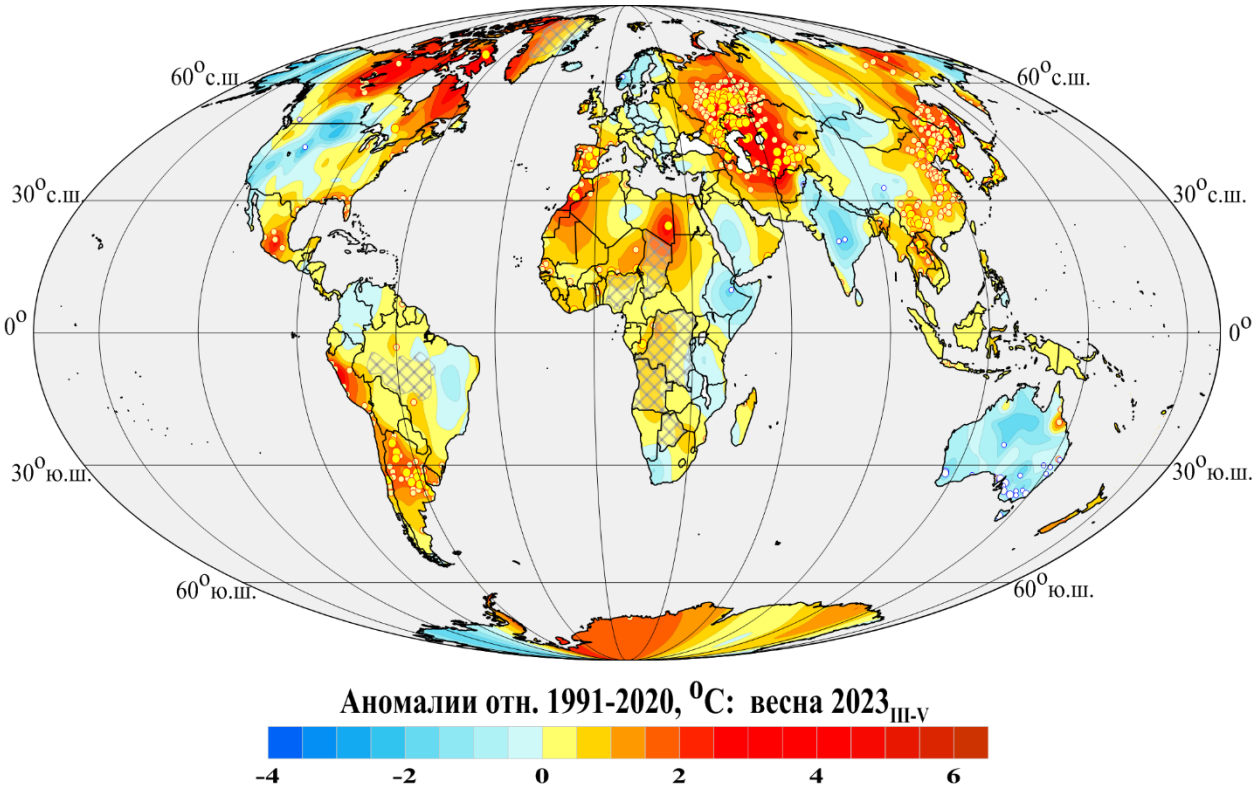
Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды

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

Бюллетень мониторинга изменений климата Земного шара

Приземная температура

Весна 2023



Москва 2023

ОГЛАВЛЕНИЕ[1,2]

1. ВВЕДЕНИЕ …….. 3

2. ТЕМПЕРАТУРНЫЙ РЕЖИМ У ПОВЕРХНОСТИ ЗЕМНОГО ШАРА ВЕСНОЙ 2023 года. ЭКСТРЕМАЛЬНЫЕ АНОМАЛИИ …….. 6

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

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

5. ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ СОВРЕМЕННЫХ ИЗМЕНЕНИЙ КЛИМАТА, 1976-2023 гг. (весенний 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 (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 2023 года. Использованы станционные данные ИГКЭ: Т3288

ВВЕДЕНИЕ

В настоящем бюллетене представлены данные о климатических аномалиях температурного режима весеннего сезона 2023 г. у поверхности Земного шара и обновленные (с учетом этих данных) оценки тенденций в его изменении в течение 1976–2023 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 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 (весна) аномалий температуры приземного воздуха Т3288 (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 1976-2023 гг. (условно принят за период современного глобального потепления) и 1924-2023 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 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 12.07.2023.

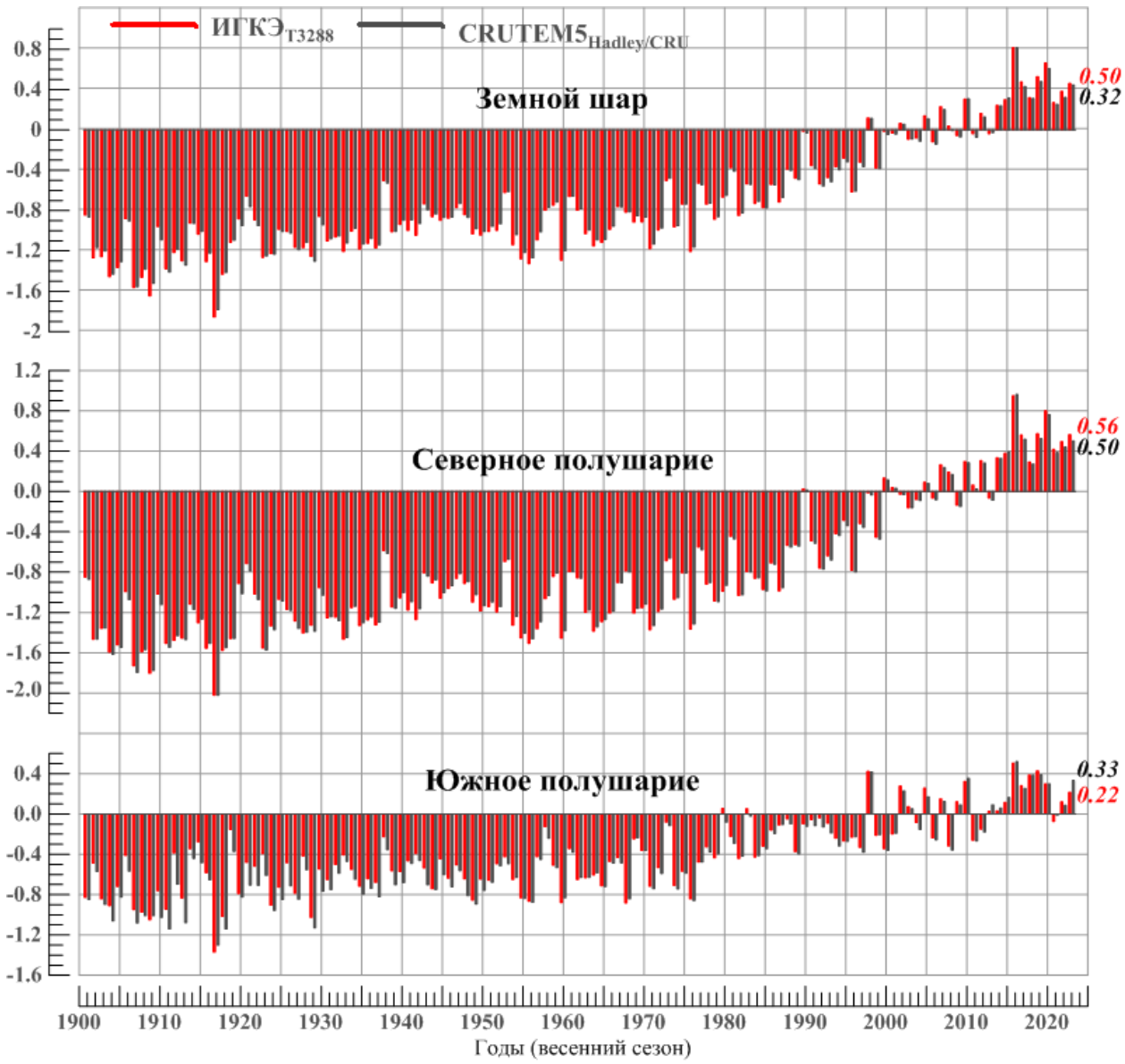


Рисунок 1.1 – Временные ряды пространственно осредненных сезонных аномалий температуры приземного воздуха над сушей Земного шара, Северного и Южного полушарий (1901-2023 гг., весна, °С).

Использованы 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.

Действительно (табл. 1.1, рис. 1.1), среднее различие рядов за 1976-2023 гг. не превышает 0,02°С, а индивидуальные различия (от года к году, по модулю) не более 0,14°С. Стандартное отклонение различий за этот период (0,02–0,05°С) более, чем на порядок ниже стандартного отклонения самих рядов (0,29–0,56°С). За последние 100 лет диапазон колебаний оценок несколько выше, но во всех случаях ряды характеризуются исключительно высокой корреляцией (не ниже 0,99) и предельно низким различием трендов (до ±0,01°С/10 лет).

Таблица 1.1 – Оценки близости/различия временных рядов приземной температуры весеннего сезона (°С) по данным Т3288 (ИГКЭ) и CRUTEM5 (Hadley/CRU), в среднем по территории суши Земного шара, Северного и Южного полушарий (за периоды 1976-2023 и 1924-2023 гг.)

Оценка	**1976-2023**			**1924-2023**		
	ЗШ	СП	ЮП	ЗШ	СП	ЮП
Корреляция рядов	0,999	0,999	0,987	0,998	0,999	0,986
Среднее различие, °С	0,013	0,015	0,019	-0,008	-0,003	0,043
СКО (сигма) различий, °С	0,024	0,024	0,046	0,039	0,037	0,062
Среднее абсолютное различие, °С	0,023	0,023	0,039	0,031	0,030	0,056
Макс. абсолютное различие, °С	0,062	0,062	0,136	0,115	0,108	0,228
Разность коэфф. тренда, °С/10лет	0,008	0,008	-0,013	0,006	0,005	-0,012
СКО Т3288, °С	0,451	0,557	0,281	0,535	0,626	0,348
СКО CRUTEM4, °С	0,438	0,546	0,286	0,512	0,608	0,367

По обоим источникам данных Т3288 (ИГКЭ) и CRUTEM5 (Hadley/CRU) видно, что глобальная температура приземного воздуха текущего весеннего сезона, в среднем по территории суши Земного шара, в сравнении с температурой весны 2022-го года, повысилась на 0,08 и 0,12°С, соответственно (в основном, за счет Южного полушария).

