

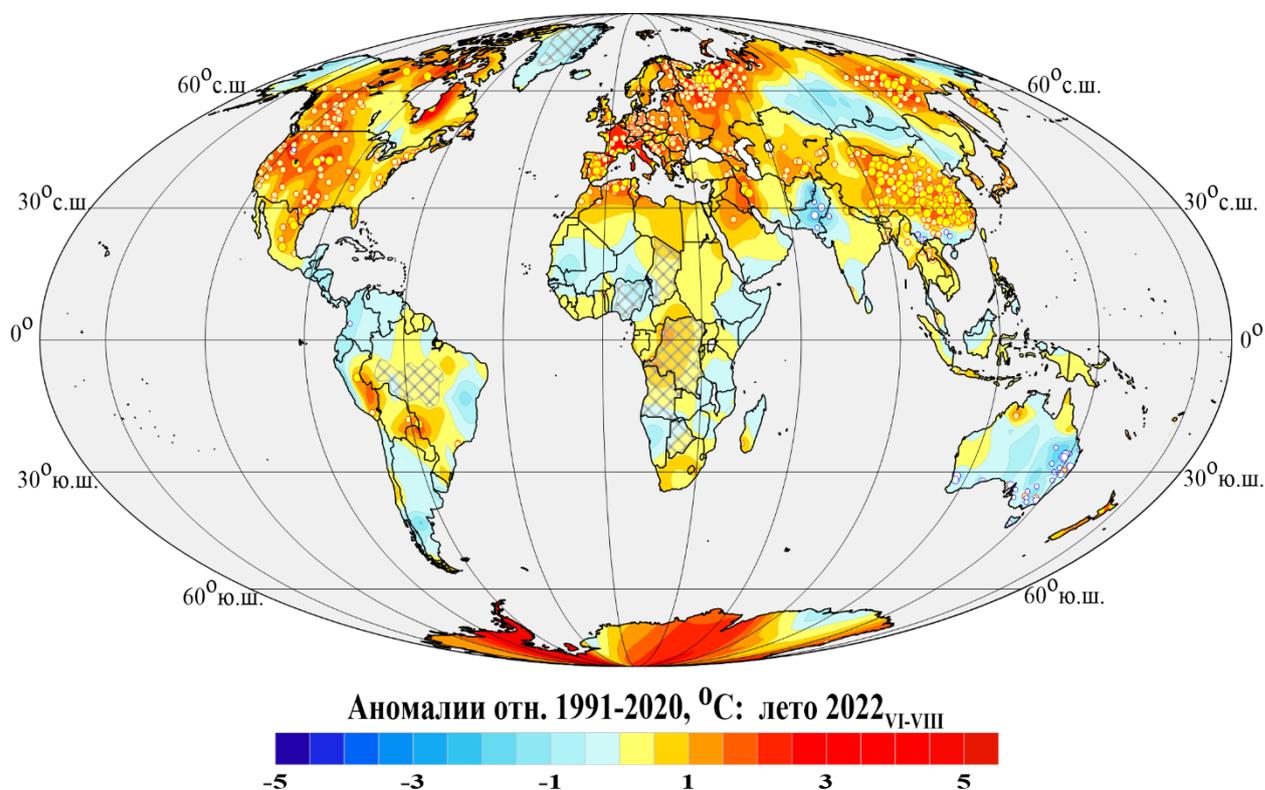
Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу
окружающей среды

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

Бюллетень мониторинга изменений климата Земного шара

Приземная температура

ЛЕТО 2022_{VI-VIII}



Москва 2022

ОГЛАВЛЕНИЕ^{1,2}

1. ВВЕДЕНИЕ	3
2. ТЕМПЕРАТУРНЫЙ РЕЖИМ У ПОВЕРХНОСТИ ЗЕМНОГО ШАРА ЛЕТОМ 2022 г. ЭКСТРЕМАЛЬНЫЕ АНОМАЛИИ	6
3. КРУПНОМАСШТАБНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ИЗМЕНЕНИЯ ПРИЗЕМНОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ ЗЕМНОГО ШАРА, 1850-2022 гг. (летний сезон)	11
4. ВРЕМЕННЫЕ РЯДЫ РЕГИОНАЛЬНО ОСРЕДНЕННЫХ АНОМАЛИЙ ПРИЗЕМНОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ, 1911-2022 гг. (летний сезон)	16
5. ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ СОВРЕМЕННЫХ ИЗМЕНЕНИЙ КЛИМАТА, 1976-2022 гг. (летний сезон)	20
6. ЗАКЛЮЧЕНИЕ	24

¹ Бюллетень подготовлен в Отделе мониторинга и вероятностного прогноза климата 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 ОМВПК ФГБУ «ИГКЭ», размещаются на сайте <http://climatechange.igce.ru/>.

В выпуске принимали участие сотрудники Отдела мониторинга и вероятностного прогноза климата ФГБУ «ИГКЭ»: М.Ю. Бардин (руководитель), Э.Я. Ранькова, О.Ф. Самохина, У.И. Антипина, В.Д. Смирнов, Т.В. Платова

² На обложке приведено поле средних сезонных аномалий температуры приземного воздуха над сушей Земного шара: лето 2022 г. (данные Т3288, ИГКЭ)

1. ВВЕДЕНИЕ

В настоящем бюллетене представлены данные о климатических аномалиях температурного режима летнего сезона 2022 года у поверхности земного шара и обновленные (с учетом этих данных) оценки тенденций в его изменении в течение 1976–2022 гг. Оценки приведены для сезона в целом (лето – в Северном полушарии, зима – в Южном) 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 Великобритании⁴).

Из данных Великобритании, кроме сеточных данных, в бюллетене используются глобальные временные ряды HadCRUT5, CRUTEM5, HadSST4, которые, как и сеточные данные, ежемесячно скачиваются с сайта производителя и анализируются как дополнительная информация из альтернативного источника. Все данные Великобритании 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 (см. файл «О бюллетене GCCM (read me)»).

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

³ Решение Центральной методической комиссии по гидрометеорологическим и геологофизическим прогнозам от 20 декабря 2016 г. <http://method.meteorf.ru>

⁴ Массивы CRUTEM5 (температура воздуха над сушей), HadSST4 (температура воды на поверхности океанов и морей) и HadCRUT5 (объединенные данные над континентами и океанами) созданы и поддерживаются совместно двумя коллективами Великобритании – Хэдли-центром (Met Office Hadley Centre) и Университетом Восточной Англии (CRU UEA). Данные ежемесячно обновляются и публикуются производителем на web-сайтах <http://www.MetOffice.gov.uk> и <http://www.cru.uea.ac.uk> в форме глобальных сеточных полей (в центрах 5-градусных боксов) и 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 14.10.2022.

и анализа. Сравнимые 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 1976-2022 гг. (период современного глобального потепления) и 1923-2022 гг. (последнее столетие) для Земного шара (ЗШ), Северного (СП) и Южного (ЮП) полушарий.

