

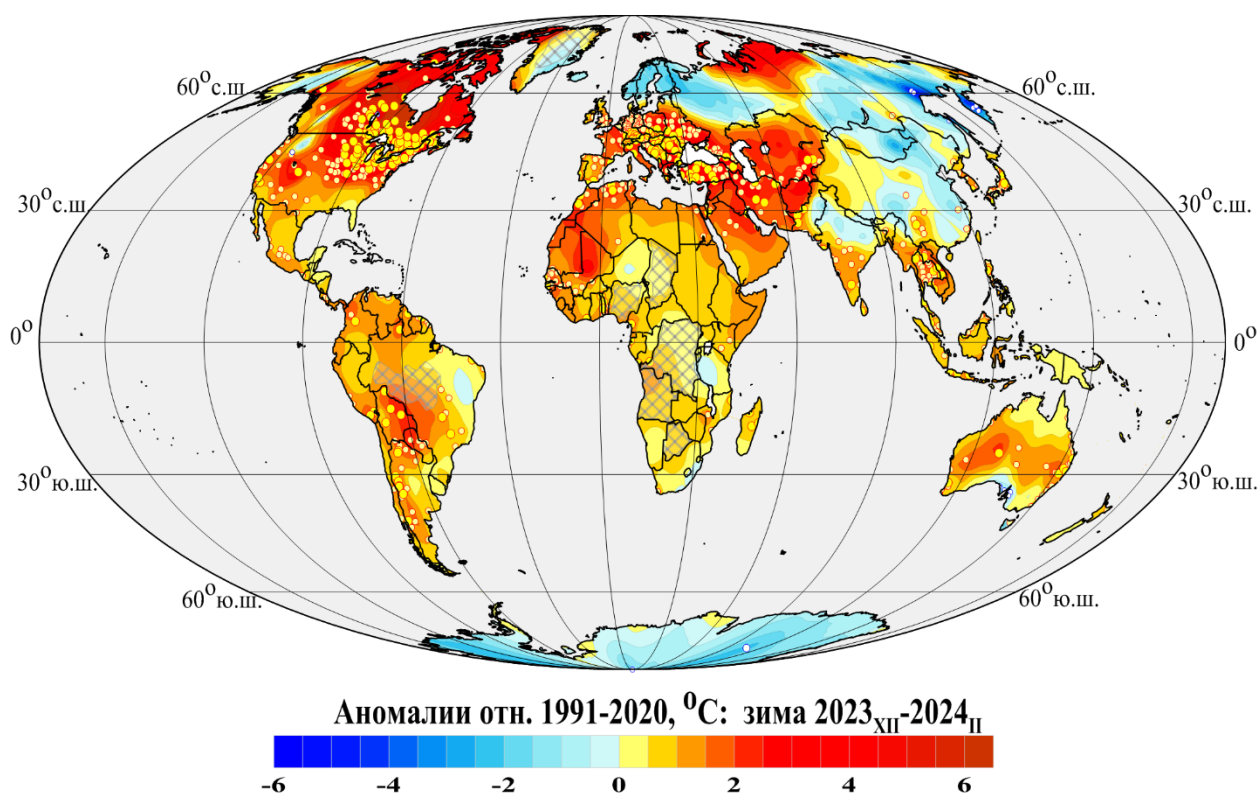
Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу
окружающей среды

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

Бюллетень мониторинга изменений климата Земного шара

Приземная температура

Зима 2023_{XII}-2024_{II}



Москва 2024

ОГЛАВЛЕНИЕ^{1,2}

1. ВВЕДЕНИЕ	3
2. ТЕМПЕРАТУРНЫЙ РЕЖИМ У ПОВЕРХНОСТИ ЗЕМНОГО ШАРА ЗИМОЙ 2023/24 гг. ЭКСТРЕМАЛЬНЫЕ АНОМАЛИИ	6
3. КРУПНОМАСШТАБНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ИЗМЕНЕНИЯ ПРИЗЕМНОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ ЗЕМНОГО ШАРА ЗА ПЕРИОД ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫХ НАБЛЮДЕНИЙ 1850-2024 гг. (зимний сезон)	12
4. ВРЕМЕННЫЕ РЯДЫ РЕГИОНАЛЬНО ОСРЕДНЕННЫХ АНОМАЛИЙ ПРИЗЕМНОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ, 1911-2024 гг. (зимний сезон)	17
5. ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ СОВРЕМЕННЫХ ИЗМЕНЕНИЙ КЛИМАТА, 1976-2024 гг. (зимний сезон)	21
6. ЗАКЛЮЧЕНИЕ	25

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 2023/2024 гг. (данные Т3288, ИГКЭ)

1. ВВЕДЕНИЕ

В настоящем бюллетене представлены данные о климатических аномалиях зимнего сезона 2024 года и обновленные (с учетом этих данных) оценки тенденций в изменении температурного режима зимних сезонов на территории земного шара в течение 1976–2024 гг. (период, принятый за период современного потепления). Оценки приведены для сезона в целом и каждого из зимних месяцев (декабрь-январь-февраль) для аномалий относительно базового периода 1991–2020 гг.

Бюллетень подготовлен в рамках оперативного мониторинга климата в ФГБУ «ИГКЭ (система GCCM – Global Climate Monitoring»³), с использованием данных метеорологических наблюдений о среднемесячной температуре приземного воздуха на 3288 наземных станциях земного шара (массив T3288, данные ИГКЭ; массив сформирован и ежемесячно пополняется средствами технологии GCCM на основе телеграмм КЛИМАТ, СИНОП).

Параллельно в бюллетене приводятся оценки по данным о приповерхностной температуре на сети 5-градусных боксов, охватывающей всю территорию земного шара, включая континенты и океаны (массивы HadCRUT5, CRUTEM5, HadSST4 – данные Великобритании⁴; в бюллетене упоминаются как «данные Hadley/CRU» и используются в точном соответствии с оригиналом, без какой-либо корректировки).

Развернутый комментарий к материалам бюллетеня с описанием используемых источников, сети станций и элементов методики GCCM размещен на сайте ИГКЭ⁵. Здесь отметим лишь, что массив T3288 служит базовым массивом для оценки состояния температурных условий на суше земного шара, а массив HadCRUT5 и глобальные временные ряды HadCRUT5, HadSST4, CRUTEM5 используются для создания полной картины над сушей и океанами.

Глобальные временные ряды CRUTEM5 (только суша, Hadley/CRU), полученные по той же системе наблюдений, что и T3288 (только суша, ИГКЭ), но другим коллективом, с применением других методик и технологий сбора данных, их обработки и анализа, дополнительно используются как эталонные для суждения о репрезентативности и мере неопределенности представленных в бюллетене результирующих оценок и выводов для суши Земного шара. Оценки по данным этих двух одноименных рядов альтернативных источников всегда приводятся в бюллетене параллельно, для удобства их сравнения.

Сравнение рядов T3288 и CRUTEM5 (зимний сезон, рис. 1.1) уже визуально показывает их близость с начала прошлого столетия (особенно с середины 1970-х), и подтверждает численно статистиками их попарных разностей (табл.1.1, 1.2).

³ Решение Центральной методической комиссии по гидрометеорологическим и геологофизическим 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 глобальных 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 24.04.2024.

⁵ О бюллетене GCCM (read me). URL: <http://www.igce.ru/climatechange/>.

Так, за период 1976-2024 гг., среднее различие рядов составляет 0,01-0,02°C, стандартное отклонение различий (0,03°C) на порядок ниже стандартного отклонения самих рядов (0,3–0,6°C). При этом во всех случаях ряды характеризуются исключительно высокой корреляцией (не менее 0,995) и предельно низким различием трендов (до 0,009°C/10 лет). Таким образом, статистические оценки изменчивости сезонных аномалий температуры приземного воздуха (зима), полученные по данным массива T3288 (ИГКЭ) и всемирно признанного массива CRUTEM5 (Hadley/CRU), очень близки.

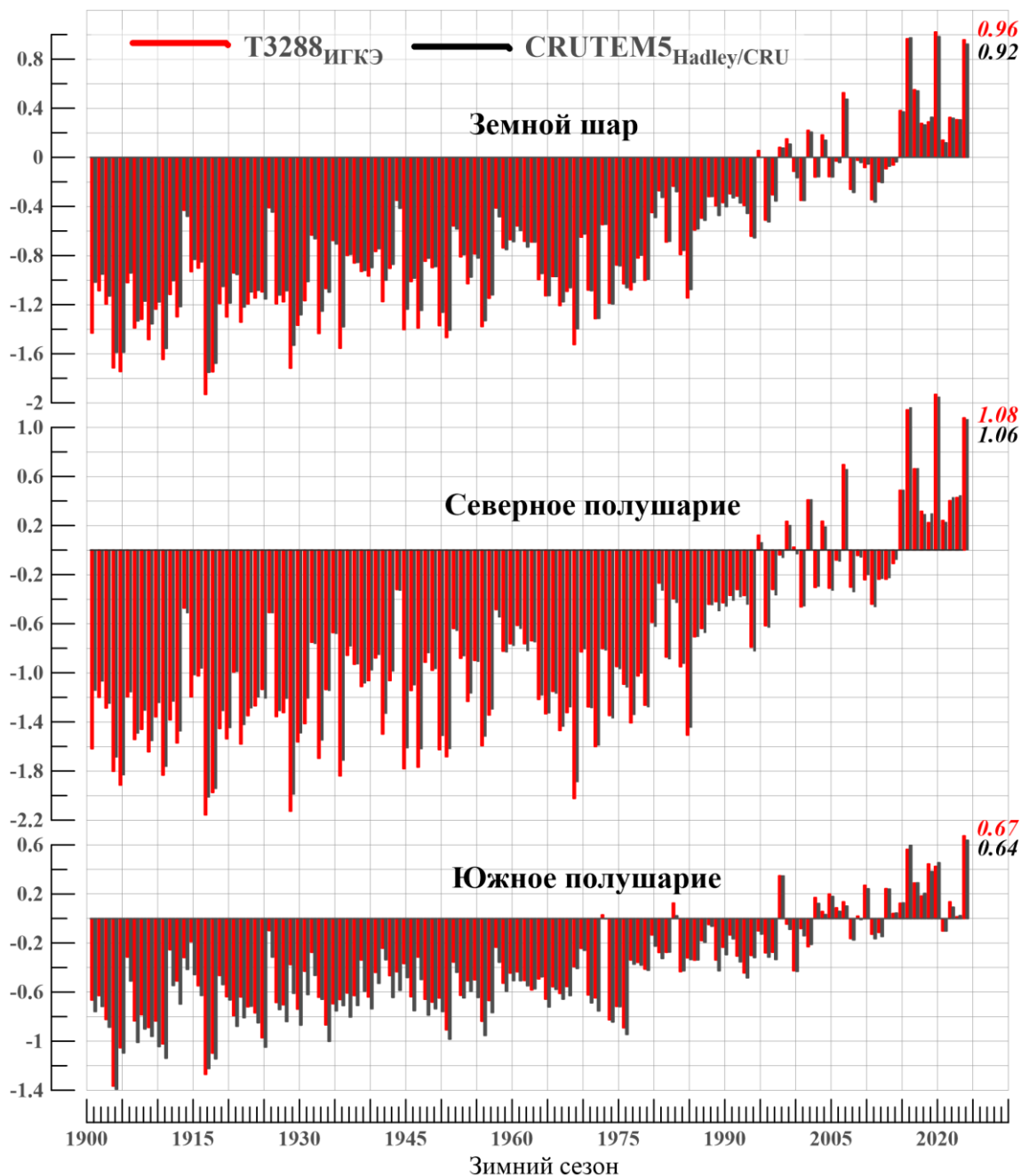


Рисунок 1.1 – Временные ряды пространственно осредненных сезонных аномалий температуры приземного воздуха над сушей Земного шара, Северного и Южного полушарий (°C, 178901-2024 гг., зимний сезон)

Использованы временные ряды, рассчитанные по данным массива T3288 (ИГКЭ Росгидромета) и оригинальные глобальные временные ряды CRUTEM5 (Hadley/CRU). Справа приведены числовые значения сравниваемых рядов в последней точке (зима 2023 /24 гг.).

