

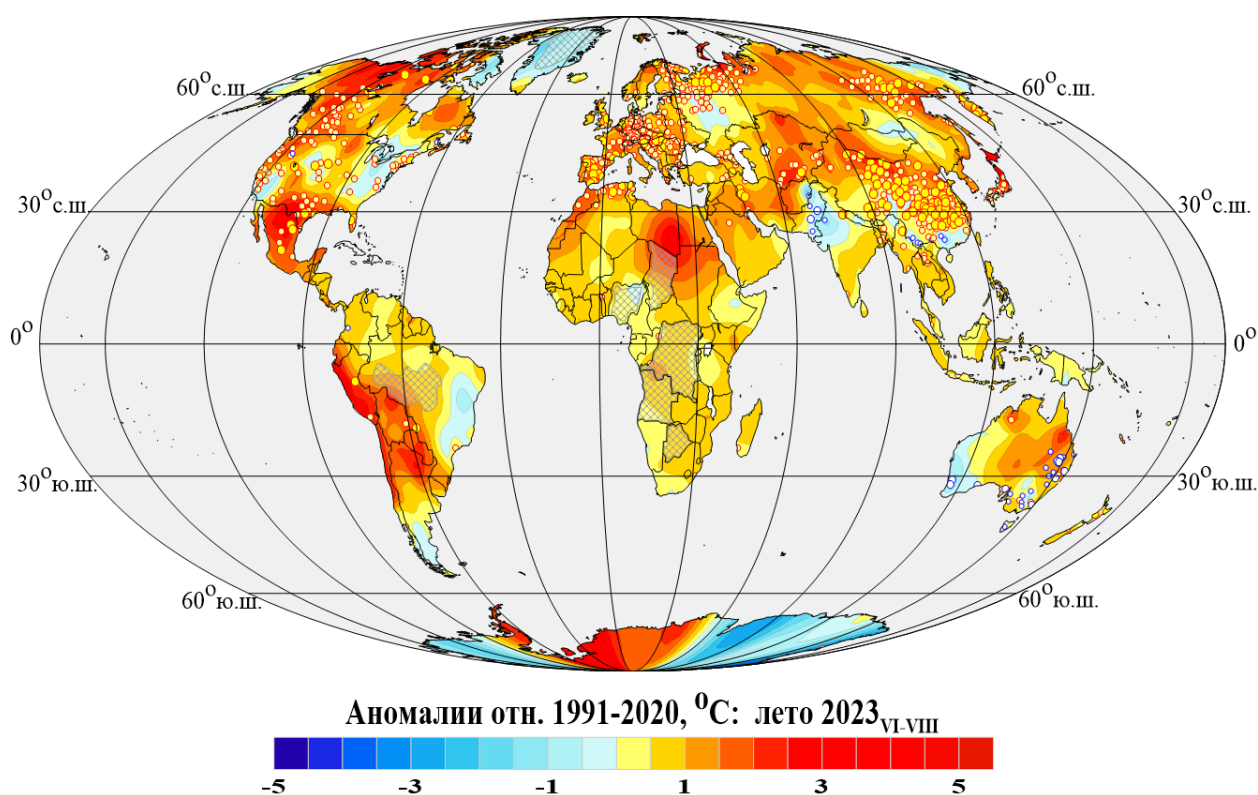
Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу
окружающей среды

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

Бюллетень мониторинга изменений климата Земного шара

Приземная температура

ЛЕТО 2023_{VI-VIII}



Москва 2023

ОГЛАВЛЕНИЕ^{1,2}

1. ВВЕДЕНИЕ	3
2. ТЕМПЕРАТУРНЫЙ РЕЖИМ У ПОВЕРХНОСТИ ЗЕМНОГО ШАРА ЛЕТОМ 2023 г. ЭКСТРЕМАЛЬНЫЕ АНОМАЛИИ	6
3. КРУПНОМАСШТАБНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ИЗМЕНЕНИЯ ПРИЗЕМНОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ ЗЕМНОГО ШАРА, 1850-2023 гг. (летний сезон)	12
4. ВРЕМЕННЫЕ РЯДЫ РЕГИОНАЛЬНО ОСРЕДНЕННЫХ АНОМАЛИЙ ПРИЗЕМНОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ, 1911-2023 гг. (летний сезон)	17
5. ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ СОВРЕМЕННЫХ ИЗМЕНЕНИЙ КЛИМАТА, 1976-2023 гг. (летний 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 средних сезонных аномалий температуры приземного воздуха над сушей Земного шара: лето 2023 г. (данные Т3288, ИГКЭ)

1. ВВЕДЕНИЕ

В настоящем бюллетене представлены данные о климатических аномалиях температурного режима летнего 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 летнего сезона в целом и каждого из месяцев (июнь, июль, август).

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 аномалий температуры приземного воздуха по данным T3288 (ИГКЭ) и CRUTEM5 (Hadley/CRU). Цель предлагаемого сравнения – с одной стороны, убедиться в репрезентативности массива T3288, а с другой – оценить меру неопределенности оценок, полученных с использованием единой системы наблюдений, но разных методов и технологий сбора данных, их обработки и анализа. Сравниваемые временные ряды приведены на рисунке 1.1, а количественные результаты их сравнения (статистические характеристики попарных разностей) – в таблице 1.1. Оценки получены по данным за 1976–2023 гг. (период современного глобального

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.5.0.1.0, CRUTEM.5.0.1.0, HadSST.4.0.1.0 от 16.10.2023.

потепления) и 1924-2023 гг. (последнее столетие) для Земного шара (ЗШ), Северного (СП) и Южного (ЮП) полушарий.

В соответствии с этими оценками (табл. 1.1), среднее значение различий рядов за 1976-2023 гг. не превышает $0,018^{\circ}\text{C}$, их стандартное отклонение более, чем на порядок ниже стандартного отклонения самих рядов ($0,018-0,040$ против $0,271-0,460^{\circ}\text{C}$), а максимальное различие на этом отрезке времени составило $0,037^{\circ}\text{C}$ для Северного полушария (в 2017 г.) и $0,119^{\circ}\text{C}$ для Южного (в 1982 г.).

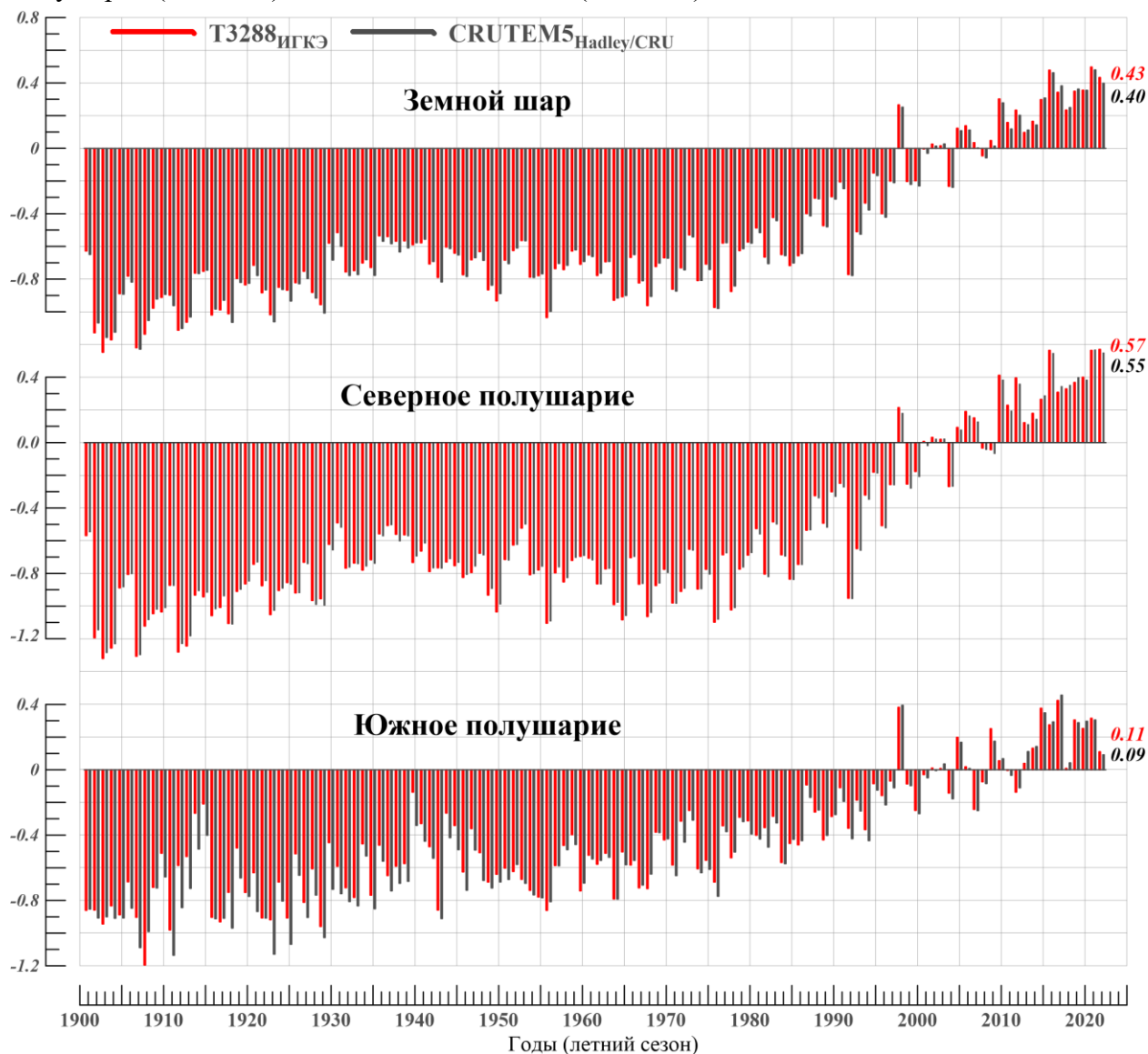


Рисунок 1.1 – Временные ряды пространственно-осредненных сезонных аномалий (лето) температуры приземного воздуха над сушей ЗШ, СП и ЮП ($^{\circ}\text{C}$, 1901-2023 гг.)

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

Следует, однако, отметить, что в первой половине столетия различия между этими источниками были более существенными (в Южном полушарии до $0,286^{\circ}\text{C}$). При этом во всех случаях ряды характеризуются исключительно высокой взаимной корреляцией (в Северном полушарии – не ниже 0,999, в Южном – не ниже 0,984) и предельно низким различием коэффициентов тренда (не выше $0,002$ и $0,014^{\circ}\text{C}/10\text{лет}$, соответственно).