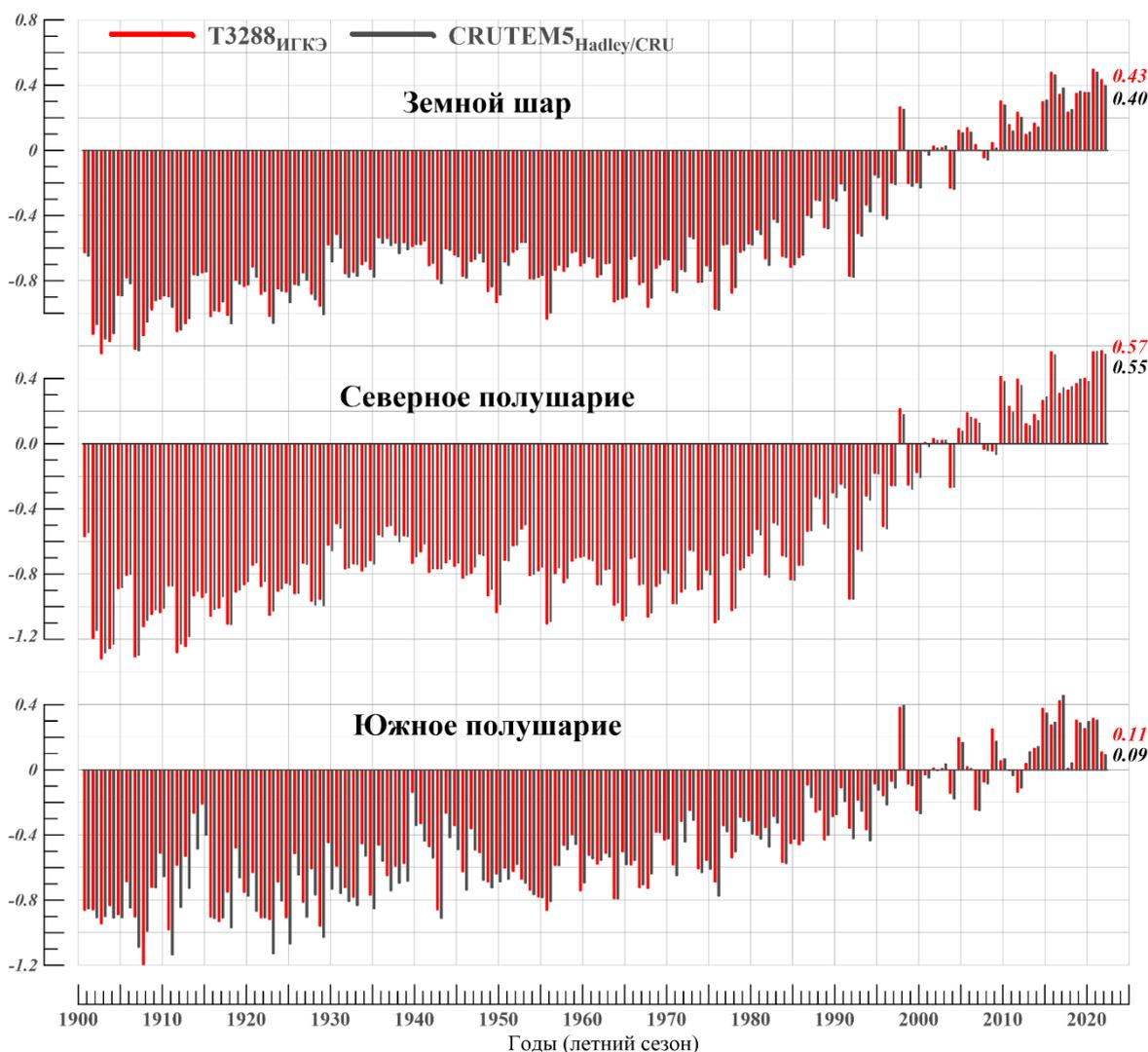


Рисунок 1.1 – Временные ряды пространственно-осредненных сезонных аномалий температуры приземного воздуха над сушей ЗШ, СП и ЮП ($^{\circ}\text{C}$, 1901-2022 гг.)

Использованы глобальные временные ряды, рассчитанные по данным массива T3288 (ИГКЭ, Росгидромет) и оригинальные ряды CRUTEM5 (Hadley/CRU). Справа приведены числовые значения сравниваемых рядов в последней точке (лето 2022 г.).

В соответствии с этими оценками (табл. 1.1), среднее значение различий рядов за 1976-2022 гг. не превышает 0.018°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°C для Северного полушария (в 2017 г.) и 0.119°C для Южного (в 1982 г.).

Следует, однако, отметить, что в первой половине столетия различия между этими источниками были более существенными (в Южном полушарии до 0.286°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)	1976-2022			1923-2022		
	ЗШ	СП	ЮП	ЗШ	СП	ЮП
Корреляция рядов	0.999	0.999	0.990	0.998	0.999	0.984
Среднее различие, °С	0.011	0.010	0.018	0.010	0.002	0.045
СКО (сигма) различий, °С	0.019	0.018	0.040	0.027	0.021	0.066
Среднее абсолютное различие, °С	0.019	0.018	0.036	0.023	0.018	0.060
Макс. абсолютное различие, °С	0.042	0.037	0.119	0.103	0.047	0.286
Разность коэфф. тренда, °С/10лет	0.001	0.000	-0.012	-0.001	0.002	-0.014
СКО T3288/ CRUTEM4, °С	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 2022 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, 2016-2022 гг.)

Год (летний сезон)	T3288, °С			CRUTEM5, °С		
	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
2022-2016	-0.045	+0.006	-0.165	-0.064	+0.003	-0.201

Примечание. Жирным шрифтом выделены температурные рекорды по состоянию на 2017 г. и 2022 г.

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 в 2018-м - ее постепенным повышением вплоть до следующего рекордного максимума в 2021-2022 гг. В Южном полушарии подобный скачок температуры наблюдался в 2017 г.; его откат на 0.42°С в 2018г. не только не компенсировался последующим потеплением (как это было в Северном полушарии), но и усилился понижением температуры на 0.2°С в 2022 г. В результате, сезонная температура летом 2022 г. оказалась в Южном полушарии лишь на 0.1°С выше нормы 1991-2020 гг., тогда как в Северном - экстремально высокой (выше этой нормы на 0.55-0.57°С).

2. ТЕМПЕРАТУРНЫЙ РЕЖИМ У ПОВЕРХНОСТИ ЗЕМНОГО ШАРА ЛЕТОМ 2022 г. ЭКСТРЕМАЛЬНЫЕ АНОМАЛИИ

Для Земного шара в целом летний сезон 2022 года стал третьим самым теплым летним сезоном в истории наблюдений, в среднем за сезон и по территории, с учетом континентов и океанов (данные HadCRUT5, «суша+море»). По этим данным, в Северном полушарии текущий сезон занял четвертое место среди самых теплых летних сезонов, в Южном – также третье.

Полные данные о самых теплых летних сезонах в глобальных регионах (Земной шар и полушария, суша-море-суша+море), приведены в таблице 2.1. Здесь отметим лишь, что экстремально теплые условия сложились в этом сезоне только на суше Северного полушария, причем этот факт подтвержден обоими источниками: сезонный рекорд по данным T3288 и второй самый теплый сезон после 2021 г. по данным CRUTEM. Дополнительно отметим, что во всех трех глобальных рядах этих двух альтернативных источников четыре из пяти старших максимумов совпадают.

