

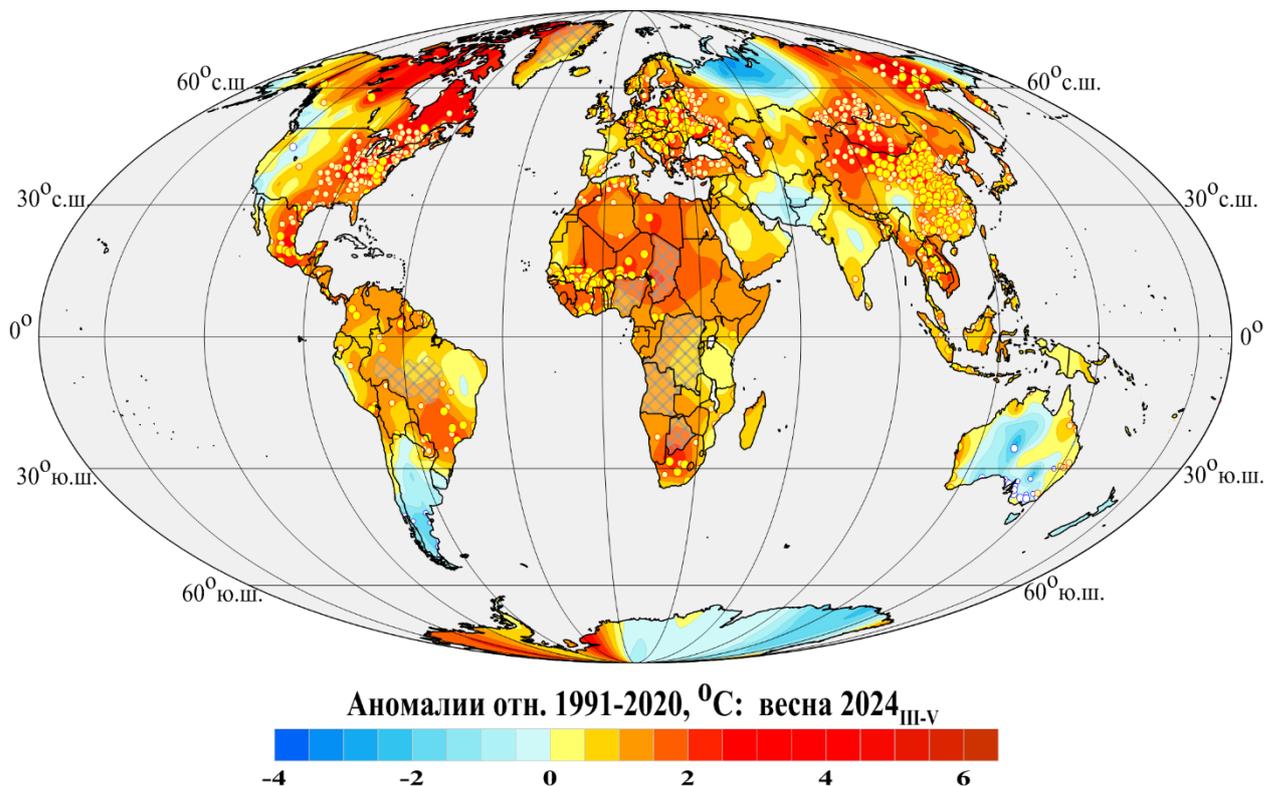
Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу
окружающей среды

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

Бюллетень мониторинга изменений климата Земного шара

Приземная температура

Весна 2024



Москва 2024

ОГЛАВЛЕНИЕ^{1,2}

1. ВВЕДЕНИЕ	3
2. ТЕМПЕРАТУРНЫЙ РЕЖИМ У ПОВЕРХНОСТИ ЗЕМНОГО ШАРА ВЕСНОЙ 2024 года. ЭКСТРЕМАЛЬНЫЕ АНОМАЛИИ	6
3. КРУПНОМАСШТАБНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ИЗМЕНЕНИЯ ПРИЗЕМНОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ ЗЕМНОГО ШАРА ЗА ПЕРИОД ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫХ НАБЛЮДЕНИЙ 1850-2024 гг. (весенний сезон)	12
4. ВРЕМЕННЫЕ РЯДЫ РЕГИОНАЛЬНО ОСРЕДНЕННЫХ АНОМАЛИЙ ПРИЗЕМНОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ, 1911-2024 гг. (весенний сезон)	17
5. ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ СОВРЕМЕННЫХ ИЗМЕНЕНИЙ КЛИМАТА, 1976-2024 гг. (весенний сезон)	20
6. ЗАКЛЮЧЕНИЕ	24

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 (заведующий отделом), Э.Я. Ранькова, О.Ф. Самохина, У.И. Антипина, В.Д. Смирнов, Т.В. Платова

² На обложке приведено поле сезонных аномалий температуры приземного воздуха над сушей Земного шара: весна 2024 года. Используются станционные данные ИГКЭ: Т3288

ВВЕДЕНИЕ

В настоящем бюллетене представлены данные о климатических аномалиях температурного режима весеннего сезона 2024 г. у поверхности Земного шара и обновленные (с учетом этих данных) оценки тенденций в его изменении в течение 1976–2024 гг. Оценки приведены для весеннего сезона в целом и каждого из месяцев (март, апрель, май).

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 T3288, 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 T3288, 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 (весна) аномалий температуры приземного воздуха T3288 (данные ИГКЭ) и CRUTEM5 (данные Hadley/CRU). Близость рядов примерно с середины прошлого столетия четко видна уже визуально (рис. 1.1). Количественные результаты их сравнения (статистические характеристики попарных разностей) по данным за 1976–2024 гг. (условно принят за период современного глобального потепления) и 1925–2024 гг. (последнее столетие) приведены в таблицах 1.1, 1.2 для Земного шара (ЗШ), Северного (СП) и Южного (ЮП) полушарий.

³ Решение Центральной методической комиссии по гидрометеорологическим и геологическим 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.5.0.2.0, CRUTEM.5.0.2.0, HadSST.4.0.1.0 от 08.07.2024.

Действительно (табл. 1.1, рис. 1.1), среднее различие рядов за 1976-2024 гг. не превышает $0,017^{\circ}\text{C}$, а индивидуальные различия не более $0,062^{\circ}\text{C}$ в Северном полушарии, но $0,136^{\circ}\text{C}$ в Южном. Стандартное отклонение различий за период 1976-2024 гг. ($0,025-0,047^{\circ}\text{C}$) более, чем на порядок ниже стандартного отклонения самих рядов ($0,284-0,582^{\circ}\text{C}$). За последние 100 лет диапазон колебаний оценок чуть выше, чем за период 1976-2024, но во всех случаях ряды характеризуются исключительно высокой корреляцией (не ниже 0,99) и предельно низким различием трендов (до $\pm 0,01^{\circ}\text{C}/10$ лет).

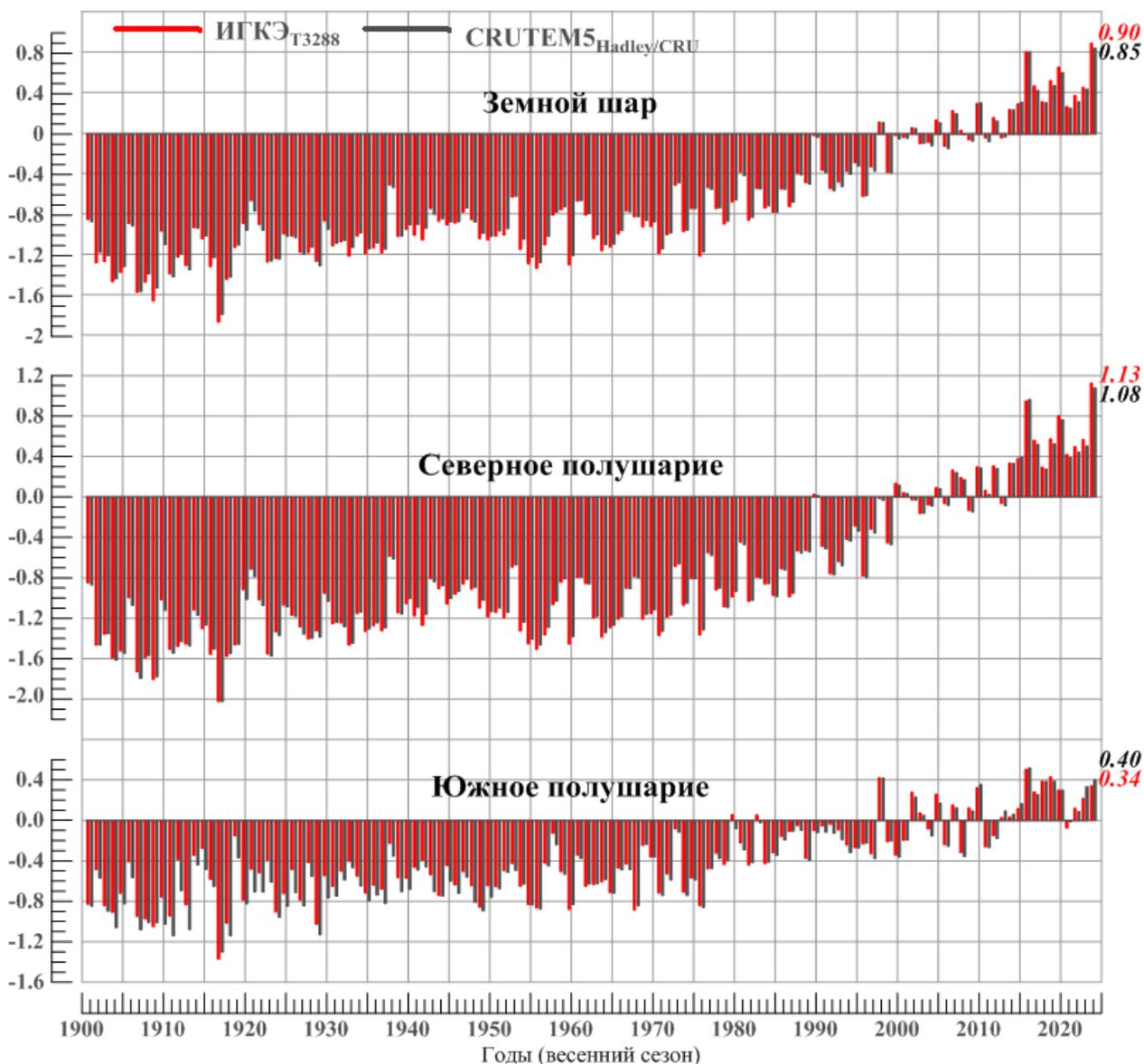


Рисунок 1.1 – Временные ряды пространственно осредненных сезонных аномалий температуры приземного воздуха над сушей Земного шара, Северного и Южного полушарий (1901-2024 гг., весна, $^{\circ}\text{C}$).