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

Показатель (летний сезон)	1976-2023			1924-2023		
	ЗШ	СП	ЮП	ЗШ	СП	ЮП
Корреляция рядов	0,999	0,999	0,990	0,998	0,999	0,984
Среднее различие, °C	0,011	0,010	0,018	0,010	0,002	0,045
СКО (сигма) различий, °C	0,019	0,018	0,040	0,027	0,021	0,066
Среднее абсолютное различие, °C	0,019	0,018	0,036	0,023	0,018	0,060
Макс. абсолютное различие, °C	0,042	0,037	0,119	0,103	0,047	0,286
Разность коэфф. тренда, °C/10лет	0,001	0,000	-0,012	-0,001	0,002	-0,014
СКО T3288/ CRUTEM5, °C	0,39/0,31	0,46/0,46	0,27/0,28	0,41/0,40	0,45/0,45	0,33/0,35

На фоне повышенного интереса к современному состоянию глобального потепления, интересно более детально проследить ход температуры в последние годы, после экстремального 2016 года (табл. 1.2). В последней строке таблицы приведена разность между температурой летних сезонов 2023 и 2016 годов.

Таблица 1.2 – Ход аномалий температуры приземного воздуха, осредненных за летний сезон и по территории суши Земного шара и полушарий (по данным массивов T3288 и CRUTEM5, 2016-2023 гг.)

Год (летний сезон)	T3288, °C			CRUTEM5, °C		
	ЗШ	СП	ЮП	ЗШ	СП	ЮП
2016	0,478	0,564	0,275	0,462	0,547	0,293
2017	0,343	0,308	0,424	0,382	0,345	0,457
2018	0,234	0,329	0,009	0,249	0,352	0,042
2019	0,349	0,368	0,305	0,362	0,399	0,288
2020	0,356	0,400	0,253	0,355	0,384	0,297
2021	0,497	0,564	0,315	0,480	0,568	0,305
2022	0,433	0,570	0,110	0,398	0,550	0,092
2023	0,770	0,829	0,621	0,793	0,838	0,704
2023-2016	+0,292	+0,265	+0,346	+0,331	+0,291	+0,411

Примечание. Жирным шрифтом выделены температурные рекорды, которые осуществились в период 2016-2023 гг.

Можно видеть, что в этот период наблюдались весьма значительные колебания глобальной температуры, направленность которых практически одинакова в данных обоих источников. Так, в Северном полушарии (и, как результат, в среднем по Земному шару) температурный скачок 2016 года уже в 2017-м сменился значительным понижением температуры, а с 2018-го - ее постепенным повышением вплоть до следующих рекордных максимумов в 2021, 2022 и-2023 гг. В результате, сезонная температура летом 2023 г. в Северном полушарии оказалась экстремально высокой (выше этой нормы на 0,83-0,84°C). В Южном полушарии подобный скачок температуры наблюдался в 2017 г.; его откат на 0,41°C в 2018г. не компенсировался потеплением в следующих годах (как это было в Северном полушарии) и следующий максимум наблюдался лишь в 2023 году (разность между максимумом 2023 г. и предыдущим максимумом 2017 г. составила +0,197°C).

2. ТЕМПЕРАТУРНЫЙ РЕЖИМ У ПОВЕРХНОСТИ ЗЕМНОГО ШАРА ЛЕТОМ 2023 г. ЭКСТРЕМАЛЬНЫЕ АНОМАЛИИ

Для Земного шара в целом летний сезон 2023 года стал самым теплым летним сезоном в истории наблюдений во всех рассматриваемых рядах наблюдений (четыре набора данных*три территории).

Полные данные о пяти самых теплых летних сезонах в глобальных регионах (Земной шар и полушария, суша-море-суша+море), приведены в таблице 2.1.

Таблица 2.1 –Самые теплые летние сезоны для Земного шара, Северного и Южного полушарий: сезонная аномалия температуры VT и год наблюдения

Ранг	ЗШ		СП		ЮП	
	VT, °C	Год (лето)	VT, °C	Год (лето)	VT, °C	Год (лето)
HadCRUT5 (Hadley/CRU, суша+море)						
1	0,599	2023	0,705	2023	0,494	2023
2	0,305	2016	0,427	2022	0,213	2015
3	0,288	2019	0,427	2016	0,193	1998
4	0,282	2021	0,423	2020	0,184	2016
5	0,279	2015	0,402	2019	0,173	2019
T3288 (ИГКЭ, суша)						
1	0,770	2023	0,829	2023	0,621	2023
2	0,497	2021	0,570	2022	0,424	2017
3	0,478	2016	0,564	2021	0,382	1998
4	0,433	2022	0,564	2016	0,377	2015
5	0,356	2020	0,412	2010	0,315	2021
CRUTEM5 (Hadley/CRU, суша)						
1	0,793	2023	0,838	2023	0,704	2023
2	0,480	2021	0,568	2021	0,457	2017
3	0,462	2016	0,550	2022	0,394	1998
4	0,398	2022	0,547	2016	0,348	2015
5	0,382	2017	0,399	2019	0,305	2021
HadSST4 (Hadley/CRU, море)						
1	0,549	2023	0,637	2023	0,449	2023
2	0,284	2019	0,474	2020	0,175	2016
3	0,276	2020	0,431	2019	0,169	2015
4	0,268	2016	0,376	2016	0,165	1998
5	0,249	2015	0,348	2022	0,159	2021

Особенности географического распределения сезонных аномалий (рис. 2.1-2.2, табл. 2.2-2.4). На рисунках 2.1–2.2 представлены пространственные распределения аномалий температуры для сезона в целом и для каждого из летних месяцев, а в таблицах 2.2-2.4 – оценки для крупных регионов Земного шара. В частности, в таблице 2.2 приведены регионально осредненные значения аномалий (в абсолютной и вероятностной шкалах), в таблице 2.3 – региональные частотные распределения точечных значений по знаку аномалий и их интенсивности за сезон в целом, в таблице 2.4 – доля 5%-х экстремумов холода/тепла на территории регионов в отдельные месяцы летнего сезона

В целом (рис. 2.1, табл. 2.3), преобладали положительные сезонные аномалии (температура выше климатической нормы 1991-2020 гг.), которые этим летом составили 81,2% данных глобальной сети 5-градусных боксов (HadCRUT5, суша+море) и 83,4%

данных наземных станций (T3288, только суша). 5%-е экстремумы тепла отмечены на 37,3% боксов и на 36% наземных станций.

Таблица 2.2 – Значения аномалий приземной температуры в крупных регионах Земного шара летом 2023 г., в среднем за сезон и в каждом из месяцев:
 νT °C – отклонение от нормы 1991-2020; F% - вероятности неперевышения, 1911-2023

Регион		Лето		Июнь		Июль		Август	
		νT	F%	νT	F%	νT	F%	νT	F%
HadCRUT5 (суша+море)									
Земной шар		0,60	100	0,50	100	0,62	100	0,68	100
Северное полушарие		0,71	100	0,54	100	0,75	100	0,83	100
Южное полушарие		0,49	100	0,45	100	0,50	100	0,53	100
Атлантика (15-70N)		1,03	100	0,89	100	1,16	100	1,06	100
Тихий океан (20-65N)		0,63	98	0,43	96	0,66	99	0,79	98
Широтные пояса	90-65N	0,72	97	0,34	90	0,66	96	1,09	100
	65-25N	0,86	100	0,64	98	0,95	100	1,00	100
	25S-25N	0,53	100	0,44	100	0,51	100	0,61	100
	25-65S	0,46	100	0,41	100	0,49	100	0,45	100
	65-90S	-0,22	61	1,42	90	0,17	70	-2,24	23
T3288 (суша)									
Земной шар		0,77	100	0,61	100	0,82	100	0,90	100
Северное полушарие		0,83	100	0,63	99	0,90	100	0,98	100
Южное полушарие		0,62	100	0,57	100	0,61	100	0,68	100
Северная Америка		1,00	100	0,89	99	1,12	100	1,01	100
Евразия		0,81	100	0,59	96	0,76	98	1,09	100
Южная Америка		0,94	100	0,65	94	1,16	98	1,39	100
Африка		0,73	100	0,56	98	0,94	100	0,72	99
Австралия		0,60	96	0,32	81	0,01	76	1,36	99
Антарктида		-0,26	58	1,04	80	1,25	81	-3,07	14
Европа		0,77	96	0,37	83	0,39	84	1,54	99
Азия		0,82	100	0,66	98	0,86	100	0,95	100
CRUTEM5 (суша)									
Земной шар		0,79	100	0,65	100	0,82	100	0,91	100
Северное полушарие		0,84	100	0,65	99	0,90	100	0,97	100
Южное полушарие		0,70	100	0,64	100	0,68	100	0,79	100
HadSST4 (только море)									
Земной шар		0,55	100	0,46	100	0,58	100	0,61	100
Северное полушарие		0,64	100	0,51	100	0,68	100	0,72	100
Южное полушарие		0,45	100	0,41	100	0,46	100	0,48	100

Условные обозначения.

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

Рекордные значения аномалий зафиксированы в регионах: Северная Америка (сезонная аномалия: 1,00°C, положительные аномалии зафиксированы на 74,4% станций, в

т.ч. на 34,4% выше 95-го перцентиля); Евразия (0,81°C, 86,8%, 34,0%); Южная Америка (0,94°C, 88,5%, 41,0%); Африка (0,82°C, 92,8%, 44,9%); Азия (0,82°C, 86,0%, 39,9%); Северная Атлантика (1,03°C, 98,5%, 73,5%); а также в широтных поясах: 65-25N (0,86°C, 89,2%, 44,7%); 25S-25N (0,53°C, 80,0%, 42,4%); 25-65S (0,46°C, 74,9%, 21,4%).

Таблица 2.3 – Частотное распределение локальных сезонных аномалий в крупных регионах Земного шара, в зависимости от знака аномалий и их интенсивности (лето 2023 г., для континентов, полушарий и Земного шара в целом)

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		1625	14,6	4,1	81,2	0,3	37,3	0,1	10,8
Северное полушарие		955	12,6	3,7	83,8	0,1	44,3	-	13,0
Южное полушарие		670	17,6	4,8	77,6	0,6	27,3	0,3	7,8
Атлантика, 15-70N		136	0,7	0,7	98,5	-	73,5	-	36,0
Тихий океан, 20-65N		153	9,8	5,2	85,0	-	37,9	-	5,9
Широтные пояса	90-65N	108	25,9	0,9	73,1	1	25,0	-	5,0
	65-25N	537	8,4	2,4	89,2	-	44,7	-	10,6
	25S-25N	621	13,8	6,1	80,0	-	42,4	-	13,0
	25-65S	346	20,8	4,3	74,9	0,9	21,4	0,6	9,2
	65-90S	13	53,8	-	46,2	7,7	15	-	8,0
T3288 (только суша)									
Земной шар		2570	13,9	2,7	83,4	0,6	36,0	0,2	10,4
Северное полушарие		2169	12,7	2,6	84,6	0,4	35,5	0,1	9,7
Южное полушарие		401	20,2	3,2	76,6	1,7	38,7	1,0	14,0
Северная Америка		442	21,9	3,6	74,4	0,9	34,4	0,5	11,5
Евразия		1497	10,8	2,5	86,8	0,3	34,0	-	7,5
Южная Америка		139	8,6	2,9	88,5	-	41,0	-	12,2
Африка		138	3,6	3,6	92,8	-	44,9	-	13,8
Австралия		155	28,4	1,9	69,7	3,9	45,2	2,6	19,4
Антарктида		18	33,3	-	66,7	5,6	5,6	-	5,6
Европа		550	9,1	2,5	88,4	-	23,6	-	2,0
Азия		956	11,6	2,4	86,0	0,5	39,9	-	10,7
Арктика, 65-90N, суша		154	14,9	1,9	83,1	-	35,7	-	5,8

Условные обозначения:

1. $V < 0$, $V = 0$, $V > 0$ – категории сезонных аномалий;
2. P_{05} , P_{95} – 5-я и 95-я перцентили
3. $\min$, $\max$ – наименьшее и наибольшее значения, 1911-2023

В поле наблюдаемых сезонных температур доля отрицательных аномалий составила 14,6% данных глобальной сети 5-градусных боксов, из которых большая часть приходится на южные полярные широты 65-90S (сезонная аномалия -0,22°C, отрицательные аномалии зафиксированы на 53,8%, в т.ч. на 7,7% ниже 5-го перцентиля) (рис. 2.1а, табл. 2.2). Отрицательные аномалии в летнем сезоне наблюдались также в Гренландии, в Тихом океане в тропических широтах северного полушария и в Индийском океане у берегов Индонезии и Австралии.

