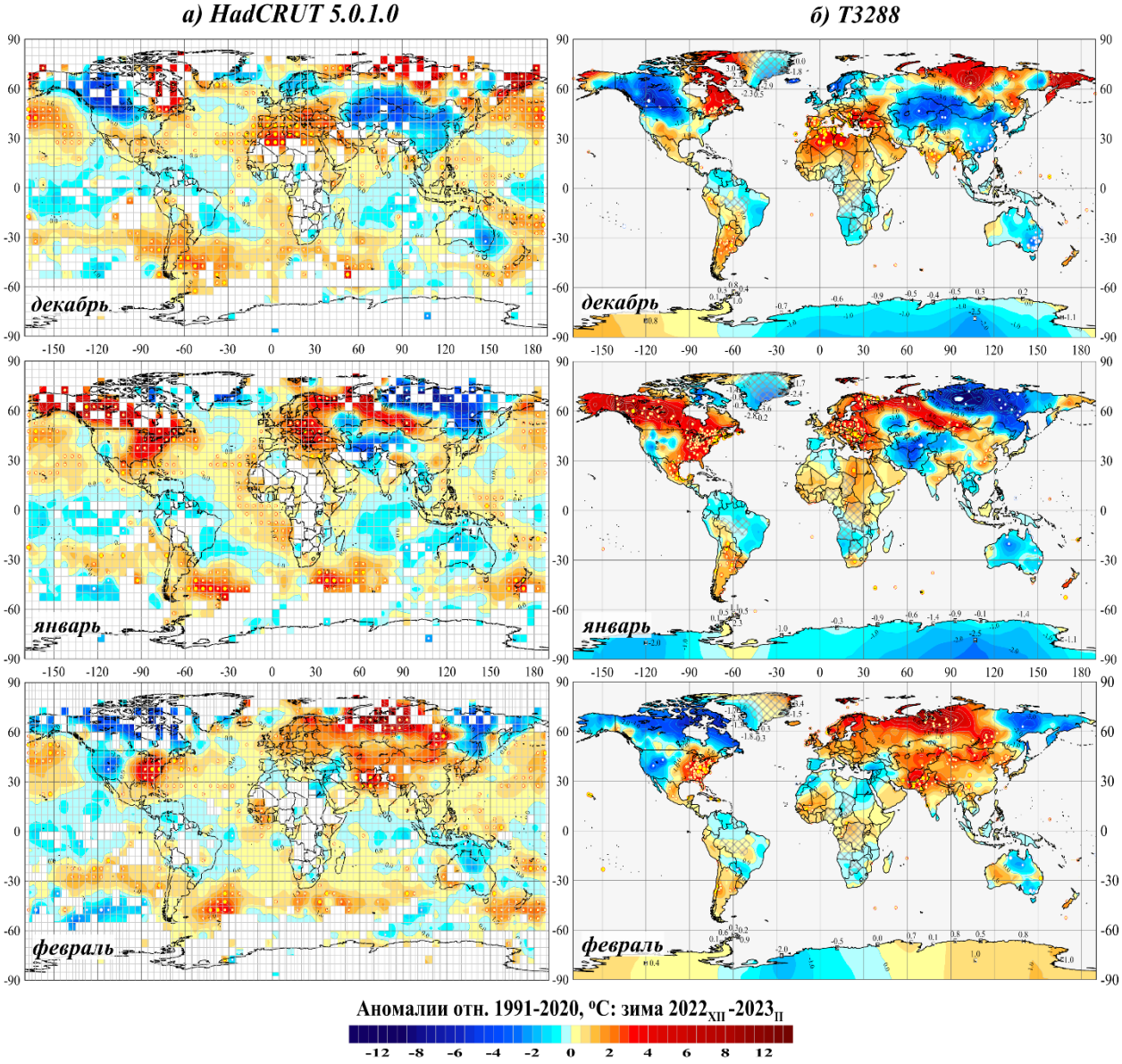


Рисунок 2.2 –См. рис.2.1, но для средних месячных аномалий

Дополнительно отметим регионы локализации экстремальных аномалий тепла и холода в течение текущего сезона. Локальные значения аномалий выше 95-го процентиля (5%-е экстремумы тепла) зафиксированы:

- в северных частях Тихого и Атлантического океанов (более 20% боксов в каждом из месяцев сезона, кроме февраля в Тихом океане);

- на востоке Северной Америки (сезонные экстремумы на 64% станций, в январе - 34%), в Европе (зимой - 15%, в январе - 21%), в центре и на севере Африки (зимой - 15%, в декабре – 31%), на юге Южной Америки (зимой - 44%, в декабре и январе – 20%).

Локальные значения отрицательных аномалий ниже 5-го процентиля (5%-е экстремумы холода) отмечены лишь в Австралии (сезонные экстремумы на 13%, в декабре - 16%) и Антарктиде (зимой, в декабре и феврале –на 6% станций).

Таблица 2.4 –Количество локальных 5%-х экстремумов холода ($X<=P_{05}$)и тепла ($X>=P_{95}$) в крупных регионах Земного шара в отдельные месяцы зимнего сезона 2022/2023 гг.

Регион		Всего станций /боксов N	Декабрь 2022		Январь 2023		Февраль 2023	
			$X<P_{05}$	$X>=P_{95}$	$X<P_{05}$	$X>=P_{95}$	$X<P_{05}$	$X>=P_{95}$
T3288 (только суша)								
Земной шар		2581	2,7	9,1	1,2	14,2	1,1	10,6
Северное, полушарие		2181	1,9	8,9	1,0	14,4	0,5	11,5
Южное полушарие		401	7,0	10,5	2,5	13,2	4,2	6,0
Северная Америка		445	1,6	8,5	0,2	34,2	1,6	19,1
Евразия		1512	1,9	6,7	1,2	9,7	0,1	9,8
Южная Америка		140	-	20,7	0,7	20,0	1,4	8,6
Африка		140	0,7	31,4	-	11,4	1,4	9,3
Австралия		144	16,0	1,4	5,6	2,1	7,6	1,4
Антарктида		18	5,6	11,1	-	22,2	5,6	-
Европа		549	0,4	8,9	-	21,1	-	10,2
Азия		972	2,8	5,3	1,9	3,1	0,2	9,5
Арктика (суша)		156	0,6	4,5	2,6	23,1	0,6	17,3
HadCRUT5 (суша+море)								
Земной шар		1687	0,5	16,5	1,1	15,1	1,3	13,5
С. полушарие		946	0,2	19,3	0,8	16,5	0,4	14,3
Южн. полушарие		741	0,8	12,8	1,3	13,4	2,4	12,4
Атлантика, 15-70N		133	-	30,8	1,5	27,8	-	20,3
Тихий океан, 20-65N		151	-	33,8	-	20,5	-	13,9
Широтные пояса	90-65N	90	1	11,1	7,8	5,6	1,1	12,2
	65-25N	534	-	23,8	0,2	19,5	0,6	17,2
	25S-25N	626	0,5	12,9	1,0	12,3	1,1	8,9
	25-65S	418	0	14,4	0,5	16,3	2,4	15,8
	65-90S	19	11	-	10,5	5	5,3	11

Примечание. Процентное содержание экстремумов рассчитано по всем доступным станционным и сеточным данным соответствующего месяца/сезона в рассматриваемом регионе (см. N). Значения 5-го и 95-го процентилей (P_{05}, P_{95}) рассчитаны для каждого календарного месяца и каждой станции по данным за 1911-2022 гг.

Небольшие отрицательные аномалии наблюдались в Азии (в январе – на большей части территории, в декабре – в Центральной и Юго-Восточной Азии, в феврале – на территории Малой Азии и на северо-востоке континента), на севере Южной Америки и на юге Африки (в течение всех трех зимних месяцев). На акваториях океанов отрицательные аномалии наблюдались, в основном, в Южном полушарии (в Тихом и Индийском океанах) в течение всех месяцев сезона.

В целом по Земному шару, наиболее теплые условия сложились в феврале (аномалия +0,32ºС, ранг 4) и в январе (+0,30ºС, ранг 5); температурные условия в декабре были менее экстремальными (глобально осредненная аномалия 0,23ºС, девятая величина в ряду).

3. КРУПНОМАСШТАБНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ИЗМЕНЕНИЯ ПРИЗЕМНОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ ЗЕМНОГО ШАРА ЗА ПЕРИОД ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫХ НАБЛЮДЕНИЙ. 1850-2023 гг. (зимний сезон)

Межгодовые и межмесячные изменения глобальной температуры. Рисунок 3.1 иллюстрирует изменение глобальной температуры от года к году (по вертикали) и от месяца к месяцу (по горизонтали).

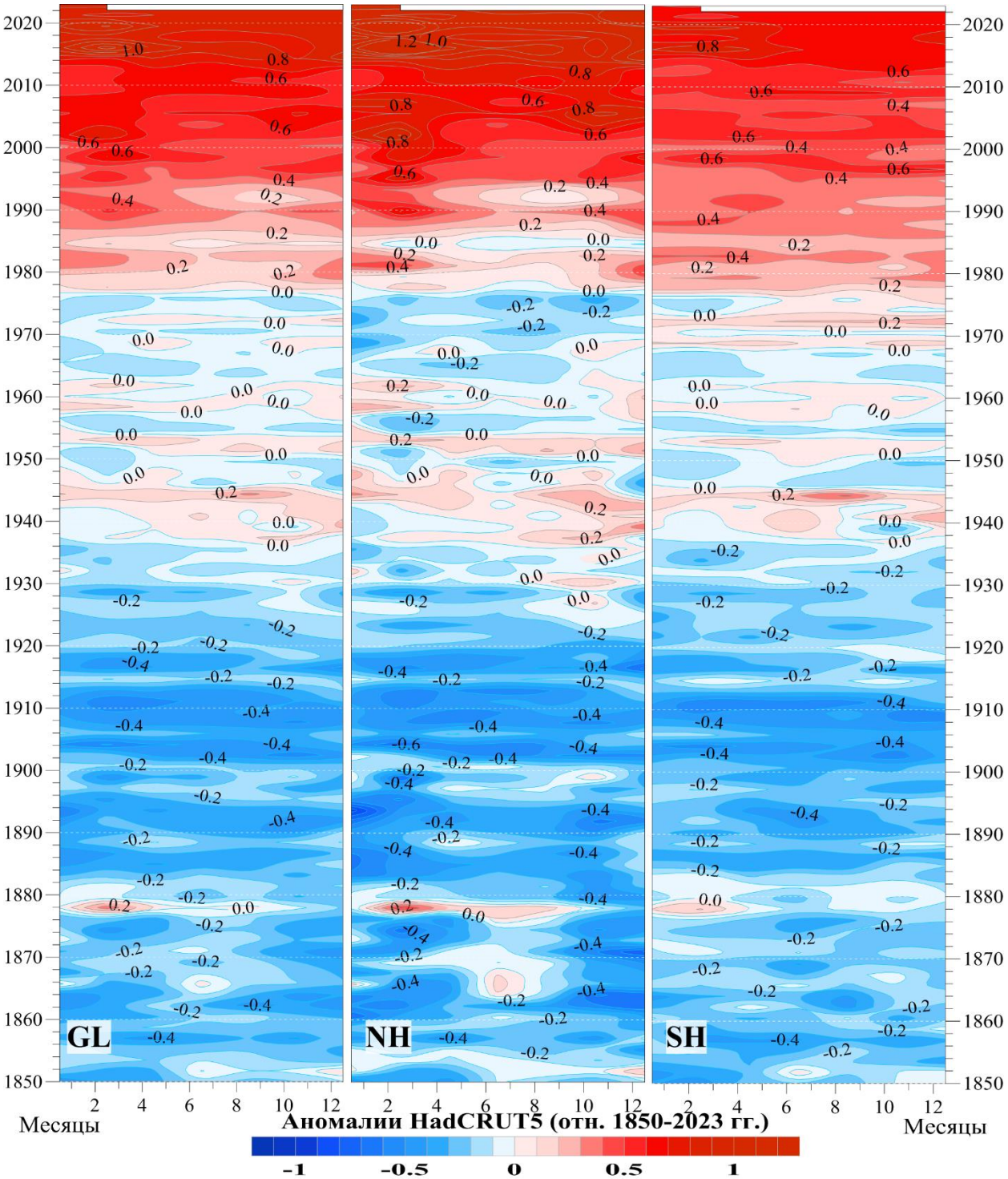


Рисунок 3.1 – Изменение аномалий средней месячной приповерхностной температуры, осредненной по территории Земного шара (GL), Северного (NH) и Южного (SH) полушарий в течение периода с января 1850 по февраль 2023 гг. (по данным HadCRUT5, Hadley/CRU, UK), Аномалии выражены как отклонения от средней за 1850-2023 гг.

На рисунке 3.1 хорошо прослеживаются и похолодание в конце 19-го - начале 20-го столетия, и арктическое потепление 1940-х, и современное глобальное потепление, начавшееся в Южном полушарии в конце 1970-х, к 1990-м гг., ставшее глобальным. В 21-м столетии потепление заметно усилилось. Наиболее ярко оно проявляется в Северном полушарии после 2010 г. В последние годы аномалии температуры зимнего сезона колеблются относительно средней всего периода наблюдений в интервале 1,0-1,4°С в Северном полушарии и 0,6-0,8°С - в Южном.

Широтно-долготные разрезы. Меридиональный профиль (рис.3.2) 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 сектора Тихого океана, затем – территория США, далее – Северная Атлантика, Евразия и западный сектор Тихого океана.

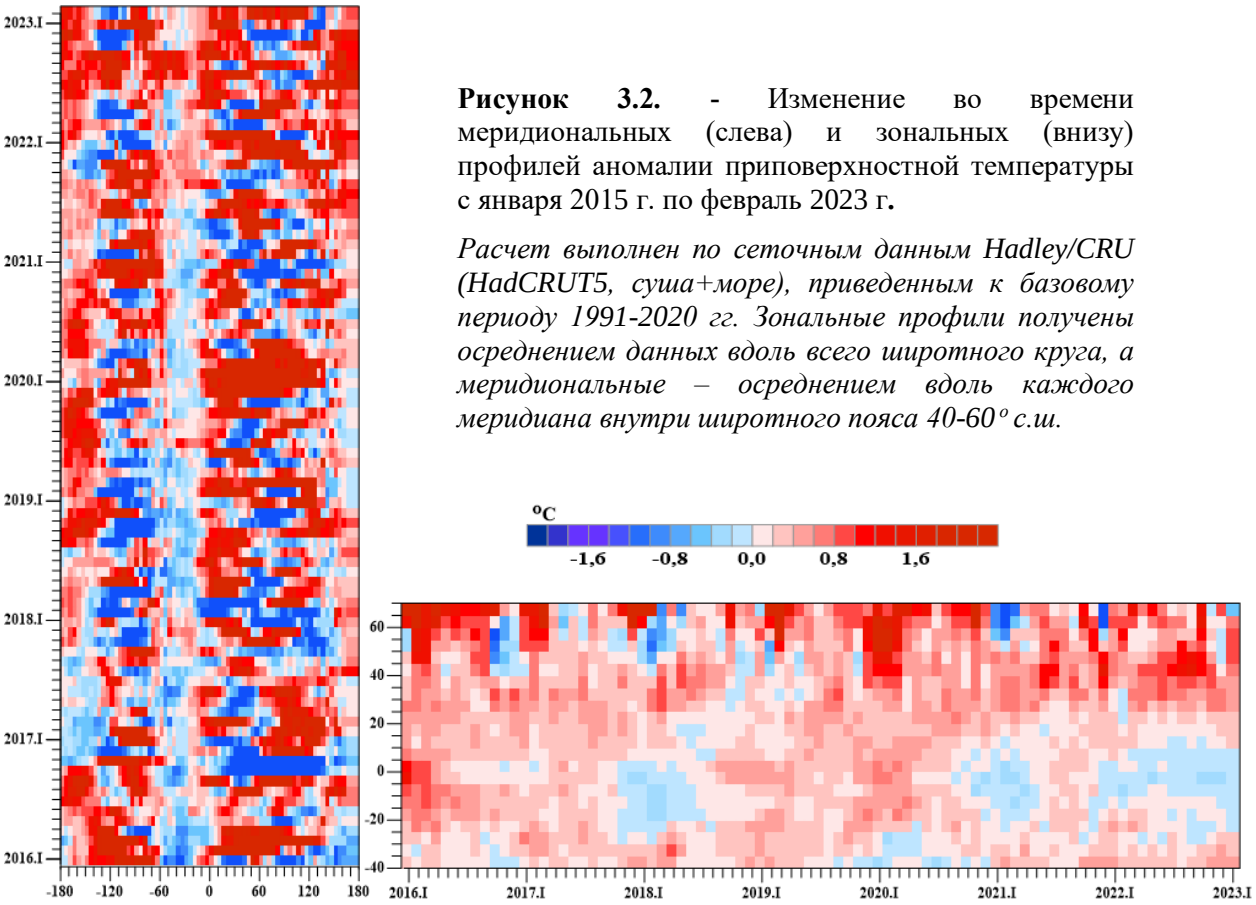


Рисунок 3.2. - Изменение во времени меридиональных (слева) и зональных (внизу) профилей аномалии приповерхностной температуры с января 2015 г. по февраль 2023 г.