На суше земного шара, как и полушарий, весна 2016 года остается самым теплым весенним сезоном в истории наблюдений, и весенняя температура 2023 г., по данным Т3288/CRUTEM5, отстает от нее на 0,38/0,46°С в Северном полушарии и на 0,29/0,19°С в Южном (все оценки см. в таблице 1.2).

Таблица 1.2 – Межгодовые изменения температуры приземного воздуха весеннего сезона (°С) в среднем по территории суши Земного шара, Северного и Южного полушарий (начиная с весны экстремального 2016 года)

Межгодовые разности	**Данные Т3288, °С (ИГКЭ)**			**Данные CRUTEM5, °С (Hadley/CRU)**		
	ЗШ	СП	ЮП	ЗШ	СП	ЮП
2016	**0,815**	**0,950**	**0,505**	**0,816**	**0,964**	**0,519**
2017-2016	-0,338	-0,390	-0,225	-0,386	-0,446	-0,265
2018-2017	-0,156	-0,266	0,106	-0,119	-0,245	0,131
2019-2018	0,209	0,280	0,041	0,168	0,251	0,003
2020-2019	0,134	0,228	-0,128	0,130	0,239	-0,089
2021-2020	-0,392	-0,383	-0,374	-0,356	-0,378	-0,311
2022-2021	0,112	0,077	0,195	0,069	0,056	0,097
2023-2022	0,078	0,069	0,095	0,124	0,062	0,247
2023-2016	**-0,353**	**-0,385**	**-0,290**	**-0,370**	**-0,461**	**-0,187**

2. ТЕМПЕРАТУРНЫЙ РЕЖИМ У ПОВЕРХНОСТИ ЗЕМНОГО ШАРА ВЕСНОЙ 2023 ГОДА. ЭКСТРЕМАЛЬНЫЕ АНОМАЛИИ

По данным HadCRUT5 (суша+море), в среднем по территории Земного шара и Северного полушария, весенняя аномалия 2023 г. оказалась на третьем месте среди самых теплых (в прошлом) весенних сезонов, а в Южном полушарии – на первом месте (самый теплый весенний сезон в истории наблюдений) (табл. 2.1). Очень теплой весна была на акваториях океанов (по данным HadSST4): ранг 1 для океанов Земного шара и Южного полушария и ранг 2 – для Северного полушария. В среднем по территории суши (по данным T3288/CRUTEM5) весна была 5-й/4-й в Северном полушарии и 10-й/6-й – в Южном.

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	0,457	2016	0,593	2016	0,351	**2023**
2	0,394	2020	0,547	2020	0,321	2016
3	0,391	**2023**	0,432	**2023**	0,287	2019
4	0,312	2019	0,378	2017	0,240	2020
5	0,300	2017	0,336	2019	0,231	1998
T3288 (ИГКЭ, суша)						
1	0,815	2016	0,950	2016	0,505	2016
2	0,664	2020	0,802	2020	0,427	2019
3	0,530	2019	0,574	2019	0,423	1998
4	0,477	2017	0,565	**2023**	0,386	2018
5	0,462	**2023**	0,560	2017	0,324	2010
					0.215 (10)	**2023**
CRUTEM5 (Hadley/CRU. суша)						
1	0,816	2016	0,964	2016	0,519	2016
2	0,609	2020	0,763	2020	0,418	1998
3	0,479	2019	0,524	2019	0,388	2019
4	0,446	**2023**	0,518	2017	0,385	2018
5	0,430	2017	0,503	**2023**	0,356	2010
					0,332 (6)	**2023**
HadSST4 (Hadley/CRU, море)						
1	0,380	**2023**	0,414	2020	0,368	**2023**
2	0,319	2020	0,392	**2023**	0,297	2016
3	0,318	2016	0,343	2016	0,258	2019
4	0,248	2019	0,259	2017	0,235	2020
5	0,243	2017	0,246	2015	0,230	2017

Примечание: Значения сезонной аномалии 2023 г., не попавшие в число первых пяти экстремумов, приведены в шестой строке соответствующего варианта данных (в скобках – ранг).

Пространственно-осредненные 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%).

Абсолютные максимумы (F=100%), сезонные и/или месячные, обновлены этой весной, в основном, на акваториях океанов (табл. 2.2, *данные HadSST4*): в среднем по Мировому океану и порознь, по океанам Северного и Южного полушарий, а также отдельно по северной части Атлантического океана (*данные HadCRUT5*).

Таблица 2.2 - Пространственно-осредненные значения аномалии приземной температуры (vT, °C) и их вероятности непревышения (F, %) в крупных регионах Земного шара (в среднем за весенний сезон 2023 г. и в каждом из месяцев)

Регион		Весна		Март		Апрель		Май	
		vT	*F%*	*vT*	*F%*	*vT*	*F%*	*vT*	*F%*
HadCRUT5 (суша+море)									
Земной шар		0,39	98,2	0,50	98,2	0,30	97,3	0,37	**100**
Северное полушарие		0,43	98,2	0,62	98,2	0,24	93,7	0,44	99,1
Южное полушарие		0,35	**100**	0,38	99,1	0,37	**100**	0,30	**100**
Атлантика (15-70N)		0,57	**100**	0,51	**100**	0,56	**100**	0,62	**100**
Тихий океан (20-65N)		0,44	97,3	0,48	99,1	0,47	98,2	0,38	96,4
Широтные пояса	90-65N	0,36	89,3	0,32	86,6	**-0,20**	74,1	0,94	97,3
	65-25N	0,62	99,1	1,05	**100**	0,30	92,9	0,48	95,5
	25S-25N	0,24	94,6	0,14	92,9	0,30	95,5	0,28	94,6
	25-65S	0,47	**100**	0,57	**100**	0,42	99,1	0,39	**100**
	65-90S	0,49	71,2	0,95	97,7	1,15	85,2	**-0,69**	41,8
IGCE-T3288 (суша)									
Земной шар		0,46	96,4	0,85	98,2	0,15	87,5	0,38	97,3
Северное полушарие		0,56	97,3	1,06	98,2	0,16	86,6	0,47	97,3
Южное полушарие		0,22	92,0	0,34	95,5	0,14	88,4	0,16	90,2
Северная Америка		0,31	89,1	**-0,71**	58,2	**-0,08**	69,1	1,76	**100**
Евразия		0,71	94,5	2,15	99,1	**-0,09**	83,6	0,07	86,4
Европа		1,02	96,4	1,61	91,8	0,68	90	0,78	89,1
Азия		0,62	94,5	2,26	99,1	**-0,33**	77,3	**-0,10**	80,9
Южная Америка		0,59	99,1	0,75	98,2	0,24	87,3	0,76	99,1
Африка		0,38	92,7	0,62	96,4	0,29	92,7	0,19	89,1
Австралия		**-0,93**	20,0	0,13	65,5	**-1,07**	30,9	**-1,85**	5,5
Антарктида		0,38	68,8	0,77	84,4	1,55	88,3	**-1,20**	28,6
CRUTEM5 (суша)									
Земной шар		0,45	97,3	0,77	98,2	0,17	88,4	0,40	98,2
Северное полушарие		0,50	96,4	0,98	98,2	0,08	85,7	0,45	96,4
Южное полушарие		0,33	95,5	0,36	95,5	0,34	94,6	0,29	93,7
HadSST4 (только море)									
Земной шар		0,38	**100**	0,36	98,2	0,41	**100**	0,38	**100**
Северное полушарие		0,39	99,1	0,34	98,2	0,41	99,1	0,43	**100**
Южное полушарие		0,37	**100**	0,38	99,1	0,40	**100**	0,32	**100**

Условные обозначения.

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

На суше (*данные T3288, континенты*) новый температурный рекорд этой весной установлен только в Северной Америке (в мае, F=100%), а 5%-е экстремумы тепла (F>=95%), сезонные и/или месячные, отмечены, в Азии, Европе и Южной Америке, при том, что в отдельные месяцы в Северной Америке, Азии, Австралии и Антарктиде средние по территории континента аномалии были отрицательными.

Особо следует отметить Австралию, где средняя по континенту сезонная аномалия оказалась ниже 20-го процентиля, а в мае опустилась до уровня 5-го процентиля (F=5.5%).

Остальные температурные максимумы, выявленные по совмещенным данным (*HadCRUT5:* Земной шар, Южное полушарие, широтные пояса: 25S-25N и 65-25N), получены за счет вклада отмеченных выше регионов и не имеют самостоятельного значения.

Числовые данные (значения аномалий и их эмпирические вероятности непревышения) для всех регионов, месяцев и сезона см. в таблице 2.2.

Географическое распределение локальных ***сезонных аномалий (***рис. 2.1) отражает основные особенности сезона, сформулированные выше по регионально осредненным оценкам (табл. 2.2), а именно: осуществление крупных (масштаба континентов, океанов и широтных поясов) положительных аномалий, прежде всего – на океанических акваториях. Пространственное распределение месячных аномалий (рис. 2.2) и их обобщения в форме частотных распределений (табл. 2.3, 2.4) детализируют этот вывод и уточняют его количественно.

В соответствии с приведенными данными, практически на всей территории Земного шара, в крупных регионах положительные сезонные аномалии составляют 50-84% всех наблюдений, а доля отрицательных аномалий – 11-43%. Исключением является Австралия, где соотношение обратное (86% - доля отрицательных аномалий, 12% - положительных).

Области локализации *положительных аномалий:*

- *на суше:* восток Европы, Западная Сибирь, Средняя Азия; Юго-Восточная Азия, большая часть Канады; запад и юг Южной Америки, Антарктида (кроме Земли Мэри Бэрд;

- *на акваториях океанов:* Северная Атлантика и северная часть Тихого океана (соответственно, 49% и 72% значений выше 95-го процентиля), а также южные части Атлантического, Индийского и Тихого океанов. Особо следует выделить северную Умеренную зону 65-25N: в целом, сезон и все месяцы сезона самые теплые с 1911 г. (за счет экстремально теплых обоих северных океанов и Северной Америки).

Отрицательные аномалии, в целом, были менее интенсивны. Наиболее крупные области *отрицательных аномалий:* Австралия (5%-е экстремумы холода на 15% станций) и прилегающая часть Индийского океана, центр и запад США (включая Аляску) и прилегающая часть Тихого океана, Центральная Азия и Индокитай. Более подробные числовые данные для каждого региона приведены в таблицах 2.3, 2.4.