В целом по Земному шару все три месяца летнего сезона были рекордно теплыми с аномалиями +0,50°C, +0,62°C, +0,68°C. Количество локальных 5%-х экстремумов тепла, от месяца к месяцу (июнь-июль-август), менялось незначительно (наблюдалось на 24-30%

всех наземных станций), за исключением отдельных континентов: Африка (31,9-48,9-36,2%), Австралия (13,5-27,1-40,6%), Антарктида (только в июле - 16,7%) и суши Арктического региона в целом (11,0-11,7-52,6%).

Что касается месячных отрицательных аномалий, то их наибольшая площадь распространения и интенсивность наблюдалась в июне, в Тихом и Индийском океанах и на западе Австралии. В Гренландии, Северной Америке и на востоке Европы отрицательные аномалии наблюдались в июне и июле, а в Антарктиде в августе аномалия составила -3,07°C (на 3 станциях аномалия ниже 5-го перцентиля).

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

Регион		Всего станций NN	Июнь		Июль		Август	
			X<P ₀₅	X>=P ₉₅	X<P ₀₅	X>=P ₉₅	X<P ₀₅	X>=P ₉₅
HadCRUT5 (суша+море)								
Земной шар		1625	0,7	24,6	0,4	29,2	0,4	34,8
Северное полушарие		955	0,6	29,7	0,5	35,2	0,1	42,4
Южное полушарие		670	0,7	17,3	0,3	20,6	0,7	23,9
Атлантика, 15-70N		136	-	53,7	0,7	61,8	-	69,9
Тихий океан, 20-65N		153	1,0	27,5	-	32,0	-	34,0
Широтные пояса	90-65N	108	2,0	13,0	1,9	15,7	-	33,3
	65-25N	537	0,6	29,2	-	34,3	-	39,9
	25S-25N	621	0,2	27,9	0,5	34,0	0,2	41,2
	25-65S	346	1,0	16,2	0,6	17,3	0,3	16,8
	65-90S	13	-	-	-	15	30,8	8,0
T3288 (только суша)								
Земной шар		2570	1,1	23,8	0,5	25,3	0,9	30,0
Северное полушарие		2169	0,6	24,7	0,3	25,6	0,6	30,0
Южное полушарие		401	4,0	19,0	1,5	23,7	2,7	30,2
Северная Америка		442	1,1	25,3	0,5	31,7	0,7	27,6
Евразия		1497	0,4	23,8	0,3	20,0	0,6	29,0
Южная Америка		139	0,7	15,8	-	18,0	-	25,2
Африка		138	-	31,9	-	48,6	-	36,2
Австралия		155	9,7	13,5	3,9	27,1	3,9	40,6
Антарктида		18	-	-	-	16,7	16,7	-
Европа		550	0,2	28,7	-	10,2	-	27,8
Азия		956	0,5	20,7	0,4	25,6	0,9	30,0
Арктика, 65-90N (суша)		154	0,6	11,0	-	11,7	-	52,6

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 1911-2023 гг., а их частота представлена в таблице в процентах от NN.

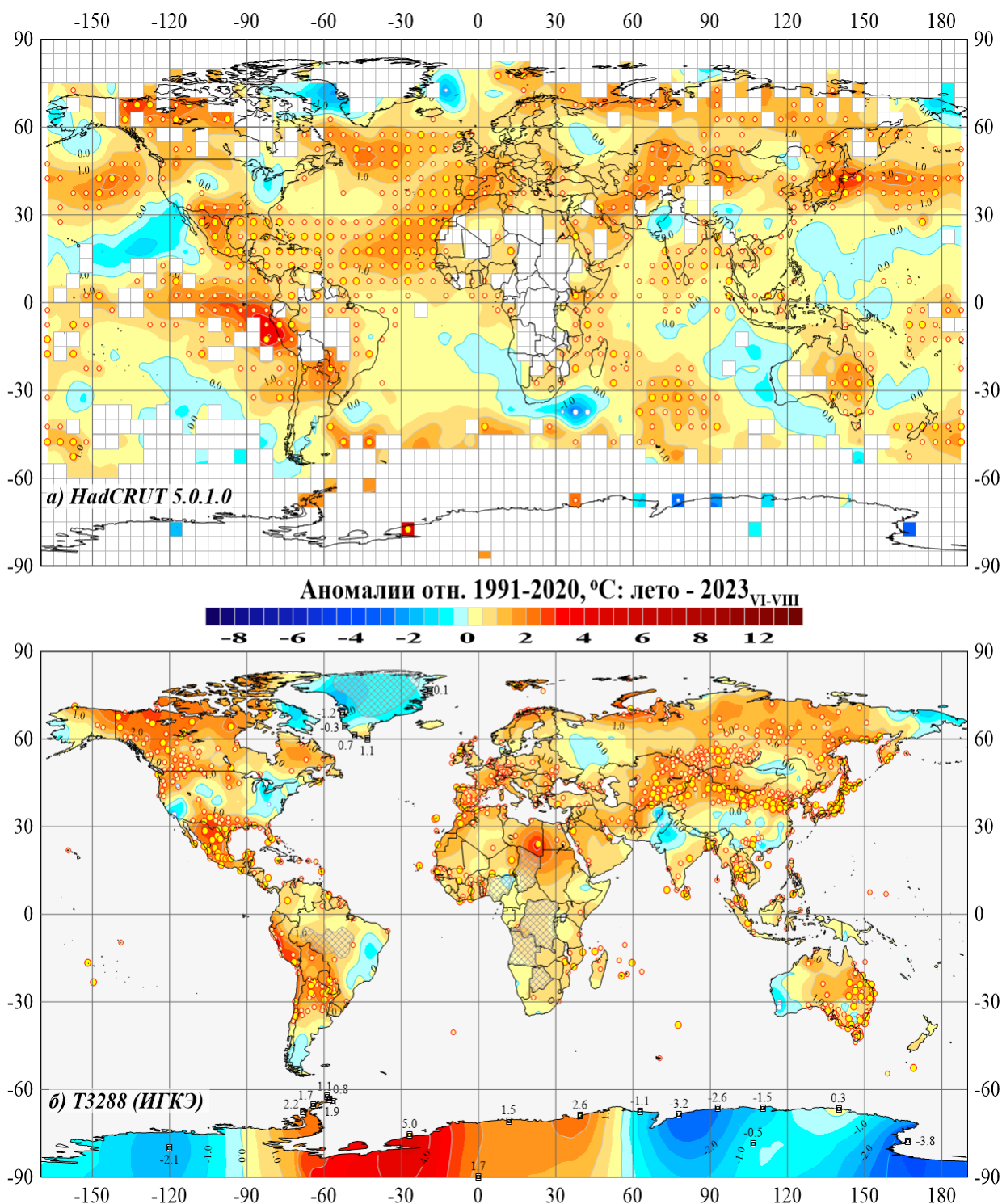


Рисунок 2.1 – Пространственное распределение сезонных аномалий температуры (°C) у поверхности Земного шара летом 2023 г.: а) по сеточным данным HadCRUT5 (Hadley/CRU UK); б) по станционным данным T3288 (ИГКЭ).

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

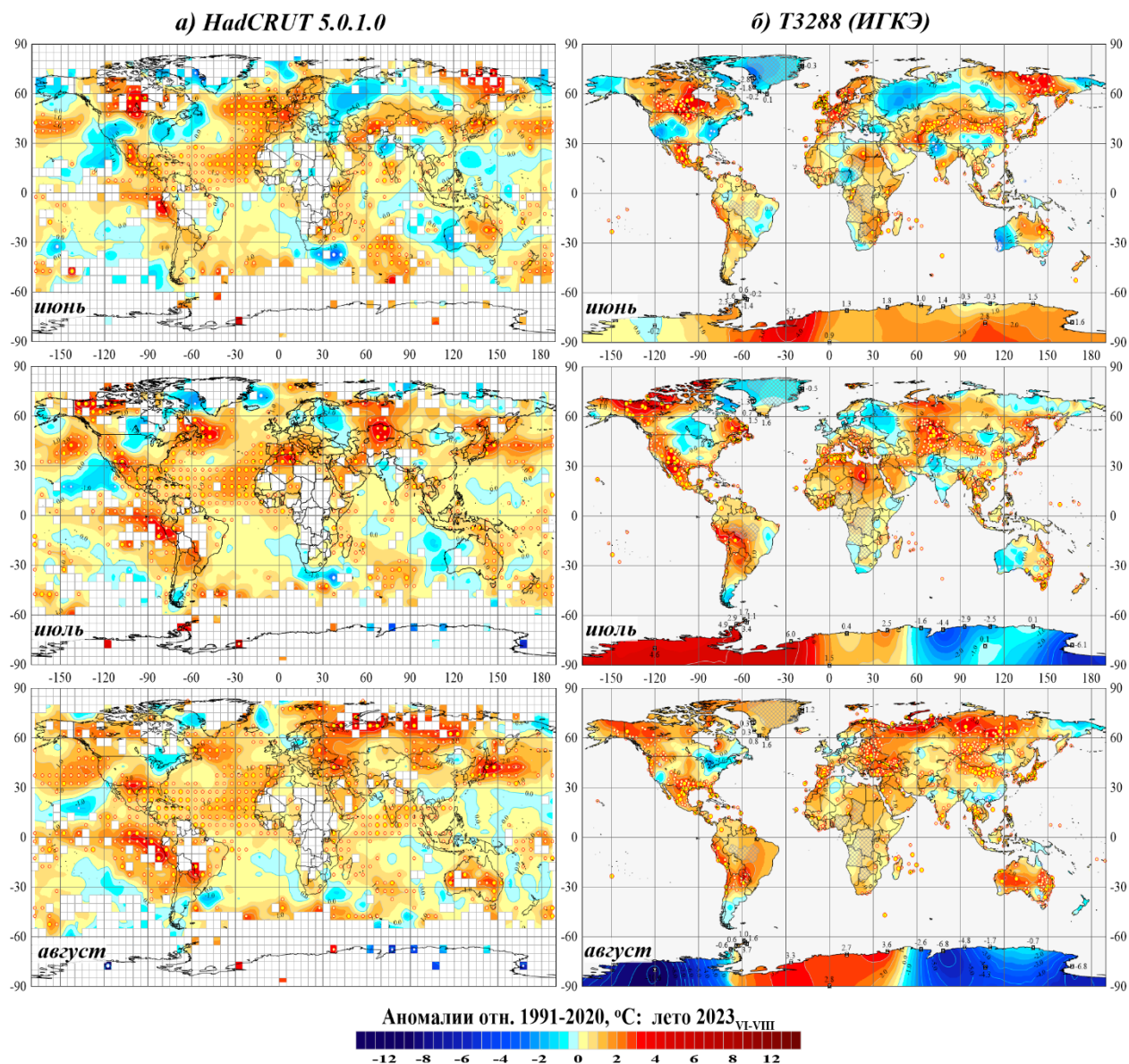


Рисунок 2.2 –См. рис. 2.1, но для средних месячных аномалий (июнь-июль-август)

3. КРУПНОМАСШТАБНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ИЗМЕНЕНИЯ ПРИЗЕМНОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ ЗЕМНОГО ШАРА, 1850-2023 гг. (летний 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).