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	0.316	2019	0.449	2016	0.222	2018
2	0.309	2016	0.440	2019	0.204	2009
3	0.303	2022	0.435	2020	0.196	2022
4	0.289	2020	0.411	2022	0.192	2019
5	0.243	2021	0.401	2021	0.169	2016
T3288 (ИГКЭ, суша)						
1	0.497	2021	0.570	2022	0.424	2017
2	0.478	2016	0.564	2021	0.382	1998
3	0.433	2022	0.564	2016	0.377	2015
4	0.356	2020	0.412	2010	0.315	2021
5	0.349	2019	0.400	2020	0.305	2019
					0.110 (11)	2022
CRUTEM5 (Hadley/CRU, суша)						
1	0.480	2021	0.568	2021	0.457	2017
2	0.462	2016	0.550	2022	0.394	1998
3	0.398	2022	0.547	2016	0.348	2015
4	0.382	2017	0.399	2019	0.305	2021
5	0.362	2019	0.384	2020	0.297	2020
					0.092 (12)	2022
HadSST4 (Hadley/CRU, море)						
1	0.284	2019	0.474	2020	0.175	2016
2	0.276	2020	0.431	2019	0.169	2015
3	0.268	2016	0.376	2016	0.165	1998
4	0.249	2015	0.348	2022	0.159	2021
5	0.239	2022	0.339	2015	0.151	2019
					0.133 (7)	2022

Примечание: Значения сезонной аномалии 2022 г., не попавшие в число первых пяти экстремумов, приведены в шестой строке соответствующего варианта данных. В скобках указан ранг текущего сезона (года) в соответствующем временном ряду

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 шкале), в таблице 2.3 – региональные частотные распределения точечных значений по знаку аномалий и их интенсивности, в таблице 2.4 – доля 5%-х экстремумов холода/тепла на территории регионов.

Таблица 2.2 – Значения аномалий приземной температуры в крупных регионах Земного шара летом 2022 г., в среднем за сезон и в каждом из месяцев:
 νT °C – отклонение от нормы 1991-2020; F% - вероятности непревышения, 1911-2022

Регион	Лето		Июнь		Июль		Август		
	νT	F%	νT	F%	νT	F%	νT	F%	
HadCRUT5 (суша+море)									
Земной шар	0.30	98.2	0.34	100	0.26	96.4	0.31	98.2	
Северное полушарие	0.41	97.3	0.43	96.4	0.35	96.4	0.45	98.2	
Южное полушарие	0.20	98.2	0.26	100	0.17	96.4	0.16	95.5	
Атлантика (15-70N)	0.25	93.6	0.25	93.6	0.09	85.5	0.43	98.2	
Тихий океан (20-65N)	0.84	100	0.69	99.1	0.89	100	0.93	100	
Широтные пояса	90-65N	0.55	95.5	0.60	94.5	0.36	95.5	0.55	94.5
	65-25N	0.75	100	0.75	100	0.69	100	0.83	100
	25S-25N	0.01	86.4	0.06	90.9	-0.02	85.5	0.02	87.3
	25-65S	0.24	100	0.18	98.2	0.31	100	0.21	98.2
	65-90S	1.54	96.1	1.94	100	1.16	83.1	1.33	87
T3288 (суша)									
Земной шар	0.43	98.2	0.39	95.5	0.44	98.2	0.46	99.1	
Северное полушарие	0.57	100	0.59	99.1	0.53	99.1	0.58	99.1	
Южное полушарие	0.11	91	-0.10	80.2	0.22	95.5	0.16	92.8	
Северная Америка	0.78	100	0.60	97.3	0.79	99.1	0.97	100	
Евразия	0.70	100	0.86	99.1	0.54	98.2	0.70	99.1	
Южная Америка	0.06	83.6	-0.67	32.7	0.93	96.4	-0.07	74.5	
Африка	0.24	92.7	0.29	93.6	0.24	89.1	0.11	88.2	
Австралия	-0.46	55.5	-0.38	49.1	-1.20	15.5	0.02	73.6	
Антарктида	1.12	89.6	1.03	79.2	1.44	84.4	0.91	85.7	
Европа	1.59	100	1.26	99.1	0.96	98.2	2.54	100	
Азия	0.48	98.2	0.76	99.1	0.47	99.1	0.20	90	
CRUTEM5 (суша)									
Земной шар	0.40	98.2	0.38	95.5	0.39	96.4	0.42	99.1	
Северное полушарие	0.55	99.1	0.60	99.1	0.49	98.2	0.56	99.1	
Южное полушарие	0.09	90.1	-0.08	84.7	0.20	93.7	0.15	93.7	

Условные обозначения.

1. νT , °C – наблюдаемая аномалия в 2022 году (базовый период 1991-2020 гг.);
2. F% – значение эмпирической функции распределения $F = \text{prob}(X \leq \nu T_{2022})$ по данным за 1911-2021 гг. (вероятность непревышения)
3. Красным шрифтом выделены абсолютные максимумы (наибольшие из всех значений ряда, за 1911-2022 гг.), синим - отрицательные аномалии.

В целом (рис. 2.1, табл. 2.3), преобладают положительные сезонные аномалии (температура выше климатической нормы 1991-2020 гг.), которые этим летом составили 63% данных глобальной сети 5-градусных боксов (HadCRUT5, суша+море) и 71.7% данных наземных станций (Т3288, только суша). Из регионов выделяются: северные части Тихого и Атлантического океанов, умеренные широты Южного (55.8% боксов, в т.ч. акватории всех океанов) и Северного (82.6% боксов, в т.ч. 40.7% выше 95-го перцентиля) полушарий, Северная Америка (83.7% станций, 27.3%), Европа (97.3%, 52.7%), Азия (68.8%, 27.0%); Антарктида (83.3%, 33.3%).

Таблица 2.3 – Частотное распределение локальных сезонных аномалий в крупных регионах Земного шара, в зависимости от знака аномалий и их интенсивности (лето 2022 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	1682	31.5	5.6	63.0	0.6	25.3	-	6.9	
Северное полушарие	964	24.5	5.5	70.0	0.4	30.5	-	8.7	
Южное полушарие	718	40.8	5.7	53.5	0.8	18.2	-	4.5	
Атлантика, 15-70N	135	29.6	7.4	63.0	-	22.2	-	8.9	
Тихий океан, 20-65N	151	6.0	3.3	90.7	1	56.3	1	16.6	
Широтные пояса	90-65N	108	24.1	3.7	72.2	-	25.9	-	4
	65-25N	536	15.1	2.2	82.6	0	40.7	-	13.4
	25S-25N	639	43.7	7.5	48.8	1.1	18.8	-	3.6
	25-65S	385	36.4	7.8	55.8	0.5	14.8	-	4.4
	65-90S	14	21.4	-	78.6	-	14	-	-
Т3288 (только суша)									
Земной шар	2604	24.6	3.6	71.7	1.7	29.1	0.6	7.6	
Северное полушарие	2179	19.1	3.2	77.7	0.8	33.2	0.1	8.7	
Южное полушарие	426	52.8	6.1	41.1	6.1	8.2	2.8	1.9	
Северная Америка	447	11.4	4.9	83.7	0.4	27.3	-	5.1	
Евразия	1506	18.7	2.4	79.0	0.9	36.5	0.1	10.7	
Южная Америка	150	54.0	4.7	41.3	0.7	3.3	-	1.3	
Африка	142	35.2	6.3	58.5	-	19.0	-	2.8	
Австралия	156	67.3	8.3	24.4	16.7	4.5	7.7	-	
Антарктида	18	16.7	-	83.3	-	33.3	-	-	
Европа	548	2.2	0.5	97.3	-	52.7	-	10.9	
Азия	967	27.8	3.4	68.8	1.3	27.0	0.2	10.4	
Арктика, 65-90N, суша	159	15.1	1.3	83.6	-	41.5	-	10.7	

Условные обозначения:

1. $V < 0$, $V = 0$, $V > 0$ – категории сезонных аномалий;
2. P_{05} , P_{95} – 5-я и 95-я процентиля
3. \min , \max – наименьшее и наибольшее значения, 1911-2022

В поле сезонных аномалий значительна и доля наблюдаемых отрицательных аномалий (31.5% данных глобальной сети 5-градусных боксов), из которых большая часть приходится на южные океаны (рис. 2.1а, табл. 2.2). В Австралии и Южной Америке отрицательные аномалии отмечены на более половины станций (67.3%, 54.0%), причем в Австралии 16.7% из них – 5%-е экстремумы холода (ниже 5-го перцентиля). Есть они и на других континентах: в Африке (35.4%), Азии (27.8%), Северной Америке (11.4%).