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)	1976-2024			1925-2024		
	ЗШ	СП	ЮП	ЗШ	СП	ЮП
Корреляция рядов	0,998	0,998	0,995	0,996	0,997	0,989
Среднее различие, °C	0,013	0,012	0,024	-0,011	-0,015	0,059
СКО (сигма) различий, °C	0,031	0,034	0,030	0,058	0,058	0,060
Среднее абсолютное различие, °C	0,027	0,030	0,030	0,041	0,043	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	-0,006	-0,009	0,009	0,009	-0,014
СКО T3288, °C	0,496	0,611	0,294	0,590	0,707	0,347
СКО CRUTEM5, °C	0,489	0,610	0,304	0,558	0,677	0,374

В ходе кривых (рис. 1.1) выделяются три последовательных, самых крупных скачкообразных повышения температуры в 2016, 2020 и 2024 гг. (каждые 4 года «взлет» сезонных аномалий сразу на 0.8-1.1°C). Подобные «взлеты» отмечаются и ранее, но с меньшей регулярностью и существенно меньшей амплитудой.

Более детально динамику глобальной температуры в течение этого периода можно проследить по таблице 1.2 для всех трех глобальных территорий (ЗШ, СП, ЮП) и по данным обоих источников.

Таблица 1.2 – Ход сезонных аномалий температуры приземного воздуха пространственно осредненных по территории суши Земного шара и полушарий, в течение последних 10 лет (по данным массивов T3288 и CRUTEM5)

Год (зимний сезон)	T3288, °C			CRUTEM5, °C			$\Delta = T3288 - CRUTEM5, °C$		
	ЗШ	СП	ЮП	ЗШ	СП	ЮП	ЗШ	СП	ЮП
2014/15	0,381	0,487	0,124	0,369	0,490	0,127	0,012	-0,003	-0,003
2015/16	0,966	1,142	0,563	0,973	1,162	0,596	-0,007	-0,020	-0,033
2016/17	0,551	0,662	0,290	0,541	0,666	0,291	0,010	-0,004	-0,001
2017/18	0,276	0,316	0,183	0,263	0,293	0,204	0,013	0,023	-0,021
2018/19	0,288	0,224	0,445	0,326	0,297	0,384	-0,038	-0,073	0,061
2019/20	1,021	1,269	0,425	0,983	1,248	0,455	0,038	0,021	-0,030
2020/21	0,140	0,241	-0,102	0,117	0,227	-0,102	0,023	0,014	0,000
2021/22	0,324	0,403	0,136	0,317	0,430	0,092	0,007	-0,027	0,044
2022/23	0,306	0,428	0,015	0,305	0,445	0,023	0,001	-0,017	-0,008
2023/24	0,957	1,077	0,674	0,922	1,065	0,637	0,035	0,012	0,037
2023/24-max	-0,064	-0,192	0	-0,061	-0,183	0			

Примечание. Красным шрифтом выделены текущие абсолютные максимумы зимних температур (с 1901 г.), синим – сезоны с температурой ниже «климатической нормы» 1991-2020 гг.

Можно отметить, что межгодовые колебания глобальной температуры весьма значительны (достигают $\pm 1,0^\circ\text{C}$), но за резким повышением температуры, как правило, следует откат, так что, на текущий момент, температура воздуха над сушей Северного полушария (и, следовательно, Земного шара в целом) еще не достигла прежнего рекордного значения (+1,269, +1,248). Отметим дополнительно хорошее соответствие между рядами T3288 и CRUTEM5, особенно в отношении порядковых оценок. Так, практически во всех случаях совпадает направленность межгодовых колебаний (в частности - позиции экстремумов).

2. ТЕМПЕРАТУРНЫЙ РЕЖИМ У ПОВЕРХНОСТИ ЗЕМНОГО ШАРА ЗИМОЙ 2023/24 г. ЭКСТРЕМАЛЬНЫЕ АНОМАЛИИ

Зима 2023/24 гг. стала самым теплым зимним сезоном в истории наблюдений по всем территориям (ЗШ, СП, ЮП) и массивам данных, за исключением: Северное полушарие и Земной шар (только суша), где сезон стал третьим среди самых теплых. Отметим дополнительно, что по одноименным данным альтернативных источников (Т3288 и CRUTEM5, только суша), все пять лидирующих позиций для обоих полушарий и Земного шара, в целом, определены одинаково (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	0,661	2024	0,823	2024	0,499	2024
2	0,572	2016	0,768	2016	0,375	2016
3	0,523	2020	0,723	2020	0,323	2020
4	0,306	2017	0,402	2017	0,289	2019
5	0,279	2023	0,370	2007	0,229	1998
T3288 (ИГКЭ, суша)						
1	1,021	2020	1,269	2020	0,674	2024
2	0,966	2016	1,142	2016	0,563	2016
3	0,957	2024	1,077	2024	0,445	2019
4	0,551	2017	0,696	2007	0,425	2020
5	0,526	2007	0,662	2017	0,348	1998
CRUTEM5 (Hadley/CRU, суша)						
1	0,983	2020	1,248	2020	0,637	2024
2	0,973	2016	1,162	2016	0,596	2016
3	0,922	2024	1,065	2024	0,455	2020
4	0,541	2017	0,666	2017	0,384	2019
5	0,473	2007	0,659	2007	0,347	1998
HadSST4 (Hadley/CRU, море)						
1	0,566	2024	0,671	2024	0,473	2024
2	0,398	2016	0,462	2016	0,343	2016
3	0,339	2020	0,379	2020	0,304	2020
4	0,284	2023	0,318	2023	0,272	2019
5	0,266	2019	0,259	2019	0,250	2023

Особенности географического распределения сезонных аномалий. Для сезона в целом и каждого из зимних месяцев ниже представлены пространственные распределения аномалий температуры (рис. 2.1, 2.2) и их обобщения для крупных регионов Земного шара (табл. 2.2-2.4), в том числе: регионально-осредненные аномалии в натуральной и

вероятностной шкалах; частотные распределения локальных аномалий по знаку и интенсивности; и доля локальных 5%-х экстремумов холода/тепла в каждом регионе⁶.

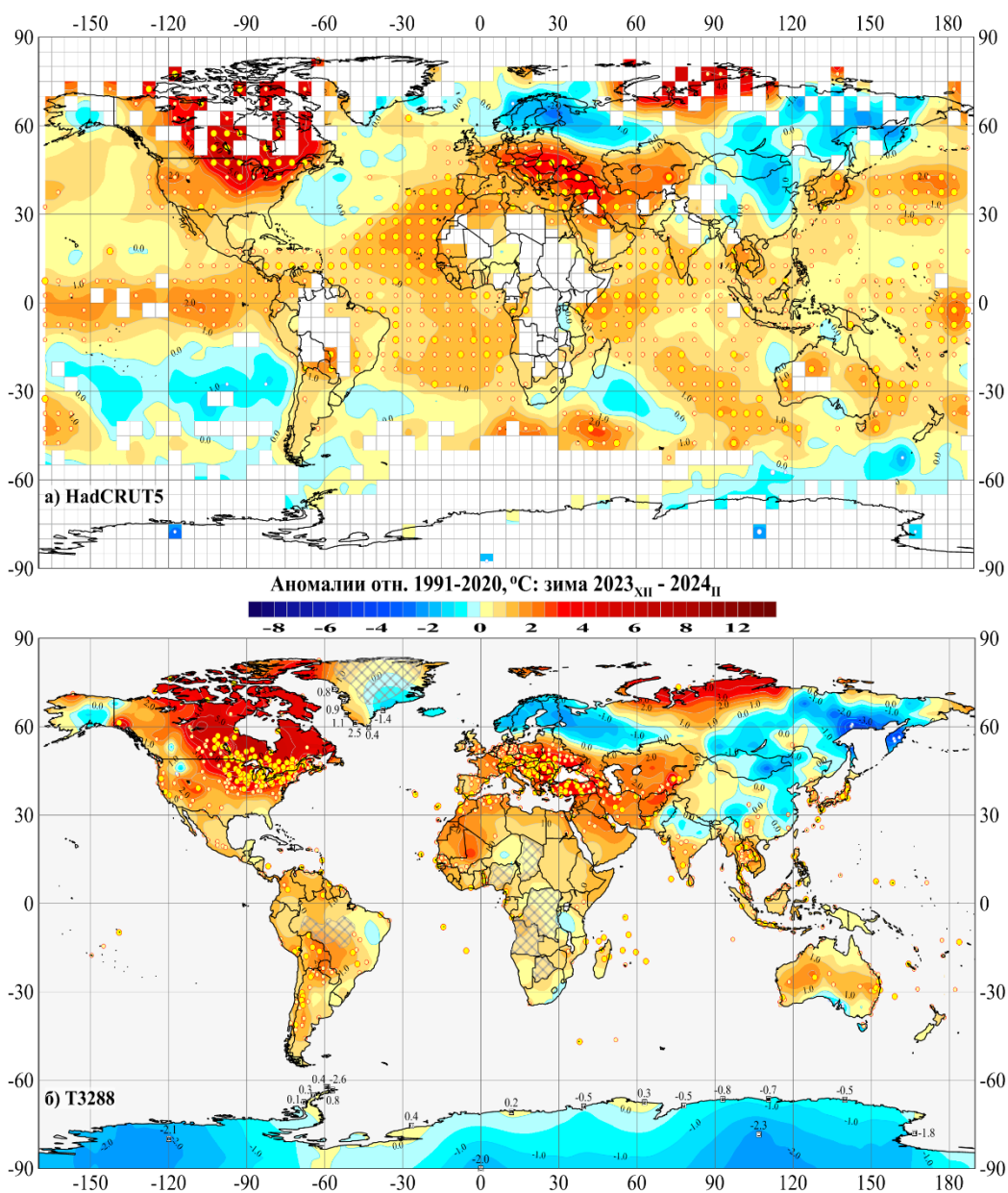


Рисунок 2.1 – Пространственное распределение сезонных аномалий приповерхностной температуры (°C) на территории Земного шара зимой 2023/24 гг.:

а) по сеточным данным HadCRUT5 (Hadley/CRU, суша+море);

б) по станционным данным T3288 (ИГКЭ, суша).

Аномалии приведены в отклонениях от средних за 1991-2020 гг. Кругами белого (минимумы) и желтого (максимумы) цвета указано положение боксов/станций с рекордными значениями аномалий. Знаками 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.