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 – осреднением вдоль каждого меридиана внутри широтного пояса 40-60° с.ш.

Представленный период отличался преимущественно холодными аномалиями в Атлантике (исключение: теплая осень 2021 г. и жаркое лето 2022 г.) и теплыми – в Тихом океане (за исключением периода с конца 2016 до конца 2017 гг., когда в восточном секторе Тихого океана преобладали отрицательные аномалии температуры).

В текущем сезоне, в умеренных широтах Северного полушария, положительные аномалии (VT>+2°С) просматриваются в Тихом океане (декабрь), в Северной Америке (декабрь-январь), в западной Европе (январе (сектор 0-40E) и феврале (сектор 90-120E).

Зональные профили (рис.3.2б) четко указывают на повышение температуры зимой 2015/16 гг. (во всех широтах - след мощного Эль-Ниньо); заметное понижение температуры в первой половине 2018 г. (не получивший развития Ла-Нинья); теплый период в умеренных широтах с середины 2018 до конца 2022 г. (за исключением зимы 2020/21 гг.);

понижение температуры в тропиках с конца 2020 г. по декабрь 2022 г. (современное Ла-Нинья).

Временные ряды глобально осредненной температуры. На рисунке (рис.3.3) видно, что повышение глобальной зимней температуры от 2022 г, к 2023 небольшое: около 0,08ºС (для массивов HadCRUT5 и HadSST4) и некоторое понижение (до 0,07ºС – для массивов CRUTEM5 и T3288 в Южном полушарии). Хорошо видны годы с самыми крупными аномалиями: 2016 и 2020 гг., а для Южного полушария – еще и 2019 г.

Коэффициенты линейного тренда глобальной температуры (средняя скорость потепления за последние 47 и 100 лет) представлены в таблице 3.1, а в таблице 3.2 – результаты их сравнения в разных «факторных» подгруппах, учитывающих вид данных и территорию (с помощью показателей k1-k3 – см, боковик табл. 3.2).

Для определенности отметим, что показатели k1-k3 сравнивают интенсивность (среднюю скорость) потепления в следующих «факторных» подгруппах: k1 - на суше и на акваториях океанов, k2 - в Северном и Южном полушариях, k3 – современное потепление и потепление последнего 100-летия.

Таблица 3.1 - Коэффициенты линейного тренда (ºС/10 лет) глобальных временных рядов приземной температуры за 1976-2023 гг., и 1924-2023 гг., (в среднем за зимний сезон и для каждого месяца)

Регион	**1976-2023**				**1924-2023**			
	Зима	XII	I	II	Зима	XII	I	II
HadCRUT5 (суша+море)								
Земной шар	0,172	0,171	0,171	0,174	0,106	0,102	0,106	0,110
Северное полушарие	0,235	0,234	0,230	0,240	0,118	0,113	0,117	0,125
Южное полушарие	0,110	0,108	0,112	0,109	0,093	0,091	0,095	0,094
T3288-ИГКЭ (суша)								
Земной шар	0,278	0,265	0,286	0,283	0,158	0,142	0,161	0,170
Северное полушарие	0,336	0,313	0,343	0,352	0,181	0,160	0,183	0,201
Южное полушарие	0,144	0,154	0,154	0,124	0,088	0,089	0,096	0,080
CRUTEM5 (суша)								
Земной шар	0,278	0,268	0,281	0,286	0,149	0,139	0,147	0,160
Северное полушарие	0,342	0,320	0,341	0,363	0,172	0,155	0,168	0,192
Южное полушарие	0,152	0,165	0,160	0,132	0,103	0,106	0,106	0,096
HadSST4 (море)								
Земной шар	0,133	0,139	0,131	0,128	0,083	0,082	0,083	0,083
Северное полушарие	0,165	0,182	0,160	0,153	0,076	0,080	0,075	0,073
Южное полушарие	0,104	0,101	0,105	0,106	0,091	0,087	0,092	0,094

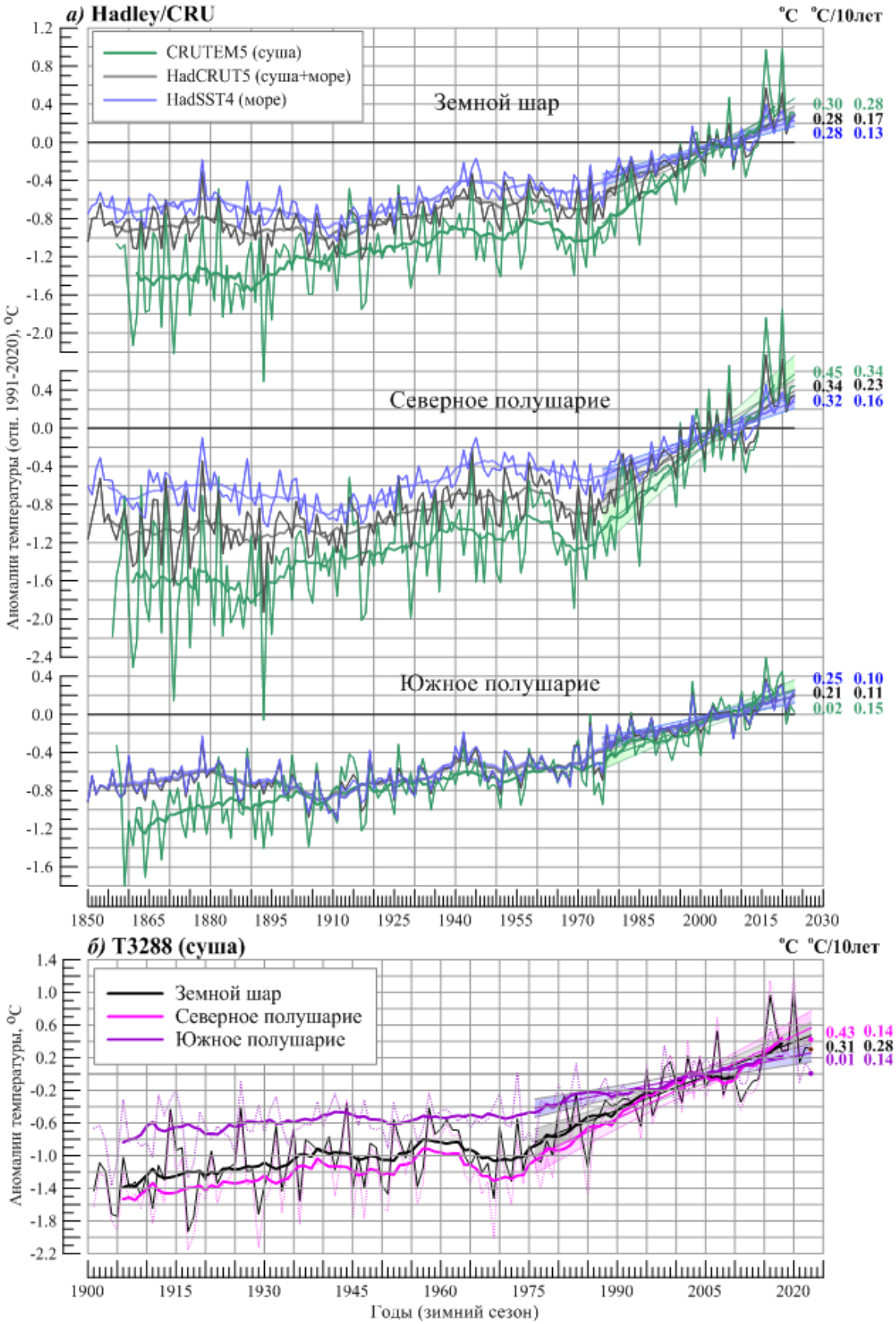


Рисунок 3.3 – Временные ряды сезонных аномалий приземной температуры (зима), осредненных по территории Земного шара, Северного и Южного полушарий: а) по данным Hadley/CRU, 1850-2023: HadCRUT5, CRUTEM5, HadSST4; б) по данным ИГКЭ, 1901-2023: Т3288.