Наиболее теплым месяцем в целом по Земному шару был июнь (аномалия $+0.34^{\circ}\text{C}$, максимальная величина в ряду), когда особенно теплые условия сложились в Южном полушарии (аномалия $+0.26^{\circ}\text{C}$, ранг 1), в умеренных и полярных широтах.

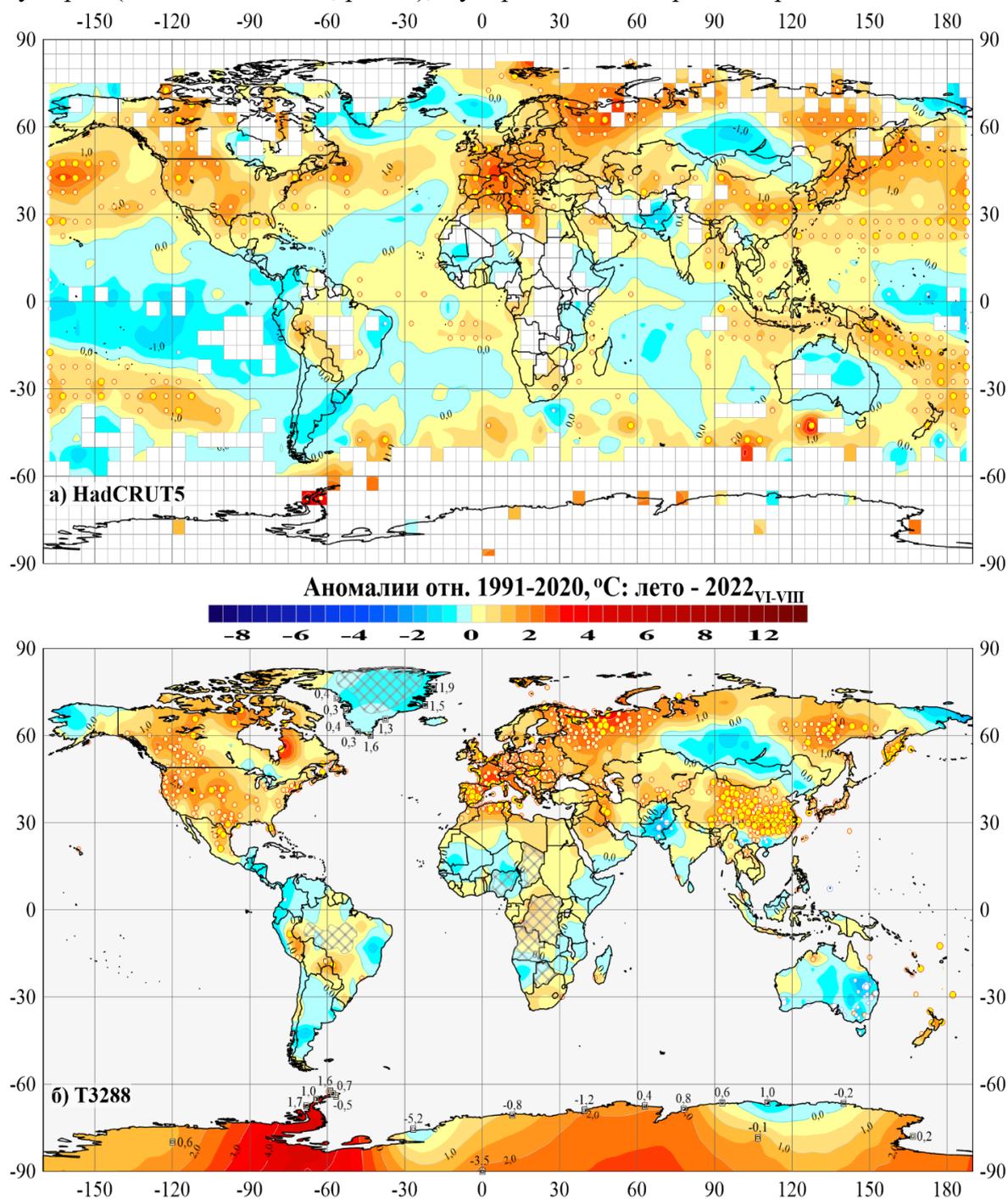


Рисунок 2.1 – Пространственное распределение сезонных аномалий приземной температуры ($^{\circ}\text{C}$) на территории Земного шара летом 2022 г.: а) по сеточным данным HadCRUT5 (Hadley/CRU UK); б) по станционным данным T3288 (ИГКЭ).

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.

Распределение месячных аномалий температуры во многом повторяет сезонные особенности. Так, экстремально теплые условия сохранялись в течение всех месяцев сезона на северных акваториях Тихого и Атлантического океанов и в Южном полушарии (в умеренных широтах и Антарктиде), а также обновлены месячные рекорды в июле-августе, в среднем по Тихоокеанскому региону. В Северной Америке в августе рекордно высокая аномалия $+0.97^{\circ}\text{C}$, и доля 5%-экстремумов тепла около 21% в июле и 30% в августе.

В Евразии конфигурация очагов тепла и холода менялась в течение сезона. Наиболее сильные из них сформировались в августе: очаги тепла в Европе (аномалия $+2.54^{\circ}\text{C}$, ранг 1, 66.4% значений – 5%-е экстремумы тепла) и в Западной Сибири, холода – в Азии, с единичными 5%-ми экстремумами (охватил большую часть Азии, кроме Китая и северо-востока России).

Отрицательные аномалии температуры наблюдались в течение всех месяцев сезона. Наиболее значительные: в июне - в южной Америке, Западной и Восточной Африке, в июле - в Австралии.