⁶ Напомним, что под 5%-ми экстремумами холода [тепла] понимаются значения температуры, или аномалий температуры, попавшие в 5%-е хвосты распределения, то есть попавшие в 5% самых холодных [теплых] значений; или: значения не больше 5-го перцентиля [не меньше 95-го перцентиля]

Таблица 2.2 – Пространственно-осредненные значения аномалии приземной температуры в регионах Земного шара зимой 2023/24 гг. (°C) и их вероятности непревышения *F* (в среднем за сезон и в каждом из месяцев)

Регион	Зима		Декабрь		Январь		Февраль	
	<i>vT</i>	<i>F%</i>	<i>vT</i>	<i>F%</i>	<i>vT</i>	<i>F%</i>	<i>vT</i>	<i>F%</i>
<i>HadCRUT5 (суша+море)</i>								
Земной шар	0,66	100	0,67	100	0,64	100	0,68	100
Северное полушарие	0,82	100	0,88	100	0,75	99,1	0,84	99,1
Южное полушарие	0,50	100	0,46	100	0,52	100	0,52	100
Атлантика (15-70N)	0,62	100	0,52	99,1	0,53	100	0,80	100
Тихий океан (20-65N)	0,66	100	0,82	100	0,64	100	0,51	100
Арктический пояс (65-90N)	1,05	95,6	1,10	92	0,22	76,1	1,63	92,9
Умеренный пояс СП (25-65N)	0,88	99,1	1,04	99,1	0,73	98,2	0,87	97,3
Тропики (25S-25N)	0,74	100	0,66	100	0,80	100	0,75	100
Умеренный пояс ЮП (65-25S)	0,36	99,1	0,32	98,2	0,39	99,1	0,37	99,1
Антарктический пояс (90-65S)	-0,43	22,5	-0,40	26,7	-0,45	22,3	-0,39	31,9
<i>IGCE-T3288 (суша)</i>								
Земной шар	0,96	98,2	1,07	99,1	0,79	98,2	1,02	98,2
Северное полушарие	1,08	98,2	1,25	99,1	0,86	98,2	1,11	98,2
Южное полушарие	0,67	100	0,64	99,1	0,60	100	0,79	100
Северная Америка	2,43	100	3,74	100	0,80	84,1	2,77	100
Евразия	0,60	92	0,63	85,8	0,73	92	0,44	85,8
Южная Америка	0,99	100	0,82	100	0,98	100	1,19	100
Африка	0,86	99,1	0,50	94,7	1,18	99,1	0,98	99,1
Австралия	0,75	97,3	0,97	94,7	0,43	86,7	0,83	92,9
Антарктида	-0,83	15	-0,55	22,8	-1,19	7,5	-0,76	30
Европа	0,88	85,8	0,60	78,8	-0,56	57,5	2,61	93,8
Азия	0,48	92	0,57	85,8	1,08	94,7	-0,21	74,3
Арктика (суша)	1,25	97	1,54	96	0,18	74	1,89	93
<i>CRUTEM5 (суша)</i>								
Земной шар	0,92	98,2	0,96	99,1	0,77	98,2	1,04	98,2
Северное полушарие	1,07	98,2	1,17	99,1	0,86	98,2	1,16	98,2
Южное полушарие	0,64	100	0,53	98,2	0,59	100	0,79	100

Условные обозначения:

1. *vT*, °C – наблюдаемая аномалия 2023/2024 году (базовый период 1991-2020 гг.);
2. *F%* – значение эмпирической функции распределения $F = \text{prob}(X \leq vT_{2024})$ по данным за 1911-2020 гг. (вероятность непревышения);
3. Красным шрифтом выделены абсолютные максимумы (наибольшие из всех значений ряда за 1911-2024 гг.), синим - отрицательные аномалии.

В соответствии с приведенными сезонными 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 77% сеточных данных (HadCRUT5, суша+море) и 68,3% данных на станциях (T3288, суша).

В ряде регионов положительные аномалии составили более 90% всех наблюдений, в их числе: северные части Тихого (20-65N) и Атлантического (15-70N) океанов и широтный пояс (25S-25N) – по сеточным данным HadCRUT5 (суша+море); и Северная и Южная Америки и Африка - по данным наземных станций T3288 (только суша). В этих регионах были перекрыты все региональные рекорды температуры, сезонные и месячные.

Единственное исключение: в северной части Атлантики сохранился рекорд декабря 2022 г.: +0,520°C), т.к. наблюдаемая в декабре 2023 г. температура составила +0.515°C, что на 0,005°C ниже.

Отрицательные сезонные аномалии составили 19,7% всех сеточных данных (HadCRUT5, суша+море) и 29,7% данных наземных станций (Т3288, только суша). Выделяются: Антарктический пояс (70,6% боксов), Антарктида (47,1% станций), Азия (45,7%), Европа (40,6%). В Антарктиде отрицательные аномалии наблюдались на 8 станциях из 17; на двух из них установлены новые абсолютные минимумы.

Таблица 2.3 – Частотное распределение локальных сезонных аномалий в крупных регионах Земного шара, в зависимости от знака аномалий и их интенсивности (зима 2023/24 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	
			$V < 0$	$V = 0$	$V > 0$	$X \leq P_{05}$	$X \geq P_{95}$	$X = \min$	$X = \max$
HadCRUT5 (суша+море)									
Земной шар		1693	19,7	3,4	77,0	0,6	38,7	0,1	13,2
Северное полушарие		931	15,6	2,5	82,0	0,1	41,4	-	16,1
Южное полушарие		762	24,7	4,5	70,9	1,2	35,4	0,3	9,6
Атлантика, 15-70N		132	18,2	3,0	78,8	-	37,1	-	25,8
Тихий океан, 20-65N		153	9,8	-	90,2	-	60,8	-	22,9
Широтные зоны	90-65N	87	32,2	4,6	63,2	1	19,5	-	5
	65-25N	529	21,0	1,7	77,3	-	33,5	-	13,8
	25S-25N	639	7,4	3,0	89,7	-	58,2	-	19,1
	25-65S	421	32,1	5,9	62,0	1,2	21,1	0,2	5,7
	65-90S	17	70,6	-	29,4	23,5	-	6	-
T3288 (только суша)									
Земной шар		2540	29,7	2,0	68,3	0,7	32,4	0,1	12,0
Северное полушарие		2149	32,4	1,9	65,8	0,4	32,2	0,0	11,9
Южное полушарие		391	14,8	3,1	82,1	2,0	33,5	0,5	13,0
Северная Америка		437	5,3	0,7	94,1	0,5	50,6	-	22,7
Евразия		1495	44,1	2,4	53,5	0,5	23,4	0,1	7,7
Южная Америка		139	2,9	1,4	95,7	-	39,6	-	16,5
Африка		128	6,3	1,6	92,2	-	50,0	-	15,6
Австралия		140	22,1	3,6	74,3	2,9	23,6	-	4,3
Антарктида		17	47,1	-	52,9	17,6	-	11,8	-
Европа		552	40,6	0,5	58,9	-	35,0	-	12,0
Азия		952	45,7	3,5	50,8	0,7	16,9	0,1	5,1
Арктика (суша, 65-90с.ш.)		152	48,7	0,7	50,7	-	10,5	-	3,9

Условные обозначения:

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

По-видимому, основной особенностью сезона является осуществление, в среднем за сезон и в отдельные месяцы, крупных аномалий обоих знаков, положительных (что на фоне глобального потепления естественно) и отрицательных. При этом положительные аномалии, как ранее было отмечено, были значительно многочисленнее и интенсивнее (на

многих станциях наблюдались 5%-е экстремумы тепла и были обновлены абсолютные максимумы). В указанных выше регионах с отрицательными аномалиями – суша Арктики, Антарктида, Азия и Европа – положительные и отрицательные сезонные аномалии наблюдались в примерно равной пропорции.

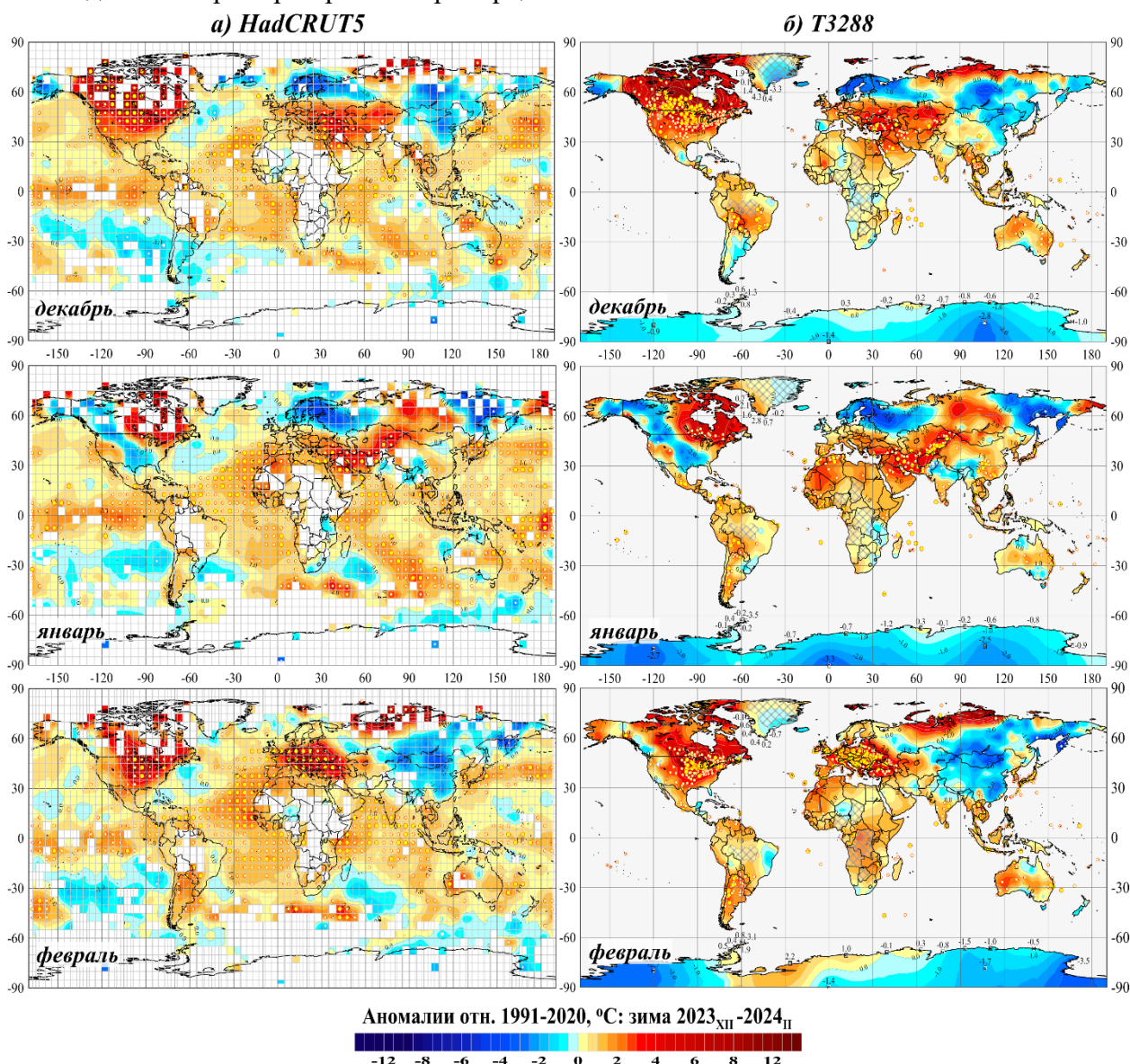


Рисунок 2.2 –См. рис.2.1, но для средних месячных аномалий

В текущем зимнем сезоне (рис. 2.1, зима 2023/24) 5%-экстремумы тепла (температура не ниже 95-го перцентиля) составили 39% всех наблюдений (данные HadCRUT5, суша+море). В северных частях Тихого (20-65N) и Атлантического (15-70N) океанов их доля составила 61 и 37%, а в регионах на территории суши им соответствуют: в Северной Америке и Африке – по 50%, Южной Америке – 40%, Европе - 35% (процентное содержание рассчитано относительно NN, где NN - число станций/боксов в регионе).