Для всех рядов показан ход 11-летних скользящих средних и линейный тренд за 1976-2023 гг., с 95% доверительным интервалом. Справа приведены числовые значения сезонных аномалий в 2023 г. (°С) и значения коэффициентов линейного тренда за 1976-2023 гг. (°С/10лет, зима)

Таблица 3.2 – Сравнение средней скорости глобального потепления (у поверхности) в разных «факторных» подгруппах, в среднем за зимний сезон

$\mathbf{k_1}$	***Показатель***	**1976-2023**			**1924-2023**		
		ЗШ	СП	ЮП	ЗШ	СП	ЮП
	$b_{T3288}/b_{HadSST4}$	2,09	2,04	1,38	1,90	2,38	0,97
	$b_{CRUTEM5}/b_{HadSST4}$	2,09	2,07	1,46	1,80	2,26	1,13
$\mathbf{k_2}$	$b_{СП}/b_{ЮП}$	**1976-2023**			**1924-2023**		
		T3288	CRUTEM	HadSST	T3288	CRUTEM	HadSST
		2,33	2,25	1,59	2,06	1,67	0,84
$\mathbf{k_3}$	$b_{1976-2023}/b_{1923-2023}$	**СП**			**ЮП**		
		T3288	CRUTEM	HadSST	T3288	CRUTEM	HadSST
		1,86	1,99	2,17	1,64	1,48	1,14

Из данных таблицы 3.2 можно сделать следующие выводы:

- Потепление (и современное, и в целом за 100 лет) над сушей протекает быстрее, чем над океанами: k_1=1,1 - 2,4 (больше 1). Отметим, что в последние 40-50 лет этот контраст («континенты - океаны») в Южном полушарии усилился, а в Северном полушарии, наоборот, стал немного слабее.
- Средняя скорость потепления в Северном полушарии выше, чем в Южном: k_2=1,7-2,3, за исключением поверхности океанов на 100-летнем интервале – здесь k_2=0,8 (меньше 1). Для современного потепления (1976-2023) $k_2 \approx 2,2$ на суше, $k_2 \approx 1,6$ - на поверхности океанов.
- Современное потепление ускорилось по сравнению со 100-летним в k_3=1,9 - 2,2 раз в Северном полушарии и только в k_3=1,1-1,6 раза – в Южном. При этом в Северном полушарии коэффициент ускорения примерно одинаков на суше (k_3=1,9-2,0) и на поверхности океанов (k_3=2,2); а в Южном – сильнее над сушей (k_3=1,5-1,6), против k3=1,1 – на поверхности океанов (как видно, на акваториях океанов ускорения практически нет).

4. ВРЕМЕННЫЕ РЯДЫ РЕГИОНАЛЬНО ОСРЕДНЕННЫХ АНОМАЛИЙ ПРИЗЕМНОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ, 1911-2023 гг. (зимний сезон)

Представленные ниже временные ряды (рис.4.1, 4.2, 4.3) 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 для Европы и Азии отдельно). Данные до 1911 г, не приводятся, т.к. представляются недостаточно полными и надежными (особенно над океанами). На всех временных рядах показаны тренды за период 1976-2023 гг., условно принятый за период современного глобального потепления, Числовые оценки трендов для всех регионов приведены в табл. 4.1.

Таблица 4.1 – Коэффициенты линейного тренда (*°C/10 лет*)
регионально осредненных аномалий приземной температуры за 1976-2023 гг.,
(в среднем за сезон и по месяцам)

Регион	Зима		Декабрь		Январь		Февраль	
	b	α	b	α	b	α	b	A
HadCRUT5 (суша+море)								
Атлантика (15-70N)	0,204	0,0	0,212	0,0	0,206	0,0	0,195	0,0
Тихий океан (20-65N)	0,167	0,0	0,188	0,0	0,153	0,0	0,162	0,0
Арктический пояс (65-90N)	0,526	0,0	0,611	0,0	0,422	0,3	0,553	0,1
Умеренный пояс СП (25-65N)	0,274	0,0	0,253	0,0	0,284	0,0	0,286	0,0
Тропики (25S-25N)	0,140	0,0	0,150	0,0	0,135	0,0	0,135	0,0
Умеренный пояс ЮП (65-25S)	0,113	0,0	0,104	0,0	0,118	0,0	0,114	0,0
Антарктический поя с (90-65S)	**-0,058	5,6	**-0,053	18,3	*-0,076	4,6	**-0,037	24,6
T3288 (только суша)								
Северная Америка	0,377	0,1	0,468	0,3	0,574	0,0	**0,105	58,2
Евразия	0,344	0,0	*0,227	3,3	0,304	0,8	0,501	0,0
Южная Америка	0,160	0,0	0,161	0,0	0,175	0,0	0,141	0,0
Африка	0,257	0,0	0,295	0,0	0,220	0,0	0,252	0,0
Австралия	*0,112	4,8	**0,116	14,2	0,198	1,3	**0,034	73,4
Антарктида	**-0,047	37,2	**-0,061	44,4	**-0,095	18,5	**0,010	98,4
Европа	0,564	0,1	*0,472	1,8	0,540	*1,7	0,678	*1,2
Азия	0,284	0,1	**0,162	11,5	0,239	*3,3	0,451	0,0
Арктика (суша)	0,575	0,0	0,689	0,0	0,505	0,0	0,556	0,0

Примечание. Синим шрифтом выделены ячейки с отрицательным трендом (тенденция к похолоданию). Звездочкой (*) выделены оценки с критическим уровнем значимости 1%<α≤5%; двумя звездочками (**) – оценки с уровнем значимости α>5% (не значимы на 5%-м уровне). Остальные оценки статистически значимы уже на 1%-уровне.

Как следует из таблицы 4.1, в Антарктическом поясе (90-65S) и Антарктиде получен отрицательный тренд, в среднем за сезон и в каждом месяце (кроме Антарктиды в феврале). Во всех этих случаях вероятность ложного тренда 5-25% в Антарктическом поясе и 18-98% в Антарктиде, т.е., здесь можно уверенно говорить об отсутствии устойчивой однонаправленной тенденции в изменении температуры данного сезона (в Южном полушарии это лето). Во всех остальных регионах (кроме Австралии), в среднем по территории и за сезон, сохраняется тенденция к потеплению, статистически значимая на 1%-м уровне (месячные оценки для евразийских регионов менее определенны).