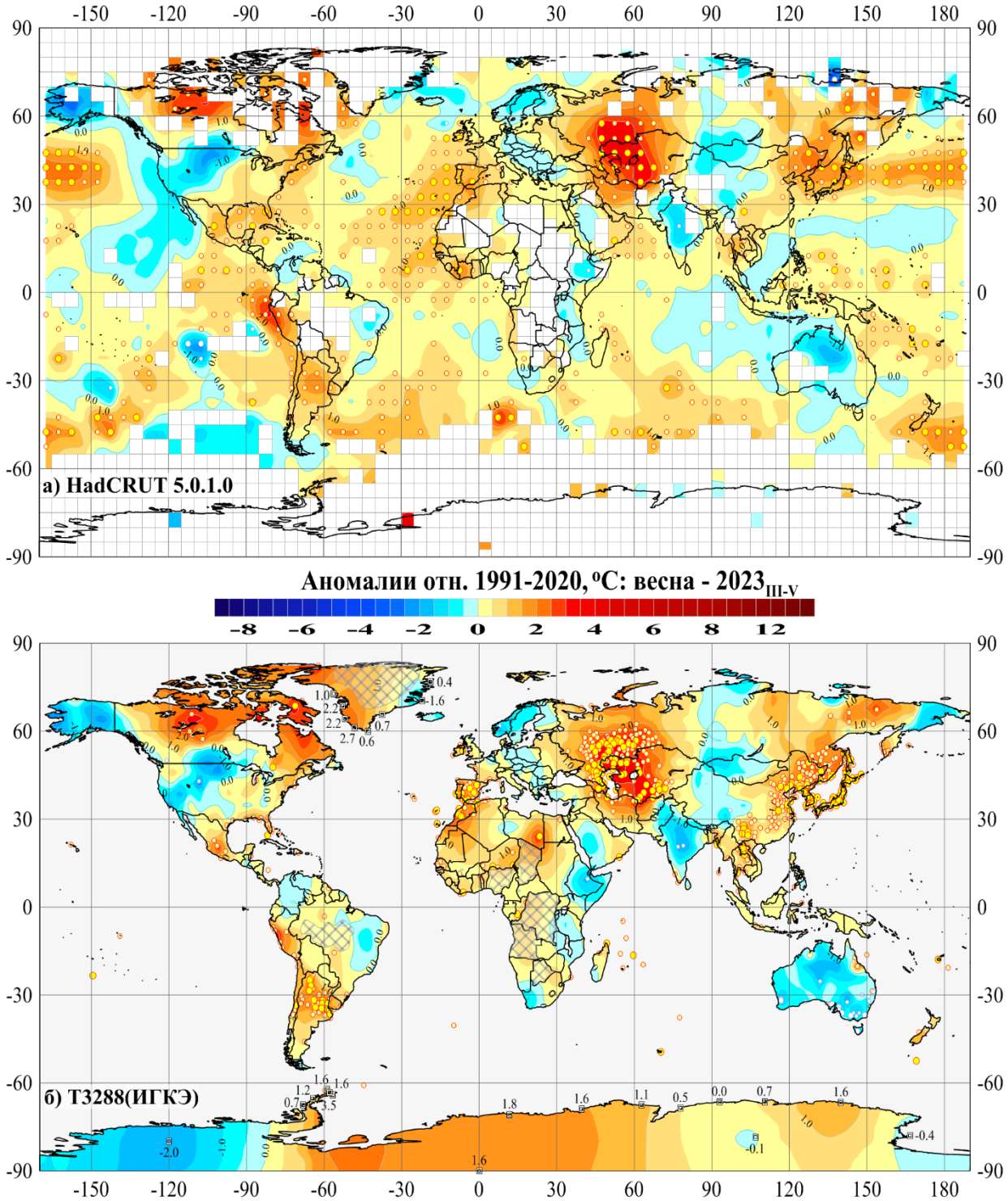


Рисунок 2.1 – Пространственное распределение сезонных аномалий приземной температуры на территории Земного шара весной 2023 г.: а) по сеточным данным Hadley/CRU: HadCRUT5 (суша+море), б) по станционным данным ИГКЭ: Т3288 (только суша).

Аномалии приведены в отклонениях от средних за 1991-2020 гг. 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 аномалий на территории Антарктиды и Гренландии показаны непосредственно в точках расположения станций. Пустыми боксами (а) и штриховкой (б) показаны области отсутствия наблюдений.

Таблица 2.3 – Частотное распределение локальных сезонных аномалий в крупных регионах Земного шара весной 2023 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	
			$V < 0$	$V=0$	$V > 0$	$X \le P_{05}$	$X \ge P_{95}$	X = min	X = max
HadCRUT5 (суша+море)									
Земной шар		1660	22,4	6,3	71,3	0,5	24,3	0,2	6,3
Северное полушарие		943	23,8	6,0	70,2	0,4	26,5	0	8,5
Южное полушарие		717	20,6	6,6	72,8	0,7	21,5	0,3	3,5
Атлантика, 15-70N		131	11,5	4,6	84,0	1	48,9	-	13,7
Тихий океан, 20-65N		153	21,6	6,5	71,9	-	27,5	-	10,5
Широтные пояса	90-65N	92	31,5	2,2	66,3	1	7,6	1	-
	65-25N	531	22,4	4,7	72,9	0	27,5	-	12,1
	25S-25N	632	22,9	8,4	68,7	0,9	25,8	0,3	3,5
	25-65S	391	18,4	6,1	75,4	0,3	22,3	-	4,9
	65-90S	14	50,0	-	50,0	-	7	-	-
T3288 (только суша)									
Земной шар		2565	27,9	5,0	67,1	1,2	22,7	0,4	7,1
Северное полушарие		2161	25,1	5,0	69,9	0,4	23,1	0,0	7,5
Южное полушарие		405	42,7	5,4	51,9	5,9	20,5	2,2	5,4
Северная Америка		428	32,2	4,0	63,8	0,5	8,6	-	0,7
Евразия		1497	24,4	4,7	70,9	0,3	26,2	0,1	8,3
Южная Америка		143	14,0	9,1	76,9	-	35,7	-	10,5
Африка		145	17,2	7,6	75,2	0,7	23,4	-	9,0
Австралия		152	85,5	2,0	12,5	15,1	3,3	5,9	-
Антарктида		18	11,1	5,6	83,3	-	33,3	-	-
Европа		545	29,5	7,2	63,3	0,2	22,2	0,2	9,0
Азия		961	21,3	3,2	75,4	0,4	28,4	-	8,0
Арктика, 65-90N (суша)		154	29,9	3,2	66,9	-	8,4	-	0,6

Условные обозначения:

1. $V<0$, $V=0$, $V>0$ – категории аномалий;
2. P_{05}, P_{95} – 5-й и 95-й процентили
3. *min, max* – наименьшее и наибольшее значения в соответствующем ряду, 1911-2023 гг.

Локализация и интенсивность аномалий от месяца к месяцу менялась (рис. 2.2, табл. 2.2, 2.4). Основные экстремумы перечислены ниже. Так, крупные положительные аномалии наблюдались в марте на большей части территории Евразии и на севере Африки, в апреле - мае – на востоке Европы и на Дальнем Востоке, в апреле – на Пиренейском полуострове и на северо-западе Африки. На остальной части евразийского региона наблюдались отрицательные аномалии. В Северной Америке крупные положительные аномалии отмечались в мае (самый теплый май в истории наблюдений), отрицательные - в марте-апреле (наиболее интенсивные – в марте). На континентах Южного полушария интенсивные положительные аномалии отмечались в марте и в мае – в Южной Америке и в марте-апреле – в Антарктиде, а в мае, в Австралии и Антарктиде, наблюдались особенно интенсивные отрицательные аномалии.

В Северной Атлантике и в северной части Тихого океана, как уже упоминалось, все три месяца сезона было экстремально тепло. Подробнее особенности каждого месяца можно проследить по рисунку 2.2 и таблицам 2.2, 2.4.

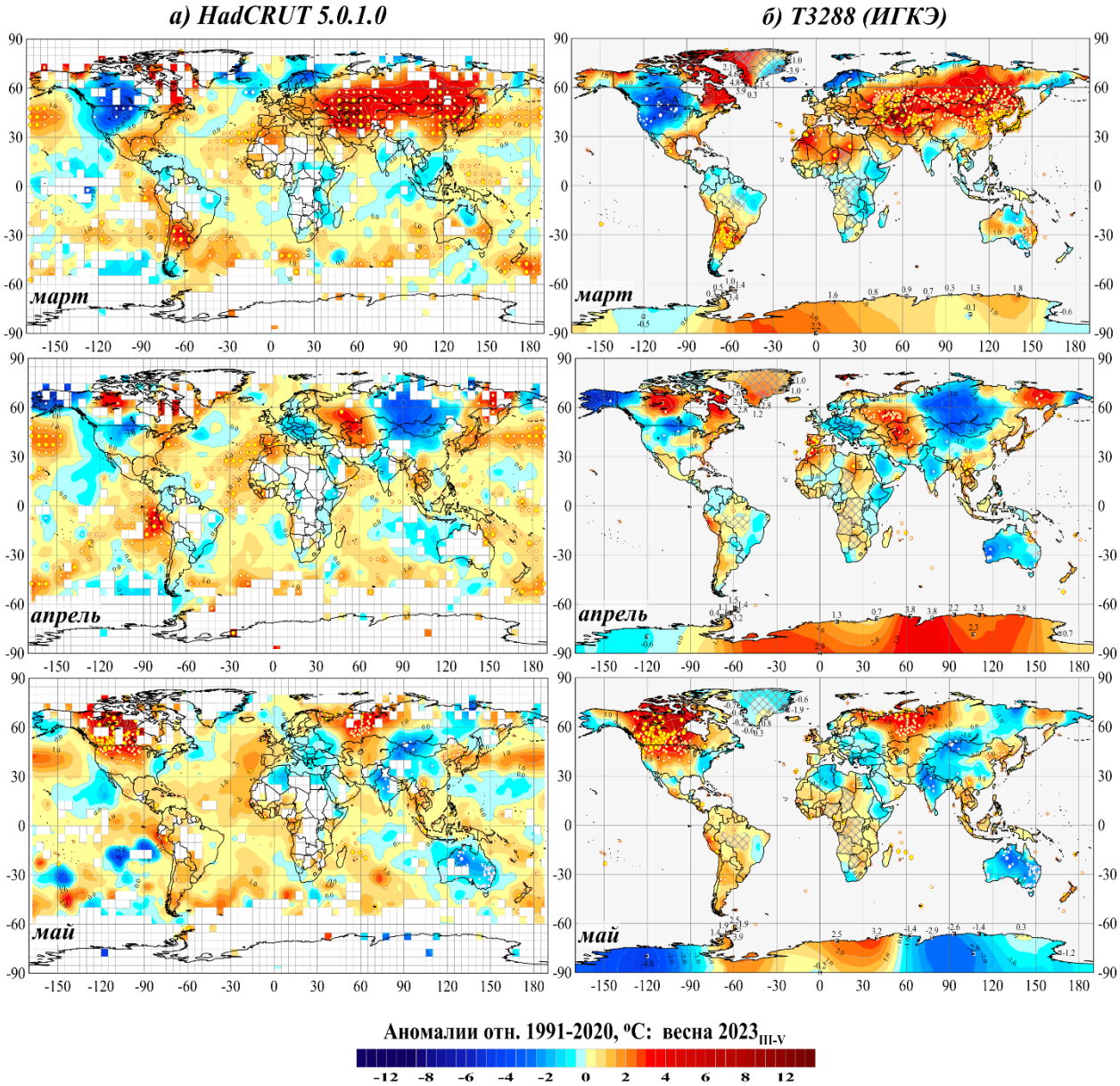


Рисунок 2.2 – Пространственное распределение среднемесячных аномалий приземной температуры весной 2023 г. (март, апрель, май).
Условные обозначения: см. рисунок 2.1