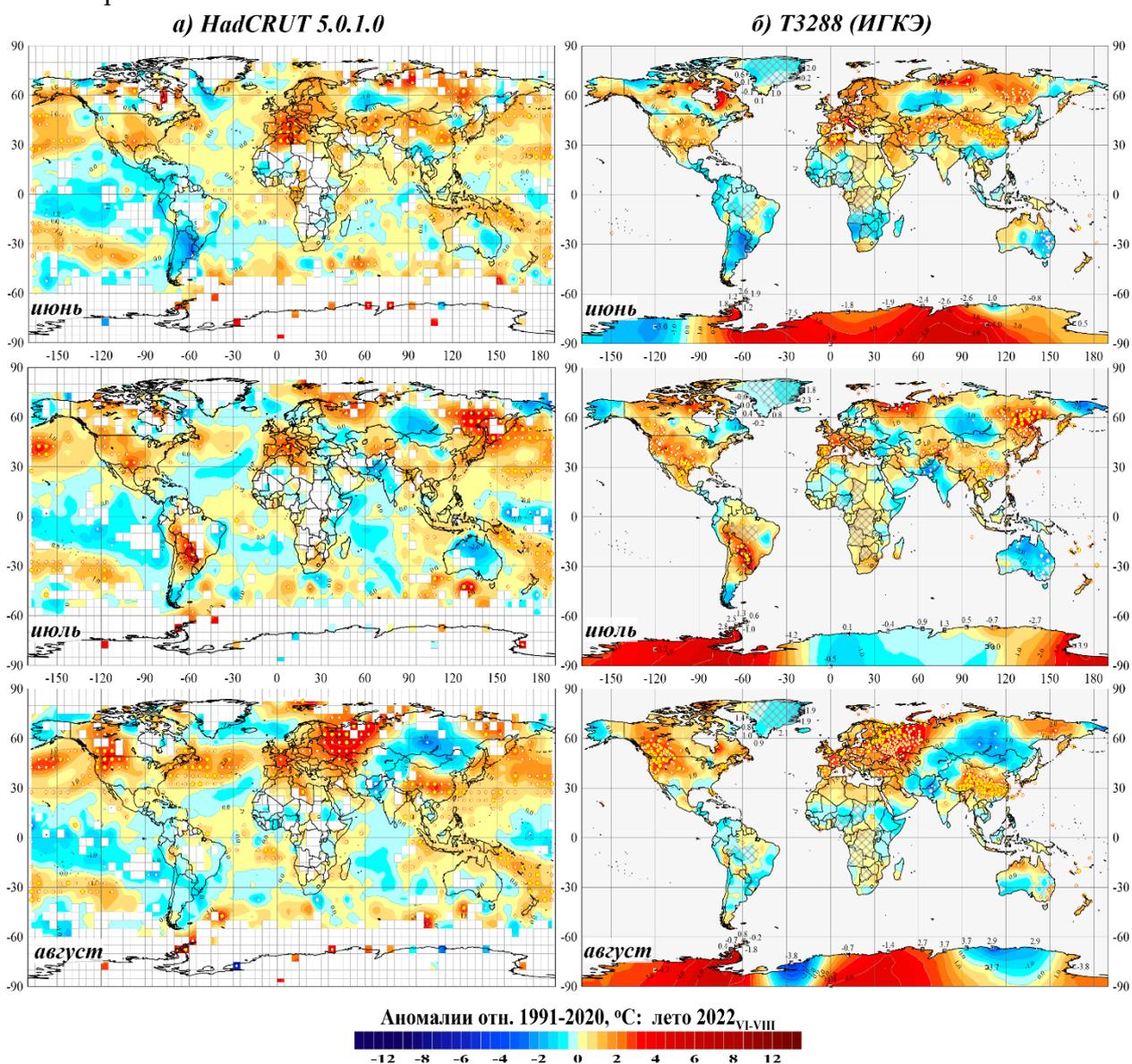


Рисунок 2.2 – См. рис. 2.1, но для средних месячных аномалий

3. КРУПНОМАСШТАБНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ИЗМЕНЕНИЯ ПРИЗЕМНОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ ЗЕМНОГО ШАРА, 1850-2022 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).

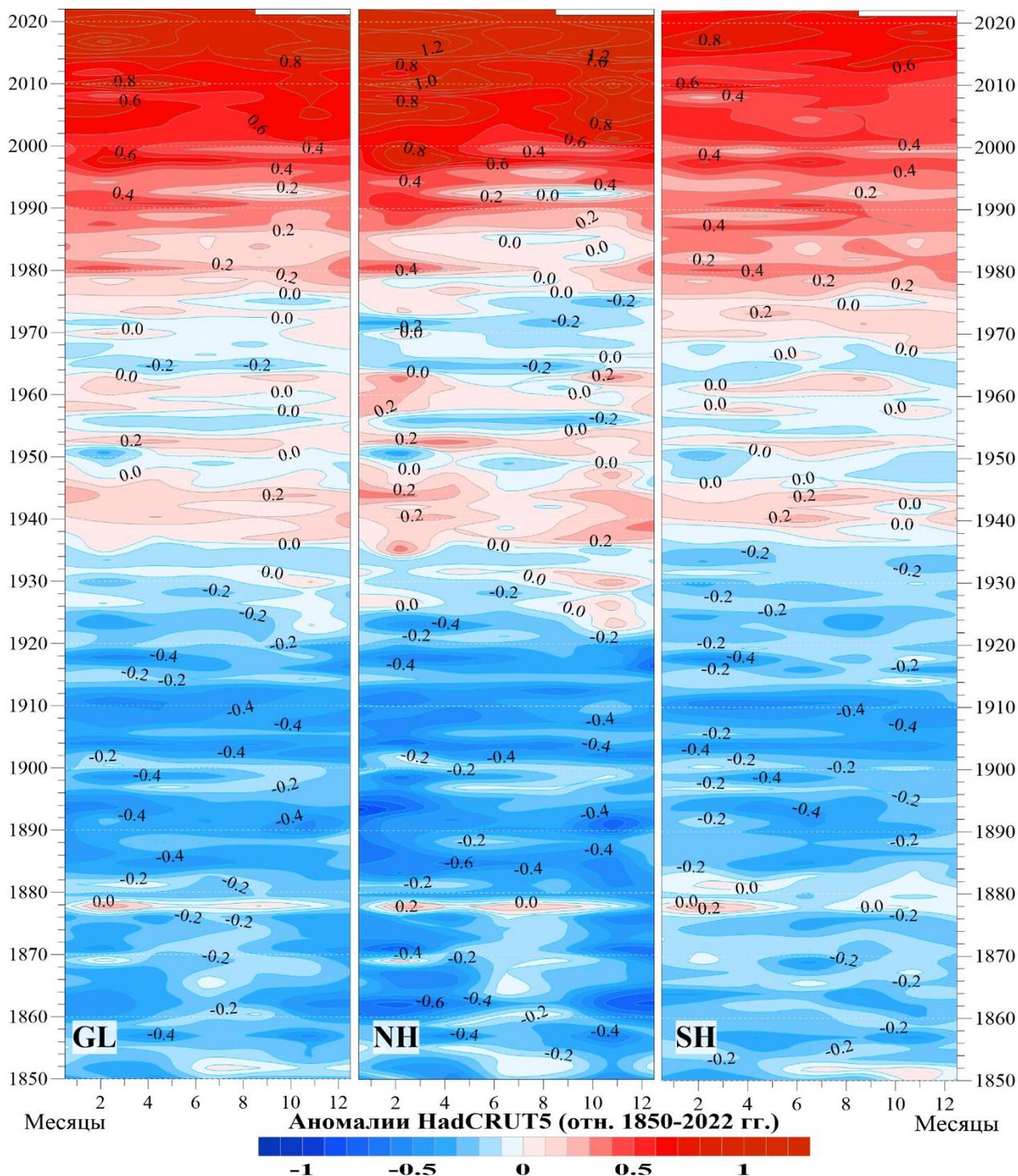


Рисунок 3.1 – Изменение аномалий средней месячной приповерхностной температуры, осредненной по территории Земного шара (GL), Северного (NH) и Южного (SH) полушарий в течение периода с января 1850 по август 2022 гг. (по данным HadCRUT5, Hadley/CRU, UK). Аномалии выражены как отклонения от средней за 1850-2022 гг.