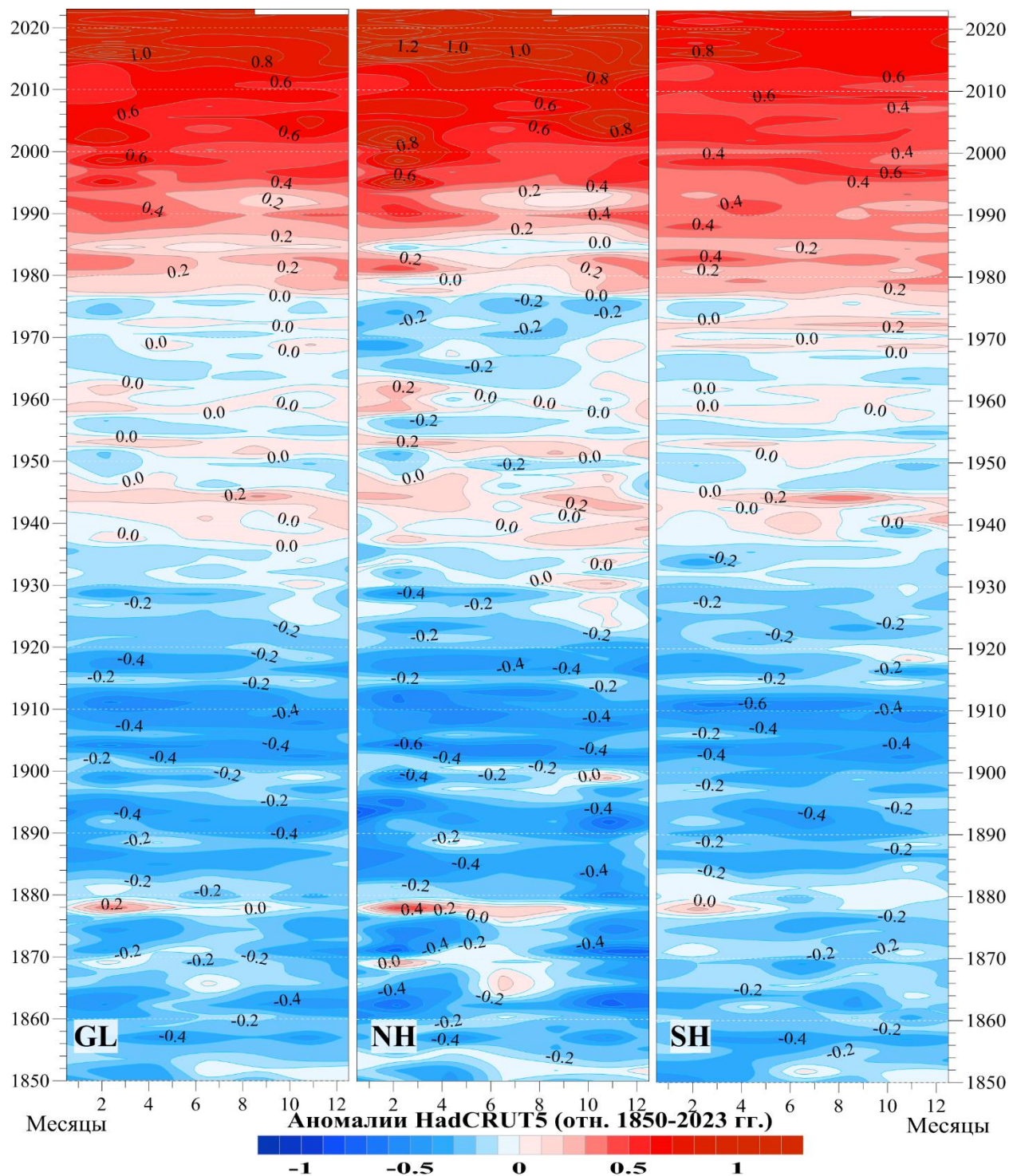
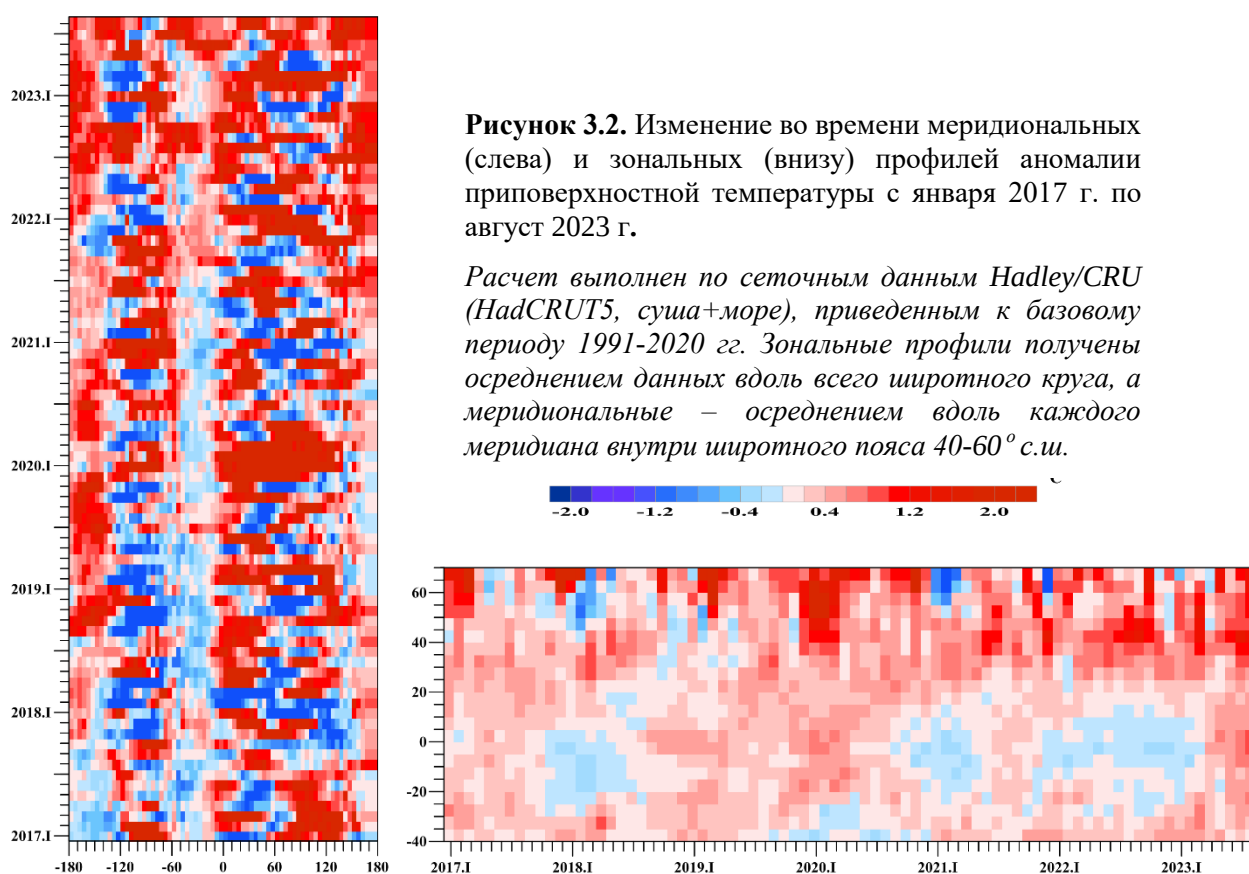


Рисунок 3.1 – Изменение аномалий средней месячной приповерхностной температуры, осредненной по всей территории (суша+море) Земного шара (GL), Северного (NH) и Южного (SH) полушарий в течение периода с января 1850 по август 2023 гг. (по данным HadCRUT5, Hadley/CRU, UK). Аномалии выражены как отклонения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

На рисунке 3.1 хорошо прослеживается ход глобальных изменений температурного режима у поверхности Земного шара за период инструментальных наблюдений (с 1850 г.): похолодание в конце 19-го - начале 20-го столетий, 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. Меридиональный профиль (рис. 3.2) позволяет проследить изменение температурного режима 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, Северная Атлантика, Евразия и западный сектор Тихого океана. На рисунке представлен современный период от 2017 г.



Представленный период отличается холодными аномалиями в Атлантике вплоть до июля 2021 и теплыми – в Тихом океане (за исключением 2017_I - 2017_{VIII} и 2021_{IX} – 2021_{XII}, когда в восточном секторе Тихого океана преобладали отрицательные аномалии). На континентах за весь рассматриваемый период наблюдалось чередование положительных и отрицательных аномалий температуры. В текущем сезоне, в умеренных широтах Северного полушария (рис. 3.2а), положительные аномалии просматриваются всюду, за исключением Северной Америки в секторах 80-110W (июль) и 70-80W (август).

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 начала 2023 г.; во все месяцы текущего сезона аномалии температуры были положительными (начало Эль-Нинья).

Временные ряды глобально осредненной температуры (рис. 3.3). Интегральную оценку направленности и интенсивности наблюдаемых крупномасштабных изменений приземной температуры дают глобально осредненные временные ряды для территории Земного шара и полушарий (рис. 3.3) и рассчитанные по ним оценки трендов (табл. 3.1-3.2).