В океанических регионах Северного полушария 5%-е экстремумы тепла наблюдались в течение всего сезона: в Тихоокеанском регионе – в 43-43-42% наблюдений в каждом из трех месяцев, в Атлантическом – в 28-33-46%. В остальном, локализация экстремумов тепла менялась от месяца к месяцу. В декабре они преобладали в Северной Америке (63% станций), в январе – в Африке (56%), в феврале – в Северной и Южной Америках и в Европе (36, 50, 39%, соответственно).

Таблица 2.4 –Количество локальных 5%-х экстремумов
холода ($X \leq P_{05}$) и тепла ($X \geq P_{95}$) в крупных регионах Земного шара
в отдельные месяцы зимнего сезона 2023/24 гг.

Регион		Всего станций /боксов N	Декабрь 2023		Январь 2024		Февраль 2024	
			X <P ₀₅	X >=P ₉₅	X <P ₀₅	X >=P ₉₅	X <P ₀₅	X >=P ₉₅
HadCRUT5 (суша+море)								
Земной шар		1693	0,4	27,9	0,8	29,3	0,4	29,6
С. Полушарие		931	0,3	33,1	0,6	31,7	0,1	32,0
Южн. полушарие		762	0,5	21,7	1,0	26,4	0,8	26,6
Атлантика, 15-70N		132	0,8	28,0	-	32,6	-	46,2
Тихий океан, 20-65N		153	-	43,1	-	42,5	-	41,8
Широтные пояса	90-65N	87	2	11,5	2,3	-	-	12,6
	65-25N	529	0,2	28,7	0,4	20,8	0,2	25,3
	25S-25N	639	-	39,9	0,6	49,6	0,2	45,9
	25-65S	421	1	13,3	0,7	16,4	0,7	15,0
	65-90S	17	6	-	17,6	-	11,8	-
T3288 (только суша)								
Земной шар		2540	0,2	24,5	0,8	16,1	0.4	26.7
Северное, полушарие		2149	0,1	24,8	0,7	14,3	0.3	26.0
Южное полушарие		391	1,0	23,3	1,3	26,3	1.3	30.7
Северная Америка		437	0,2	63,4	0,2	10,3	0.2	35.5
Евразия		1495	-	13,5	0,9	9,6	0.3	20.4
Южная Америка		139	0,7	23,0	-	33,1	-	49.6
Африка		128	0,8	16,4	-	56,3	-	32.0
Австралия		140	0,7	20,7	2,1	14,3	1.4	17.1
Антарктида		17	11,8	-	11,8	-	11.8	5.9
Европа		552	-	14,7	-	3,3	-	39.1
Азия		952	-	13,0	1,5	13,2	0.5	9.8
Арктика (суша)		152	-	7.9	-	-	-	5.9

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 перцентилей (P_{05} , P_{95}) рассчитаны для каждого календарного месяца и каждой станции по данным за 1911-2023 гг.

Обширные отрицательные аномалии наблюдались в Антарктиде в течение всех трех месяцев сезона; а также в декабре – на территории северной Европы, Центральной и Восточной Азии, в январе – на северо-востоке Азии, в Северной Америке и, по-прежнему, на севере Европы; в феврале – в Центральной и Восточной Азии. Локальные 5%-е экстремумы холода (аномалии ниже 5-го перцентиля) отмечены лишь в Антарктиде: сезонные – на 3-х станциях (из 17), в феврале – на единственной станции (С.М.А., 89056, аномалия $-3,1^{\circ}\text{C}$). На акваториях океанов отрицательные аномалии наблюдались, в основном, в Южном полушарии, в тропиках (в Тихом, Атлантическом и Индийском океанах), в течение всех месяцев сезона.

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

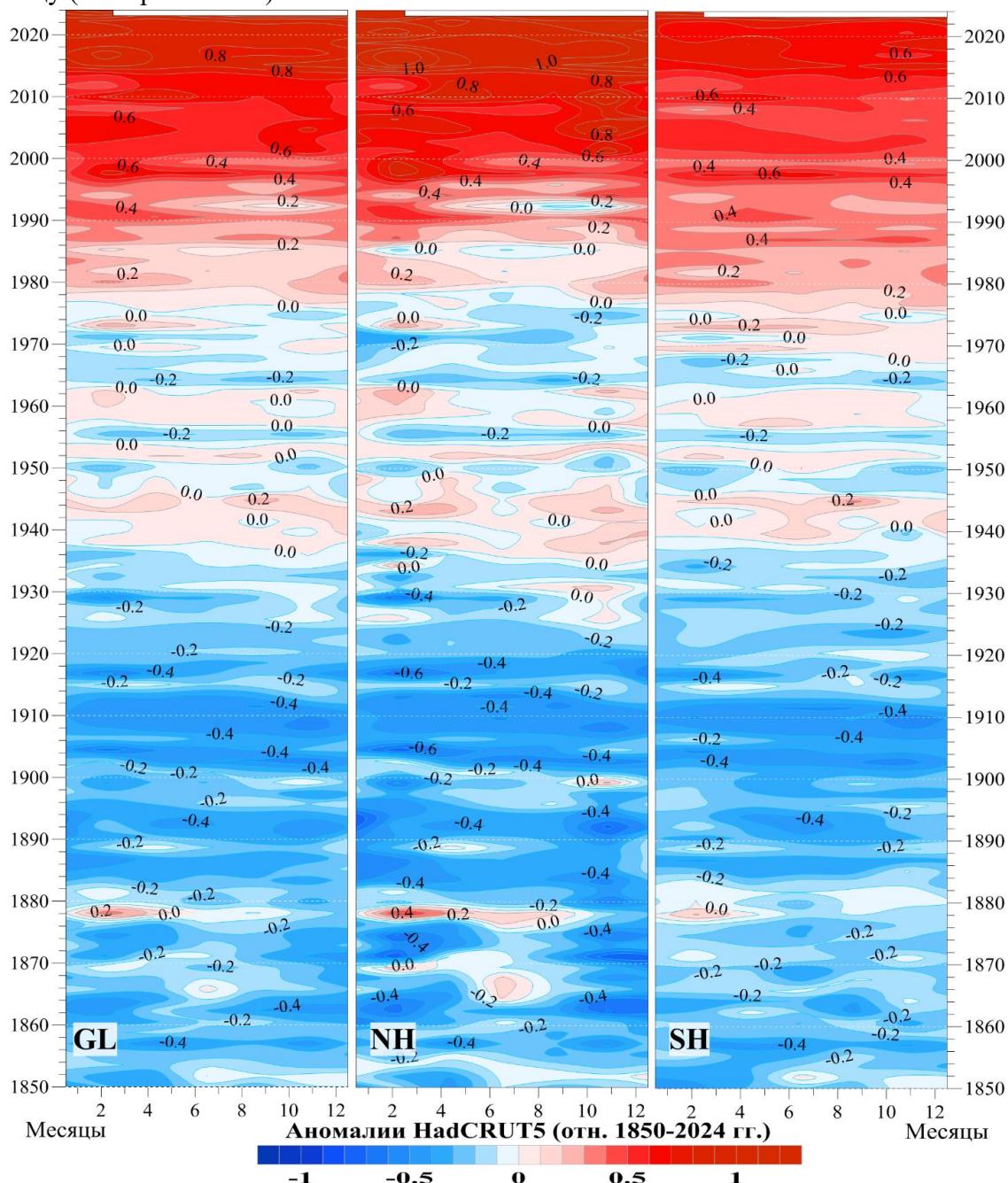
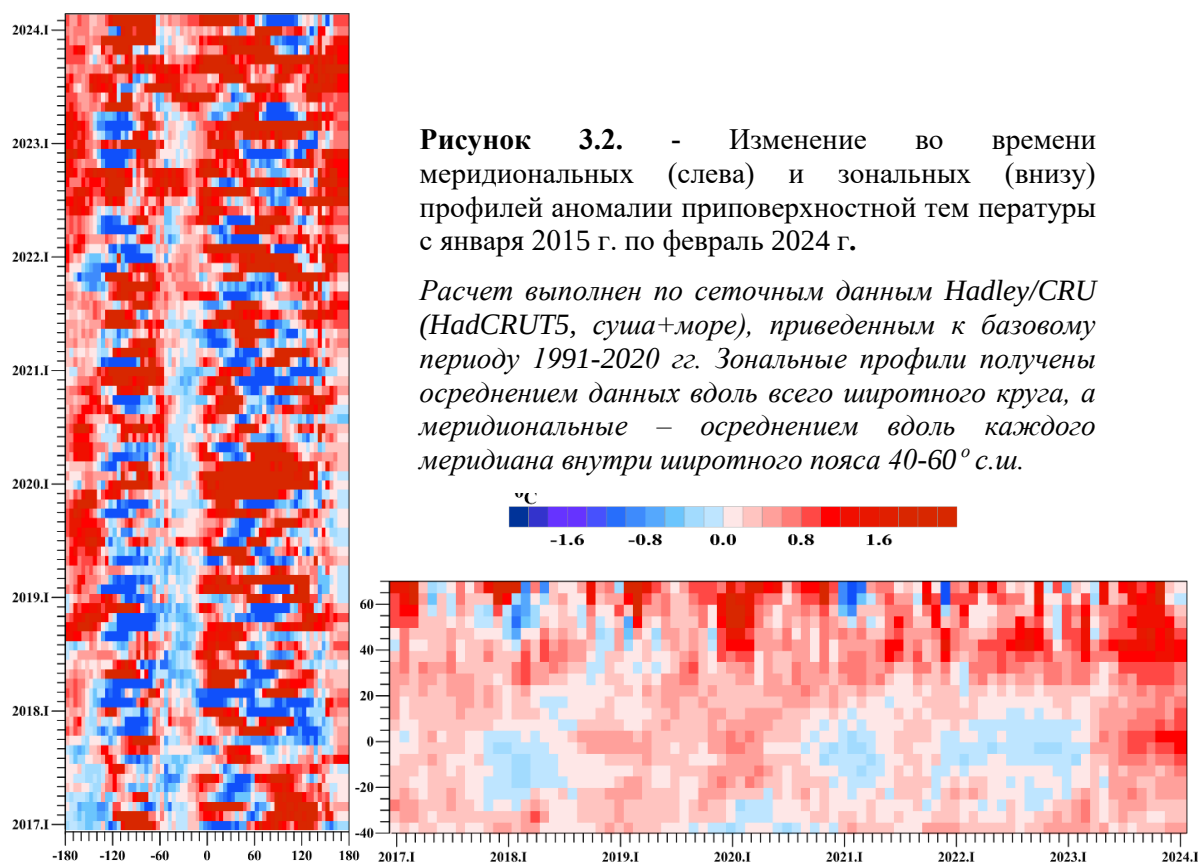


Рисунок 3.1 – Изменение аномалий средней месячной приповерхностной температуры, осредненной по территории Земного шара (GL), Северного (NH) и Южного (SH) полушарий в течение периода с января 1850 по февраль 2024 гг. (по данным HadCRUT5, Hadley/CRU, UK), Аномалии выражены как отклонения от средней за 1850-2024 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 и ставшее глобальным к 1990-м. В 21-м

столетии потепление заметно усилилось. Наиболее ярко оно проявляется в Северном полушарии после 2010 г. В последние годы аномалии температуры зимнего сезона относительно средней всего периода наблюдений (1850-2024 гг.) колеблются в интервале 1,0-1,4°C в Северном полушарии и 0,6-0,8°C - в Южном.