На рисунке 3.1 хорошо прослеживаются и похолодание в конце 19-го - начале 20-го столетия, и арктическое потепление 1940-х, и современное глобальное потепление, начавшееся в Южном полушарии в середине 1980-х и к 1990-м гг. ставшее глобальным. В 21-м столетии потепление заметно усилилось. Наиболее ярко оно проявляется в Северном полушарии после 2010 г. В последние годы аномалии температуры летнего сезона колеблются относительно средней всего периода наблюдений 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 2016 г.

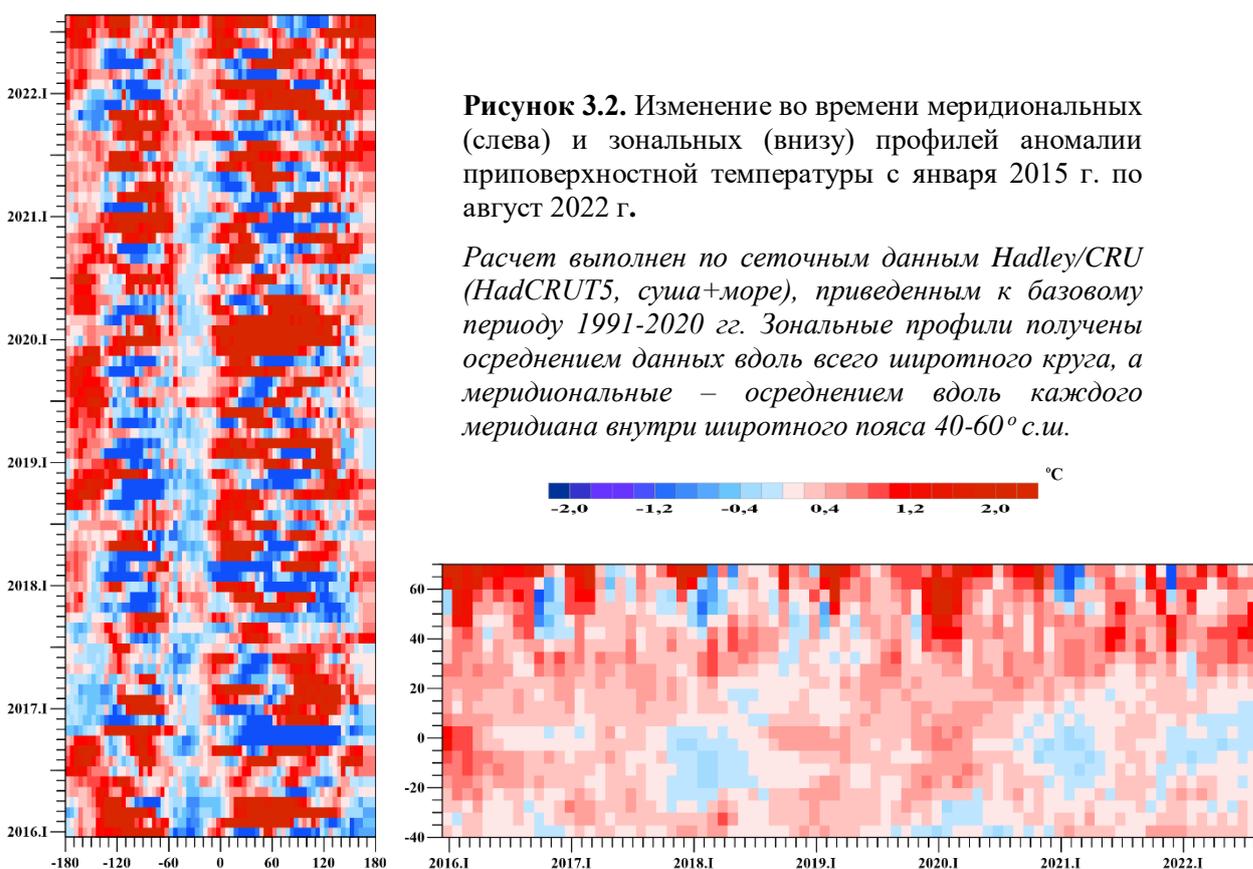


Рисунок 3.2. Изменение во времени меридиональных (слева) и зональных (внизу) профилей аномалии приповерхностной температуры с января 2015 г. по август 2022 г.

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

Представленный период отличается холодными аномалиями в Атлантике вплоть до июля 2021 и теплыми – в Тихом океане (за исключением 2016_{VI} - 2017_{VIII} и 2021_{IX} – 2021_{XII}, когда в восточном секторе Тихого океана преобладали отрицательные аномалии). В текущем сезоне, в умеренных широтах Северного полушария (рис. 3.2а), положительные аномалии просматриваются в обоих океанических секторах в течение всего сезона. На континентах преобладают положительные аномалии, крупные отрицательные аномалии просматриваются лишь в Евразии, в секторах 70-100W (июль) и 60-130W (август).

Зональные профили (рис. 3.2б) четко указывают на повышение температуры зимой 2015/16 гг. (в северных широтах и в тропиках - след мощного Эль-Ниньо); заметное понижение температуры в первой половине 2018 г. (не получивший развития Ла-Нинья); потепление в умеренных широтах с середины 2019 г. по настоящее время (исключая зиму

2020/21) и некоторое понижение температуры в тропическом поясе, начиная с конца 2020 г. до настоящего времени (исключая лето 2021 г.)

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).