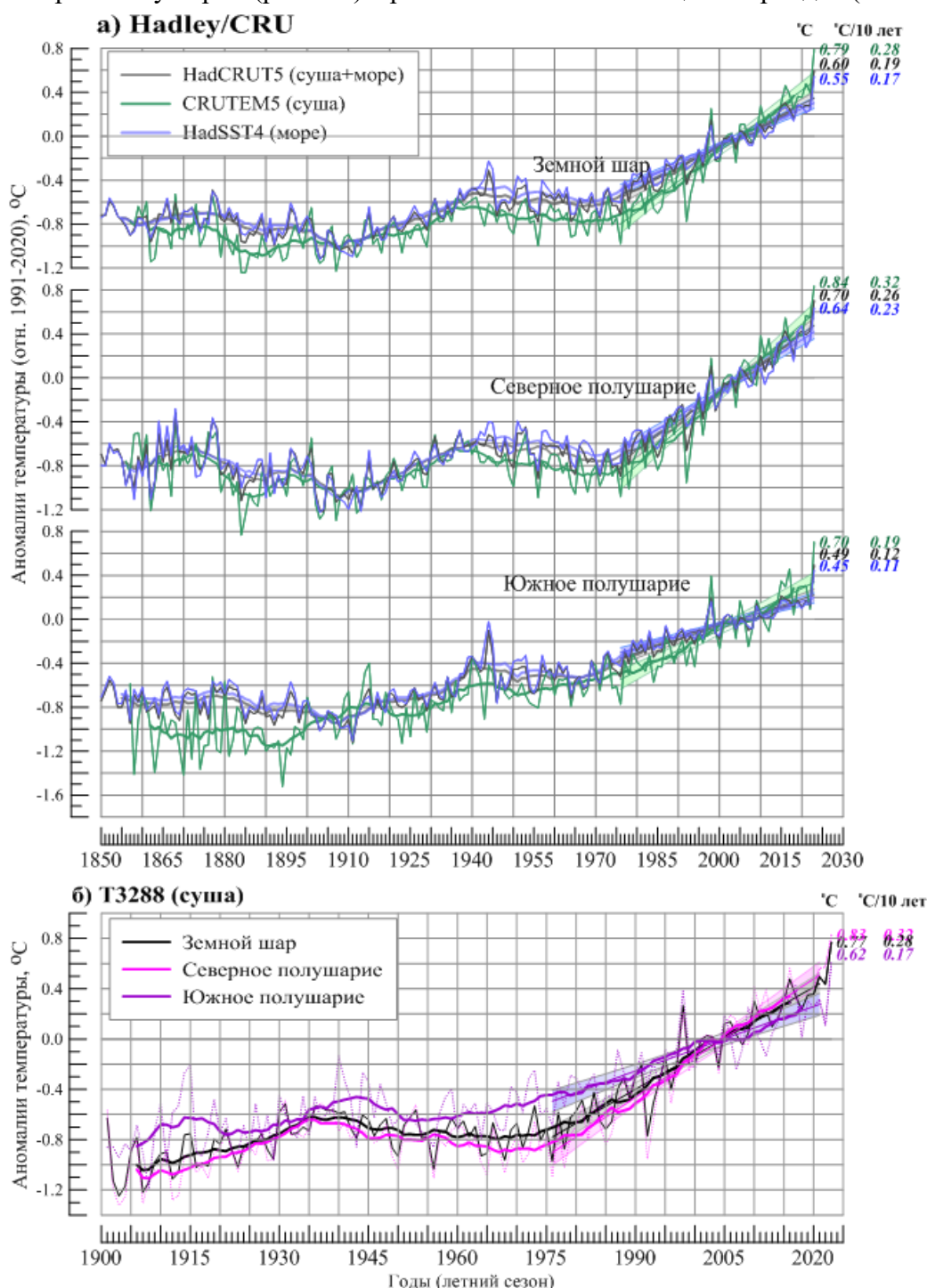


Рисунок 3.3 – Временные ряды сезонных аномалий приземной температуры (лето), осредненных по территории Земного шара, Северного и Южного полушарий: а) по данным Hadley/CRU, 1850-2023: HadCRUT5, CRUTEM5, HadSST4; б) по данным ИГКЭ, 1901-2023: T3288.

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. (°C) и значения коэффициентов линейного тренда за 1976-2023 гг. (°C/10лет, лето).

Коэффициенты линейного тренда ($^{\circ}\text{C}/10$ лет) приведены в таблице 3.1 для всех 12 глобальных рядов (четыре набора данных*три территории) за 1976-2023 гг. (период современного глобального потепления) и 1924-2023 гг. (последнее 100-летие). Отметим дополнительно, что оценки тренда за 1976-2023 гг. для суши (по данным T3288), в сравнении с аналогичными оценками за 1976-2022 гг.⁵, увеличились: за сезон от $+0,004^{\circ}\text{C}/10$ лет для СП и до $+0,013^{\circ}\text{C}/10$ лет для ЮП; а в июле в ЮП до $+0,018^{\circ}\text{C}/10$ лет.

В таблице 3.2 приведены показатели $k_1 - k_3$, сравнивающие оценки коэффициентов тренда в разных подгруппах данных (см. расшифровку в столбце «показатель»). Эти показатели количественно уточняют выводы, основанные на визуальном сопоставлении глобальных временных рядов (рис. 3.3) и соответствующих им оценок трендов (табл. 3.1).

Таблица 3.1 - Коэффициенты линейного тренда ($^{\circ}\text{C}/10$ лет) глобальных временных рядов приземной температуры за 1976-2023 гг. и 1924-2023 гг. (в среднем за летний сезон и для каждого месяца)

Регион	1976-2023				1924-2023			
	Лето	июнь	июль	август	Лето	июнь	июль	август
HadCRUT5 (суша+море)								
Земной шар	0,193	0,186	0,192	0,202	0,100	0,101	0,100	0,099
Северное полушарие	0,264	0,253	0,262	0,279	0,109	0,114	0,109	0,106
Южное полушарие	0,122	0,119	0,121	0,126	0,090	0,088	0,091	0,091
T3288-ИГКЭ (суша)								
Земной шар	0,277	0,279	0,273	0,277	0,118	0,132	0,112	0,110
Северное полушарие	0,321	0,325	0,315	0,323	0,126	0,145	0,118	0,114
Южное полушарие	0,174	0,173	0,174	0,171	0,097	0,096	0,095	0,098
CRUTEM5 (суша)								
Земной шар	0,277	0,278	0,273	0,279	0,119	0,129	0,116	0,113
Северное полушарие	0,321	0,325	0,314	0,325	0,124	0,140	0,119	0,113
Южное полушарие	0,188	0,186	0,192	0,187	0,110	0,106	0,110	0,113
HadSST4 (море)								
Земной шар	0,168	0,154	0,169	0,182	0,093	0,090	0,094	0,094
Северное полушарие	0,233	0,209	0,237	0,254	0,103	0,099	0,106	0,106
Южное полушарие	0,106	0,102	0,104	0,112	0,086	0,085	0,086	0,086

Таблица 3.2 – Сравнение средней скорости глобального потепления (у поверхности) в разных «факторных» подгруппах, в среднем за летний сезон 2023 года

k_1	Показатель	1976-2023			1924-2023		
		ЗШ	СП	ЮП	ЗШ	СП	ЮП
	$b_{T3288}/b_{HadSST4}$ $b_{CRUTEM5}/b_{HadSST4}$	1,65 1,65	1,38 1,38	1,64 1,77	1,27 1,28	1,22 1,20	1,13 1,28
k_2	$b_{СП}/b_{ЮП}$	1976-2023			1924-2023		
		T3288	CRUTEM	HadSST	T3288	CRUTEM	HadSST
		1,84	1,71	2,20	1,30	1,13	1,20
k_3	$b_{1976-2023}/b_{1924-2023}$	СП			ЮП		
		T3288	CRUTEM	HadSST	T3288	CRUTEM	HadSST
		2,55	2,59	2,26	1,79	1,71	1,23

⁵ Оценки трендов за 1976-2022 гг. доступны на сайте ИГКЭ в сезонном обзоре «Бюллетень мониторинга изменений климата Земного шара. Приземная температура. Лето 2022» <http://www.igce.ru/climatechange>.

Отметим, что показатели k_1 - k_3 сравнивают интенсивность (среднюю скорость) потепления в «факторных» подгруппах: k_1 - на суше и на акваториях океанов, k_2 - в Северном и Южном полушариях, k_3 – современное потепление и потепление последнего 100-летия.

Из данных таблицы 3.2 можно сделать следующие выводы.

- Во всех рассмотренных случаях оценки всех трех показателей k_1 - k_3 больше 1.
- Глобальное потепление над сушей протекает быстрее, чем над океанами ($k_1=1,13-1,77$), в Северном полушарии активнее, чем в Южном ($k_2=1,13-2,20$) и ускорилось в последние 48 лет в сравнении с минувшим столетием в целом ($k_3=1,23 - 2,59$).
- Средний коэффициент ускорения современного потепления относительно 100-летнего выше над сушей, чем над океанами: 2,59 против 2,26 (в Северном полушарии), 1,71 против 1,23 (в Южном), и притом, как видно, коэффициент ускорения в Южном полушарии существенно ниже, чем в Северном.

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

Представленные ниже временные ряды (рис. 4.1, 4.2, 4.3) рассчитаны по методике ИГКЭ, по сеточным данным HadCRUT5 (для пяти широтных поясов и северных частей Атлантического и Тихого океанов) и по данным станционных наблюдений T3288 (для шести континентов и для Европы и Азии отдельно). Данные до 1911 г. не приводятся, т.к. представляются недостаточно полными и надежными (особенно над океанами). На всех временных рядах показаны тренды за период 1976-2023 гг., условно принятый за период современного глобального потепления. Числовые оценки трендов для всех регионов приведены в табл. 4.1

Таблица 4.1 – Коэффициенты линейного тренда ($^{\circ}\text{C}/10 \text{ лет}$)
регионально осредненных аномалий приземной температуры за 1976-2023 гг.
(в среднем за сезон и по месяцам)

Регион		Лето		Июнь		Июль		Август	
		<i>b</i>	$\alpha\%$	<i>b</i>	$\alpha\%$	<i>b</i>	$\alpha\%$	<i>b</i>	$\alpha\%$
HadCRUT5 (суша+море)									
Атлантика (15-70N)		0,223	0,0	0,196	0,0	0,212	0,0	0,258	0,0
Тихий океан (20-65N)		0,260	0,0	0,227	0,0	0,275	0,0	0,279	0,0
Широтные пояса	90-65N	0,435	0,0	0,479	0,0	0,385	0,0	0,427	0,0
	65-25N	0,332	0,0	0,308	0,0	0,332	0,0	0,354	0,0
	25S-25N	0,156	0,0	0,153	0,0	0,154	0,0	0,160	0,0
	25-65S	0,121	0,0	0,121	0,0	0,118	0,0	0,118	0,0
	65-90S	0,164	12,6	0,064	73,4	0,150	39,1	0,280	9,3
T3288 (только суша)									
Северная Америка		0,295	0,0	0,308	0,0	0,288	0,0	0,290	0,0
Евразия		0,378	0,0	0,388	0,0	0,355	0,0	0,392	0,0
Южная Америка		0,174	0,0	0,181	0,0	0,152	1,3	0,197	0,0
Африка		0,285	0,0	0,312	0,0	0,299	0,0	0,236	0,0
Австралия		0,160	0,1	0,111	18,9	0,223	0,0	0,136	8,0
Антарктида		0,080	47,1	-0,105	45,4	0,189	33,9	0,172	25,8
Европа		0,531	0,0	0,454	0,0	0,511	0,0	0,622	0,0
Азия		0,334	0,0	0,367	0,0	0,312	0,0	0,325	0,0