Широтно-долготные разрезы. Меридиональный профиль (рис.3.2) позволяет проследить изменение режима температурного у поверхности 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.



Представленный период отличается преимущественно холодными аномалиями в Атлантике (за исключением теплой осени 2021 г. и жарких летних периодов 2022 и 2023 гг.) и теплыми – в Тихом океане (за исключением 2017 г., когда в восточном секторе Тихого океана преобладали слабые отрицательные аномалии).

В текущем сезоне (рис. 3.2а), в умеренных широтах Северного полушария (40-60°с.ш.) значительные положительные аномалии (больше +2°C) преобладали в Северной Америке и Европе. Отрицательные аномалии просматриваются в Азии в декабре в зоне 80-140E и в феврале – в зоне 60-120E.

На рисунке 3.2б (зональные профили) на фоне общего потепления выделяются: связанные с Ла-Нинья периоды понижения температуры в приэкваториальной зоне (зимы 2017/18, 2020/21 и 2021₁₁-2023₀₁) при интенсивном потеплении умеренных широт, охватившем с марта 2023 года практически всю территорию рассматриваемого широтного пояса 40S-70N (развитие Эль-Ниньо, о чем объявлено ВМО в июле 2023 г.).

Временные ряды глобально осредненных сезонных аномалий. На рисунке 3.3 представлены все 12 глобальных рядов: для трех территорий и четырех массивов данных.

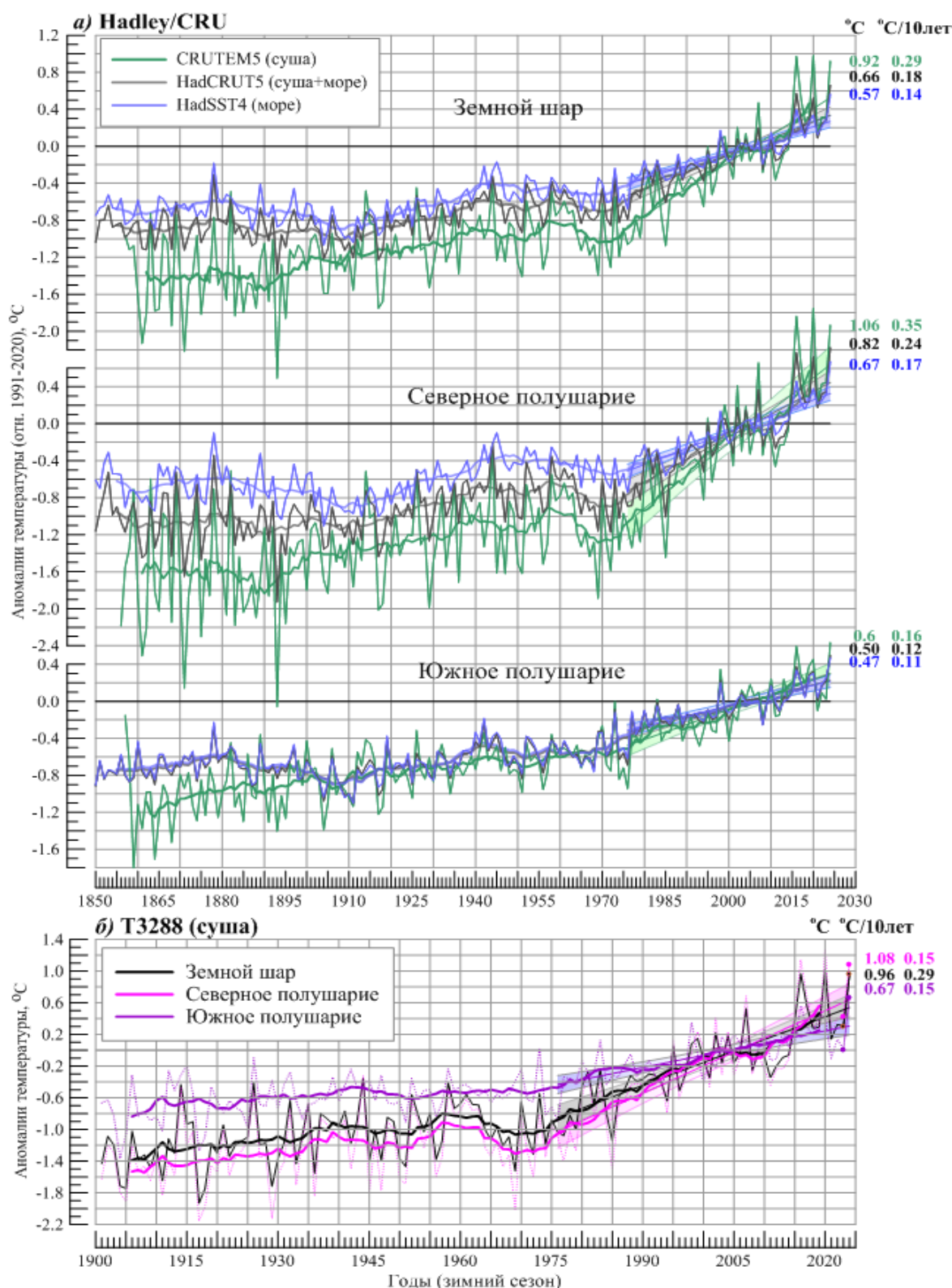


Рисунок 3.3 – Временные ряды сезонных аномалий приземной температуры (зима), осредненных по территории Земного шара, Северного и Южного полушарий: а) по данным Hadley/CRU, 1850-2024: HadCRUT5, CRUTEM5, HadSST4; б) по данным ИГКЭ, 1901-2024: T3288.

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

На рисунке 3.3 видно скачкообразное повышение температуры от 2023 года к 2024 (примерно на 0,7°C для всех рядов). Хорошо видны и предыдущие самые крупные аномалии в 2016 и 2020 гг., а для Южного полушария – еще и 2019 г. (этот факт мы уже отмечали выше, при анализе рядов, рассчитанных без учета океанов (рис. 1.1)).

Коэффициенты линейного тренда глобальной температуры за последние 48 и 100 лет (соответственно, с 1976 и с 1925 гг.) 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)⁷.

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 зимний сезон и для каждого месяца)

Регион	1976-2024				1925-2024			
	Зима	XII	I	II	Зима	XII	I	II
HadCRUT5 (суша+море)								
Земной шар	0,181	0,180	0,179	0,183	0,110	0,108	0,109	0,114
Северное полушарие	0,245	0,246	0,238	0,250	0,124	0,121	0,120	0,130
Южное полушарие	0,117	0,114	0,120	0,117	0,096	0,094	0,097	0,097
T3288-ИГКЭ (суша)								
Земной шар	0,289	0,280	0,292	0,296	0,163	0,152	0,164	0,176
Северное полушарие	0,347	0,330	0,349	0,364	0,188	0,172	0,186	0,207
Южное полушарие	0,154	0,162	0,161	0,138	0,091	0,093	0,098	0,083
CRUTEM5 (суша)								
Земной шар	0,289	0,280	0,287	0,300	0,155	0,148	0,151	0,165
Северное полушарие	0,353	0,335	0,347	0,377	0,179	0,167	0,172	0,199
Южное полушарие	0,161	0,170	0,168	0,146	0,106	0,109	0,109	0,099
HadSST4 (море)								
Земной шар	0,140	0,147	0,139	0,135	0,086	0,086	0,086	0,086
Северное полушарие	0,174	0,190	0,170	0,162	0,080	0,084	0,079	0,077
Южное полушарие	0,111	0,107	0,113	0,113	0,094	0,091	0,095	0,098

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

k ₁	Показатель	1976-2024			1925-2024		
		ЗШ	СП	ЮП	ЗШ	СП	ЮП
	$b_{T3288}/b_{HadSST4}$ $b_{CRUTEM5}/b_{HadSST4}$	2,06 2,06	1,99 2,03	1,39 1,45	1,90 1,80	2,35 2,24	0,97 1,13
k ₂	$b_{СП}/b_{ЮП}$	1976-2024			1925-2024		
		T3288	CRUTEM	HadSST	T3288	CRUTEM	HadSST
		2,25	2,19	1,57	2,07	1,69	0,85
k ₃	$b_{1976-2024} / b_{1923-2024}$	СП			ЮП		
		T3288	CRUTEM	HadSST	T3288	CRUTEM	HadSST
		1,85	1,97	2,18	1,69	1,52	1,18

⁷ Показатели k1-k3 сравнивают интенсивность (среднюю скорость) потепления на суше и на акваториях океанов (k1), в Северном и Южном полушариях (k2), современное потепление и потепление последнего 100-летия (k3).

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: $k_1=1,0 - 2,4$ (не меньше 1). В последние 40-50 лет этот контраст («континенты - океаны») в Южном полушарии усилился, а в Северном - стал несколько слабее. При этом в Южном полушарии, учитывая оценки архивов T3288/CRUTEM5 (0,97/1,13), по-видимому, следует считать, что на 100-летнем интервале контраста «суша-море» практически не было ($k_1 \sim 1$).
- Средняя скорость потепления в Северном полушарии выше, чем в Южном: $k_2=1,6-2,3$, за исключением поверхности океанов на 100-летнем интервале – здесь $k_2=0,85$, (меньше 1), то есть на 100-летнем интервале в Южном полушарии потепление поверхности океанов протекало активнее, чем у поверхности суши.
- Современное потепление ускорилось по сравнению со 100-летним в $k_3=1,85 - 2,2$ раз в Северном полушарии и только в $k_3=1,2-1,7$ раза – в Южном. При этом в Северном полушарии на суше и на поверхности океанов коэффициенты ускорения $k_3=1,9-2,0$ против 2,2, а в Южном – $k_3=1,5-1,7$ против 1,2 – на поверхности океанов. По-видимому, можно заключить, что в Северном полушарии (и на суше, и на океанах) потепление ускорилось примерно вдвое, тогда как в Южном полушарии на акваториях океанов ускорения, по-видимому, не происходит, а на суше оно слабее, чем в Северном (в 1,5 раза против двухкратного).

4. ВРЕМЕННЫЕ РЯДЫ РЕГИОНАЛЬНО ОСРЕДНЕННЫХ АНОМАЛИЙ ПРИЗЕМНОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ, 1911-2024 гг. (зимний сезон)

Представленные ниже временные ряды (рис.4.1, 4.2, 4.3) рассчитаны по методике ИГКЭ, по данным станционных наблюдений T3288 (для шести континентов и для Европы и Азии отдельно) и по сеточным данным HadCRUT5 (для пяти широтных поясов и северных частей Атлантического и Тихого океанов). 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 для всех регионов приведены в табл. 4.1.