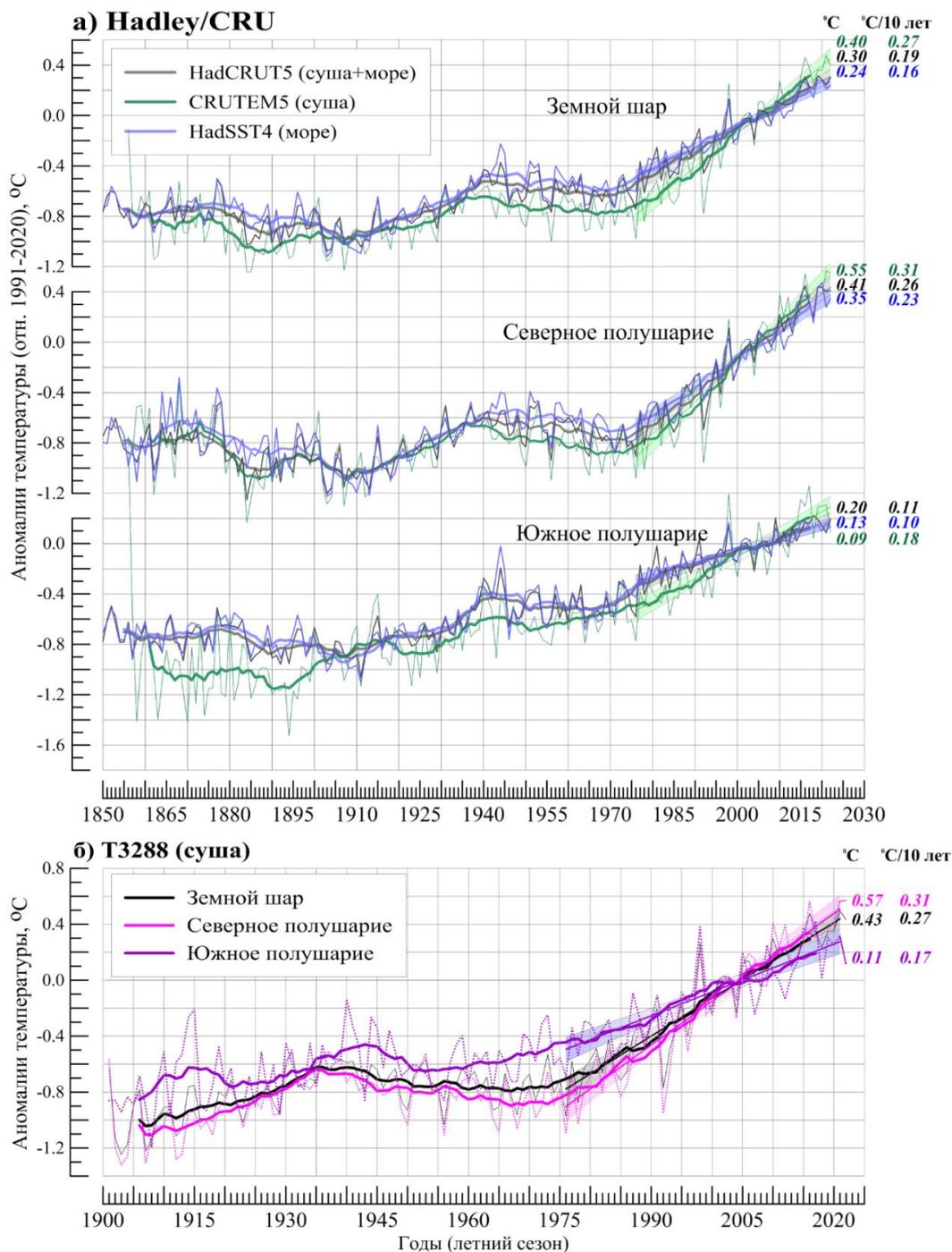


Рисунок 3.3 – Временные ряды сезонных аномалий приземной температуры (лето), осредненных по территории Земного шара, Северного и Южного полушарий: а) по данным Hadley/CRU, 1850-2022: HadCRUT5, CRUTEM5, HadSST4; б) по данным ИГКЭ, 1901-2022: T3288.

Для всех рядов показан ход 11-летних скользящих средних и линейный тренд за 1976-2022 гг. с 95% доверительным интервалом. Справа приведены числовые значения сезонных аномалий в 2022 г. (°C) и значения коэффициентов линейного тренда за 1976-2022 гг. (°C/10лет, лето).

Коэффициенты линейного тренда (°C/10 лет) приведены в таблице 3.1 для всех 12 глобальных рядов (четыре набора данных*три территории) за 1976-2022 гг. (период современного глобального потепления) и 1923-2022 гг. (последнее 100-летие). Отметим дополнительно, что оценки тренда за 1976-2022 гг. для суши (по данным T3288), в сравнении с аналогичными оценками за 1976-2021 гг.⁵, изменились весьма незначительно (от -0.005 °C/10 лет для ЮП_сезон до +0.006 °C/10 лет СП_июнь).

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 (°C/10 лет) глобальных временных рядов приземной температуры за 1976-2022 гг. и 1923-2022 гг. (в среднем за летний сезон и для каждого месяца)

Регион	1976-2022				1923-2022			
	Лето	июнь	июль	август	Лето	июнь	июль	август
HadCRUT5 (суша+море)								
Земной шар	0.186	0.180	0.180	0.198	0.098	0.099	0.098	0.097
Северное полушарие	0.263	0.257	0.257	0.274	0.107	0.113	0.106	0.102
Южное полушарие	0.109	0.104	0.103	0.121	0.089	0.084	0.091	0.091
T3288-ИГКЭ (суша)								
Земной шар	0.270	0.276	0.264	0.267	0.114	0.128	0.108	0.106
Северное полушарие	0.315	0.324	0.307	0.312	0.121	0.141	0.113	0.109
Южное полушарие	0.166	0.165	0.167	0.161	0.094	0.092	0.094	0.096
CRUTEM5 (суша)								
Земной шар	0.269	0.274	0.265	0.268	0.115	0.125	0.112	0.109
Северное полушарие	0.314	0.323	0.305	0.314	0.119	0.137	0.113	0.108
Южное полушарие	0.178	0.176	0.183	0.175	0.108	0.102	0.110	0.111
HadSST4 (море)								
Земной шар	0.161	0.149	0.162	0.174	0.090	0.088	0.092	0.090
Северное полушарие	0.227	0.205	0.230	0.247	0.100	0.096	0.102	0.100
Южное полушарие	0.099	0.096	0.097	0.104	0.084	0.083	0.085	0.084

Таблица 3.2 – Сравнение средней скорости глобального потепления (у поверхности) в разных «факторных» подгруппах, в среднем за летний сезон 2022 года

k_1	Показатель	1976-2022			1923-2022		
		ЗШ	СП	ЮП	ЗШ	СП	ЮП
k_1	$b_{T3288}/b_{HadSST4}$	1.68	1.39	1.68	1.27	1.21	1.12
	$b_{CRUTEM5}/b_{HadSST4}$	1.67	1.38	1.80	1.28	1.19	1.29
k_2	$b_{СП}/b_{ЮП}$	1976-2022			1923-2022		
		T3288	CRUTEM	HadSST	T3288	CRUTEM	HadSST
k_3	$b_{1976-2022}/b_{1923-2022}$	СП			ЮП		
		T3288	CRUTEM	HadSST	T3288	CRUTEM	HadSST
		2.60	2.64	2.27	1.77	1.65	1.18

⁵ Аналогичные оценки за 1976-2021 гг. доступны на сайте ИГКЭ в сезонном обзоре «Бюллетень мониторинга изменений климата Земного шара. Приземная температура. Лето 2021» http://climatechange.igce.ru/index.php?option=com_docman&task=cat_view&gid=31&Itemid=76&lang=ru

Для определенности отметим, что показатели k_1 - k_3 сравнивают интенсивность (среднюю скорость) потепления в следующих «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 ($k_1=1.38$ - 1.80), в Северном полушарии активнее, чем в Южном ($k_2=1.90$ - 2.29) и в последние 47 лет ускорилось в сравнении с минувшим столетием в целом ($k_3=1.18$ – 2.64).
- Средний коэффициент ускорения современного потепления относительно 100-летнего выше над сушей, чем над океанами: 2.64 против 2.27 (в Северном полушарии), 1.77 против 1.18 (в Южном), и притом коэффициент ускорения в Южном полушарии существенно ниже, чем в Северном.