Использованы глобальные временные ряды, рассчитанные по данным массива T3288 (данные ИГКЭ), и оригинальные глобальные временные ряды CRUTEM5 (данные Hadley/CRU), приведенные к базовому периоду 1991-2020 гг.

Детально динамику глобальной температуры в течение периода 2015-2024 гг. можно проследить по таблице 1.2 для всех трех глобальных территорий (ЗШ, СП, ЮП) и по данным обоих источников. Можно отметить, что межгодовые колебания весенней глобальной температуры значительны (достигают $\pm 0,6^{\circ}\text{C}$). Температура воздуха над сушей

Северного полушария (и, в результате, Земного шара в целом) достигла новых рекордных значений (+1,126 (+0,900) °С, по данным массива T3288), а над сушей Южного полушария еще не достигла прежнего рекордного значения +0,505°С, установленного весной 2016 г.. Отметим дополнительно хорошее соответствие между рядами T3288 и CRUTEM5 (за последние 10 лет различия между рядами также приведены в табл. 1.2): практически во всех случаях совпадает направленность межгодовых колебаний (и в частности - позиции экстремумов).

Таблица 1.1 – Оценки близости/различия временных рядов приземной температуры весеннего сезона (°С) по данным T3288 (ИГКЭ) и CRUTEM5 (Hadley/CRU), в среднем по территории суши Земного шара, Северного и Южного полушарий (за периоды 1976-2024 и 1925-2024 гг.)

Оценка	1976-2024			1925-2024		
	ЗШ	СП	ЮП	ЗШ	СП	ЮП
Корреляция рядов	0,999	0,999	0,987	0,998	0,999	0,987
Среднее различие, °С	0,014	0,016	0,017	-0,007	-0,003	0,041
СКО (сигма) различий, °С	0,025	0,024	0,047	0,039	0,037	0,061
Среднее абсолютное различие, °С	0,023	0,024	0,039	0,032	0,030	0,054
Макс. абсолютное различие, °С	0,062	0,062	0,136	0,115	0,108	0,228
Разность коэфф. тренда, °С/10лет	0,009	0,009	-0,014	0,007	0,005	-0,012
СКО T3288, °С	0,471	0,582	0,284	0,549	0,645	0,352
СКО CRUTEM5, °С	0,457	0,570	0,292	0,525	0,625	0,371

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 (весенний сезон)	T3288, °С			CRUTEM5, °С			$\Delta = T3288 - CRUTEM5,$ °С		
	ЗШ	СП	ЮП	ЗШ	СП	ЮП	ЗШ	СП	ЮП
2015	0,301	0,38	0,116	0,317	0,394	0,164	-0,016	-0,014	-0,048
2016	0,815	0,95	0,505	0,816	0,964	0,519	-0,001	-0,014	-0,014
2017	0,477	0,56	0,28	0,43	0,518	0,254	0,047	0,042	0,026
2018	0,321	0,294	0,386	0,311	0,273	0,385	0,010	0,021	0,001
2019	0,53	0,574	0,427	0,479	0,524	0,388	0,051	0,050	0,039
2020	0,664	0,802	0,299	0,609	0,763	0,299	0,055	0,039	0,000
2021	0,272	0,419	-0,075	0,253	0,385	-0,012	0,019	0,034	-0,063
2022	0,384	0,496	0,120	0,322	0,441	0,085	0,062	0,055	0,035
2023	0,462	0,565	0,215	0,446	0,503	0,332	0,016	0,062	-0,117
2024	0,900	1,126	0,342	0,852	1,078	0,400	0,048	0,048	-0,058
2024-max	0	0	-0,163	0	0	-0,119			

Примечание. Красным шрифтом выделены текущие абсолютные максимумы весенних температур за период инструментальных наблюдений

2. ТЕМПЕРАТУРНЫЙ РЕЖИМ У ПОВЕРХНОСТИ ЗЕМНОГО ШАРА ВЕСНОЙ 2024 ГОДА. ЭКСТРЕМАЛЬНЫЕ АНОМАЛИИ

По данным практически всех источников: HadCRUT5 (суша+море), CRUTEM5 (суша), T3288 (суша), HadSST4 (море) (табл. 2.1) и для всех трех глобальных территорий весенняя аномалия 2024 г. оказалась максимальной в истории наблюдений (исключение: суша Южного полушария, где весенняя аномалия оказалась третьей/пятой в упорядоченных по убыванию рядах T3288/ CRUTEM5).

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

Ранг	Земной шар		Северное полушарие		Южное полушарие	
	VT, °C	Год (весна)	VT, °C	Год (весна)	VT, °C	Год (весна)
HadCRUT5 (Hadley/CRU, суша+море)						
1	0,581	2024	0,766	2024	0,396	2024
2	0,457	2016	0,593	2016	0,355	2023
3	0,394	2023	0,547	2020	0,321	2016
4	0,394	2020	0,432	2023	0,287	2019
5	0,312	2019	0,378	2017	0,240	2020
T3288 (ИГКЭ, суша)						
1	0,900	2024	1,126	2024	0,505	2016
2	0,815	2016	0,950	2016	0,427	2019
3	0,664	2020	0,802	2020	0,423	1998
4	0,530	2019	0,574	2019	0,386	2018
5	0,477	2017	0,565	2023	0,342	2024
CRUTEM5 (Hadley/CRU, суша)						
1	0,852	2024	1,078	2024	0,519	2016
2	0,816	2016	0,964	2016	0,418	1998
3	0,609	2020	0,763	2020	0,400	2024
4	0,479	2019	0,524	2019	0,388	2019
5	0,446	2023	0,518	2017	0,385	2018
HadSST4 (Hadley/CRU, море)						
1	0,491	2024	0,598	2024	0,394	2024
2	0,383	2023	0,414	2020	0,373	2023
3	0,319	2020	0,392	2023	0,297	2016
4	0,318	2016	0,343	2016	0,258	2019
5	0,248	2019	0,259	2017	0,235	2020

Пространственно-средненные аномалии в крупных регионах мира (табл. 2.2).

Основная особенность сезона – наличие значительных региональных положительных аномалий: абсолютных максимумов (вероятность непревышения $F=100\%$) и 5%-х экстремумов тепла ($F>=95\%$), внесших основной вклад в отмеченные глобальные рекорды этой весны (табл. 2.2). Прежде всего – это акватория Северной Атлантики и весь приэкваториальный широтный пояс (все месяцы сезона и сезон в целом – рекордно теплые), а также экстремально теплая в течение всего сезона северная часть Тихого океана ($F>95\%$).

На континентах (в среднем по территории континента) температурные условия существенно холоднее, на многих – холоднее «нормы» 1991-2020 гг. (отрицательные аномалии в табл. 2.2). Наиболее «холодные» условия отмечены в марте в Европе (-2,79 °C,

F=23,2%) и в мае в Австралии (-0,46 °C, F=49,1%). Как следствие уже приведенных экстремумов, можно, по-видимому, указать экстремально теплые (включая рекордные) условия на протяжении всего сезона, в северном умеренном поясе и, напротив, холодные условия в Антарктическом поясе за сезон в целом (-0,26°C, F=35,8%) и в апреле (-1,22°C, F=15,9%). Числовые данные (аномалии и вероятности неперевышения) для всех регионов и сроков см. в таблице 2.2.

Таблица 2.2 - Пространственно-осредненные значения аномалий приземной температуры (vT , °C) и их вероятности неперевышения (F, %) в крупных регионах Земного шара (в среднем за весенний сезон 2024 г. и в каждом из месяцев)

Регион		Весна		Март		Апрель		Май	
		vT	F%	vT	F%	vT	F%	vT	F%
HadCRUT5 (суша+море)									
Земной шар		0,58	100	0,63	100	0,64	100	0,47	100
Северное полушарие		0,77	100	0,79	99,1	0,87	100	0,64	100
Южное полушарие		0,40	100	0,47	100	0,41	100	0,31	100
Атлантика (15-70N)		0,69	100	0,71	100	0,61	100	0,77	100
Тихий океан (20-65N)		0,51	98,2	0,46	98,2	0,52	99,1	0,55	97,3
Широтные пояса	90-65N	0,40	89,4	0,46	87,6	0,31	81,4	0,52	87,6
	65-25N	0,88	100	0,88	97,3	1,08	100	0,67	100
	25S-25N	0,62	100	0,69	100	0,65	100	0,53	100
	25-65S	0,29	98,2	0,35	98,2	0,30	98,2	0,18	93,8
	65-90S	-0,26	35,8	0,17	65,9	-1,22	15,9	0,36	65
IGCE-T3288 (суша)									
Земной шар		0,90	100	1,10	99,1	1,06	100	0,59	100
Северное полушарие		1,13	100	1,26	99,1	1,38	100	0,74	100
Южное полушарие		0,34	96,5	0,68	100	0,28	93,8	0,22	91,2
Северная Америка		0,38	91,1	-0,08	74,1	0,71	92,9	0,25	90,2
Евразия		0,45	97,3	0,75	96,4	0,15	93,7	0,47	95,5
Европа		-0,70	66,1	-2,79	23,2	-0,02	78,6	0,72	87,5
Азия		-0,34	86,6	-0,35	83,0	-0,39	80,4	-0,29	82,1
Южная Америка		-0,10	82,1	-0,28	60,7	-0,01	81,2	0,00	76,8
Африка		0,16	96,4	0,27	95,5	0,13	94,6	0,10	93,7
Австралия		-0,06	76,8	0,20	73,2	0,05	76,8	-0,46	49,1
Антарктида		1,83	91,3	1,25	82,6	1,48	82,6	2,76	92,8
CRUTEM5 (суша)									
Земной шар		0,85	100	0,99	99,1	1,01	100	0,56	100
Северное полушарие		1,08	100	1,14	98,2	1,36	100	0,74	100
Южное полушарие		0,40	98,2	0,69	100	0,30	93,8	0,21	91,2
HadSST4 (только море)									
Земной шар		0,49	100	0,49	100	0,50	100	0,48	100
Северное полушарие		0,60	100	0,59	100	0,58	100	0,63	100
Южное полушарие		0,39	100	0,40	99,1	0,44	100	0,34	99,1

Условные обозначения.

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

Географическое распределение локальных сезонных аномалий (рис. 2.1) отражает основные особенности сезона, сформулированные выше по регионально осредненным оценкам (табл. 2.2), а именно: осуществление температурных рекордов и крупных положительных аномалий, прежде всего в северных и южных акваториях Атлантики и Тихого океана и в Индийском океане (в широтном поясе 60S-25N), а также почти на каждом континенте.