Таблица 4.1 – Коэффициенты линейного тренда ($^{\circ}\text{C}/10 \text{ лет}$) регионально осредненных аномалий приземной температуры за 1976-2024 гг., (в среднем за сезон и по месяцам)

Регион	Зима		Декабрь		Январь		Февраль	
	b	$\alpha\%$	b	$\alpha\%$	b	$\alpha\%$	b	$\alpha\%$
HadCRUT5 (суша+море)								
Атлантика (15-70N)	0,210	0,0	0,216	0,0	0,210	0,0	0,206	0,0
Тихий океан (20-65N)	0,175	0,0	0,199	0,0	0,161	0,0	0,166	0,0
Арктический пояс (65-90N)	0,529	0,0	0,611	0,0	0,409	0,2	0,568	0,0
Умеренный пояс СП (25-65N)	0,283	0,0	0,267	0,0	0,289	0,0	0,295	0,0
Тропики (25S-25N)	0,152	0,0	0,160	0,0	0,149	0,0	0,148	0,0
Умеренный пояс ЮП (65-25S)	0,117	0,0	0,107	0,0	0,122	0,0	0,117	0,0
Антарктический пояс (90-65S)	*-0,066	2,6	** -0,061	11,5	*-0,083	2,4	** -0,043	17,9
T3288 (только суша)								
Северная Америка	0.421	0.0	0.542	0.1	0.563	0.0	**0.176	30.2
Евразия	0.343	0.0	*0.231	2.4	0.310	0.5	0.490	0.0
Южная Америка	0.178	0.0	0.174	0.0	0.191	0.0	0.164	0.0
Африка	0.267	0.0	0.294	0.0	0.239	0.0	0.265	0.0
Австралия	*0.125	2.5	**0.130	8.7	0.199	0.9	**0.053	43.6
Антарктида	** -0.064	21.0	** -0.072	33.8	** -0.119	9.3	** -0.009	98.7
Европа	0.560	0.1	*0.464	1.6	*0.505	2.0	0.709	0.7
Азия	0.283	0.0	**0.167	8.9	*0.255	1.9	0.426	0.0
Арктика (суша)	0.580	0.0	0.695	0.0	0.487	0.8	0.578	0.5

Примечание. Синим шрифтом выделены ячейки с отрицательным трендом (тенденция к похолоданию). Звездочкой (*) выделены оценки с критическим уровнем значимости $1\% < \alpha \leq 5\%$; двумя звездочками (**) – оценки с уровнем значимости $\alpha > 5\%$ (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. Из них оценки, статистически значимые на 5%-уровне, получены только для Антарктического пояса (январь и в среднем за сезон), и на 10%-уровне - для Антарктиды (январь). Во всех остальных случаях вероятность ложного тренда достаточно высокая ($\alpha = 12-99\%$), т.е. о статистически значимой тенденции к похолоданию Антарктики можно говорить только в январе, и только в среднем по всему полярному поясу (в Южном полушарии это лето).

В остальных регионах (континенты, кроме Антарктиды, и северные части океанов, в среднем по территории) сохраняется тенденция к потеплению, статистически значимая на 1%-уровне (в Австралии и в отдельные месяцы на северных континентах – на 5%-м).

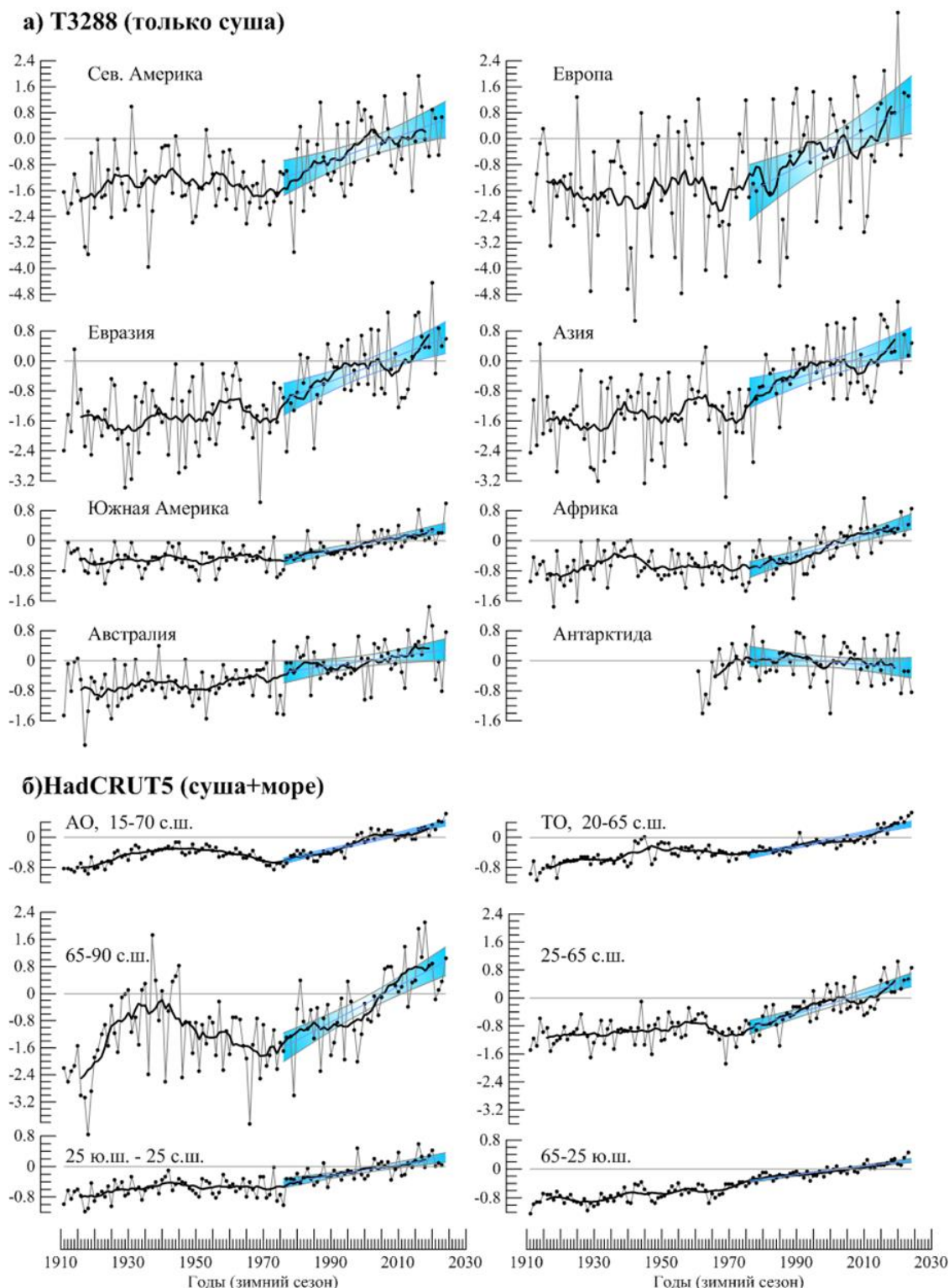


Рисунок 4.1 – Временные ряды пространственно осредненных аномалий приземной температуры зимнего сезона для континентов (а), северных частей Атлантического и Тихого океанов (б,верху) и основных широтных поясов земного шара (б, внизу).

Расчеты выполнены по методике ИГКЭ, с использованием данных T3288 (для континентов) и HadCRUT5 (для океанов и широтных поясов). Аномалии приведены к базовому периоду 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).

Регион наиболее интенсивного потепления – суша Арктики и Европа (в среднем за сезон – 0,58 и +0,56 °C/10 лет, в отдельные месяцы – до +0,71 °C/10 лет; а с учетом континентов и океанов – Арктический широтный пояс (в среднем за сезон +0,53, в декабре +0,61°C/10 лет). 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).

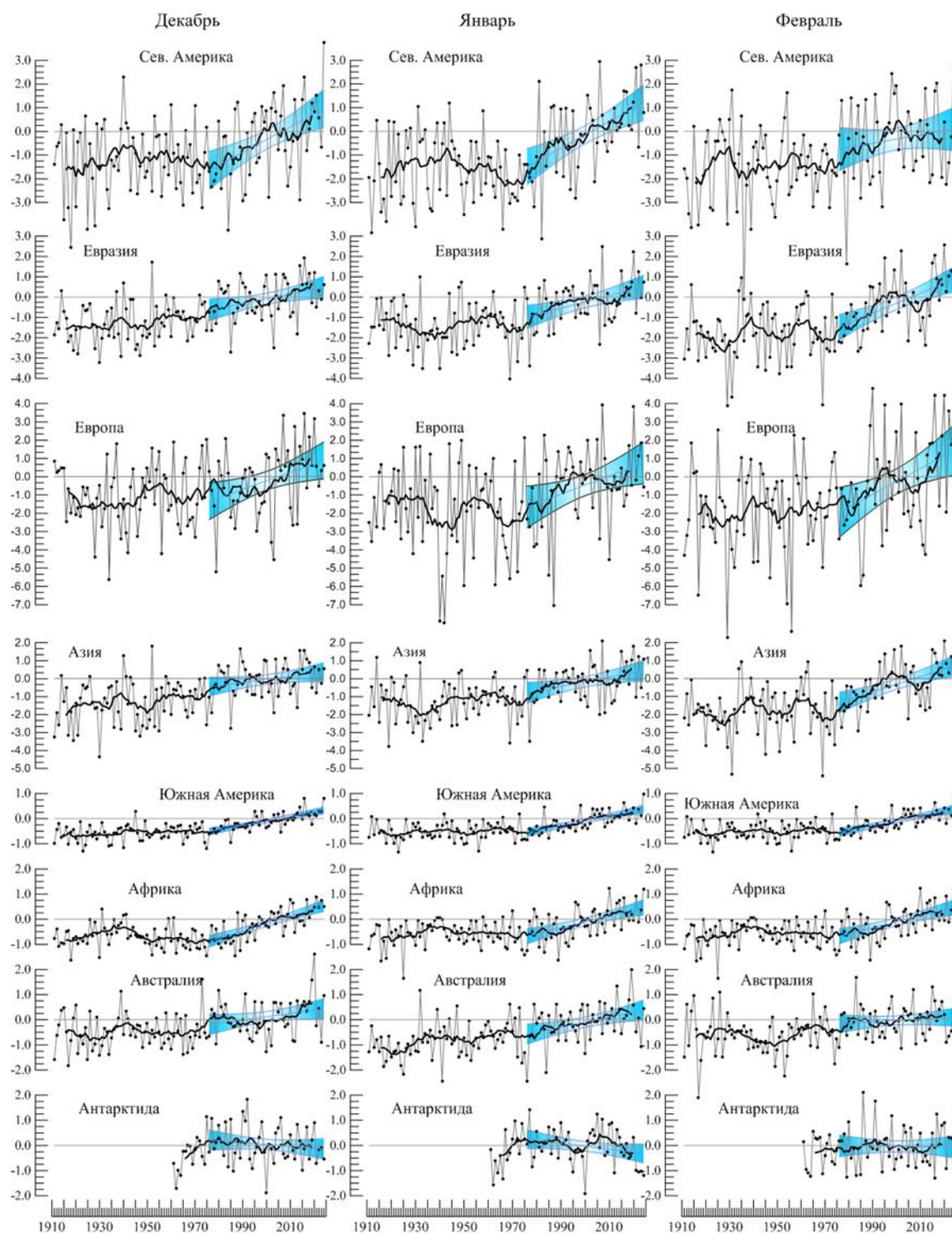


Рисунок 4.2 – См. рис.4.1, но для аномалий зимних месяцев и только для континентов
Расчеты выполнены по методике и данным ИГКЭ с использованием массива T3288.