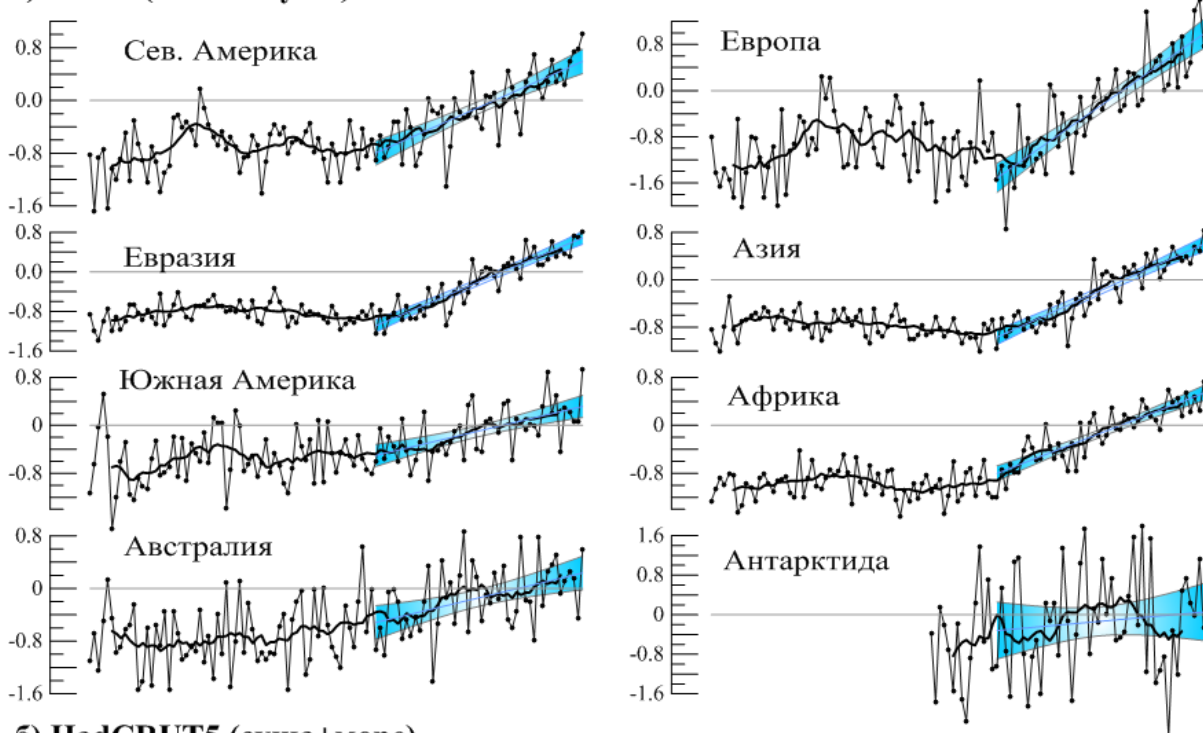
Примечание. Синим шрифтом выделены ячейки с отрицательным трендом (тенденция к похолоданию). Оценки с уровнем значимости $\alpha > 5\%$ выделены заливкой серого цвета (на 5%-м уровне статистически не значимы); с уровнем значимости $1 < \alpha \leq 5\%$ выделены заливкой зеленого цвета (статистически значимы на 5% уровне). Остальные оценки статистически значимы на 1%-м уровне ($\alpha \leq 1\%$)

Оценки тренда (табл. 4.1) уверенно указывают на тенденцию к потеплению летних сезонов во всех рассмотренных крупных регионах (широтных поясах, северных океанах и всех континентах), кроме Южной полярной области и Антарктиды. Здесь оценки линейного тренда статистически не значимы даже на 10% уровне, как в целом за сезон, так и в отдельные месяцы. В июне и августе к ним добавляется Австралия. Регионы наиболее интенсивного потепления летних сезонов – Европа (+0,531 $^{\circ}\text{C}/10$ лет, максимум в августе +0,622 $^{\circ}\text{C}/10$ лет) и Арктический широтный пояс (+0,435 $^{\circ}\text{C}/10$ лет, максимум в июне

+0,479°C/10 лет). Наименее выражено потепление на континентах Южного полушария: в Антарктиде, Австралии и Южной Америке, а также в южных умеренных широтах (25-65S).

Более детально проследить особенности многолетнего хода приземной температуры в каждом регионе можно по временным рядам (рис. 4.1-4.3) и оценкам тренда (табл. 4.1).

а) T3288 (только суша)



б) HadCRUT5 (суша+море)

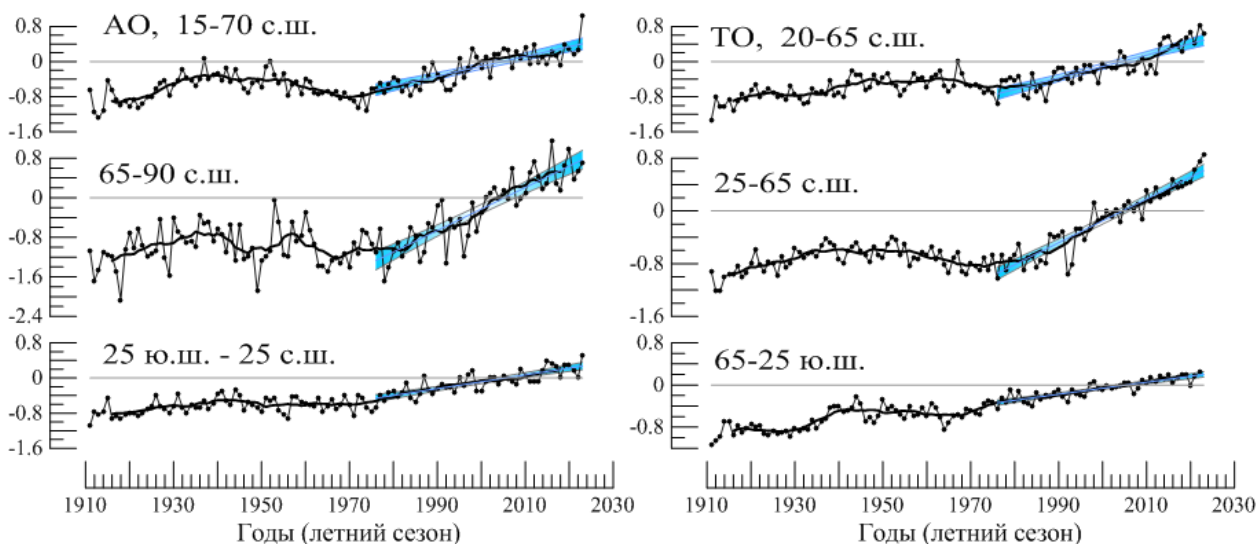


Рисунок 4.1 – Временные ряды пространственно осредненных аномалий приземной температуры летнего сезона для континентов (а), северных частей Атлантического и Тихого океанов (б, сверху) и основных широтных поясов земного шара (б, внизу).

Расчеты выполнены по методике ИГКЭ по данным T3288 (для континентов) и HadCRUT5 (для океанов и широтных поясов). Аномалии приведены в отклонениях от средних за 1991–2020 гг. Сглаженные кривые (жирная линия) получены 11-летним скользящим осреднением. Показан линейный тренд за 1976–2023 гг. с 95%-м доверительным интервалом (голубая заливка).

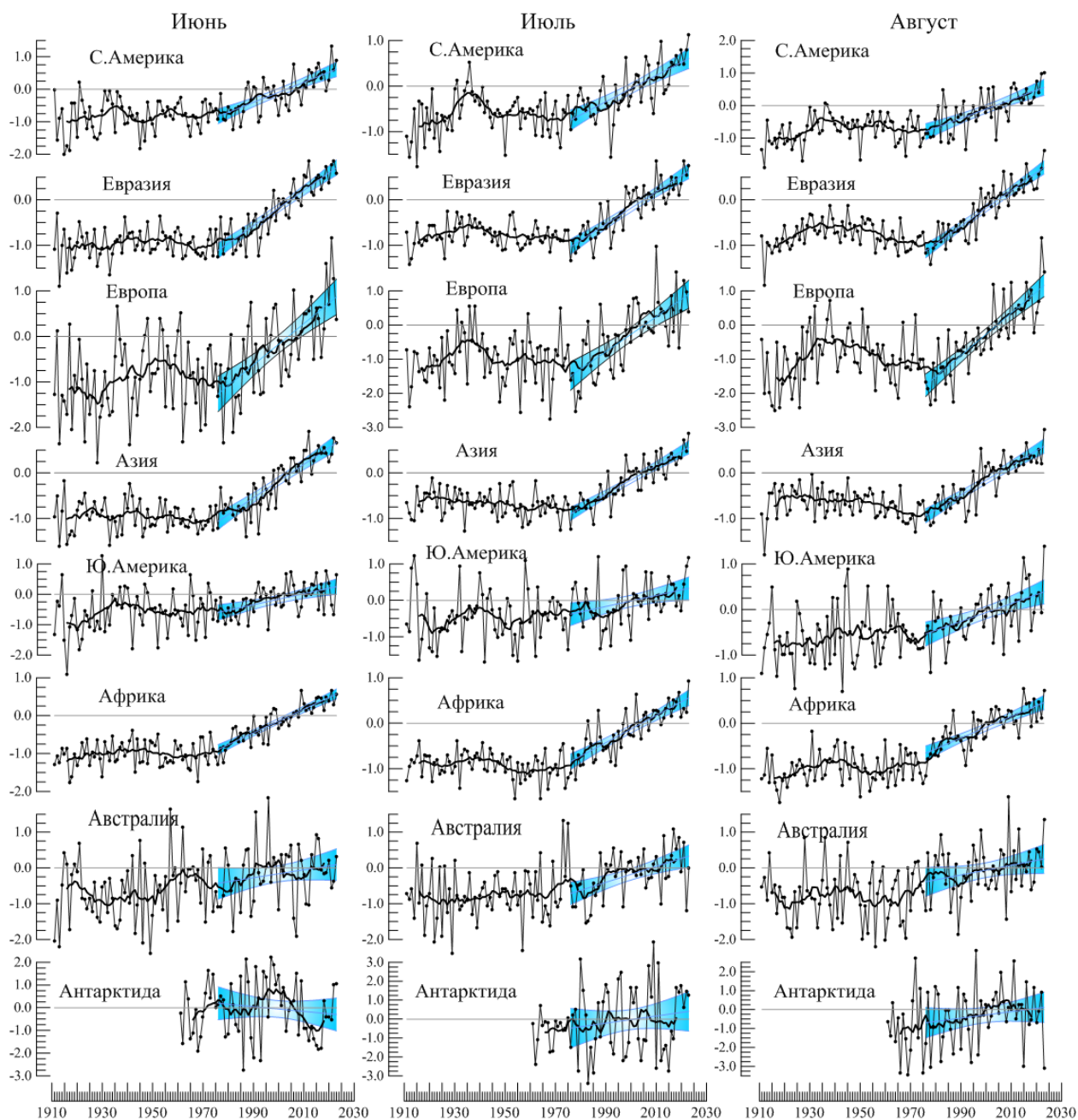


Рисунок 4.2 – См. рис. 4.1, но для аномалий летних месяцев и только для континентов
Расчеты выполнены по методике и данным ИГКЭ с использованием массива T3288.