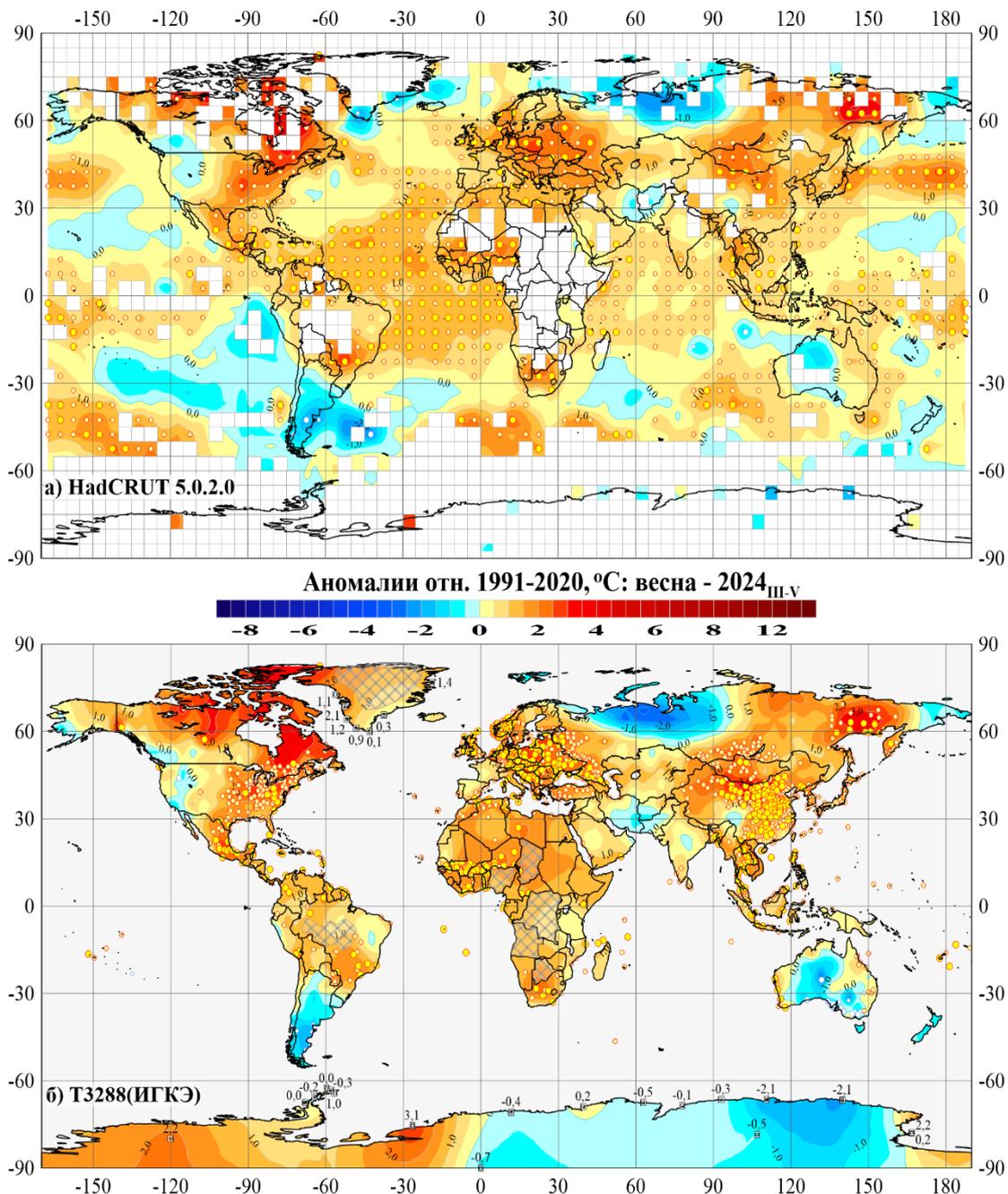


Рисунок 2.1 – Пространственное распределение сезонных аномалий приземной температуры на территории Земного шара весной 2024 г.: а) по сеточным данным Hadley/CRU: HadCRUT5 (суша+море), б) по станционным данным ИГКЭ: Т3288 (только суша).

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. Значками меньшего размера указано положение 5%-х экстремумов того же знака. Числовые значения аномалий на территории Антарктиды и Гренландии показаны непосредственно в точках расположения станций. Пустыми боксами (а) и штриховкой (б) показаны области отсутствия наблюдений.

Так, в Европе и Африке 5%-е экстремумы тепла охватили больше половины всех станций, в Северной Америке и Азии – более 40%, в Южной Америке и Австралии – больше 25 и 10%, соответственно (табл. 2.3).

Области отрицательных аномалий (относительно 1991-2020 гг.), вплоть до 5%-х экстремумов холода и единичных абсолютных минимумов, отмечены, в основном, на азиатской части России и на континентах Южного полушария (Австралия, Антарктида) и, как уже отмечалось, в южных широтах Южной Америки и прилегающих акваториях Тихого и Атлантического океанов.

Таблица 2.3 – Частотное распределение локальных сезонных аномалий в крупных регионах Земного шара весной 2024 г. в зависимости от знака аномалий и их интенсивности

Регион	NN - число боксов/ станций	Число значений в каждой категории (в % от NN)							
		Аномалии (отн. 1991-2020 гг.)			5%-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	1638	19,1	3,8	77,0	0,5	39,7	0,2	12,9	
Северное полушарие	925	14,1	3,2	82,7	0,2	43,8	-	14,5	
Южное полушарие	713	25,7	4,6	69,7	1,0	34,4	0,4	10,8	
Атлантика, 15-70N	134	7,5	4,5	88,1	1	50,7	-	17,2	
Тихий океан, 20-65N	152	11,2	1,3	87,5	-	56,6	-	19,1	
Широтные пояса	90-65N	88	42,0	1,1	56,8	1	11,4	-	1
	65-25N	533	10,9	3,2	85,9	0	39,2	-	10,3
	25S-25N	614	13,4	3,3	83,4	0,3	55,7	0,2	21,7
	25-65S	388	32,5	6,4	61,1	1,0	22,9	0,5	5,7
	65-90S	15	66,7	-	33,3	6,7	-	-	-
T3288 (только суша)									
Земной шар	2554	14,2	2,2	83,6	1,1	44,9	0,4	17,7	
Северное полушарие	2158	9,7	2,0	88,2	0,0	48,9	0,0	19,2	
Южное полушарие	396	38,6	3,0	58,3	6,6	23,0	2,3	9,3	
Северная Америка	442	10,9	3,2	86,0	0,2	44,8	0,2	8,1	
Евразия	1498	9,9	1,9	88,3	-	47,9	-	20,7	
Южная Америка	139	45,3	1,4	53,2	5,0	25,2	-	11,5	
Африка	126	0,8	0,8	98,4	-	73,8	-	44,4	
Австралия	151	43,0	3,3	53,6	10,6	9,9	5,3	2,6	
Антарктида	18	61,1	16,7	22,2	5,6	-	-	-	
Европа	550	9,6	1,1	89,3	-	58,0	-	28,5	
Азия	957	10,1	2,3	87,6	-	41,9	-	16,2	
Арктика, 65-90N (суша)	150	41,3	2,7	56,0	-	12,7	-	0,7	

Условные обозначения:

1. $V < 0$, $V = 0$, $V > 0$ – категории аномалий;
2. P_{05} , P_{95} – 5-й и 95-й процентиля
3. \min , \max – наименьшее и наибольшее значения в соответствующем ряду, 1911-2024 гг.

Подробнее особенности каждого месяца можно проследить по рисунку 2.2 и таблицам 2.2, 2.3, 2.4.

Таблица 2.4 – Доля локальных 5%-экстремумов холода ($X \leq P_{05}$) и тепла ($X \geq P_{95}$) в крупных регионах Земного шара в весенние месяцы 2024 г. (в процентах от NN, %)

Регион		Всего станций NN	Март		Апрель		Май	
			$X < P_{05}$	$X \geq P_{95}$	$X < P_{05}$	$X \geq P_{95}$	$X < P_{05}$	$X \geq P_{95}$
HadCRUT5 (суша+море)								
Земной шар		1638	0,5	28,0	0,6	32,6	1,6	29,4
Северное полушарие		925	-	27,2	0,3	37,1	0,8	35,1
Южное полушарие		713	1,3	28,9	1,0	26,8	2,7	22,0
Атлантика, 15-70N		134	-	38,8	1,5	36,6	2	44,0
Тихий океан, 20-65N		152	-	28,9	1	51,3	-	30,9
Широтные пояса	90-65N	88	-	1,1	-	10,2	3,4	20,5
	65-25N	533	-	19,7	0,6	31,0	0,6	29,1
	25S-25N	614	0,7	47,1	0,3	49,0	0,8	40,6
	25-65S	388	1	16,2	0,8	15,2	3,9	15,5
	65-90S	15	-	-	13,3	-	-	-
T3288 (только суша)								
Земной шар		2554	0,0	24,5	1,2	35,3	3,1	26,0
Северное полушарие		2158	-	23,8	0,2	37,9	0,8	27,0
Южное полушарие		396	0,3	28,5	6,8	21,5	15,7	20,2
Северная Америка		442	-	16,7	0,2	15,2	0,2	22,4
Евразия		1498	-	23,3	0,1	41,3	1,0	26,2
Южная Америка		139	-	42,4	-	32,4	33,8	15,1
Африка		126	-	53,2	0,8	47,6	-	56,3
Австралия		151	0,7	13,9	15,2	5,3	8,6	14,6
Антарктида		18	-	-	11,1	-	-	-
Европа		550	-	33,5	-	36,9	1,5	29,6
Азия		957	-	17,2	0,2	44,2	0,7	24,0
Арктика, 65-90N (суша)		150	-	0,7	-	6,7	-	15,3

Примечание. Процентное содержание экстремумов рассчитано по всем доступным стационарным и сеточным данным соответствующего месяца/сезона в рассматриваемом регионе (см. NN). Значения 5-го и 95-го перцентилей (P_{05} , P_{95}) рассчитаны для каждого календарного месяца и каждой станции по данным за 1911-2024 гг., а их частота представлена в таблице в процентах от NN