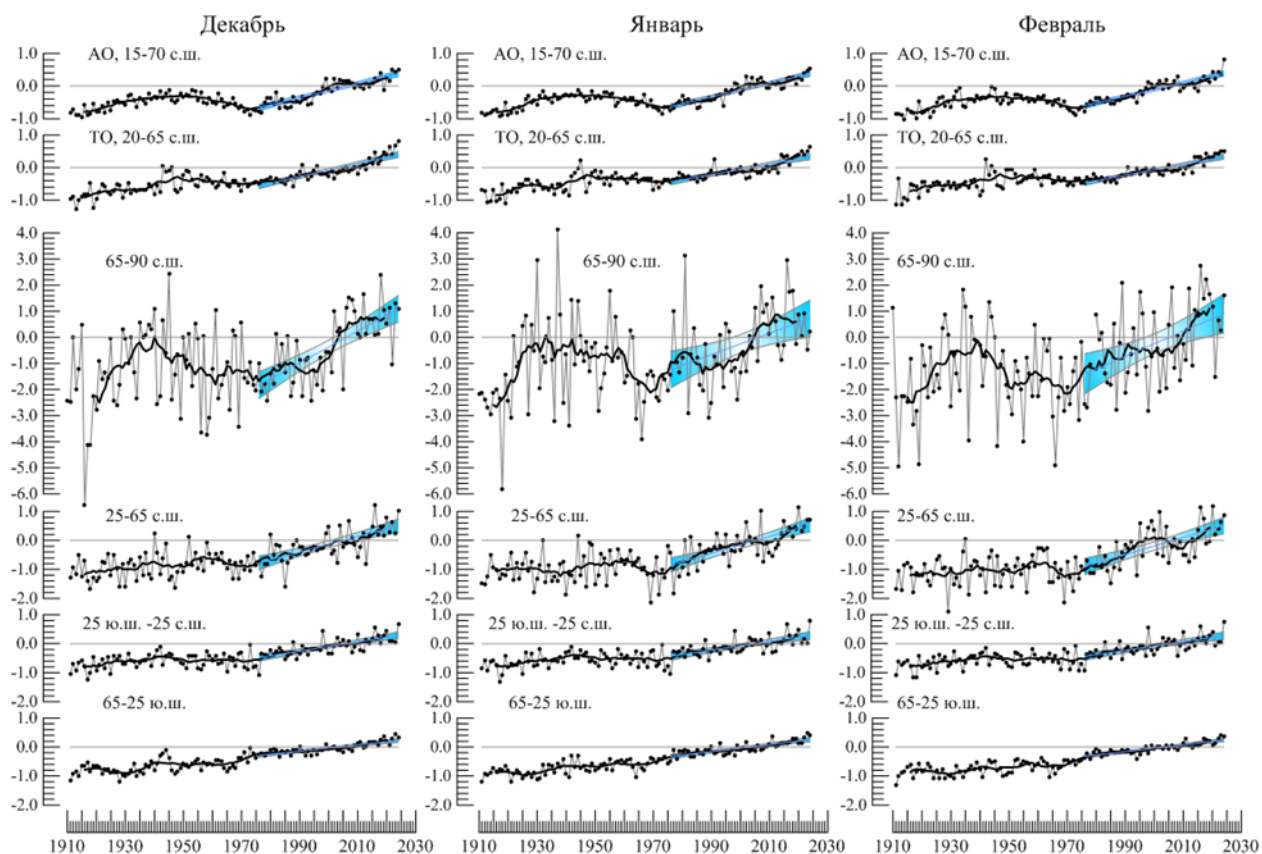


Рисунок 4.3 – См. рис.4.1., но только для океанов и широтных поясов земного шара.
*Расчеты выполнены по методике ИГКЭ с использованием массива HadCRUT5
(данные Hadley/CRU, суша+море).*

5. ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ СОВРЕМЕННЫХ ИЗМЕНЕНИЙ КЛИМАТА, 1976-2024 гг. (зимний сезон)

В главе представлены географические распределения коэффициентов линейного тренда приповерхностной температуры за 1976-2024 гг., для зимнего сезона (рис.5.1) и для каждого зимнего месяца (рис. 5.2). Использованы данные наблюдений на 2531 станциях (массив T3288) и в центрах 1675 боксов (массив HadCRUT5), для которых своевременно поступили данные за 2023_{II}-2024_{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) и их доля в 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 (1976-2024, зимний сезон)

Регион		NN	Выборки по знаку коэффициента тренда						
			b <0	b=0	b>0	b <0		b>0	
						$\alpha \leq 5\%$	$\alpha > 10\%$	$\alpha \leq 5\%$	$\alpha > 10\%$
HadCRUT5 (суша+море)									
Земной шар		1675	7,2	0,7	92,2	0,6	5,9	64,1	22,9
Северное полушарие		931	1,6	0,3	98,1	0,1	1,5	72,4	21,3
Южное полушарие		744	14,1	1,1	84,8	1,2	11,3	53,8	25,0
АО, 15-70N		132	1,5	0,8	97,7	-	1,5	91,7	5,3
ТО, 20-65N		153	-	-	100,0	-	-	94,8	3,3
Широтные зоны	90-65N	87	3,4	-	96,6	-	3,4	78,2	13,8
	65-25N	529	0,9	0,4	98,7	-	0,9	67,9	25,0
	25S-25N	639	6,6	0,5	93,0	0,8	4,7	72,6	17,1
	25-65S	403	14,9	1,5	83,6	0,5	13,6	45,2	31,3
	65-90S	17	58,8	-	41,2	17,6	29,4	5,9	29,4
T3288 (только суша)									
Земной шар		2531	5,7	0,6	93,8	0,6	4,9	57,1	29,3
Северное полушарие		2147	3,9	0,4	95,7	0,3	3,6	58,8	29,6
Южное полушарие		384	15,6	1,6	82,8	2,6	12,0	47,1	27,6
Северная Америка		437	2,3	-	97,7	0,2	2,1	60,6	30,4
Евразия		1494	4,1	0,5	95,4	0,2	3,9	55,6	31,6
Южная Америка		138	8,0	0,7	91,3	1,4	6,5	55,1	29,7
Африка		128	10,2	0,8	89,1	0,8	8,6	68,8	14,1
Австралия		136	23,5	2,2	74,3	4,4	17,6	28,7	33,1
Антарктида		17	41,2	11,8	47,1	17,6	23,5	11,8	35,3
Европа		552	0,5	0,2	99,3	-	0,5	78,6	10,9
Азия		951	6,2	0,6	93,2	0,3	5,9	42,3	43,5
Арктика, суша		152	2,6	0,7	96,7	-	2,6	72,4	16,4

Примечание Таблица обобщает распределение локальных оценок тренда (рис. 5.1). Процентное содержание рассчитано относительно NN (NN - общее количество учтенных данных в регионе).

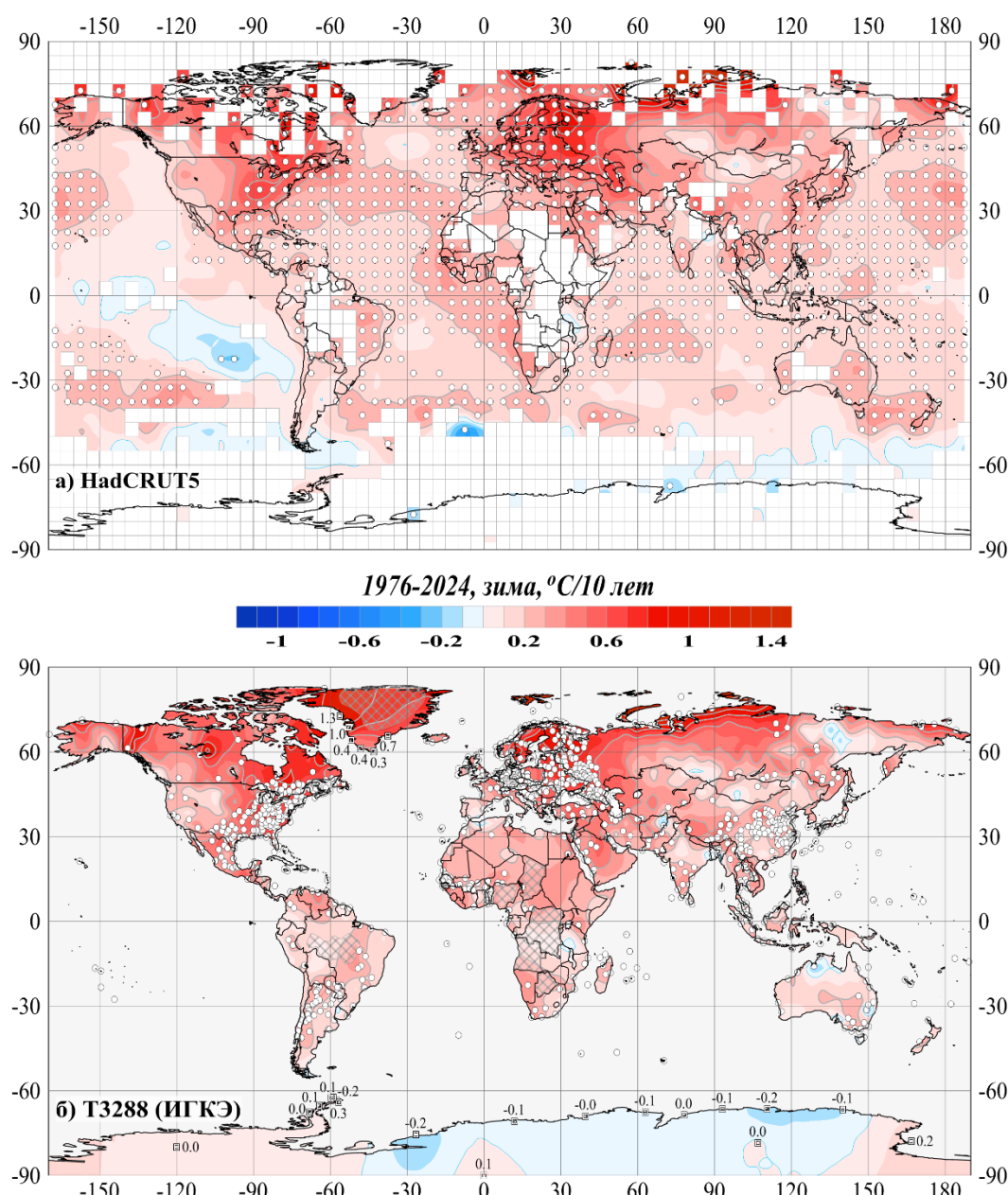


Рисунок 5.1 – Пространственное распределение локальных коэффициентов линейного тренда сезонных аномалий температуры у поверхности Земного шара 1976-2024 (зима), °C/10 лет

Использованы данные: а) HadCRUT5 – сеточные данные Hadley/CRU (суша+море); б) T3288 – 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.

Потепление зимних сезонов наблюдается на большей части Земного шара – положительные сезонные тренды составляют 94/92% всех локальных оценок (по данным T3288/HadCRUT5); статистически значимых среди них (на 5%-м уровне) 57/64% при том, что статистически значимые отрицательные коэффициенты составляют всего 0,6/0,6% от всех оценок того же источника (в целом по земному шару). Аналогичные оценки представлены в таблице 5.1 для каждого из рассматриваемых регионов.

Дополнительно полезно отметить, что в Арктике положительны 96,7% всех сезонных оценок, в том числе 72,4% значимы на 5%-м уровне (на многих станциях значения

коэффициентов тренда более $1,0^{\circ}\text{C}/10$ 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 $+2,5^{\circ}\text{C}/10$ лет).

Отрицательный тренд на суше зафиксирован на 144 станциях мира (5,7% всех станций), из них статистически значимы 0,6%. Основные районы, где зафиксированы отрицательные сезонные тренды: центральная Азия и восток Якутии (59 станций), север и юго-восток Австралии (32 станции), восток Антарктиды (7 станций), центр Африки (13 станций).