Таблица 2.4 – Доля локальных 5%-экстремумов холода ($X<=P_{05}$) и тепла ($X>=P_{95}$) в крупных регионах Земного шара в весенние месяцы 2023 г. (в процентах от NN, %)

Регион		Всего станций NN	Март		Апрель		Май	
			$X<P_{05}$	$X>=P_{95}$	$X<P_{05}$	$X>=P_{95}$	$X<P_{05}$	$X>=P_{95}$
HadCRUT5 (суша+море)								
Земной шар		1660	0,7	20,2	0,5	18,0	1,3	21,1
Северное полушарие		943	1,0	24,3	0,5	20,0	0,5	23,9
Южное полушарие		717	0,4	14,9	0,4	15,2	2,4	17,4
Атлантика, 15-70N		131	2,3	32,8	-	37,4	-	46,6
Тихий океан, 20-65N		153	-	32,0	-	17,0	-	11,1
Широтные пояса	90-65N	92	1	5,4	2,2	3,3	1,1	13,0
	65-25N	531	1,5	32,8	0,4	21,3	0,4	20,9
	25S-25N	632	0,3	11,2	0,5	22,2	1,9	25,3
	25-65S	391	0	21,7	0,3	10,5	1,8	16,6
	65-90S	14	-	7,1	-	7	-	14
T3288 (только суша)								
Земной шар		2565	1,6	27,8	0,9	10,6	2,5	15,1
Северное полушарие		2161	1,1	28,3	0,4	10,6	0,7	15,1
Южное полушарие		405	4,7	24,9	3,7	10,6	11,9	15,1
Северная Америка		428	4,2	5,6	1,2	8,6	0,2	32,7
Евразия		1497	0,3	34,1	0,2	9,2	0,9	9,9
Южная Америка		143	0,7	44,1	-	9,1	-	14,0
Африка		145	0,7	24,1	-	17,9	-	19,3
Австралия		152	10,5	17,8	9,9	5,3	31,6	2,0
Антарктида		18	-	11,1	-	5,6	-	16,7
Европа		545	0,7	19,1	-	10,1	-	12,8
Азия		961	0,1	42,9	0,3	8,7	1,5	8,2
Арктика, 65-90N (суша)		154	1,3	2,6	0,6	5,8	-	33,8

Примечание. Процентное содержание экстремумов рассчитано по всем доступным станционным и сеточным данным соответствующего месяца/сезона в рассматриваемом регионе (см. NN). Значения 5-го и 95-го процентилей (P_{05}, P_{95}) рассчитаны для каждого календарного месяца и каждой станции по данным за 1911-2023 гг., а их частота представлена в таблице в процентах от NN

3. КРУПНОМАСШТАБНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ИЗМЕНЕНИЯ ПРИЗЕМНОЙТЕМПЕРАТУРЫ ЗЕМНОГО ШАРА ЗА ПЕРИОД ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫХ НАБЛЮДЕНИЙ (1850-2023 гг., весенний 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).

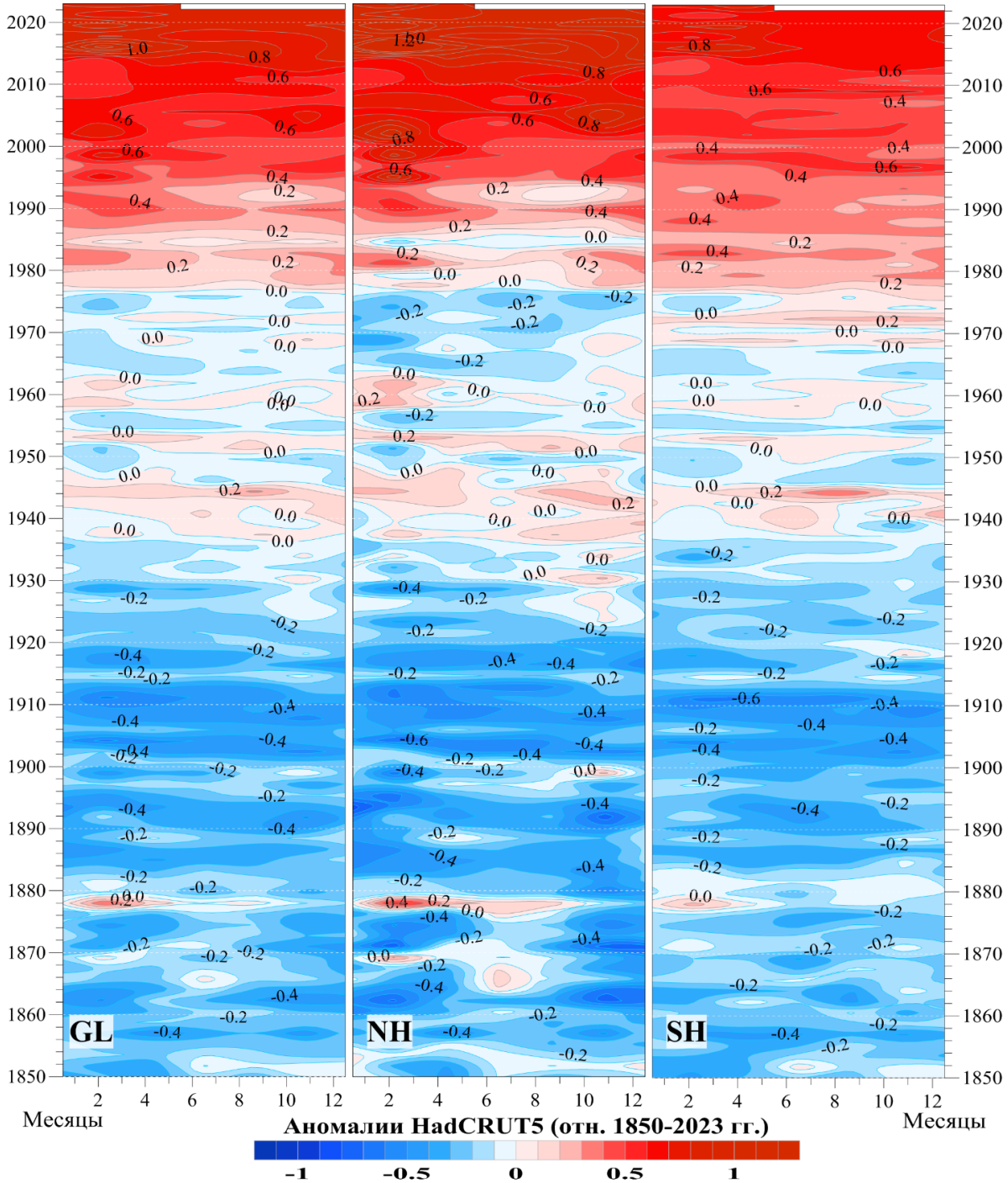


Рисунок 3.1 – Изменение аномалий среднемесячной приповерхностной температуры (°C), осредненных по территории Земного шара (GL), Северного (NH) и Южного (SH) полушарий, в течение периода с января 1850 по май 2023 гг. Использованы глобальные временные ряды HadCRUT5 (данные Hadley/CRU, суша+море), приведенные к базовому периоду 1850-2023 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, 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°С в Северном полушарии и 0.6-0.9°С в Южном.

Широтно-долготные разрезы (2017-2023 гг.). Меридиональный профиль (рис. 3.2, слева) 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, далее – территория США, Северная Атлантика, Евразия и западный сектор Тихого океана.