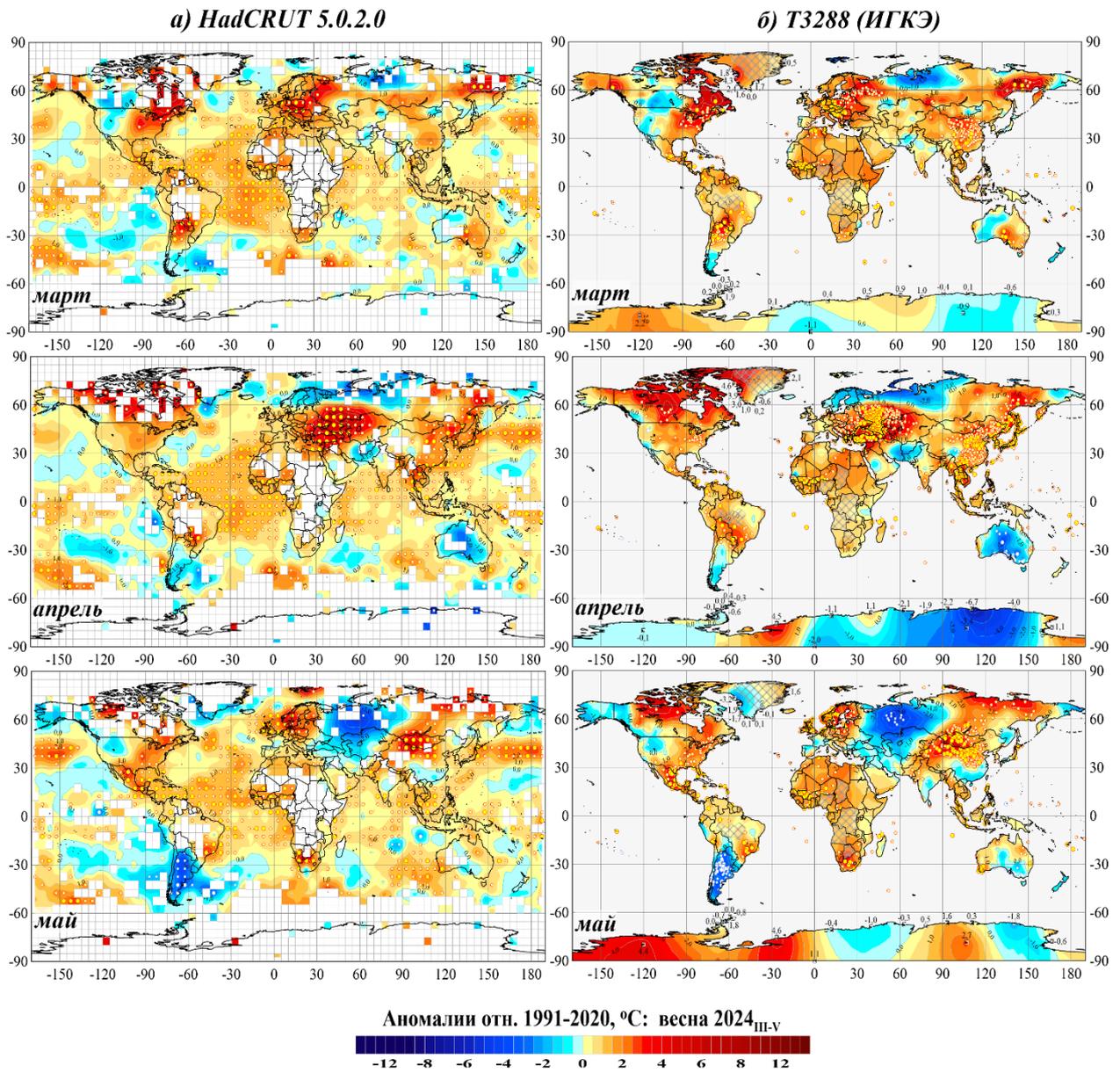


Рисунок 2.2 – Пространственное распределение среднемесячных аномалий приземной температуры весной 2024 г. (март – май). Условные обозначения: см. рис. 2.1

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

Межгодовые и межмесячные изменения глобальной температуры (рис. 3.1).

Рисунок иллюстрирует изменение глобальной температуры от года к году (по вертикали) и от месяца к месяцу (по горизонтали) в течение 1850-2024 гг.

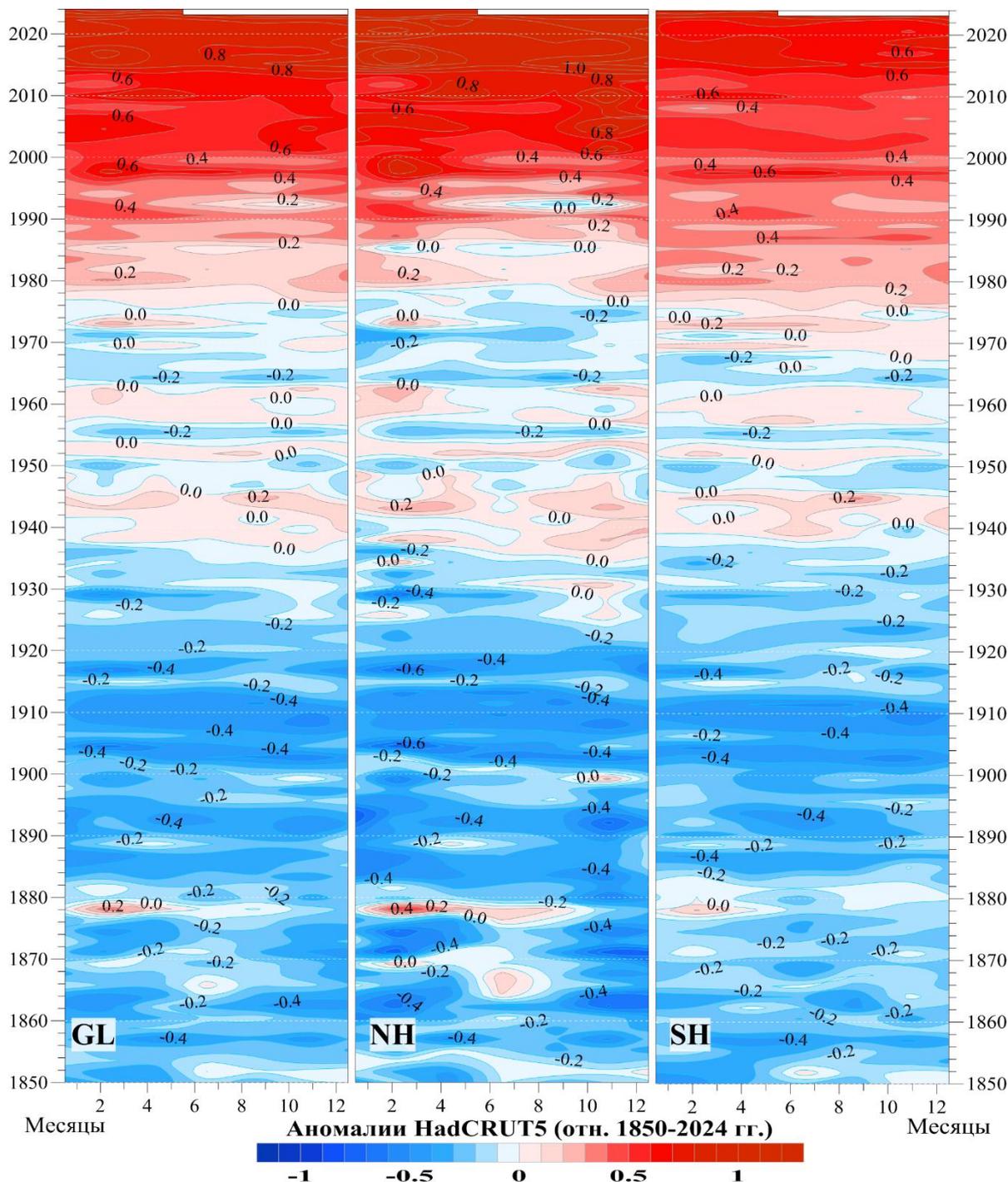


Рисунок 3.1 – Изменение аномалий среднемесячной приповерхностной температуры (°C), осредненных по территории Земного шара (GL), Северного (NH) и Южного (SH) полушарий, с января 1850 по май 2024 гг.

Использованы глобальные временные ряды HadCRUT5 (данные Hadley/CRU, суша+море), приведенные к базовому периоду 1850-2024 гг.

На рисунке 3.1 хорошо прослеживается динамика глобальных изменений температурного режима у поверхности Земного шара за период инструментальных наблюдений (с 1850 г.): похолодание в конце 19-го - начале 20-го столетия с минимумом в 1910 г., арктическое потепление 1940-х, современное глобальное потепление, начавшееся в середине 1970-х и заметно усилившееся в 21-м столетии. Наиболее ярко оно проявляется в Северном полушарии после 2010 г. В последние годы аномалии температуры относительно средней всего периода наблюдений колеблются в интервале 1.0-1.4°C в Северном полушарии и 0.6-0.9°C в Южном.

Широтно-долготные разрезы (2018-2024 гг.). Меридиональный профиль (рис. 3.2, слева) позволяет проследить изменение 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, далее – территория США, Северная Атлантика, Евразия и западный сектор Тихого океана.



Рисунок 3.2 – Изменение во времени меридиональных (а, слева) и зональных (б, внизу) профилей аномалии приповерхностной температуры с января 2018 по май 2024 года.

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

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 2019 г., когда в восточном секторе Тихого океана преобладали слабые отрицательные аномалии).

В текущем весеннем сезоне (рис. 3.2а), в умеренных широтах Северного полушария (40-60°с.ш.) во все месяцы преобладали положительные аномалии; наиболее значительные из них (больше +2°C) просматриваются на материках.

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 осредненной температуры (рис. 3.3). На рисунке видно некоторое повышение глобальной весенней температуры от 2023 г. к 2024 г. для всех рядов (на 0,4-0,5°C для глобальных рядов по Земному шару и Северному полушарию). Для Южного полушария повышение меньше – около 0,1°C.