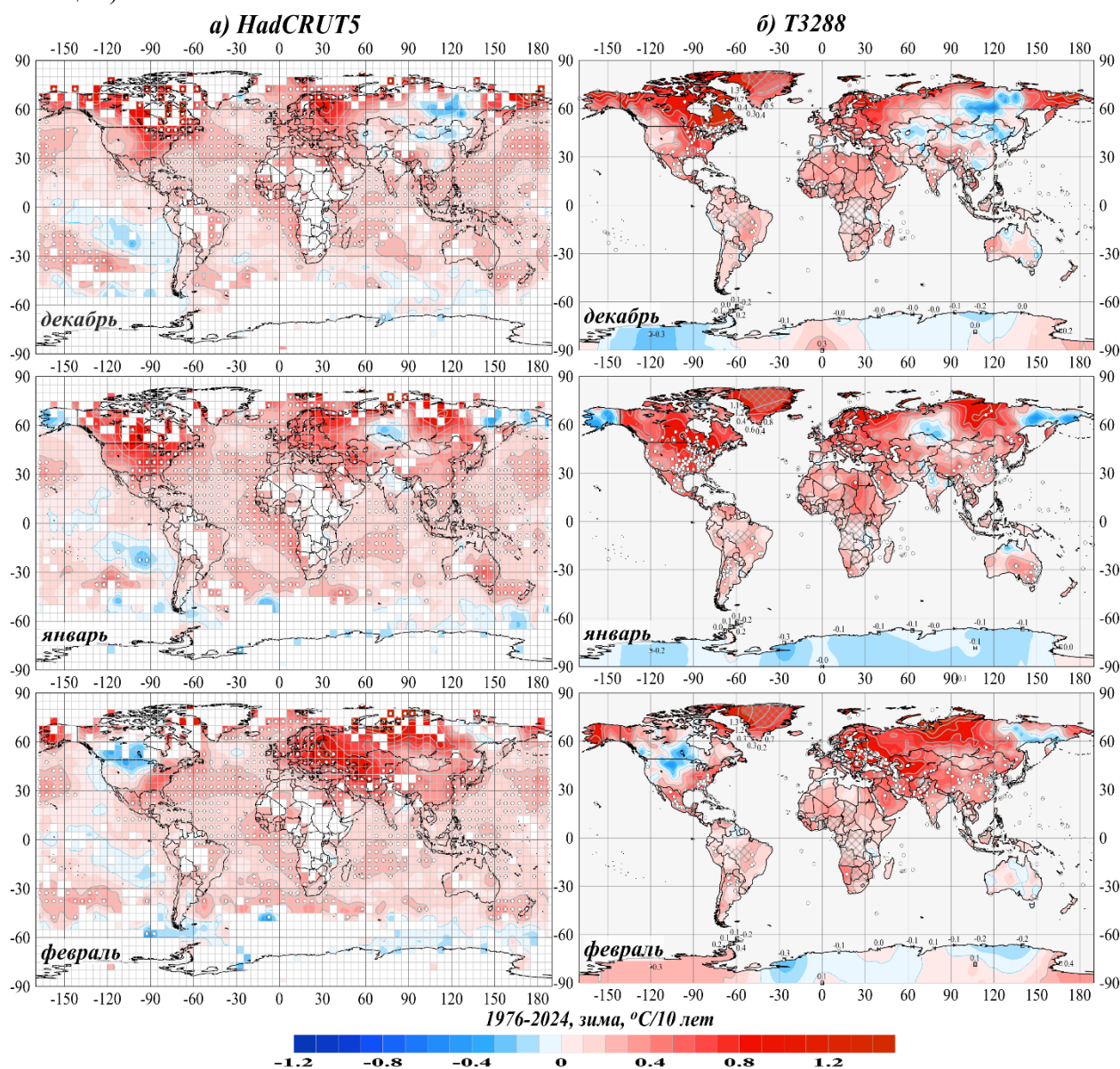


Рисунок 5.2 – См. рис.5.1, но для коэффициентов тренда среднемесячных аномалий температуры зимних месяцев.

На акваториях Мирового океана (данные HadCRUT5) также преобладает положительный тренд при том, что в северных частях Тихого и Атлантического океанов зафиксированы только положительные оценки тренда (кроме 2% боксов в Атлантике) и в 95-98% случаев они статистически значимы на 5%-уровне. (табл. 5.1, рис. 5.1). Отрицательный тренд отмечается в Южном океане, и в Тихом океане (в экваториальной зоне и у западного побережья Южной Америки).

Таблица 5.2 – Доля статистически значимых локальных оценок
линейного тренда (1976-2024, $\alpha \leq 5\%$) в зимние месяцы
в крупных регионах Земного шара (в зависимости от знака тренда)

Регион		NN	Декабрь 2023		Январь 2024		Февраль 2024	
			b <0	b >0	b <0	b >0	b <0	b >0
HadCRUT5 (суша+море)								
Земной шар		1675	0,4	52,7	0,6	51,0	0,7	51,5
Северное полушарие		931	-	64,2	0,1	60,4	-	58,2
Южное полушарие		744	0,8	38,2	1,2	39,2	1,6	43,1
АО, 15-70N		132	-	87,1	-	87,1	-	78,8
ТО, 20-65N		153	-	80,4	-	73,2	-	82,4
Широтные зоны	90-65N	87	-	64,4	-	44,8	-	44,8
	65-25N	529	-	58,6	-	57,7	-	57,3
	25S-25N	639	0,6	64,9	0,9	60,4	-	60,4
	25-65S	403	-	25,1	0,2	30,8	2,0	33,3
	65-90N	17	11,8	-	17,6	-	23,5	5,9
T3288 (только суша)								
Земной шар		2531	0,6	33,8	0,6	43,8	0,4	40,8
Северное полушарие		2147	0,3	34,1	0,4	43,5	0,2	42,6
Южное полушарие		384	2,1	32,0	1,3	45,6	1,8	31,0
Северная Америка		437	-	55,8	-	66,6	0,5	22,4
Евразия		1494	0,3	24,4	0,5	33,8	0,1	46,6
Южная Америка		138	1,4	29,7	0,7	50,7	0,7	39,9
Африка		128	-	60,2	0,8	50,8	0,8	40,6
Австралия		136	3,7	16,9	1,5	40,4	2,2	11,8
Антарктида		17	11,8	-	11,8	5,9	17,6	17,6
Европа		552	0,2	35,0	-	40,8	-	60,1
Азия		951	0,4	18,2	0,7	29,8	0,1	39,0
Арктика, суша		152	0,7	55,3	-	48,0	-	27,0

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

В пространственном распределении месячных оценок, как и сезонных, преобладает тенденция к потеплению (табл. 5.2, рис.5.2). Области наиболее интенсивных положительных трендов в декабре и январе – Северная Америка и Европа, в феврале – запад и юг Евразии (рис.5.2); все они статистически значимы на 1%-м уровне.

Области статистически незначимого (даже на 10%-уровне) тренда, положительного и отрицательного, отмечаются на всех континентах. На сезонной карте 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

6. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

- Зима 2023/24 гг. стала рекордно теплым зимним сезоном по всем глобальным территориям (ЗШ, СП, ЮП) и массивам данных, за исключением: Северное полушарие и Земной шар (только суша), где сезон стал третьим самым теплым. Аномалия глобальной температуры относительно климатической нормы 1991-2020 гг., в среднем по всей территории Земного шара (суша+море), составила +0,661°C.

- В глобальном поле приземной температуры текущего зимнего сезона преобладают *положительные аномалии*, которые этой зимой составили 68% данных наземных станций (T3288, суша) и 77% данных глобальной сети 5-градусных боксов (HadCRUT5, суша+море). Отрицательные сезонные аномалии этой зимой составили, соответственно, около 30% данных на станциях (T3288, суша) и около 20% – в центрах боксов (HadCRUT5, суша+море).

- Из регионов выделяются: Северная и Южная Америки и Африка (по данным T3288, только суша: 96, 94 и 92% станций с положительными аномалиями); а также приэкваториальный пояс (25S-25N) и северные части Тихого (20-65N) и Атлантического (15-70N) океанов (по данным HadCRUT5, суша+море: 90, 90% и 79% боксов). В этих регионах (и, как следствие, в целом по Земному шару и обоим полушариям) были перекрыты все региональные сезонные рекорды температуры, притом что все месячные температуры оказались на первом (абсолютный максимум) или на втором (ранг 2) месте среди самых высоких значений в своих временных рядах.

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

- *Особенность сезона – осуществление крупных аномалий обоих знаков*, в среднем за сезон и в отдельные месяцы. В ряде регионов, особенно на континентах (Антарктида, Азия, Европа), положительные и отрицательные сезонные аномалии наблюдались в примерно равной пропорции, но интенсивность положительных аномалий была значительно выше: на многих станциях наблюдались 5%-е экстремумы тепла и обновлены локальные абсолютные максимумы.

- В текущем зимнем сезоне 5%-экстремумы тепла (температура не ниже 95-го перцентиля) составили 39% всех наблюдений (данные HadCRUT5, суша+море). В северных частях Тихого (20-65N) и Атлантического (15-70N) океанов их доля составила 61 и 37%, а в регионах на территории суши им соответствуют: в Северной Америке и Африке – по 50%, Южной Америке – 40%, Европе - 35% (процентное содержание рассчитано относительно NN, где NN - число станций/боксов в регионе).

5%-е экстремумы холода (температура не выше уровня 5-го перцентиля) наблюдались практически только на территории Антарктиды, но в течение всего сезона. При этом отрицательные аномалии наблюдались, в среднем за сезон, на 8 станциях из 17, на двух из них температура была ниже 5-го перцентиля, и еще на одной установлен новый абсолютный минимум (самое низкое значение в временном ряду с 1911 г.).

- В соответствии с приведенными оценками, в океанических регионах Северного полушария 5%-е экстремумы тепла наблюдались в течение всего сезона: в Тихоокеанском регионе – в 43-43-42% наблюдений в каждом из трех месяцев, в Атлантическом – в 28-33-46%. В остальном, локализация экстремумов тепла менялась от месяца к месяцу. В декабре они преобладали в Северной Америке (63% станций), в январе

– в Африке (56%), в феврале – в Северной и Южной Америках и в Европе (36, 50, 39%, соответственно).

5%-экстремумы холода в Антарктиде отмечены во все три месяца: в декабре-январе - на трех станциях, в феврале – на двух.

- На большей части Земного шара продолжается потепление зимних сезонов: положительные тренды составляют 94/92% всех локальных оценок (по данным T3288/HadCRUT5). Статистически значимых среди них 57/64% (на 5%-м уровне). Отрицательные тренды составляют, соответственно, 5,7/7,2%, и только 0,6/0,6% из них статистически значимы на 5%-м уровне.

- Область наиболее интенсивного потепления – континентальная территория Арктики и Европа: по данным T3288/CRUTEM5 (только суша): в среднем за сезон- +0,58, 0,56, в отдельные месяцы – до +0,71 °C/10 лет), с учетом континентов и океанов – Арктический широтный пояс (в среднем за сезон +0,53, в декабре +0,61°C/10 лет). Локальная максимальная скорость потепления отмечается на островах Карского и Баренцева морей (на архипелаге Земля Франца Иосифа до +2,5°C/10лет. На восточном побережье Северной Америки на полуострове Лабрадор скорость потепления до +1,1°C/10лет, в Гренландии до 1,3°C/10лет, в Юго-Восточной Азии до +0,7°C/10лет.

- На фоне доминирующего потепления, в поле значений коэффициентов тренда, сезонных и для каждого месяца, на всех континентах очень четко выделяются области статистически незначимых оценок (даже на 10%-уровне), слабых положительных и отрицательных. На сезонной карте 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

- 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. При этом в Северном полушарии скорость потепления в последние 50 лет удвоилась в сравнении со столетним, а в Южном – коэффициент ускорения на суше заметно ниже (примерно 1,6), а на акваториях океанов ускорение практически отсутствует. Все контрасты в Южном полушарии проявляются слабее, чем в Северном.