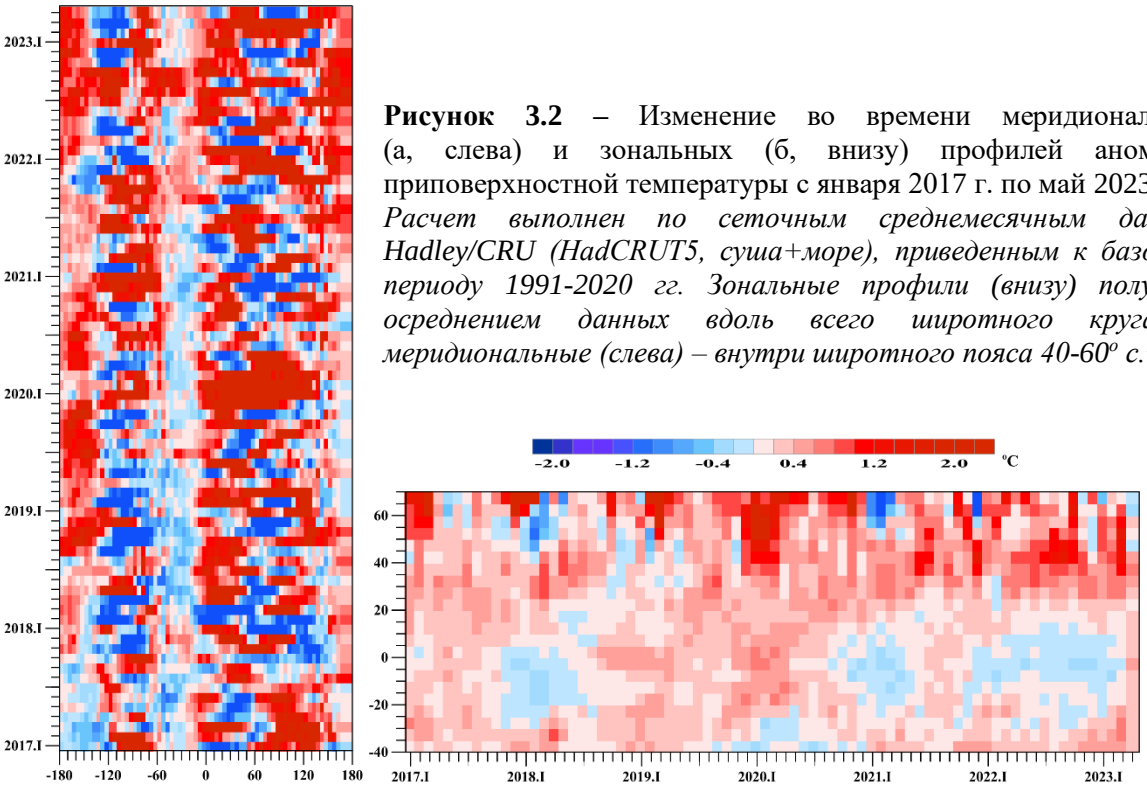


Рисунок 3.2 – Изменение во времени меридиональных (а, слева) и зональных (б, внизу) профилей аномалии приповерхностной температуры с января 2017 г. по май 2023 г. *Расчет выполнен по сеточным среднемесячным данным Hadley/CRU (HadCRUT5, суша+море), приведенным к базовому периоду 1991-2020 гг. Зональные профили (внизу) получены осреднением данных вдоль всего широтного круга, а меридиональные (слева) – внутри широтного пояса 40-60° с.ш.*

Представленный период отличался преобладанием холодных аномалий в Атлантике вплоть до июля 2021 и теплыми – в Тихом океане (за исключением интервалов: до октября 2017 г. - в восточном секторе и весь 2019 год – в западном секторе, когда преобладали отрицательные аномалии). В текущем сезоне, в умеренных широтах Северного полушария (рис. 3.2), положительные аномалии просматриваются в обоих океанических секторах в течение всего сезона (в большей мере, в Тихом океане). На континентах положительные аномалии наблюдались в Евразии в марте в секторе 0-180E. Отрицательные аномалии в этом сезоне наблюдались в марте и в апреле в Северной Америке в секторе 140-90W, в апреле в Европе 0-30E и 70-140E

Зональные профили (рис. 3.2, справа) четко указывают на заметное понижение температуры в первой половине 2018 г. (не получивший развития Ла-Нинья); потепление в 2020 г. (особенно в северных широтах) и некоторое понижение температуры в тропическом поясе с конца 2020 г. до настоящего времени (исключая лето 2021 г.).

Временные ряды глобально осредненной температуры (рис. 3.3). На рисунке видно некоторое повышение глобальной весенней температуры от 2022 г. к 2023 для всех рядов (на 0,15-0,22°С для рядов температуры поверхности океанов).

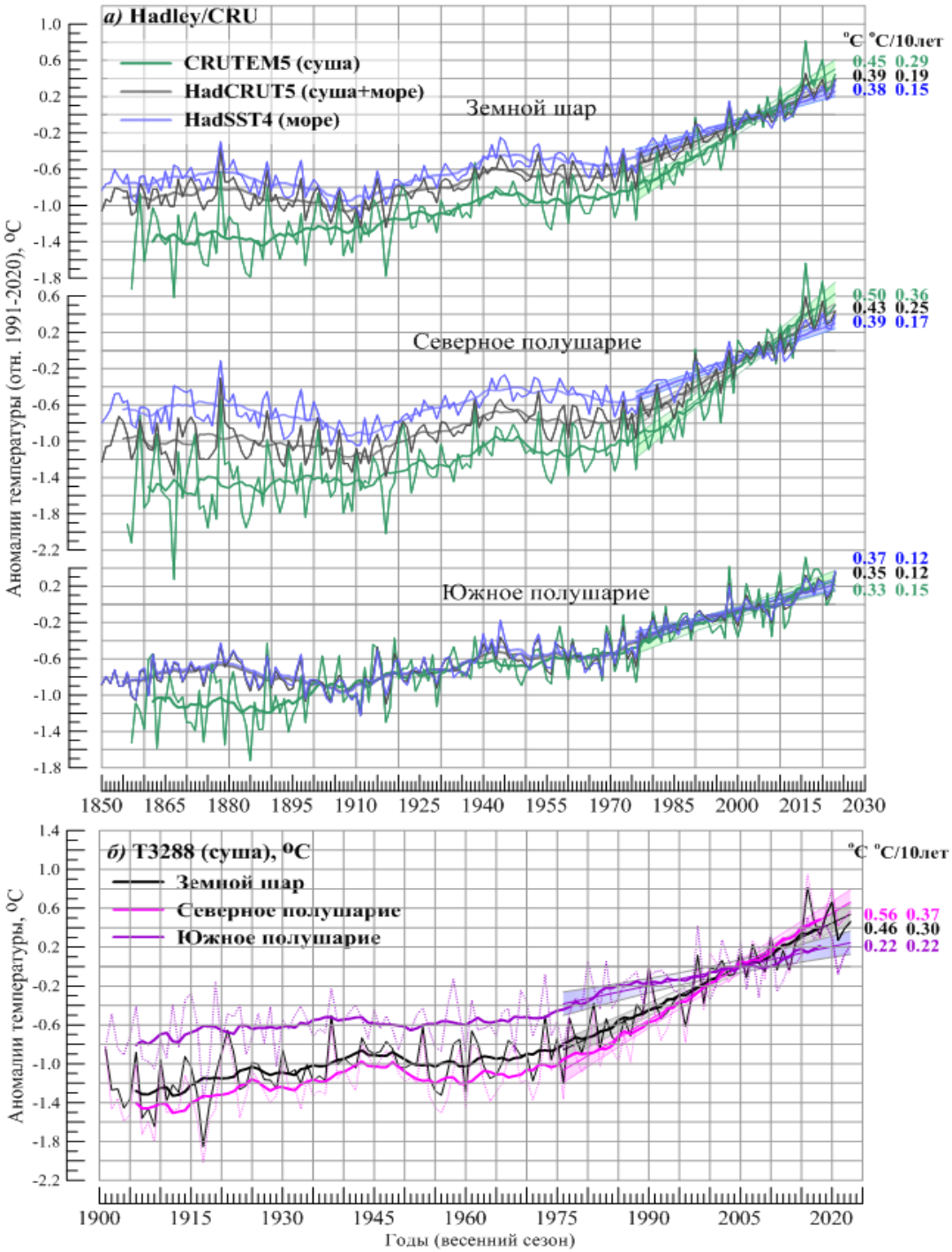


Рисунок 3.3 – Временные ряды сезонных аномалий приземной температуры (весна), осредненных по территории Земного шара, Северного и Южного полушарий:

а) по данным Hadley/CRU, 1850-2023 гг.: *HadCRUT5 (суша+море), CRUTEM5 (суша), HadSST4 (море)*; б) по данным ИГКЭ, 1901-2023 гг.: *T3288 (суша)*.

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. и значения коэффициентов линейного тренда за 1976-2023 гг. (°С/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 (*°C/10 лет*) глобальных временных рядов приземной температуры за 1976-2023 гг. и 1924-2023 гг., в среднем за весенний сезон и по месяцам

Регион	**1976-2023**				**1924-2023**			
	Весна	**март**	**апрель**	**май**	**Весна**	**март**	**апрель**	**май**
HadCRUT5 (суша+море)								
Земной шар	0,189	0,205	0,188	0,173	0,111	0,123	0,108	0,101
Северное полушарие	0,252	0,282	0,243	0,232	0,124	0,146	0,119	0,108
Южное полушарие	0,125	0,128	0,133	0,113	0,097	0,101	0,097	0,095
T3288-ИГКЭ (суша)								
Земной шар	0,297	0,354	0,285	0,246	0,161	0,195	0,153	0,133
Северное полушарие	0,367	0,444	0,345	0,305	0,183	0,234	0,170	0,145
Южное полушарие	0,134	0,144	0,146	0,110	0,095	0,081	0,104	0,098
CRUTEM5 (суша)								
Земной шар	0,288	0,341	0,280	0,244	0,155	0,184	0,150	0,130
Северное полушарие	0,359	0,438	0,337	0,303	0,179	0,226	0,169	0,140
Южное полушарие	0,146	0,148	0,165	0,126	0,106	0,098	0,112	0,109
HadSST4 (море)								
Земной шар	0,146	0,137	0,151	0,150	0,088	0,089	0,087	0,088
Северное полушарие	0,172	0,150	0,176	0,188	0,083	0,077	0,084	0,087
Южное полушарие	0,122	0,125	0,128	0,114	0,095	0,101	0,092	0,092

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		**1976-2023**			**1924-2023**		
		ЗШ	**СП**	**ЮП**	**ЗШ**	**СП**	**ЮП**
k_1	b_{T3288} / b_{HadSST}	2,03	2,13	1,10	1,83	2,20	1,00
	b_{CRUTEM} / b_{HadSST}	1,97	2,09	1,20	1,76	2,16	1,12
k_2	$b_{СП} / b_{ЮП}$	**1976-2023**			**1924-2023**		
		T3288	CRUTEM	HadSST	T3288	CRUTEM	HadSST
		2,74	2,46	1,41	1,93	1,69	0,87
k_3	$b_{1976-2023} / b_{1924-2023}$	**СП**			**ЮП**		
		T3288	CRUTEM	HadSST	T3288	CRUTEM	HadSST
		2,01	2,01	2,07	1,41	1,38	1,28

Из оценок таблицы 3.2 можно сделать следующие выводы.

- Во всех рассмотренных случаях оценки всех трех показателей k_1-k_3 больше 1 (кроме k_2=0,87 в случае HadSST4, 1924-2023). Это значит, что, как правило, глобальное потепление *над сушей протекает быстрее*, чем над океанами (k_1>1), *в Северном полушарии*

активнее, чем в Южном (k_2>1), и *в последние 40-50 лет ускорилось* в сравнении с минувшим столетием в целом (k_3>1).

- Отмеченное выше исключение: ***k_2=0,87*** в случае {***HadSST4, 1924-2023***} указывает на существенную деталь: *в течение 1924-2023 гг. потепление весенних (как и зимних:* ***k_2=0,84***[5]*) сезонов на поверхности океанов протекало заметно активнее не в Северном полушарии, а в Южном! И эта особенность не относится к 1976-2023 гг., то есть на более ранних этапах потепление зимне-весенних сезонов было более активным в Южном полушарии!*
- *В рамках каждого полушария коэффициент ускорения* современного потепления весенних сезонов относительно 100-летнего (k_3) *примерно одинаков для континентов и океанов, но в Северном полушарии он примерно в полтора раза выше*, чем в Южном.