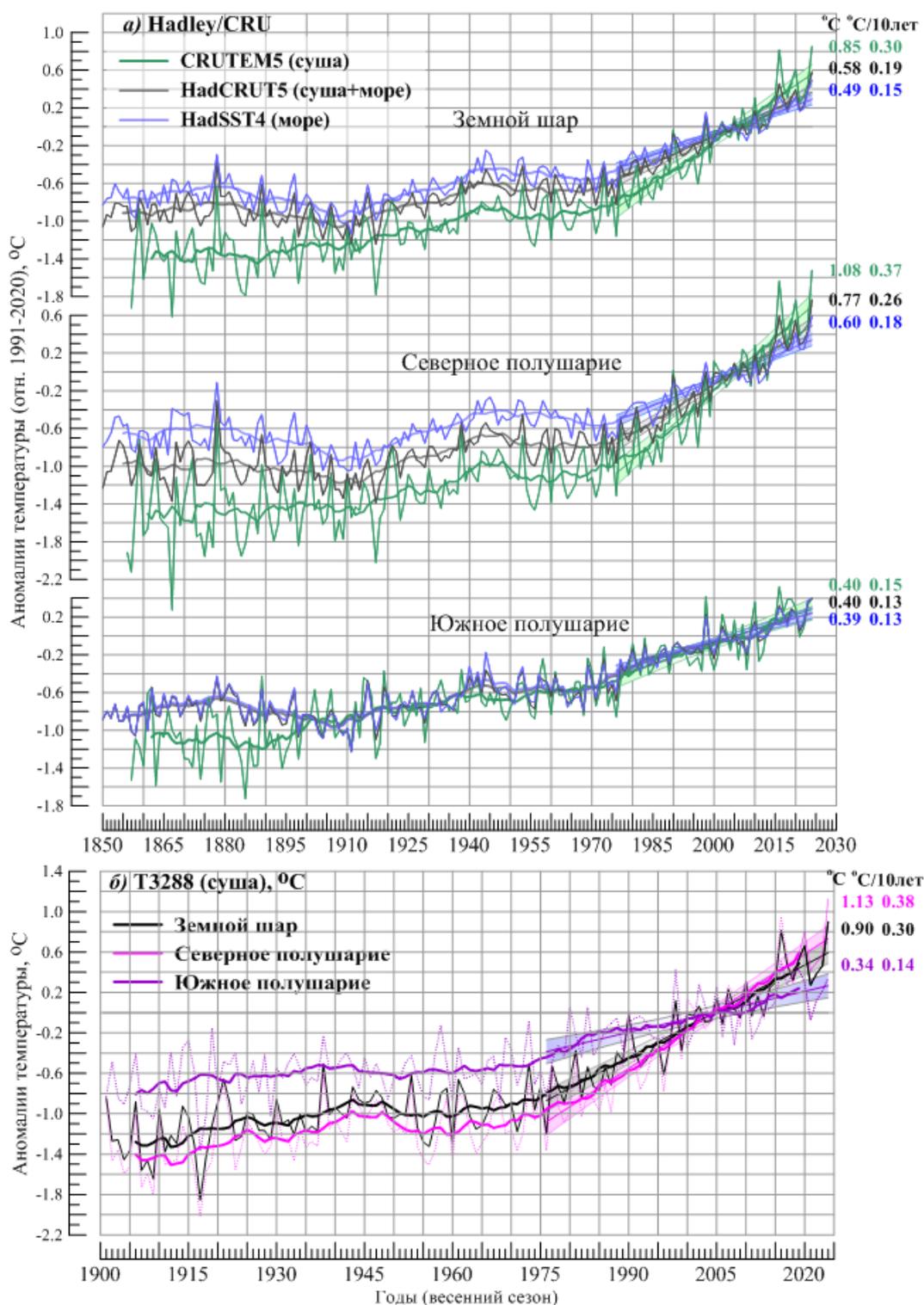


Рисунок 3.3 – Временные ряды сезонных аномалий приземной температуры (весна), осредненных по территории Земного шара, Северного и Южного полушарий: а) по данным Hadley/CRU, 1850-2024 гг.: *HadCRUT5* (суша+море), *CRUTEM5* (суша), *HadSST4* (море); б) по данным ИГКЭ, 1901-2024 гг.: *T3288* (суша).

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

Коэффициенты линейного тренда глобальной температуры (средняя скорость потепления за последние 47 и 100 лет) представлены в таблице 3.1 для всех групп данных, а в таблице 3.2 – результаты их сравнения в разных «факторных» подгруппах, учитывающих вид данных и территорию (см. показатели k1-k3 в боковике таблицы).

Таблица 3.1 – Коэффициенты линейного тренда ($^{\circ}\text{C}/10\text{ лет}$) глобальных временных рядов приземной температуры за 1976-2024 гг. и 1925-2024 гг., в среднем за весенний сезон и по месяцам

Регион	1976-2024				1925-2024			
	Весна	март	апрель	май	Весна	март	апрель	май
HadCRUT5 (суша+море)								
Земной шар	0,194	0,211	0,195	0,177	0,114	0,127	0,111	0,104
Северное полушарие	0,260	0,289	0,254	0,237	0,129	0,151	0,124	0,112
Южное полушарие	0,129	0,134	0,137	0,116	0,099	0,103	0,098	0,096
T3288-ИГКЭ (суша)								
Земной шар	0,305	0,364	0,298	0,249	0,166	0,201	0,158	0,137
Северное полушарие	0,378	0,454	0,364	0,309	0,190	0,242	0,178	0,150
Южное полушарие	0,136	0,153	0,146	0,110	0,095	0,085	0,103	0,098
CRUTEM5 (суша)								
Земной шар	0,296	0,349	0,292	0,247	0,159	0,189	0,155	0,133
Северное полушарие	0,369	0,445	0,355	0,307	0,185	0,233	0,176	0,145
Южное полушарие	0,149	0,158	0,165	0,126	0,107	0,102	0,111	0,110
HadSST4 (море)								
Земной шар	0,151	0,143	0,156	0,155	0,091	0,092	0,090	0,091
Северное полушарие	0,178	0,158	0,182	0,195	0,086	0,080	0,087	0,091
Южное полушарие	0,127	0,130	0,133	0,117	0,097	0,104	0,094	0,094

Примечание. Все оценки в таблице статистически значимы на 1%-м уровне

Таблица 3.2 – Сравнение оценок скорости глобального потепления (у поверхности), полученных по данным разных источников и категорий (в среднем за весенний сезон)

Показатель		1976-2024			1925-2024		
		ЗШ	СП	ЮП	ЗШ	СП	ЮП
k ₁	b_{T3288} / b_{HadSST}	2,02	2,12	1,07	1,82	2,21	0,98
	b_{CRUTEM} / b_{HadSST}	1,96	2,07	1,17	1,75	2,15	1,10
k ₂	$b_{СП} / b_{ЮП}$	1976-2024			1925-2024		
		T3288	CRUTEM	HadSST	T3288	CRUTEM	HadSST
		2,78	2,48	1,40	2,00	1,73	0,89
k ₃	$b_{1976-2024} / b_{1925-2024}$	СП			ЮП		
		T3288	CRUTEM	HadSST	T3288	CRUTEM	HadSST
		1,99	1,99	2,07	1,43	1,39	1,31

Из оценок таблицы 3.2 можно сделать следующие выводы:

- Во всех рассмотренных случаях оценки всех трех показателей k₁-k₃ больше 1 (кроме периода 1925-2024: k₁=0,98 для Южного полушария и k₂=0,89 в случае HadSST4). Это значит, что, как правило, глобальное потепление над сушей протекает быстрее, чем

над океанами ($k_1=1,07-2,12$), в *Северном полушарии активнее*, чем в Южном ($k_2=1,40-2,78$), и в последние 40-50 лет ускорилось в сравнении с минувшим столетием в целом ($k_3>1,31-2,07$).

- Отмеченные выше исключения для 1925-2024 гг.: $k_1=0,98$ (*Южное полушарие*) и $k_2=0,87$ (*HadSST*) указывают на существенную деталь: в течение 1925-2024 гг. потепление весенних сезонов (как и зимних: $k_1=0,97$, $k_2=0,85$) на поверхности океанов протекало заметно активнее не в Северном полушарии, а в Южном! И эта особенность не присуща периоду 1976-2024 гг., то есть на более ранних участках ряда потепление зимне-весенних сезонов было более активным в Южном полушарии!

- В рамках каждого полушария коэффициент ускорения современного потепления весенних сезонов относительно столетнего (1925-2024) примерно одинаков для континентов и океанов, но в Северном полушарии примерно в полтора раза выше ($k_3 \sim 2,0-2,1$), чем в Южном ($k_3 \sim 1,3-1,4$).

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

Представленные ниже временные ряды (рис. 4.1, 4.2, 4.3) рассчитаны по методике ИГКЭ для всех рассматриваемых крупных регионов (по сеточным данным HadCRUT5 и по данным станционных наблюдений T3288. Данные до 1911 г. не приводятся, т.к. представляются недостаточно полными и надежными.

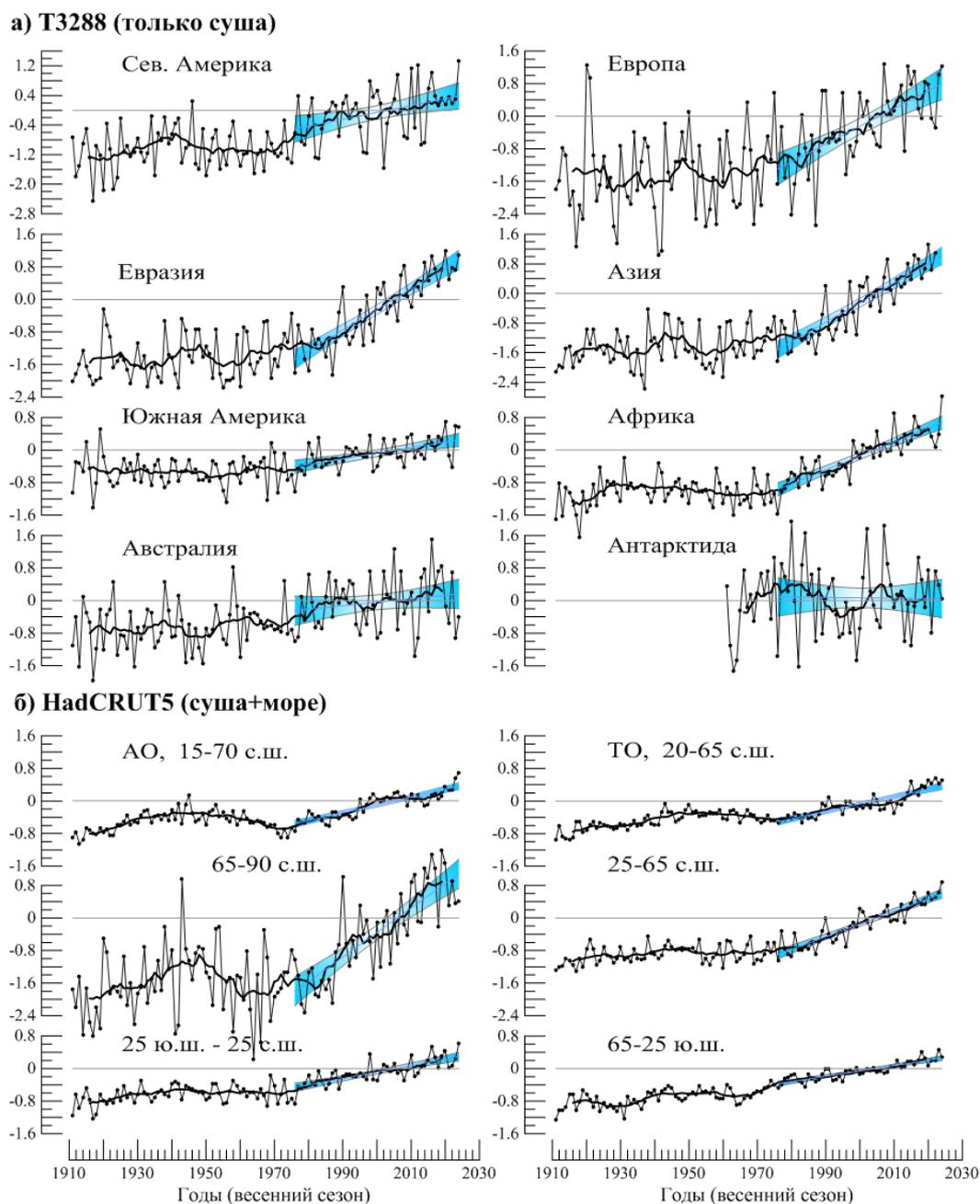


Рисунок 4.1 – Временные ряды пространственно-осредненных сезонных аномалий приземной температуры (весна) для крупных регионов Земного шара:

- а) континенты (по станционным данным ИГКЭ: T3288)
- б) северные части Атлантического и Тихого океанов и основные широтные пояса Земного шара (по сеточным данным *HadCRUT5*, *Hadley/CRU*)

Расчеты выполнены по методике ИГКЭ. Аномалии приведены в отклонениях от средних за 1991–2020 гг. Сглаженные кривые (жирная линия) получены 11-летним скользящим осреднением. Показан линейный тренд за 1976-2024 гг. с 95%-м доверительным интервалом (голубая заливка).

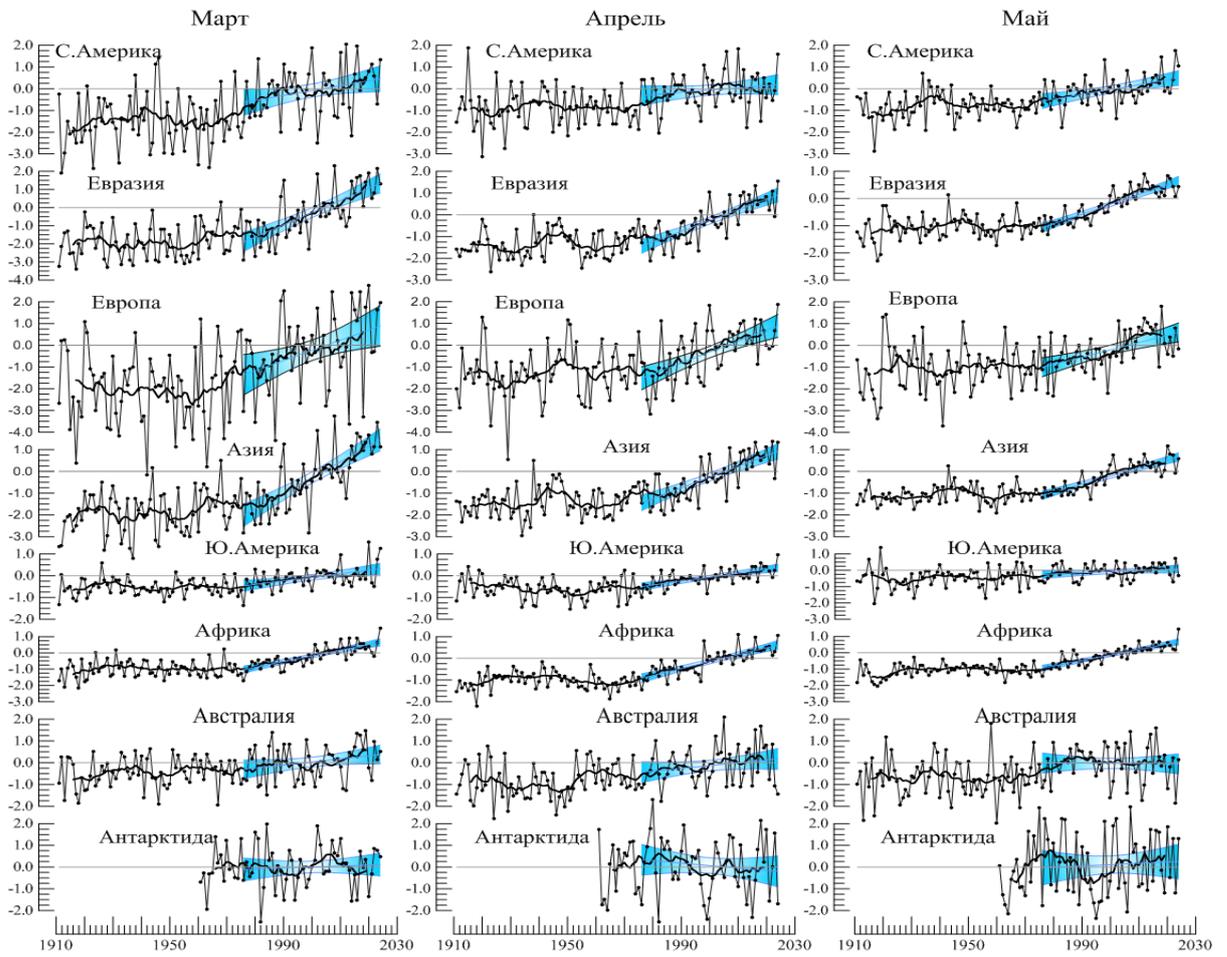


Рисунок 4.2 – См. рис. 4.1, но для аномалий весенних месяцев и только для континентов.

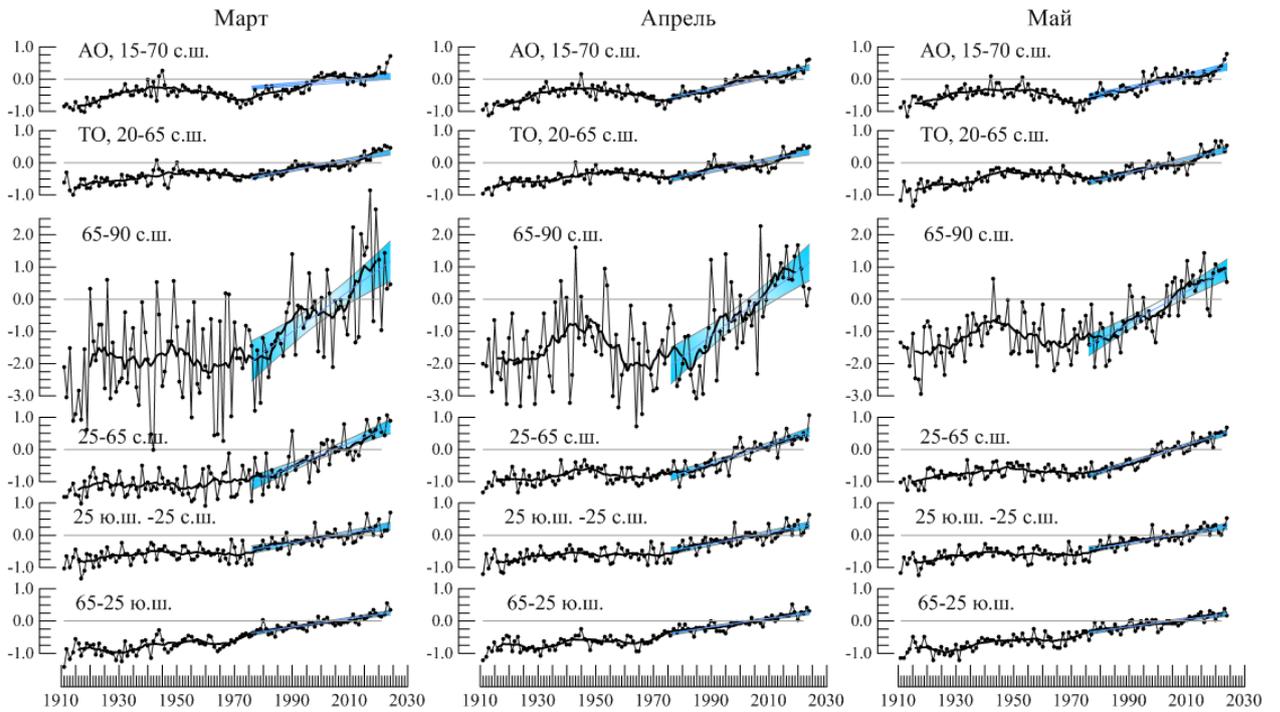


Рисунок 4.3 – См. рис. 4.2, но для океанов и широтных поясов Земного шара.

Более детально проследить особенности многолетнего хода приземной температуры в каждом регионе и оценить современные тенденции их изменений можно по временным рядам на рис. 4.1-4.3 и таблицам 3.1, 4.1.

Таблица 4.1 Оценки линейного тренда регионально осредненных аномалий приземной температуры за 1976-2024 гг., в среднем за весенний сезон и по месяцам:

b – коэффициенты тренда (°C/10 лет), *a* – критический уровень значимости (%)

Регион		Весна		Март		Апрель		Май	
		<i>b</i>	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>a</i>
<i>HadCRUT5 (суша+море)</i>									
Атлантика, 15-70N		0,192	0,0	0,181	0,0	0,198	0,0	0,197	0,0
Тихий океан, 20-65N		0,182	0,0	0,160	0,0	0,174	0,0	0,210	0,0
Широтные пояса	90-65N	0,602	0,0	0,647	0,0	0,668	0,0	0,493	0,0
	65-25N	0,311	0,0	0,367	0,0	0,288	0,0	0,276	0,0
	25S-25N	0,157	0,0	0,153	0,0	0,166	0,0	0,152	0,0
	25-65S	0,131	0,0	0,132	0,0	0,134	0,0	0,117	0,0
	65-90S	*-0,001	100,0	*-0,007	97,2	*-0,078	42,7	*0,107	46,2
<i>T3288 (только суша)</i>									
Северная Америка		0,241	0,1	0,267	2,9	0,265	0,4	0,185	0,3
Евразия		0,408	0,0	0,474	0,0	0,377	0,0	0,373	0,0
Южная Америка		0,120	0,1	0,157	0,0	0,152	0,0	0,052	31,1
Африка		0,320	0,0	0,290	0,0	0,347	0,0	0,318	0,0
Австралия		0,166	0,4	0,117	*12,5	0,176	2,6	0,198	1,6
Антарктида		*0,099	32,0	0,143	*19,9	*0,034	92,6	*0,114	47,4
Европа		0,299	0,1	0,487	1,0	0,258	2,6	0,150	8,6
Азия		0,288	0,0	0,306	0,5	0,294	0,0	0,265	0,0

Примечание. Подавляющее большинство оценок статистически значимы на 1%-м уровне ($\alpha \leq 1.0\%$) – они приведены без выделения. Курсивом показаны оценки, статистически значимые на 5%-м уровне ($1\% < \alpha \leq 5\%$). Остальные оценки выделены серой заливкой, причем оценки с уровнем значимости выше 10% (статистически «незначимые») дополнительно отмечены звездочкой (*). Синим шрифтом показаны ячейки с отрицательным трендом (тенденция к похолоданию).