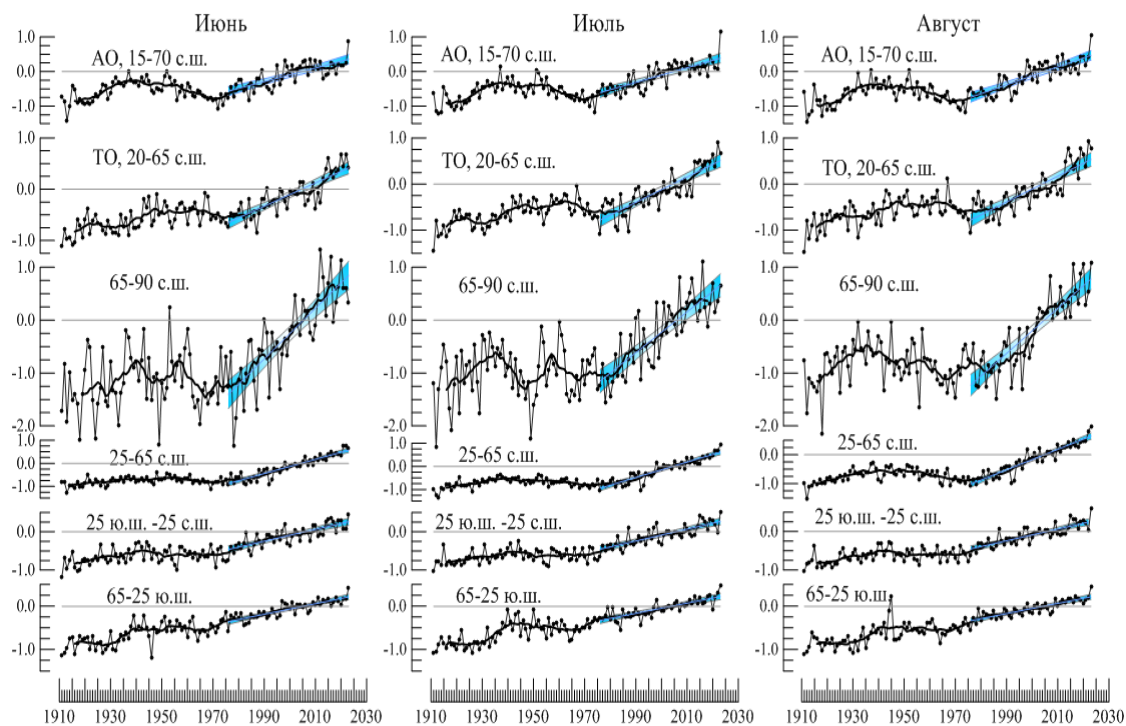


Рисунок 4.3 – См. рис. 4.1, но только для океанов и широтных поясов земного шара.
*Расчеты выполнены по методике ИГКЭ с использованием массива сеточных данных HadCRUT5
(данные Hadley/CRU, суша+море).*

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

В главе представлены географические распределения коэффициентов линейного тренда приповерхностной температуры за 1976-2023 гг. для летнего сезона (рис. 5.1) и для каждого летнего месяца (рис. 5.2). Использованы данные наблюдений на 2559 станциях (массив T3288) и в центрах 1582 боксов (массив HadCRUT5), для которых своевременно поступили данные за 2023_{VI-VIII}. 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 каждой анализируемой выборке (в процентах от NN).

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

Регион		NN	Выборки по знаку коэффициента тренда						
			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		1582	3,7	0,7	95,6	0,3	3,4	77,2	14,3
Северное полушарие		949	0,3	0,1	99,6	-	0,3	89,5	6,7
Южное полушарие		633	8,7	1,6	89,7	0,6	7,9	58,8	25,6
АО, 15-70N		136	-	-	100,0	-	-	91,9	5,9
ТО, 20-65N		152	-	-	100,0	-	-	99,3	0,7
Широтные пояса	90-65N	103	1,0	-	99,0	-	1,0	91,3	7,8
	65-25N	537	0,2	-	99,8	-	0,2	91,6	5,0
	25S-25N	619	3,9	1,0	95,2	0,2	3,6	77,4	13,7
	25-65S	310	9,0	1,6	89,4	-	9,0	49,7	31,9
	65-90S	13	30,8	-	69,2	23,1	7,7	15,4	53,8
T3288 (только суша)									
Земной шар		2559	3,9	0,4	95,7	0,8	3,0	78,9	13,6
Северное полушарие		2164	1,6	0,3	98,1	0,3	1,2	84,4	10,8
Южное полушарие		395	16,5	1,0	82,5	3,5	12,4	49,1	29,4
С. Америка		441	2,3	0,2	97,5	0,9	1,1	71,9	21,8
Евразия		1495	1,4	0,2	98,4	0,1	1,3	87,7	7,8
Ю. Америка		139	15,8	0,7	83,5	2,9	12,9	35,3	43,2
Африка		137	2,2	0,7	97,1	0,7	1,5	83,2	11,7
Австралия		151	23,2	2,0	74,8	4,6	17,2	49,7	20,5
Антарктида		18	22,2	-	77,8	16,7	5,6	33,3	44,4
Европа		549	0,2	-	99,8	-	0,2	96,7	1,5
Азия		955	2,1	0,3	97,6	0,1	1,9	82,6	11,4
Арктика, 65-90N (суша)		154	-	-	100,0	-	-	92,9	4,5

Примечание. Таблица обобщает распределение оценок на рисунке 5; NN – общее количество учтенных станций/боксов в регионе.

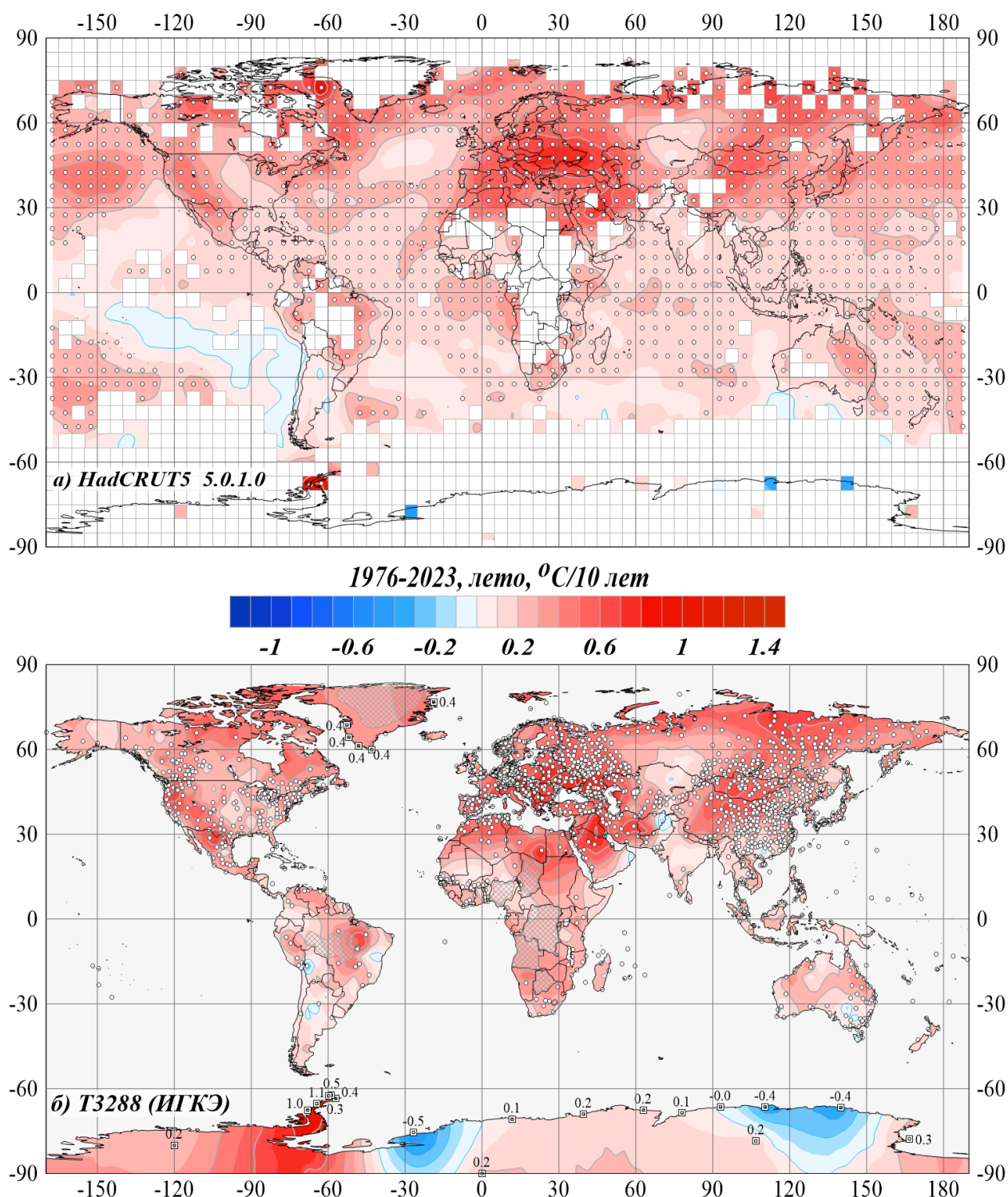


Рисунок 5.1 – Пространственное распределение коэффициентов линейного тренда сезонных аномалий температуры у поверхности Земного шара, 1976-2023 (лето), °C/10 лет

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. Для станций Антарктиды и Гренландии приведены числовые значения коэффициентов тренда. Белыми кружками выделены боксы/станции, для которых тренд статистически значим на 1%-м уровне.

Потепление летних сезонов наблюдается на большей части Земного шара – положительные сезонные тренды составляют 95,7% всех локальных оценок по станционным данным T3288 и 95,6% по сеточным данным HadCRUT5; статистически значимых среди них (на 5%-м уровне) соответственно, 78,9% и 77,2%, при том, что статистически значимые отрицательные коэффициенты составляют всего 3,9 и 3,7% (в

целом по земному шару, в основном, это станции/боксы Антарктиды). Аналогичные оценки для каждого из рассматриваемых регионов представлены в таблице 5.1.