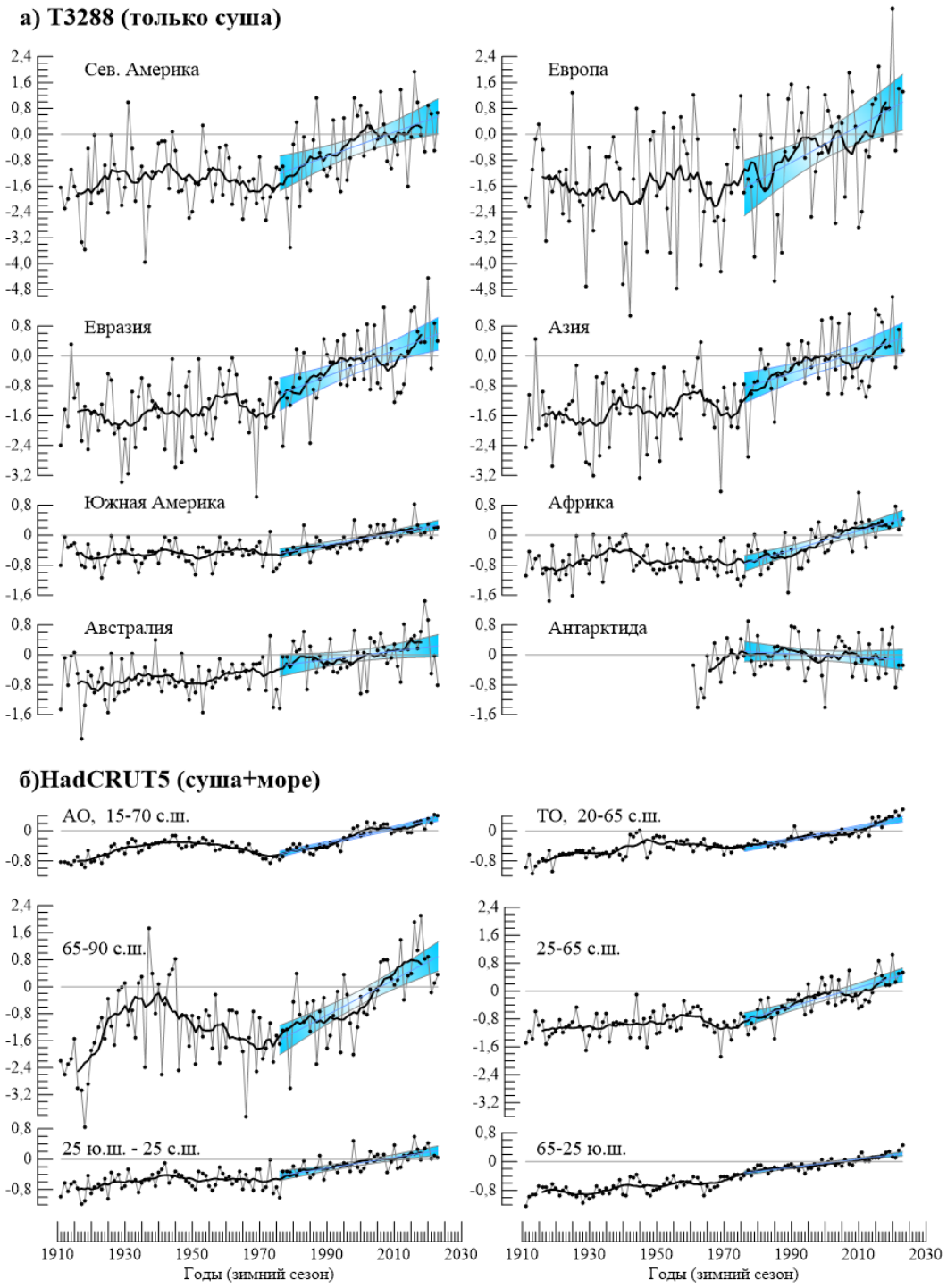


Рисунок 4.1 – Временные ряды пространственно осредненных аномалий приземной температуры зимнего сезона для континентов (а), северных частей Атлантического и Тихого океанов (б, вверху) и основных широтных поясов земного шара (б, внизу).

Расчеты выполнены по методике ИГКЭ по данным Т3288 (для континентов) и HadCRUT5 (для океанов и широтных поясов). Аномалии приведены в отклонениях от средних за 1991–2020 гг. Сглаженные кривые (жирная линия) получены 11-летним скользящим осреднением. Показан линейный тренд за 1976-2023 гг., с 95%-м доверительным интервалом (голубая заливка).

В Австралии сезонный тренд значим на 5%-м уровне, но в декабре уровень значимости всего 14,2%, в феврале тренд вовсе не значим. Регион наиболее интенсивного потепления (с учетом континетов и океанов) – Арктический широтный пояс (+0,53ºС/10 лет в целом за сезон, в декабре +0,61), а по данным только на суше – Арктика (суша) (+0,58

ºС/10 лет в среднем за сезон, в декабре +0,69) и Европа (+0,56 ºС/10 лет в среднем за сезон, в феврале +0,68). Более детально проследить многолетний ход приземной температуры в каждом регионе можно по временным рядам (рис.4.1-4.3) и оценкам современных тенденций в их изменении (табл. 4.1).

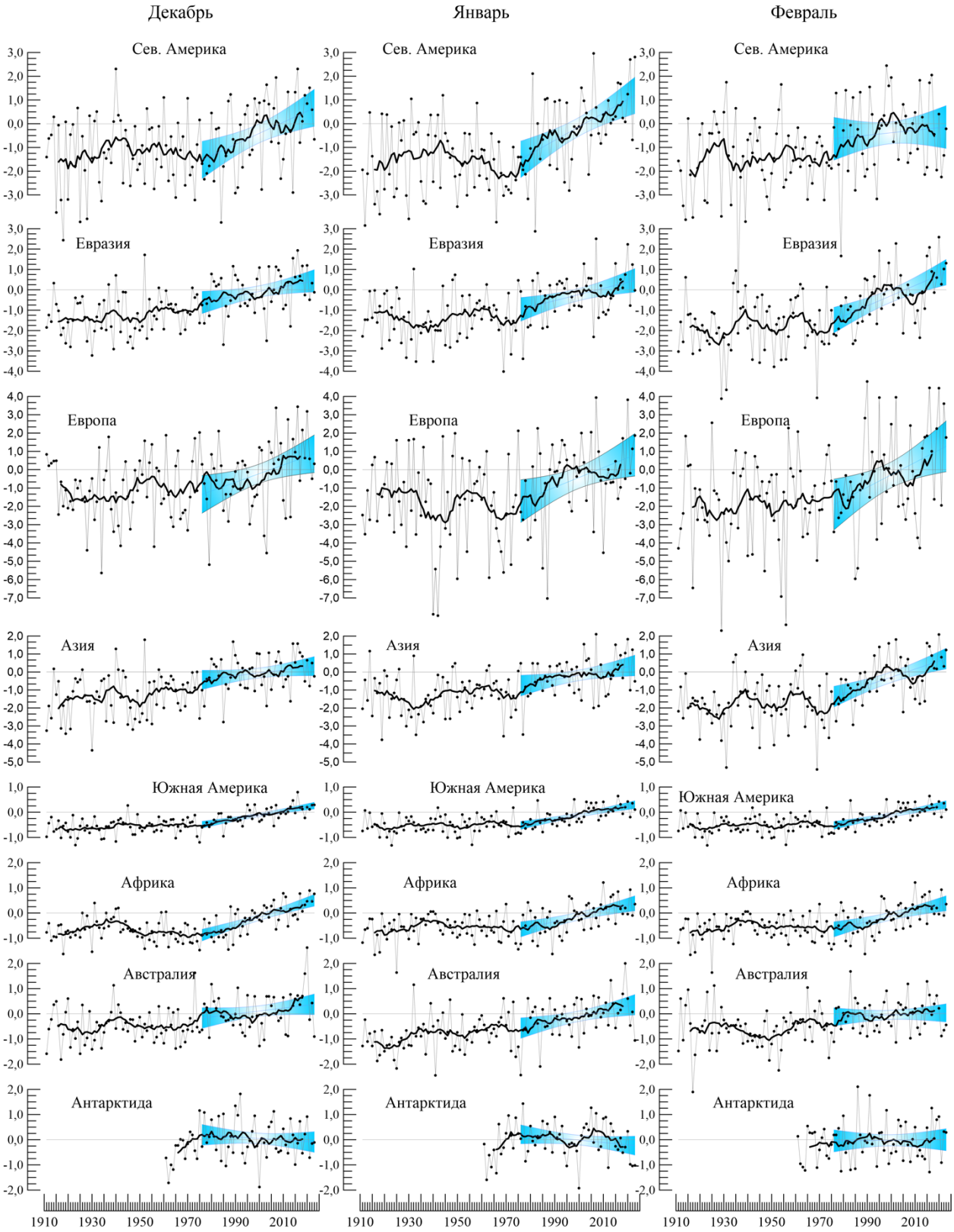


Рисунок 4.2 – См. рис.4.1, но для аномалий зимних месяцев и только для континентов
Расчеты выполнены по методике и данным ИГКЭ с использованием массива Т3288.