[5] *см. бюллетень для зимнего сезона*

4. ВРЕМЕННЫЕ РЯДЫ РЕГИОНАЛЬНО ОСРЕДНЕННЫХ АНОМАЛИЙ ПРИЗЕМНОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ, 1911-2023 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 Т3288 Данные до 1911 г. не приводятся, т.к. представляются недостаточно полными и надежными.

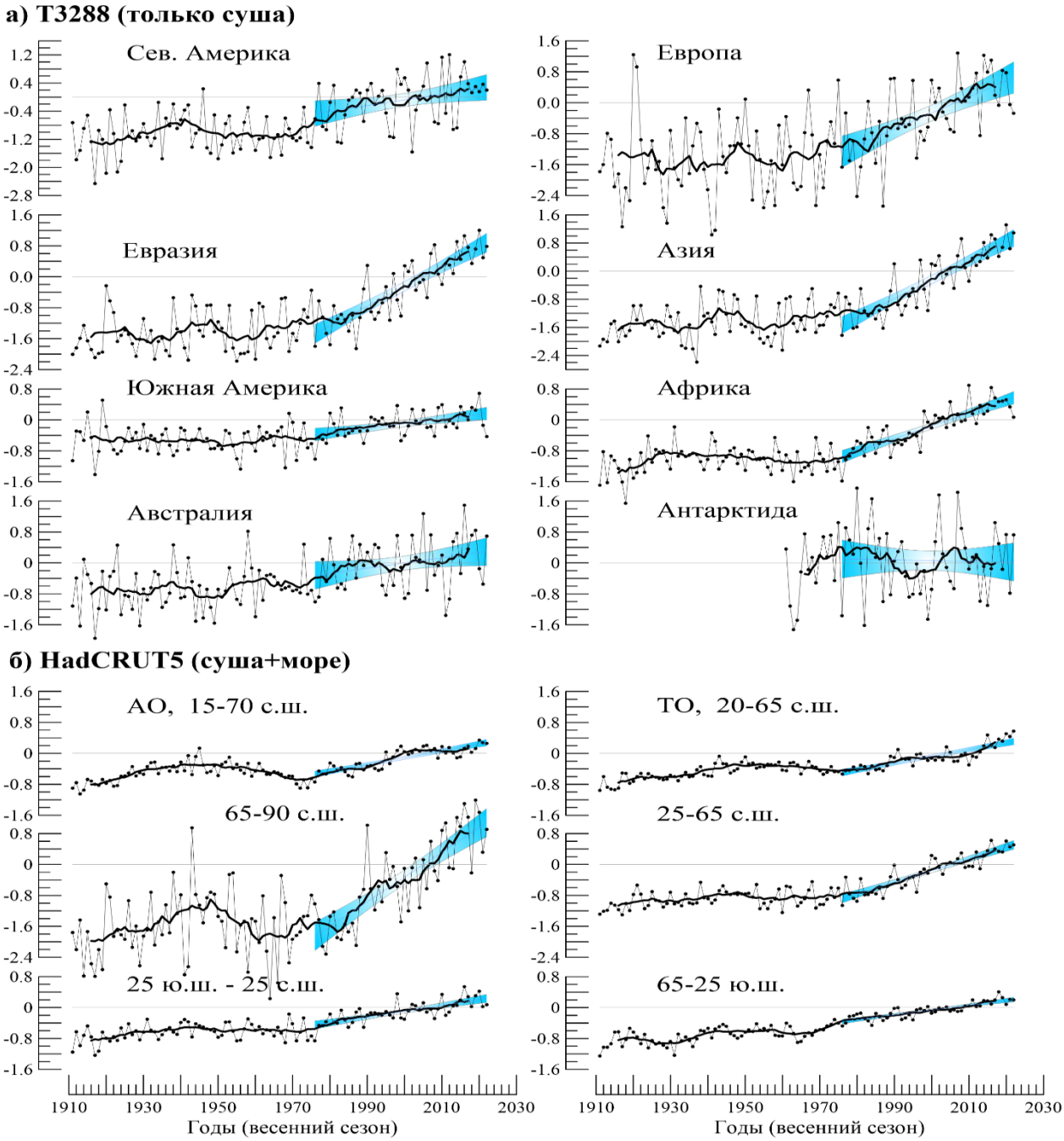


Рисунок 4.1 – Временные ряды пространственно-осредненных сезонных аномалий приземной температуры (весна) для крупных регионов Земного шара:

а) континенты (по станционным данным ИГКЭ: Т3288)

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 1976-2023 гг. с 95%-м доверительным интервалом (голубая заливка).

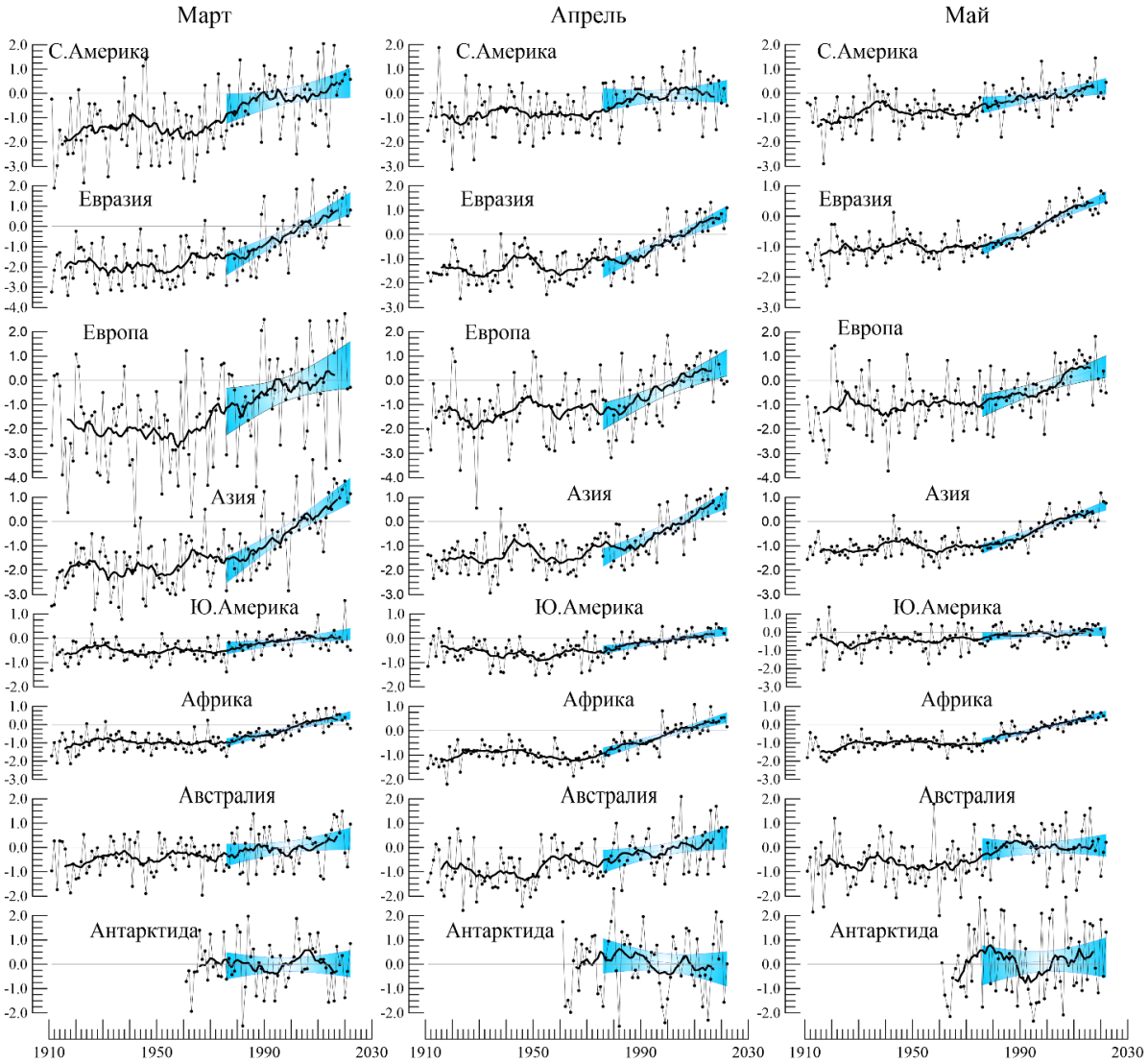


Рисунок 4.2 – См. рис. 4.1, но для аномалий весенних месяцев и только для континентов.

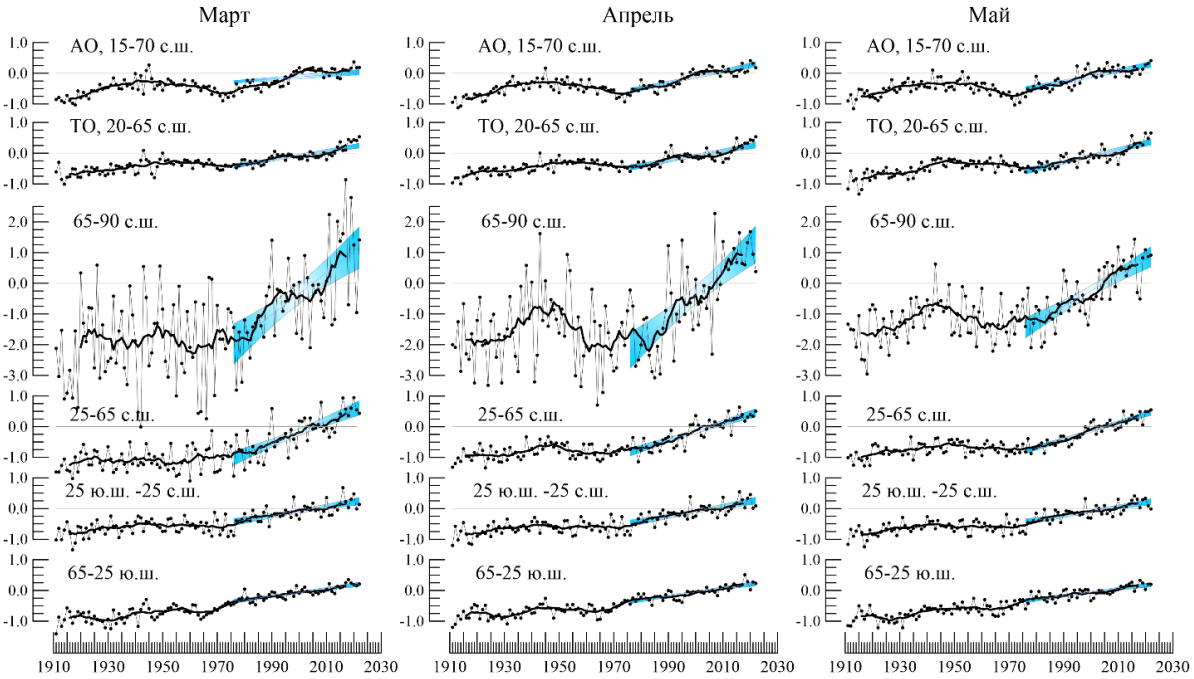


Рисунок 4.3 – См. рис. 4.2, но для океанов и широтных поясов земного шара.