На акваториях Мирового океана также преобладает положительный тренд, который в Северном полушарии статистически значим, преимущественно, на 1%-м уровне (рис. 5.1). Отрицательный тренд на акваториях отмечается в экваториальной зоне и на юге Тихого и Атлантического океанов.

В пространственном распределении месячных оценок, как и сезонных, преобладает тенденция к потеплению (рис. 5.2). Наиболее интенсивно потепление протекает в центральной и юго-восточной Европе и в прилегающих районах Ближнего Востока и Передней Азии (до $+0,7$, $+0,9^{\circ}\text{C}/10$ лет), в Канадском архипелаге (до $+1,1^{\circ}\text{C}/10$ лет) и в Монголии ($+0,6$, $+0,7^{\circ}\text{C}/10$ лет).

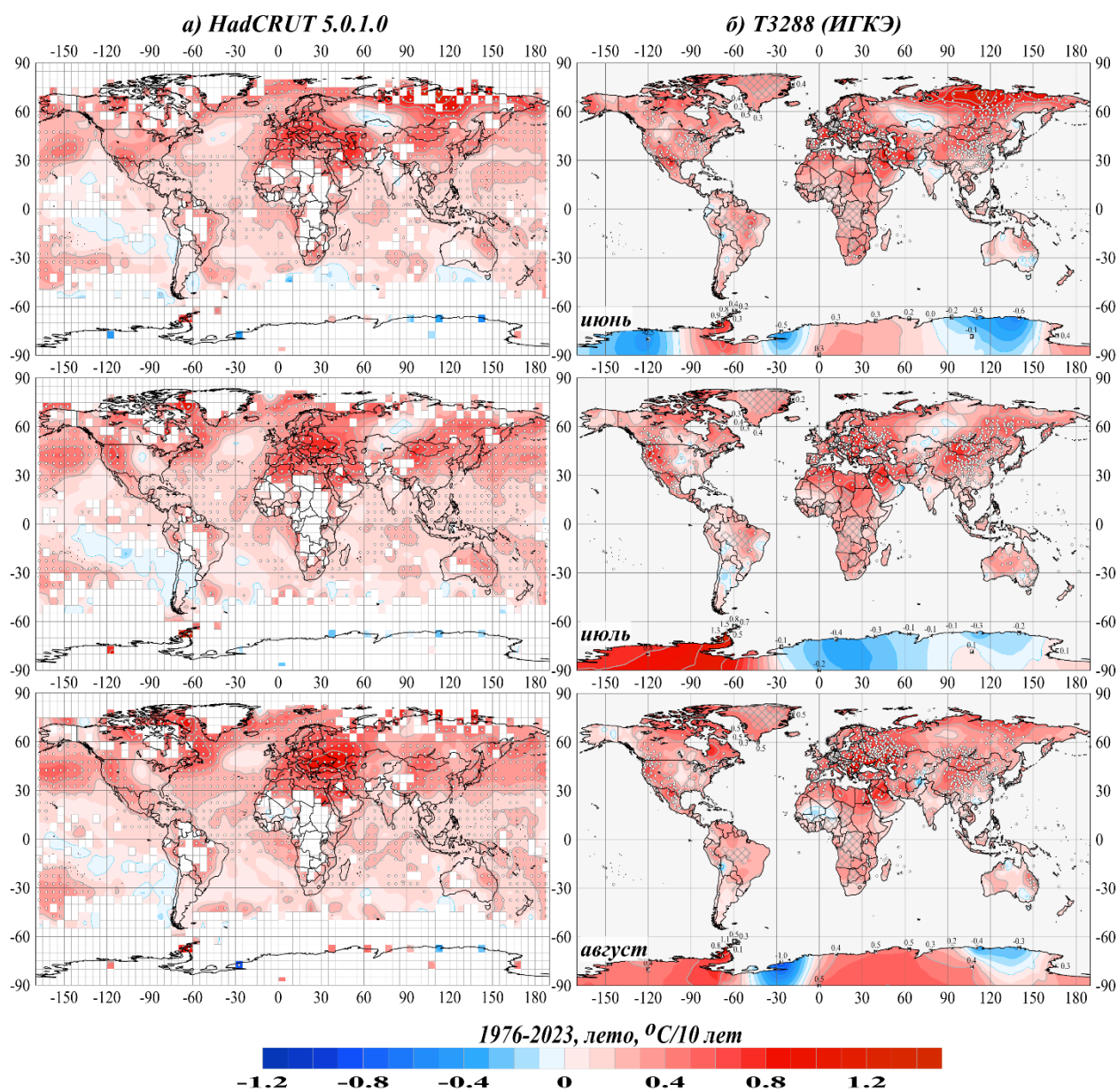


Рисунок 5.2 – См. рис. 5.1, но для коэффициентов тренда среднемесячных аномалий температуры летних месяцев

Следует отметить на всех континентах наличие больших областей статистически незначимого положительного тренда, в целом за сезон и в отдельные месяцы, наиболее

обширные из которых расположены в Евразии (в основном, в Сибири и на Дальнем Востоке), в Северной Америке (большая часть Канады), в Африке, на западе и в центре Австралии. Все они статистически не значимы даже на 10%-уровне. На акваториях океанов в каждом из летних месяцев сохраняются особенности сезонного распределения.

Области отрицательного тренда в месяцы сезона (как и в целом за сезон) просматриваются Антарктиде в экваториальной зоне и на юге Тихого и Атлантического океанов; а также в центре Азии, в Южной Америке (в Боливии и Аргентине), в Австралии (тренды большей частью незначимые).

Таблица 5.2 – Доля статистически значимых на 5%-м уровне оценок ($\alpha \leq 5\%$) линейных трендов в крупных регионах Земного шара в летние месяцы 1976-2023 гг. (в зависимости от региона и знака тренда)

Регион		NN	Июнь		Июль		Август	
			<i>b<0</i>	<i>b>0</i>	<i>b<0</i>	<i>b>0</i>	<i>b<0</i>	<i>b>0</i>
HadCRUT5 (суша+море)								
Земной шар		1582	0,1	64,2	0,1	65,4	0,1	69,7
Северное полушарие		949	-	75,0	-	77,6	-	84,6
Южное полушарие		633	0,3	47,9	0,2	47,1	0,2	47,2
АО, 15-70N		136	-	80,9	-	80,1	-	89,7
ТО, 20-65N		152	-	84,2	-	96,1	-	98,7
Широтные пояса	90-65N	103	-	76,7	-	64,1	-	90,3
	65-25N	537	-	75,8	-	82,3	-	86,2
	25S-25N	619	-	64,1	0,2	65,6	-	69,5
	25-65S	310	0,3	41,9	-	38,1	-	36,8
	65-90S	13	7,7	15,4	-	15,4	7,7	15,4
T3288 (только суша)								
Земной шар		2559	0,5	62,6	0,4	62,6	0,6	67,1
Северное полушарие		2164	0,3	67,6	0,2	66,5	0,5	73,2
Южное полушарие		395	2,0	35,4	1,0	41,5	1,0	33,7
Северная Америка		441	0,7	56,9	0,7	53,5	0,7	56,0
Евразия		1495	0,1	69,2	0,1	69,0	0,3	78,6
Южная Америка		139	1,4	30,9	1,4	18,7	1,4	18,7
Африка		137	-	83,9	-	73,7	2,2	63,5
Австралия		151	4,0	21,9	1,3	45,7	0,7	35,8
Антарктида		18	5,6	11,1	-	27,8	5,6	11,1
Европа		549	-	72,7	-	77,4	-	91,4
Азия		955	0,2	67,3	0,2	64,3	0,5	71,4
Арктика, 65-90N (суша)		154	-	80,5	-	50,6	-	71,4

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

6. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

- Летний сезон 2023 года для Земного шара стал самым теплым летним сезоном в истории наблюдений во всех рассматриваемых рядах наблюдений: для трех глобальных территорий (Земной шар, Северное и Южное полушария) и четырех массивов данных (станционные: T3288, ИГКЭ и сеточные: HadCRUT, CRUTEM, HadSST Hadley/CRU).
- Положительные сезонные аномалии составили более 80% всех локальных данных земного шара (на станциях и/или в центрах боксов), в числе которых более 35% превысили уровень 95-го перцентиля. Пространственно-осредненные значения достигли рекордных значений почти на всех континентах: Северная Америка (+1,00°C), Евразия (+0,81°C), Южная Америка (+0,94°C), Африка (+0,82°C), Азия (+0,82°C), а также в Северной Атлантике (+1,03°C) и в широтных поясах: 65-25N (+0,86°C), 25S-25N (+0,53°C), 25-65S (+0,46°C).
- Соответственно, на отрицательные аномалии приходится менее 15% всех локальных данных (менее 5% - значения, близкие к климатической норме 1991-2020 гг.), которые наблюдались в Южной полярной зоне, включая Антарктиду, в тропических широтах северного полушария, а также в Гренландии, в Тихом океане и у берегов Индонезии и Австралии в Индийском океане.
- Все три месяца летнего сезона были рекордно теплыми, 5%-е экстремумы тепла во все месяцы наблюдались на 24-30% станций земного шара, в числе которых выделяются в июле - станции Африки и Антарктиды (48,9 и 16,7%, соответственно), в августе – станции Австралии и Арктики (40,6 и 52,6%).
- На большей части Земного шара продолжается потепление летних сезонов: около 95,7% станций (95,6% боксов) показывают положительные тренды. Регионы наиболее интенсивного потепления – Европа (+0,531 °C/10 лет, максимум в августе +0,622) и Арктический широтный пояс, 65-90N (+0,435°C/10 лет, максимум в июне +0,479).
- Отрицательные тренды обнаружены на остальных менее 4% станций/боксов, но из них статистически значимы хотя бы на 5%-м уровне всего 0,8/0,3% (это Антарктида и акватории экваториальной зоны и на юге Тихого и Атлантического океанов).
- В поле локальных коэффициентов тренда обнаруживаются также значительные области статистически незначимого положительного тренда на всех континентах, в целом за сезон и в отдельные месяцы; наиболее обширные из них расположены в Евразии (в основном, в Сибири и на Дальнем Востоке), в Северной Америке (большая часть Канады), в Африке и Австралии.
- По-прежнему, средняя скорость потепления летних сезонов (и современного: 1976-2023, и за последние 100 лет) над сушей выше, чем над океанами ($k_1 > 1$) и в Северном полушарии больше, чем в Южном ($k_2 > 1$), причем различие между полушариями для современного потепления, в сравнении со столетним, заметно усилилось: $k_2 = 1,8/1,3$ на суше и $k_2 = 2,2/1,2$ на акваториях океанов. При этом, за 2017-2023 гг. различия в скорости современного потепления (с 1976 г.) между полушариями (k_2), как и между сушей и океанами (k_1), существенно не изменились.