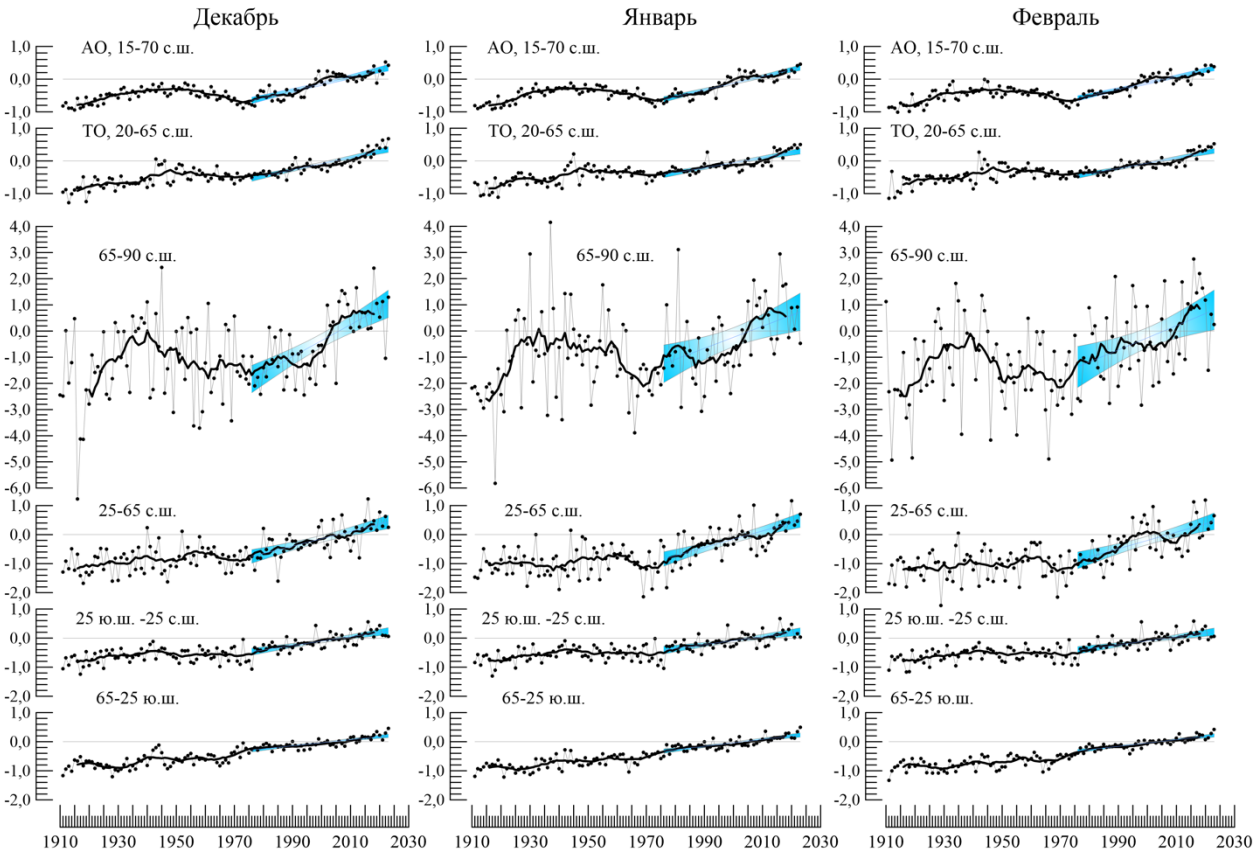


Рисунок 4.3 – См. рис.4.1., но только для океанов и широтных поясов земного шара.
Расчеты выполнены по методике ИГКЭ с использованием массива сеточных данных HadCRUT5 (данные Hadley/CRU, суша+море).

5. ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ СОВРЕМЕННЫХ ИЗМЕНЕНИЙ КЛИМАТА, 1976-2023 гг. (зимний сезон)

В главе представлены географические распределения коэффициентов линейного тренда приповерхностной температуры за 1976-2023 гг., для зимнего сезона (рис.5.1) и для каждого зимнего месяца (рис.5.2). Использованы данные наблюдений на 2570 станциях (массив T3288) и в центрах 1664 боксов (массив HadCRUT5), для которых своевременно поступили данные за 2022_{XII}-2023_{II}, В таблице 5.1 приведено частотное распределение коэффициентов тренда в зависимости от географического региона, направленности тренда и уровня значимости, В ячейках таблицы для каждого региона указано реальное число учтенных данных NN (станций/боксов) в регионе и их доля в каждой анализируемой выборке (в процентах от NN).

Таблица 5.1 – Частотное распределение локальных оценок тренда в крупных регионах земного шара, в зависимости от знака коэффициента тренда и его статистической значимости (1976-2023, зимний сезон)

Регион		**NN**	***Выборки по знаку коэффициента тренда***						
			b <0	**b=0**	**b>0**	**b <0**		**b>0**	
						α <=5%	**α> =10%**	**α <=5%**	**α> =10%**
HadCRUT5 (суша+море)									
Земной шар		1661	7,7	0,5	91,8	0,7	6,6	61,6	24,4
Северное полушарие		943	2,3	0,5	97,1	0,1	2,1	69,1	21,6
Южное полушарие		718	14,8	0,4	84,8	1,5	12,5	51,8	28,1
АО, 15-70N		132	1,5	0,8	97,7	-	1,5	89,4	3,0
ТО, 20-65N		151	-	0,7	99,3	-	-	94,0	4,0
Широтные зоны	90-65N	89	3,4	-	96,6	-	3,4	73,0	14,6
	65-25N	533	0,9	0,4	98,7	-	0,9	64,4	27,0
	25S-25N	624	7,4	0,8	91,8	0,6	6,1	72,0	15,7
	25-65S	398	15,8	0,3	83,9	1,0	14,6	41,7	36,7
	65-90S	17	64,7	-	35,3	23,5	35,3	5,9	29,4
T3288 (только суша)									
Земной шар		2570	6,0	0,6	93,3	0,6	5,1	54,5	31,5
Северное полушарие		2177	3,9	0,5	95,6	0,3	3,4	56,4	31,6
Южное полушарие		394	17,8	1,5	80,7	2,5	14,5	44,2	31,2
Северная Америка		444	2,9	0,9	96,2	0,2	2,5	53,6	35,8
Евразия		1511	3,6	0,3	96,0	0,2	3,3	54,8	33,1
Южная Америка		139	10,1	2,2	87,8	1,4	8,6	52,5	29,5
Африка		139	12,2	-	87,8	0,7	10,1	64,7	15,1
Австралия		140	27,9	2,1	70,0	4,3	22,9	25,0	40,0
Антарктида		18	38,9	5,6	55,6	16,7	22,2	11,1	44,4
Европа		549	0,4	-	99,6	-	0,4	78,7	12,8
Азия		971	5,5	0,5	94,0	0,3	4,9	41,2	44,6
Арктика, суша		156	3,8	-	96,2	-	3,8	68,6	19,9

Примечание Таблица обобщает распределение оценок тренда на рис.5.1. Процентное содержание рассчитано относительно NN (NN - общее количество учтенных станций/боксов в регионе).

Потепление зимних сезонов наблюдается на большей части Земного шара – положительные сезонные тренды составляют 93% всех локальных оценок по станционным

данным Т3288 и 92% по данным HadCRUT5; статистически значимых среди них (на 5%-м уровне) 55 и 62%, соответственно, при том, что статистически значимые отрицательные коэффициенты составляют всего 0,6 и 0,7% от всех оценок того же источника (в целом по земному шару). Аналогичные оценки представлены в таблице 5.1 для каждого из рассматриваемых регионов.