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

Факт продолжающегося глобального потепления (рис. 5.1) обсуждался выше (гл. 3-4), с привлечением региональных оценок для Земного шара, Северного и Южного полушарий, основных широтных поясов, континентов и океанов. В данном разделе анализируются пространственные распределения локальных оценок трендов и региональные особенности текущего состояния глобального потепления весенних сезонов.

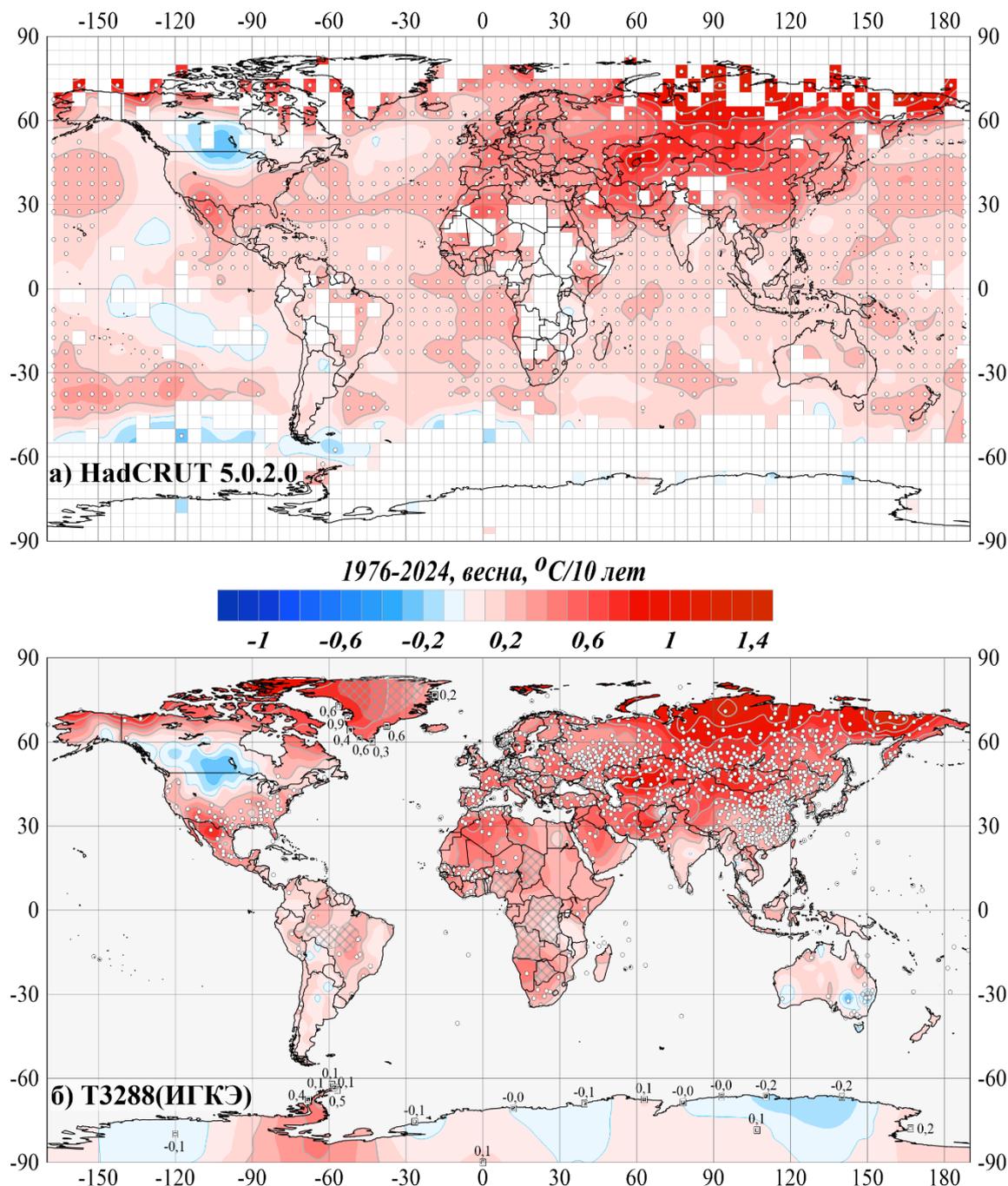


Рисунок 5.1 – Пространственное распределение сезонных (весна) оценок локальных коэффициентов линейного тренда приземной температуры за период 1976-2024 гг. (°C/10 лет)

Использованы данные: а) HadCRUT5 - данные Hadley/CRU, UK (суша+море); б) T3288 – данные ИГКЭ (только суша). Пустыми боксами (а) и штриховкой (б) показаны области отсутствия наблюдений. Числовые значения коэффициентов тренда на территории Антарктиды и Гренландии показаны непосредственно в точках расположения станций. Белыми кружками выделены боксы/станции, для которых тренд статистически значим на 1%-м уровне.

Анализируются данные наблюдений на 2541 станциях (массив T3288) и в центрах 1606 боксов (массив HadCRUT5), для которых своевременно поступили данные за весенние месяцы 2024 г. В таблице 5.1 приведено их количественное распределение по регионам в зависимости от направленности тренда и его уровня значимости. В столбце NN указано реальное число станций/боксов в каждой конкретной выборке.

Таблица 5.1 – Частотное распределение локальных оценок тренда (в % от NN) в крупных регионах Земного шара, в зависимости от знака коэффициента тренда **b** и его статистической значимости **α** (1976-2024, весенний сезон)

	NN	b<0	b=0	b>0	b<0		b>0		
					$\alpha \leq 5\%$	$\alpha \geq 10\%$	$\alpha \leq 5\%$	$\alpha \geq 10\%$	
HadCRUT5 (суша+море)									
Земной шар	1606	5,3	0,4	94,3	0,2	5,0	73,0	17,0	
Северное полушарие	921	2,2	0,3	97,5	-	2,2	83,0	11,7	
Южное полушарие	685	9,5	0,6	89,9	0,4	8,9	59,7	24,1	
АО, 15-70N	133	0,8	0,8	98,5	-	0,8	83,5	12,8	
ТО, 20-65N	152	-	-	100,0	-	-	99,3	0,7	
Широтные пояса	90-65N	86	-	100,0	-	-	91,9	5,8	
	65-25N	532	2,8	0,6	96,6	-	2,8	81,4	12,6
	25S-25N	612	3,4	-	96,6	-	3,4	76,6	16,3
	25-65S	361	11,1	1,1	87,8	0,6	10,2	52,6	26,9
	65-90S	15	60,0	-	40,0	6,7	53,3	13,3	26,7
T3288 (только суша)									
Земной шар	2541	8,5	0,6	90,9	1,2	6,8	75,1	13,0	
Северное полушарие	2150	5,8	0,4	93,9	0,2	5,3	81,9	9,5	
Южное полушарие	391	23,3	1,8	74,9	6,4	15,3	37,6	32,2	
Северная Америка	440	24,1	1,4	74,5	0,7	22,0	36,1	32,3	
Евразия	1496	0,7	-	99,3	0,1	0,6	95,0	2,8	
Южная Америка	138	14,5	2,2	83,3	0,7	11,6	30,4	47,1	
Африка	123	3,3	0,8	95,9	-	3,3	87,8	5,7	
Австралия	148	39,9	1,4	58,8	16,2	23,0	27,0	26,4	
Антарктида	18	38,9	-	61,1	-	33,3	27,8	33,3	
Европа	550	-	-	100,0	-	-	95,8	1,6	
Азия	955	1,0	-	99,0	0,1	0,9	94,6	3,5	
Арктика, 65-90N (суша)	150	-	-	100,0	-	-	94,7	2,7	

Примечание. Таблица обобщает распределение оценок на рис. 5.1. NN – общее количество учтенных станций/боксов в регионе

В соответствии с оценками (табл. 5.1), потепление весенних сезонов подтверждается данными более 90% всех наземных наблюдений (90,9% станций / 94,3% боксов). Доля наблюдений с тенденцией к похолоданию составила 8,5/5,3% всех данных, но из них статистически значимых на 5%-м уровне лишь 1,2/0,2% оценок. Доля оценок с тенденцией к похолоданию в Северном полушарии более, чем в 3,5 раза меньше, чем в Южном (соответственно, 5,8% против 23,3% / 2,2% против 9,5%).

Наиболее активное потепление весенних сезонов наблюдается в Евразии (рис. 5.1): положительный тренд, статистически значимый на 1%-м уровне, охватывает всю территорию Евразии, кроме севера европейской части России и Индии (на Таймыре до

+1,4°C/10 лет). Тенденция к потеплению несколько ниже (до +0,9°C/10 лет) в Гренландии, на Канадском архипелаге и на юге Северной Америки, а также (до +0,6-0,7°C/10 лет) и на севере Африки. На акваториях океанов (всех, кроме Южного) тенденция к потеплению составляет +0,2-0,3°C/10 лет.

Тенденция к похолоданию наблюдается в центре Северной Америки на 24% станций (на 106 станциях, тренд значим лишь на трех), в Австралии – на 40% (59 станций, значим на 24), в Южной Америке – 15% (20 станций, значим лишь на одной), в Антарктиде - 39% (7 станций, тренд не значим). На акваториях океанов тенденция к похолоданию просматривается в Тихом океане, в зоне южного и в Тихом и Атлантическом океанах вдоль параллели 55S.

Пространственные распределения коэффициентов тренда для каждого из весенних месяцев представлены на рисунке 5.2 и обобщены в таблице 5.2.