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 1976-2023 гг., в среднем за весенний сезон и по месяцам:
b *– коэффициенты тренда (°C/10 лет)*, ***α*** – критический уровень значимости (%)

Регион		Весна		Март		Апрель		Май	
		b	***α***	***b***	***α***	***b***	***α***	***b***	***α***
HadCRUT5 (суша+море)									
Атлантика, 15-70N		0,337	0,1	0,354	0,3	0,362	0,1	0,333	0,1
Тихий океан, 20-65N		0,289	0,0	0,273	0,0	0,247	0,0	0,290	0,0
Широтные пояса	90-65N	0,522	0,0	0,492	0,0	0,651	0,0	0,426	0,0
	65-25N	0,667	0,0	0,716	0,0	0,661	0,0	0,619	0,0
	25S-25N	0,679	0,0	0,683	0,0	0,709	0,0	0,665	0,0
	25-65S	0,773	0,0	0,821	0,0	0,787	0,0	0,820	0,0
	65-90S	*0,031	70,2	***-0,004**	98,8	***-0,008**	98,9	*0,146	24,1
T3288 (только суша)									
Северная Америка		*0,161*	*2,0*	0,202	8,0	*0,068	44,3	0,207	0,3
Евразия		0,506	0,0	0,674	0,0	0,477	0,0	0,366	0,0
Южная Америка		0,128	0,0	0,138	0,4	0,163	0,0	0,082	8,5
Африка		0,325	0,0	0,326	0,0	0,307	0,0	0,317	0,0
Австралия		*0,102	14,5	*0,139	10,2	0,172	5,8	***-0,013**	97,8
Антарктида		***-0,008**	99,2	*0,037	85,3	***-0,072**	68,3	*0,032	95,2
Европа		0,425	0,0	0,440	*1,6*	0,477	0,0	0,354	0,0
Азия		0,528	0,0	0,732	0,0	0,483	0,0	0,368	0,0

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

5. ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ СОВРЕМЕННЫХ ИЗМЕНЕНИЙ КЛИМАТА, 1976-2023 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.

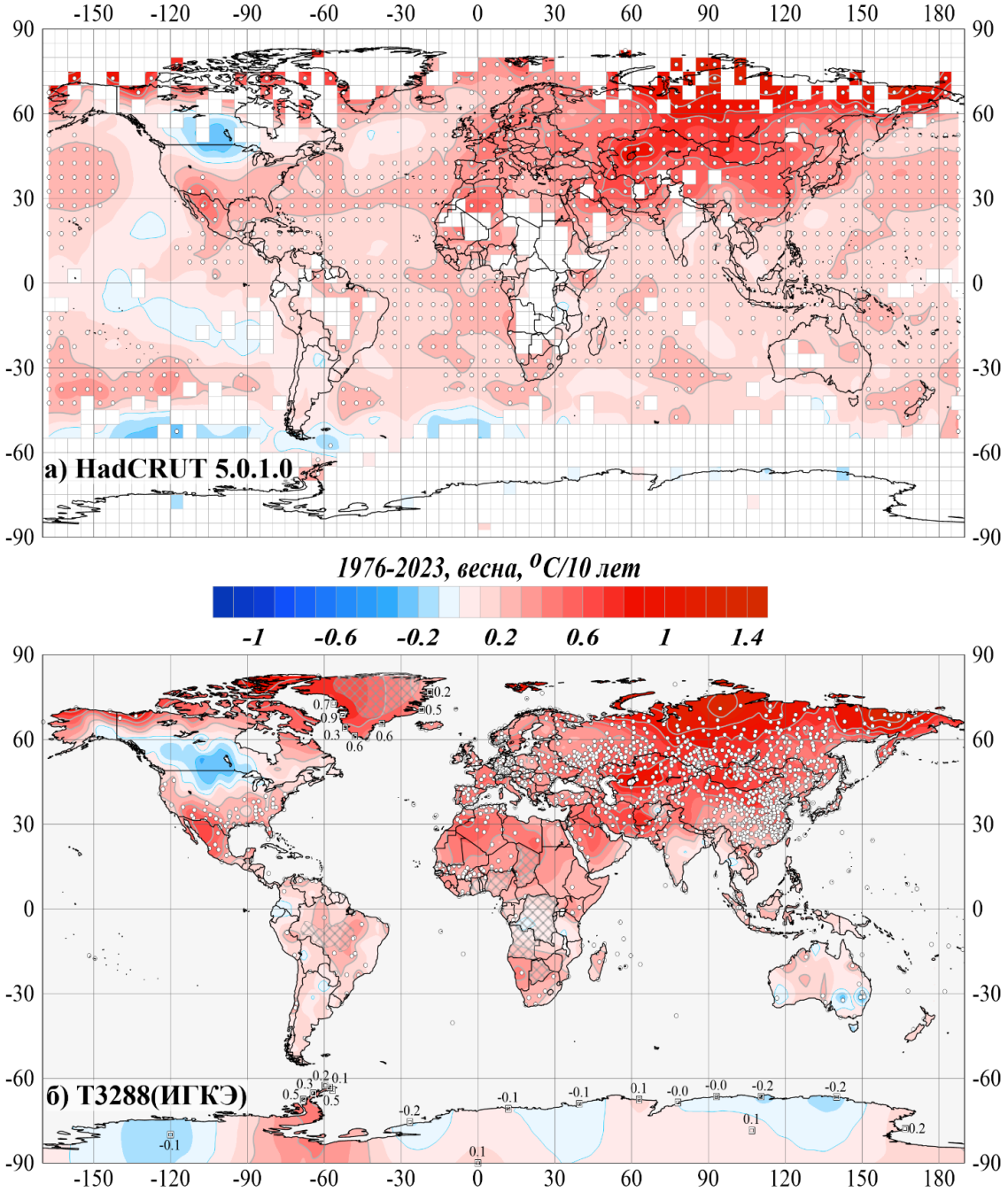


Рисунок 5.1 – Пространственное распределение сезонных (весна) оценок локальных коэффициентов линейного тренда приземной температуры за период 1976-2023 гг. (°C/10 лет)

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

Использованы данные наблюдений на 2546 станциях (массив T3288) и в центрах 1632 боксов (массив HadCRUT5), для которых своевременно поступили данные за весенние месяцы 2023 г. В таблице 5.1 приведено их количественное распределение по регионам в зависимости от направленности тренда и его уровня значимости. В таблице указано реальное число станций/боксов, учтенных в расчетах 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*** (1976-2023, весенний сезон)

		NN	b<0	b=0	b>0	b<0		b>0	
						α<=5%	α>=10%	α<=5%	α>=10%
HadCRUT5 (суша+море)									
Земной шар		1632	5,3	0,2	5,0	0,6	94,1	71,9	17,8
Северное полушарие		942	2,5	-	2,5	0,5	96,9	81,0	13,2
Южное полушарие		690	9,1	0,4	8,4	0,7	90,1	59,4	24,2
АО, 15-70N		131	1,5	-	1,5	1,5	96,9	81,7	11,5
ТО, 20-65N		153	-	-	-	-	100,0	98,7	0,7
Широтные пояса	90-65N	91	-	-	-	-	100,0	91,2	6,6
	65-25N	531	3,2	-	3,2	0,9	95,9	80,2	13,0
	25S-25N	631	4,0	-	3,8	0,2	95,9	74,8	17,9
	25-65S	365	10,1	0,8	9,0	1,1	88,8	52,1	27,1
	65-90S	14	57,1	-	57,1	-	42,9	14,3	28,6
T3288 (только суша)									
Земной шар		2546	9,2	0,9	7,6	0,7	90,1	72,5	13,7
Северное полушарие		2150	6,4	0,2	5,8	0,5	93,1	79,0	10,5
Южное полушарие		397	23,9	4,8	17,4	2,0	74,1	37,3	31,0
Северная Америка		426	26,5	0,7	23,9	2,1	71,4	29,1	36,6
Евразия		1495	1,0	0,1	0,9	0,1	98,9	93,0	3,2
Южная Америка		142	13,4	1,4	11,3	4,2	82,4	33,1	44,4
Африка		139	5,0	-	4,3	-	95,0	82,7	7,9
Австралия		147	41,5	11,6	26,5	-	58,5	23,8	27,9
Антарктида		18	33,3	-	33,3	5,6	61,1	27,8	33,3
Европа		545	-	-	-	0,2	99,8	93,2	3,1
Азия		959	1,6	0,1	1,5	-	98,4	92,9	3,2
Арктика, 65-90N (суша)		154	-	-	-	-	100,0	92,9	3,9

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

В соответствии с оценками в таблице 5.1, потепление весенних сезонов подтверждается данными более 90% всех наземных наблюдений (90,1% станций / 94,1% боксов). Доля наблюдений с тенденцией к похолоданию составила 9,2/5,3% всех данных, но из них статистически значимы на 5%-м уровне лишь около 0,7%. Доля оценок с тенденцией к похолоданию в Северном полушарии более, чем в 3,5 раза меньше, чем в Южном (соответственно, 6,4% против 23,9% / 2,5 % против 9,1%).