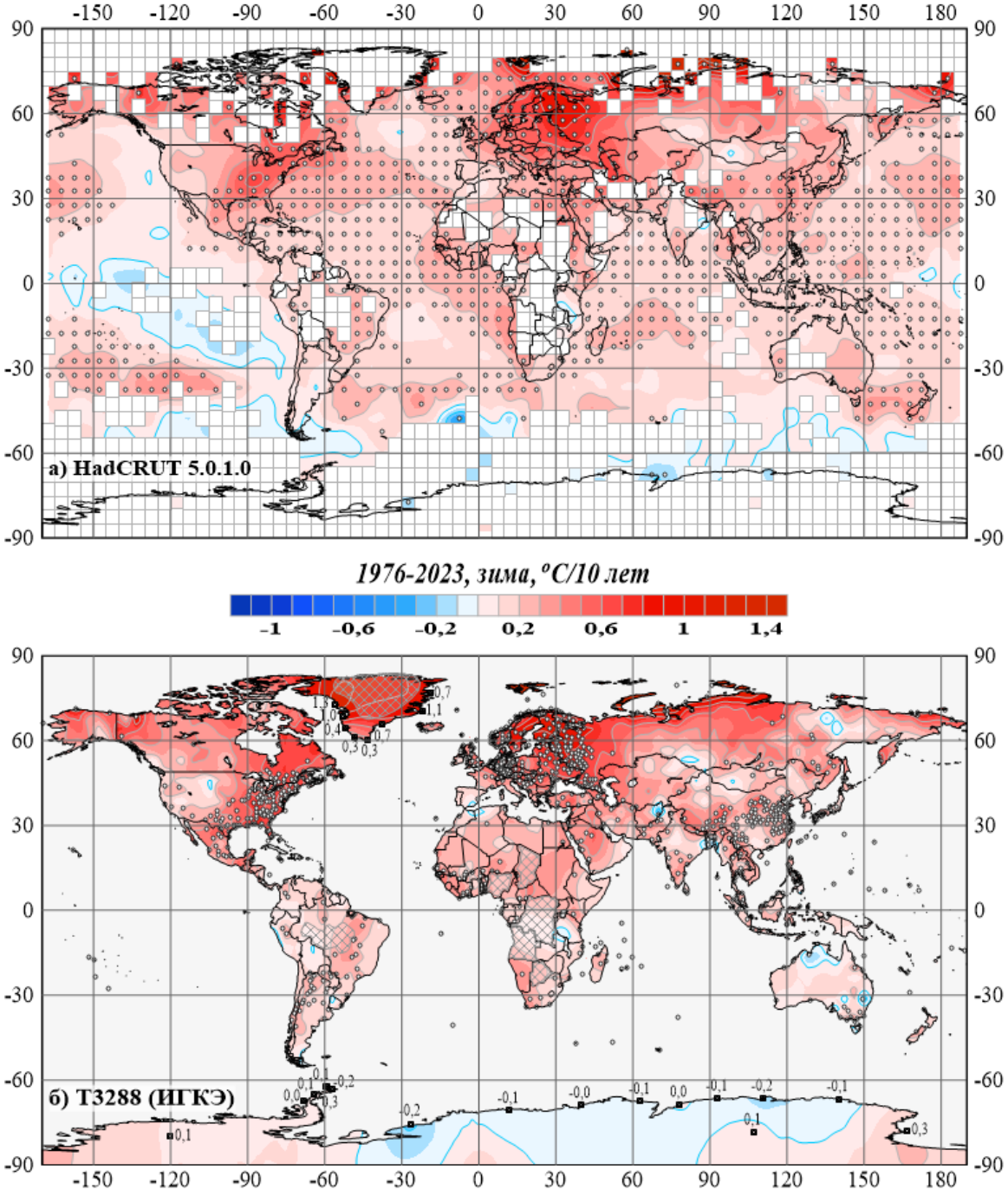


Рисунок 5.1 – Пространственное распределение коэффициентов линейного тренда сезонных аномалий температуры у поверхности Земного шара 1976-2023 (зима), °С/10 лет

Использованы данные: а) HadCRUT5 – сеточные данные Hadley/CRU (суша+море); б) Т3288 – станционные данные ИГКЭ (только суша). Пустыми боксами (а) и штриховкой (б) показаны области отсутствия наблюдений. Для станций Антарктиды и Гренландии приведены числовые значения коэффициентов тренда. Белыми кружками выделены боксы/станции, на которых тренд статистически значим на 1%-м уровне (с черной обводкой) или на 5%-м уровне (без обводки).

На акваториях Мирового океана также преобладает положительный тренд, притом что он в Северном полушарии статистически значим, преимущественно, на 1%-м уровне (рис.5.1). Отрицательный тренд отмечается на акваториях Южного полушария: на юге Атлантического и Индийского океанов, в экваториальной зоне Тихого океана и у западного побережья Южной Америки.

В пространственном распределении месячных оценок, как и сезонных, преобладает тенденция к потеплению (рис.5.2).

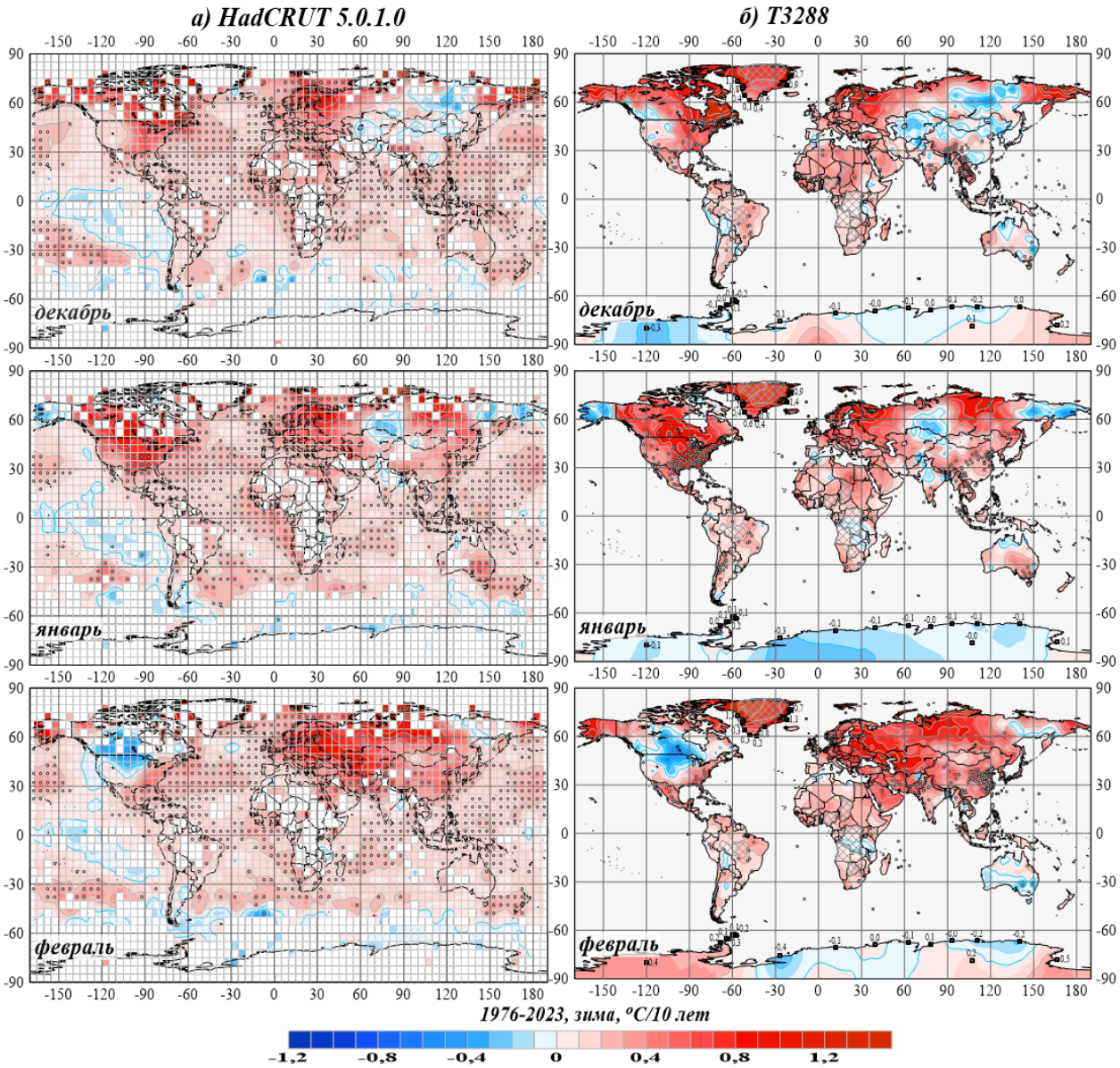


Рисунок 5.2 – См. рис.5.1, но для коэффициентов тренда среднемесячных аномалий температуры зимних месяцев.