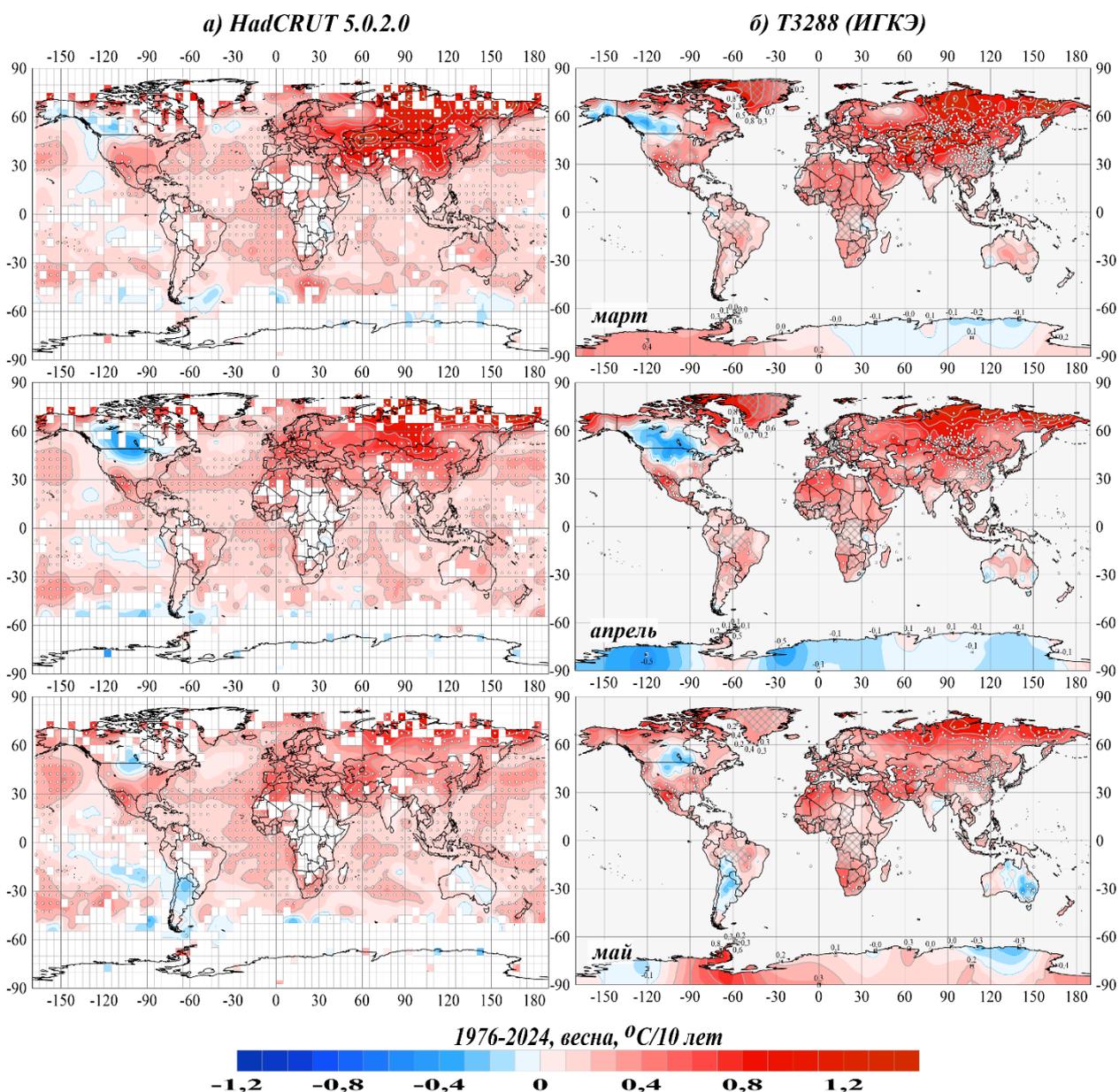


Рисунок 5.2 – См. рис. 5.1., но для среднемесячных аномалий температуры весенних месяцев.

Положительные тренды составили в марте около 58% всех станционных оценок, в апреле – более 60%, в мае – около 50% (табл. 5.2). Значимая на 1% уровне тенденция к

потеплению наблюдалась во все месяцы сезона на большей части территории Азии, в апреле-мае – в Западной Европе. На акваториях северных океанов тенденция к потеплению еще более убедительна: в марте-апреле-мае статистически значимыми (на 5% уровне значимости) были более 84% всех оценок в северной части Тихого океана и 75% – в Северной Атлантике.

Тенденция к похолоданию, в свою очередь, выявлена во все месяцы сезона на станциях Северной Америки, Австралии и Антарктиды, а также в небольших акваториях Тихого и Южного океанов. В мае отрицательные тренды отмечены еще и в Южной Америке.

Таблица 5.2 – Доля статистически значимых оценок линейных трендов ($\alpha \leq 5\%$) в крупных регионах Земного шара в весенние месяцы 1976-2024 гг.

Регион	NN	Март		Апрель		Май		
		b<0	b>0	b<0	b>0	b<0	b>0	
HadCRUT5 (суша+море)								
Земной шар	1606	0,3	60,8	0,3	63,1	0,4	61,5	
Северное полушарие	921	-	69,5	0,2	73,5	-	72,7	
Южное полушарие	685	0,7	49,1	0,4	49,1	1,0	46,3	
АО, 15-70N	133	-	75,2	-	79,7	-	79,7	
ТО, 20-65N	152	-	88,2	-	89,5	-	84,2	
Широтные пояса	90-65N	86	-	68,6	-	81,4	-	79,1
	65-25N	532	-	72,4	0,4	70,9	-	70,3
	25S-25N	612	-	63,4	-	69,8	0,3	67,0
	25-65S	361	0,8	39,6	0,8	38,5	1,4	36,8
	65-90S	15	13,3	6,7	-	-	-	13,3
T3288 (только суша)								
Земной шар	2541	0,3	57,7	0,6	60,3	1,7	48,8	
Северное полушарие	2150	0,2	62,8	0,6	65,4	0,2	53,2	
Южное полушарие	391	0,8	29,7	0,8	32,2	9,7	25,1	
Северная Америка	440	0,2	21,6	2,5	21,8	0,7	30,5	
Евразия	1496	0,1	74,6	-	77,0	0,1	56,7	
Южная Америка	138	0,7	21,0	0,7	41,3	5,1	21,7	
Африка	123	0,8	63,4	-	73,2	-	81,3	
Австралия	148	0,7	25,7	2,0	12,8	20,3	5,4	
Антарктида	18	-	22,2	-	-	-	16,7	
Европа	550	-	54,5	-	85,6	-	40,5	
Азия	955	0,1	86,1	-	71,8	0,1	66,0	
Арктика, 65-90N (суша)	150	-	52,7	-	89,3	-	84,0	

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

Как и при анализе предыдущих сезонов, выявлены также области локального ослабления потепления, как правило меняющие конфигурацию и интенсивность (статистически незначимый положительный тренд).

Тенденция к похолоданию или локального ослабления потепления просматривается в большинстве месяцев года в центре Северной Америки (исключение: январь и сентябрь) и наиболее значительная в апреле; в Австралии (исключение: сентябрь и октябрь) и

наиболее значительная в мае, в Антарктиде (выявить самый исключительный месяц трудно), в Южной Америке (просматриваются, в основном, области локального ослабления потепления, наиболее значительная тенденция к похолоданию в мае).

Присутствие таких областей, как и областей отрицательного тренда, может оказаться предвестником некоторого ослабления глобального потепления в целом требует дальнейшего анализа.

Еще раз отметим, что на сегодняшний день из всех регионов потепление наиболее выражено в Арктике и на акваториях северных частей Атлантического и Тихого океанов.

6. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. В среднем по Земному шару, Северному и Южному полушариям, весна 2024 года, по данным практически всех проанализированных источников (HadCRUT5 (суша+море), CRUTEM5 (суша), T3288 (суша), HadSST4 (море)), *оказалась самым теплым* весенним сезоном *в истории наблюдений*). Единственное исключение: суша Южного полушария, где весенняя аномалия оказалась третьей/пятой в рядах T3288/ CRUTEM5). В целом по Земному шару, аномалия весеннего сезона составила в этом году $+0,581^{\circ}\text{C}$ (HadCRUT5, базовый период: 1991-2020 гг.).

2. Помимо глобальных температурных рекордов (см. п.1), этой весной обновлены также региональные рекорды ($F=100\%$) в северных частях Тихого и Атлантического океанов и широтных поясах 65-25N и 25S-25N, а также практически на всех континентах выявлены крупные области экстремальных температур. Так, 5%-е экстремумы тепла ($F\geq 95\%$) охватили в Европе и Африке больше половины всех станций, в Северной Америке и Азии – более 40%, в Южной Америке – больше 25%.

3. Области отрицательных аномалий, вплоть до 5%-х экстремумов холода и единичных абсолютных минимумов, отмечены, в основном, на азиатской части России, на континентах Южного полушария (Австралия, Южная Америка, Антарктида) и в южных частях Тихого и Атлантического океанов (между параллелями 20S и 60S). Наиболее холодные месяцы (в целом по региону): март в Европе (аномалия $-2,79^{\circ}\text{C}$, $F=23\%$), апрель в Антарктическом поясе ($-1,22^{\circ}\text{C}$, $F=16\%$) и май в Австралии ($-0,46$, $F=49\%$).

4. В течение сезона местоположение и конфигурация аномалий менялись незначительно – главным образом, областей с более холодными условиями. Максимальной интенсивности они достигли в апреле (в Австралии и Антарктиде) и в мае (в Евразии и Южной Америке).

5. Продолжающаяся тенденция к потеплению весенних сезонов подтверждается данными более 90% всех поступивших наземных наблюдений (против менее 10% данных в пользу нисходящего тренда, из которых статистически значимых на 5%-м уровне лишь около 1,0%).

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

и в Южной Америке (7 станций из 138), а также в апреле в Северной Америке (на 3 станциях из 440).

7. Сравнение сезонных оценок глобальных трендов в разных подгруппах данных приводит к выводу: современное глобальное потепление (1976-2024) протекает в Северном полушарии в 1.5-3 раза активнее, чем в Южном, над сушей – в 1.2-2 раза быстрее, чем над океанами, и в последние 40-50 лет ускорилось в 1,3-2 раза в сравнении с последним столетием (1925-2024). При этом коэффициент ускорения примерно одинаков для континентов и океанов, но в Северном полушарии примерно в полтора раза выше. Единственное исключение: в течение 1925-2024 гг. потепление весенних (как и зимних) сезонов на поверхности океанов протекало заметно активнее не в Северном полушарии, а в Южном! Это может говорить о том, что начиналось глобальное потепление с весенне-зимних сезонов на акваториях океанов Южного полушария!