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

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

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

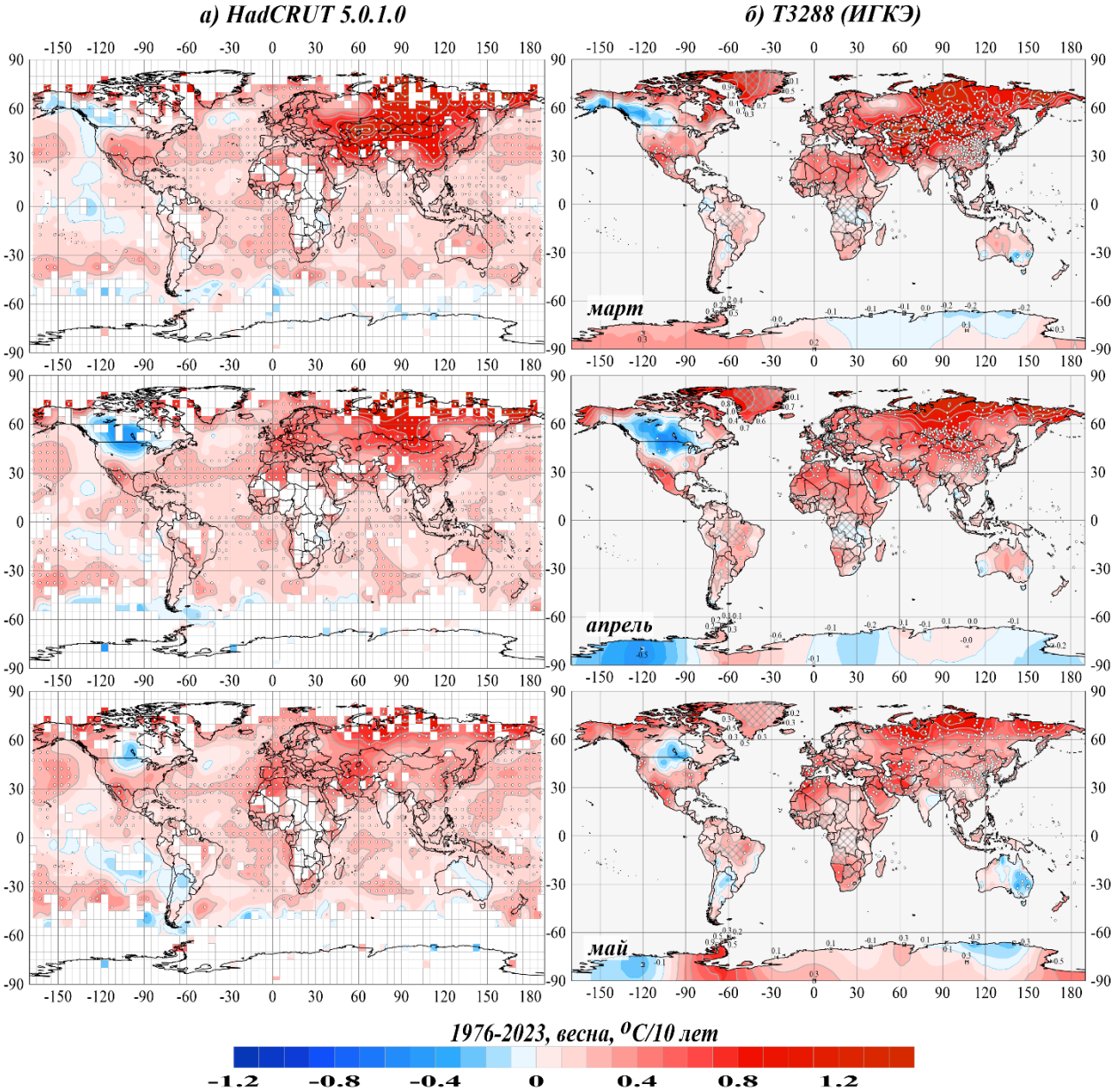


Рисунок 5.2 – См. рис. 5.1., но для среднемесячных аномалий температуры весенних месяцев.

Во все месяцы сезона потепление на континентах интенсивно, значимые (на 5%-м уровне) положительные тренды составили в марте 54,0% всех станционных оценок, в апреле – 53,3%, в мае – 46,6% (табл. 5.2). Значимая на 1% уровне тенденция к потеплению просматривается во все месяцы сезона на большей части территории Азии, в апреле-мае – в Западной Европе. На акваториях северных океанов тенденция к потеплению, значимая на 5%-м уровне, еще более убедительна: в марте-апреле-мае ее подтверждают более 75% всех оценок в северной части Тихого океана (84,3, 78,4, 83,7%) и более 70% оценок в Северной Атлантике (71,8, 77,9, 79,4%).

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

Регион		NN	Март		Апрель		Май	
			b<0	b>0	b<0	b>0	b<0	b>0
HadCRUT5 (суша+море)								
Земной шар		1632	0,2	57,4	0,4	59,7	0,3	60,0
Северное полушарие		942	-	65,5	0,4	68,0	-	70,9
Южное полушарие		690	0,6	46,2	0,4	48,3	0,7	45,2
АО, 15-70N		131	-	71,8	-	77,9	-	79,4
ТО, 20-65N		153	-	84,3	-	78,4	-	83,7
Широтные пояса	90-65N	91	-	68,1	-	80,2	-	78,0
	65-25N	531	-	70,2	0,8	66,7	-	70,6
	25S-25N	631	-	57,7	-	63,7	0,5	62,9
	25-65S	365	0,8	37,3	0,8	39,7	0,5	37,0
	65-90S	14	7,1	7,1	-	-	-	14,3
T3288 (только суша)								
Земной шар		2546	0,6	54,0	1,1	53,3	1,3	46,6
Северное полушарие		2150	0,2	59,1	1,2	57,3	0,2	51,0
Южное полушарие		397	2,5	26,2	0,5	31,2	7,6	22,9
Северная Америка		426	0,2	18,8	5,4	13,8	0,5	27,5
Евразия		1495	0,1	70,2	0,1	68,4	0,1	55,1
Южная Америка		142	0,7	16,9	0,7	38,0	2,8	21,8
Африка		139	0,7	63,3	0,7	66,2	-	66,2
Австралия		147	5,4	17,7	0,7	16,3	17,7	5,4
Антарктида		18	-	22,2	-	-	-	16,7
Европа		545	-	42,6	-	73,6	-	40,7
Азия		959	0,2	85,8	0,2	65,4	0,1	63,4
Арктика, 65-90N (суша)		154	-	48,7	-	89,0	-	77,9

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

Отрицательные тренды отмечаются во все месяцы сезона в Северной и Южной Америке, Австралии и Антарктиде, а также в восточном секторе Тихого океана и в акваториях умеренных широт Южного полушария. Наибольшая доля станций со значимыми (на 5% уровне)-отрицательными трендами-отмечена в Австралии (17,7% в мае), в Южной (2,8% в мае) и Северной (5,4% в апреле) Америке.

Во все месяцы весеннего сезона просматриваются также области локального ослабления потепления (статистически незначимый положительный тренд). Эти области, как и области отрицательного тренда, меняют конфигурацию и интенсивность от месяца к месяцу и могут оказаться предвестником некоторого ослабления (или усиления) глобального потепления весенних сезонов в целом.

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

6. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. В среднем по территории Земного шара и Северного полушария, по данным HadCRUT5 (суша+море), весенняя аномалия 2023 г. оказалась на третьем месте среди самых теплых (в прошлом) весенних сезонов, а в Южном полушарии – на первом месте (самый теплый весенний сезон в истории наблюдений). Очень теплой весна 2023 г. была на акваториях океанов (по данным HadSST4): самой теплой – в целом по акваториям океанов Земного шара и Южного полушария, и на втором месте – по океанам Северного полушария. На суше (по данным T3288/CRUTEM5) Северного полушария весна была 5-ой/4-й в соответствующих рядах, а на суше Южного – 10-ой/6-ой.

2. Основная особенность сезона – наличие значительных региональных положительных аномалий: абсолютных максимумов (F=100%) и 5%-х экстремумов тепла (F>=95%). Абсолютные максимумы (F=100%), сезонные и/или месячные, обновлены этой весной, в основном, на акваториях океанов: в среднем, по Мировому океану и океанам обоих полушарий, а также по северной части Атлантического океана. На суше прежний максимум (в среднем, по континенту) обновлен только в Северной Америке (и только в мае). Экстремальные положительные аномалии (5%-е экстремумы тепла, F>=95%), сезонные и/или месячные, кроме того, отмечены в Азии, Европе и Южной Америке.

3. В то же время, в отдельные месяцы минувшей весны в Северной Америке, Азии, Австралии и Антарктиде средние по территории континента аномалии были отрицательными. Особо следует отметить Австралию, где сезонная аномалия попала в 20% самых холодных значений (с 1911 г.), а в мае средняя аномалия опустилась до уровня 5-го процентиля (F=5,5%).

4. Локализация и интенсивность аномалий от месяца к месяцу менялась. Лишь в Северной Атлантике и в северной части Тихого океана все три месяца сезона было экстремально тепло.

В марте крупные положительные аномалии наблюдались на большей части Евразии и на севере Африки.

5. Тенденция к продолжающемуся потеплению весенних сезонов в течение в 1976-2023 гг. подтверждается данными более 90% всех наземных наблюдений. Доля наблюдений с тенденцией к похолоданию составила 9,2% станций / 5,3% боксов, но на 5%-м уровне статистически значимы лишь менее 1% этих оценок. Доля оценок с тенденцией к похолоданию в Северном полушарии более, чем в 3,5 раза меньше, чем в Южном.

6. Наиболее активное потепление весенних сезонов (по площади охвата, и по интенсивности) отмечается в Евразии: положительный тренд статистически значим на 1%-м уровне и охватывает всю территорию Евразии (до +1,4ºC/10 лет на Таймыре и Чукотке). Несколько ниже тенденция к потеплению в Гренландии и на Канадском архипелаге (до +0,9°C/10 лет), на юге Северной Америки и на севере Африки (до +0,6-0,7°C/10 лет). На акваториях океанов (всех, кроме Южного) – тенденция к потеплению составляет +0,2-0,3°C/10 лет.

Отрицательные тренды отмечаются во все месяцы сезона в Северной и Южной Америке, Австралии и Антарктиде, а также в восточном секторе Тихого океана и в умеренных широтах Южного полушария. Наибольшая доля станций со значимыми (на 5% уровне)-отрицательными трендами-отмечена в Австралии (17,7% в мае), в Южной (2,8% в мае) и Северной (5,4% в апреле) Америке.

7. Сравнение сезонных оценок глобальных трендов в разных подгруппах данных, в целом, приводит к общему заключению: глобальное потепление *над сушей протекает быстрее*, чем над океанами, *в Северном полушарии активнее*, чем в Южном, и *в последние 40-50 лет ускорилось* в сравнении с минувшим столетием (при этом коэффициент ускорения *примерно одинаков для континентов и океанов).*

Единственное исключение: в течение 1924-2023 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*!