Дополнительно полезно отметить, что в Арктике положительны 96,2% всех сезонных оценок, в том числе 68,6% значимы на 5%-м уровне (значения коэффициентов тренда более 1,0°С/10 лет). Область наиболее интенсивных трендов включает Центральную и Восточную Европу, восточное побережье Северной Америки и Юго-Восточную Азию, а максимальная скорость потепления отмечается на островах Карского и Баренцева морей (на архипелаге Земля Франца Иосифа до +2,5°С/10лет).

В то же время на всех континентах, в целом за сезон и в отдельные месяцы, отмечаются области статистически незначимого положительного тренда, наиболее обширные из которых расположены, в основном, в Сибири и на Дальнем Востоке, в Канаде), в Африке и в Австралии. Все они статистически не значимы даже на 10%-уровне. На акваториях океанов в каждом из зимних месяцев сохраняются особенности сезонного распределения.

Таблица 5.2 – Доля статистически значимых на 5%-м уровне оценок (α <=5%) линейных трендов в крупных регионах Земного шара в зимние месяцы 1976-2023 гг. (в зависимости от региона и знака тренда)

Регион		NN	Декабрь 2022		Январь 2023		Февраль 2023	
			b <0	b>0	b <0	b>0	b <0	b>0
HadCRUT5 (суша+море)								
Земной шар		1661	0,2	51,4	0,5	49,1	0,7	48,6
Северное полушарие		943	-	61,4	0,1	56,7	-	55,5
Южное полушарие		718	0,4	38,2	1,0	39,0	1,5	39,6
АО, 15-70N		132	-	89,4	-	84,1	-	74,2
ТО, 20-65N		151	-	76,8	-	67,5	-	81,5
Широтные зоны	90-65N	89	-	59,6	-	49,4	-	44,9
	65-25N	533	-	54,8	-	54,0	-	54,8
	25S-25N	624	-	66,5	0,5	58,3	0,2	56,6
	25-65S	398	0,5	22,9	0,5	29,9	1,3	30,2
	65-90N	17	5,9	11,8	17,6	-	29,4	11,8
T3288 (только суша)								
Земной шар		2570	0,7	30,5	0,5	40,5	0,5	38,2
Северное полушарие		2177	0,2	30,4	0,4	40,6	0,1	40,0
Южное полушарие		394	3,3	31,2	1,0	39,6	2,3	27,9
Северная Америка		444	-	44,1	-	62,6	0,2	19,1
Евразия		1511	0,3	21,7	0,4	32,8	0,1	45,3
Южная Америка		139	2,2	34,5	0,7	41,7	0,7	34,5
Африка		139	-	61,9	0,7	33,1	0,7	34,5
Австралия		140	6,4	15,0	1,4	35,0	3,6	8,6
Антарктида		18	11,1	5,6	11,1	5,6	16,7	11,1
Европа		549	0,2	29,0	0,2	43,4	-	54,6
Азия		971	0,3	17,4	0,5	26,9	0,1	40,3
Арктика, суша		156	0,6	55,8	-	46,8	-	24,4

Примечание. Таблица обобщает распределение оценок на рис.5.2. Процентное содержание рассчитано относительно NN (NN - общее количество станций/боксов в регионе).

6, ЗАКЛЮЧЕНИЕ

- Зимний сезон 2022/23 гг. стал четвертым самым теплым зимним сезоном в среднем по всей территории Земного шара (массив HadCRUT5, аномалия +0,278ºC); третьим – по акваториям океанов (массив HadSST4, аномалия +0,284ºC; при этом в Северном полушарии – третьим, в Южном – четвертым); и седьмым-восьмым - по территории суши (+0,306/0,305ºC – массивы данных T3288/CRUTEM5). Самыми теплыми зимами в истории наблюдений остаются зимние сезоны 2015/16 и 2019/20 гг. (сезонные аномалии для ЗШ, СП, ЮП: +0,572, +0,769, +0,375ºC и +0,523, +0,723, +0,323ºC, соответственно).
- В глобальном поле приземной температуры зимнего сезона преобладают положительные аномалии (температура выше климатической нормы 1991-2020 гг.), которые этой зимой составили 62% данных глобальной сети 5-градусных боксов (HadCRUT5, суша+море) и 60% данных наземных станций (T3288, суша). Из регионов выделяются: северные части Тихого и Атлантического океанов (положительные аномалии на 87% и 80% боксов), Африка (81%) и Европа (87%).
- Рекордно теплые условия сложились в северной части Тихого океана и Умеренном поясе Южного полушария (в среднем за сезон и в каждом из зимних месяцев), и в северной части Атлантического океана (в январе).

5%-е экстремумы тепла (температура выше 95-го процентиля) зафиксированы в каждом месяце на более 20% боксов тихоокеанского (кроме февраля) и атлантического регионов, а также на востоке Северной Америки (сезонные экстремумы на 64% станций, в январе - 34%), в Европе (зимой - 15%, в январе - 21%), в центре и на севере Африки (зимой - 15%, в декабре – 31%), на юге Южной Америки (зимой - 44%, в декабре и январе – 20%).

- Отрицательные сезонные аномалии этой зимой составили 33% всех сеточных данных (HadCRUT5, суша+море) и 35% данных наземных станций (T3288, только суша). Выделяются: Австралия (отрицательные аномалии на 77% станций), Антарктида (50%), полярная зона 90-65N (41%), приэкваториальная зона 25S-25N (44%), Азия (47%).

5%-е экстремумы холода (температура ниже 5-го процентиля) наблюдались лишь в Австралии (сезонные экстремумы на 13% станций, в декабре - 16%) и Антарктиде (зимой, в декабре и феврале –на 6% станций).

- В текущем сезоне, в сравнении с зимой 2020/21 гг., доля отрицательных сезонных аномалий значительно увеличилась в Австралии (на 25%) и несколько меньше - в Азии и приэкваториальном широтном поясе (на 12%). Однако доля экстремальных отрицательных аномалий (меньше 5-го процентиля) увеличилась только на 6% в Австралии, а в северной части Тихого океана, Северной Америке, Африке и на суше Арктики доля отрицательных сезонных аномалий, напротив, уменьшилась на 12-18%.
- На большей части Земного шара продолжается потепление зимних сезонов: положительные тренды составляют 92% всех локальных оценок по данным на континентах и океанах (HadCRUT5, суша+море) и 93% оценок по данным наземных станций (T3288, суша). Отрицательные тренды составляют, соответственно, 7,7 и 6,0%, и только 0,7 и 0,6% из них статистически значимы на 5%-м уровне.
- Область наиболее интенсивного потепления: Арктика, 65-90N (сезонный тренд +0,53°C/10 лет (HadCRUT5, суша+море) и +0,58 ºC/10 лет (T3288, суша)), и Европа (+0,56ºC/10 лет, T3288, суша), а также восточное побережье Северной Америки и Юго-

Восточная Азия. Локальная максимальная скорость потепления отмечается на островах Карского и Баренцева морей (на архипелаге Земля Франца Иосифа до +2,5^{o}C/10лет).

- В то же время, в течение всех трех зимних месяцев, как и по сезонным оценкам, на всех континентах выделяются области слабого отрицательного тренда, статистически не значимого даже на 10%-м уровне.
- По-прежнему, средняя скорость потепления (и современного, и за последние 100 лет) над сушей выше, чем над океанами, в Северном полушарии выше, чем в Южном, и притом в Северном полушарии в последние 50 лет удвоилась в сравнении со столетним. В Южном полушарии ускорение заметно слабее: на суше примерно в 1,5 раза, а на акваториях океанов практически отсутствует.