4. ВРЕМЕННЫЕ РЯДЫ РЕГИОНАЛЬНО ОСРЕДНЕННЫХ АНОМАЛИЙ ПРИЗЕМНОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ, 1911-2022 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 1976-2022 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 ($^{\circ}\text{C}/10$ лет) регионально осредненных аномалий приземной температуры за 1976-2022 гг. (в среднем за сезон и по месяцам)

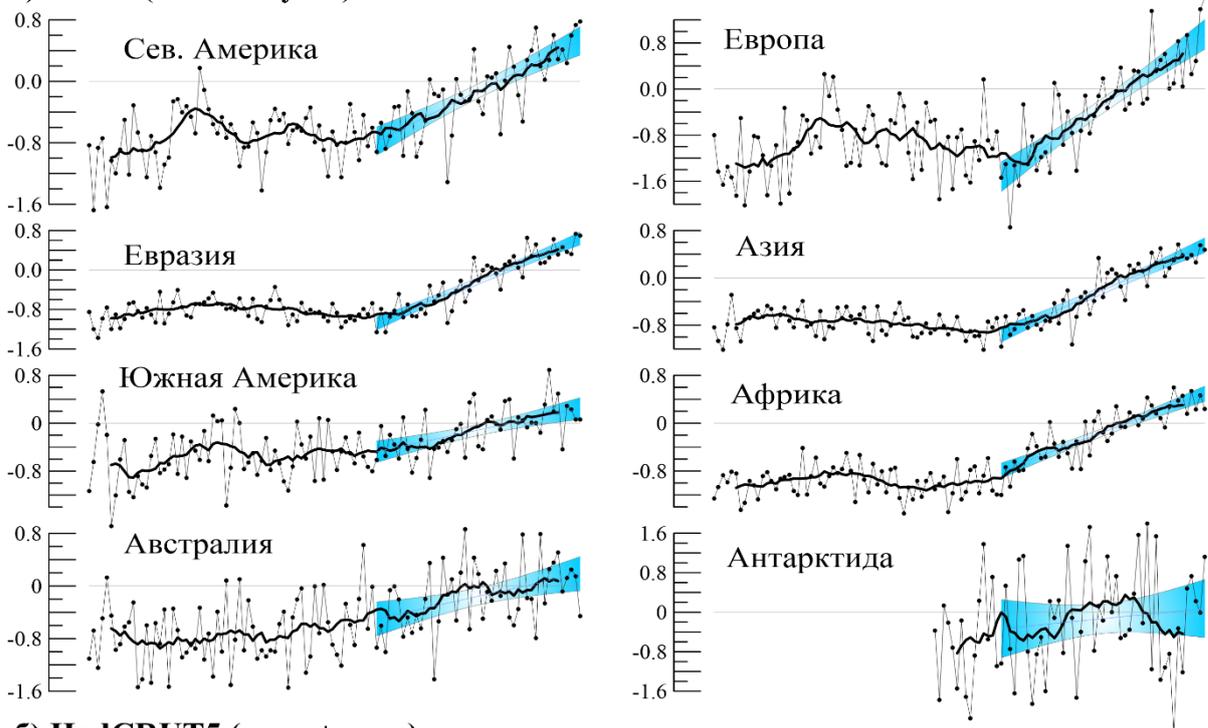
Регион		Лето		Июнь		Июль		Август	
		<i>b</i>	<i>α</i> %						
HadCRUT5 (суша+море)									
Атлантика (15-70N)		0.205	0.0	0.181	0.0	0.191	0.0	0.242	0.0
Тихий океан (20-65N)		0.256	0.0	0.227	0.0	0.271	0.0	0.272	0.0
Широтные пояса	90-65N	0.436	0.0	0.493	0.0	0.385	0.0	0.419	0.0
	65-25N	0.325	0.0	0.306	0.0	0.323	0.0	0.345	0.0
	25S-25N	0.149	0.0	0.148	0.0	0.147	0.0	0.151	0.0
	25-65S	0.114	0.0	0.116	0.0	0.110	0.0	0.111	0.0
	65-90S	0.177	11.4	0.026	95.6	0.153	40.2	0.354	3.7
T3288 (только суша)									
Северная Америка		0.284	0.0	0.300	0.0	0.274	0.0	0.278	0.0
Евразия		0.375	0.0	0.392	0.0	0.351	0.0	0.381	0.0
Южная Америка		0.157	0.0	0.170	0.1	0.129	3.6	0.169	0.1
Африка		0.279	0.0	0.312	0.0	0.288	0.0	0.229	0.0
Австралия		0.150	0.4	0.105	23.3	0.232	0.0	0.105	17.7
Антарктида		0.089	44.6	-0.142	31.9	0.165	43.1	0.261	8.2
Европа		0.537	0.0	0.467	0.0	0.525	0.0	0.612	0.0
Азия		0.328	0.0	0.367	0.0	0.303	0.0	0.315	0.0

Примечание. Синим шрифтом выделены ячейки с отрицательным трендом (тенденция к похолоданию). Оценки с уровнем значимости $\alpha \geq 5\%$ выделены заливкой серого цвета (на 5%-м уровне статистически не значимы); с уровнем значимости $1 \leq \alpha < 5\%$ 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 (+0.537 $^{\circ}\text{C}/10$ лет, максимум в августе +0.612) и Арктический широтный пояс (+0.436 $^{\circ}\text{C}/10$ лет, максимум в июне +0.493). Наименее выражено потепление на континентах Южного полушария: в Антарктиде, Австралии и Южной Америке, а также в южных умеренных широтах (65-25S).

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)

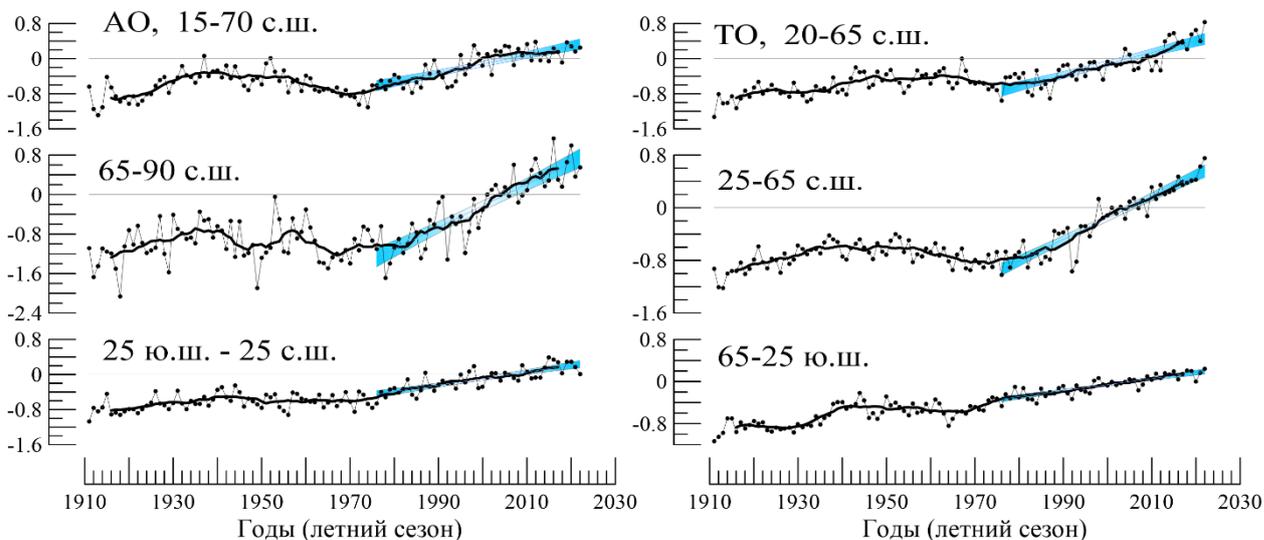


Рисунок 4.1 – Временные ряды пространственно осредненных аномалий приземной температуры летнего сезона для континентов (а), северных частей Атлантического и Тихого океанов (б, сверху) и основных широтных поясов земного шара (б, внизу).

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 1976–2022 гг. с 95%-м доверительным интервалом (голубая заливка).

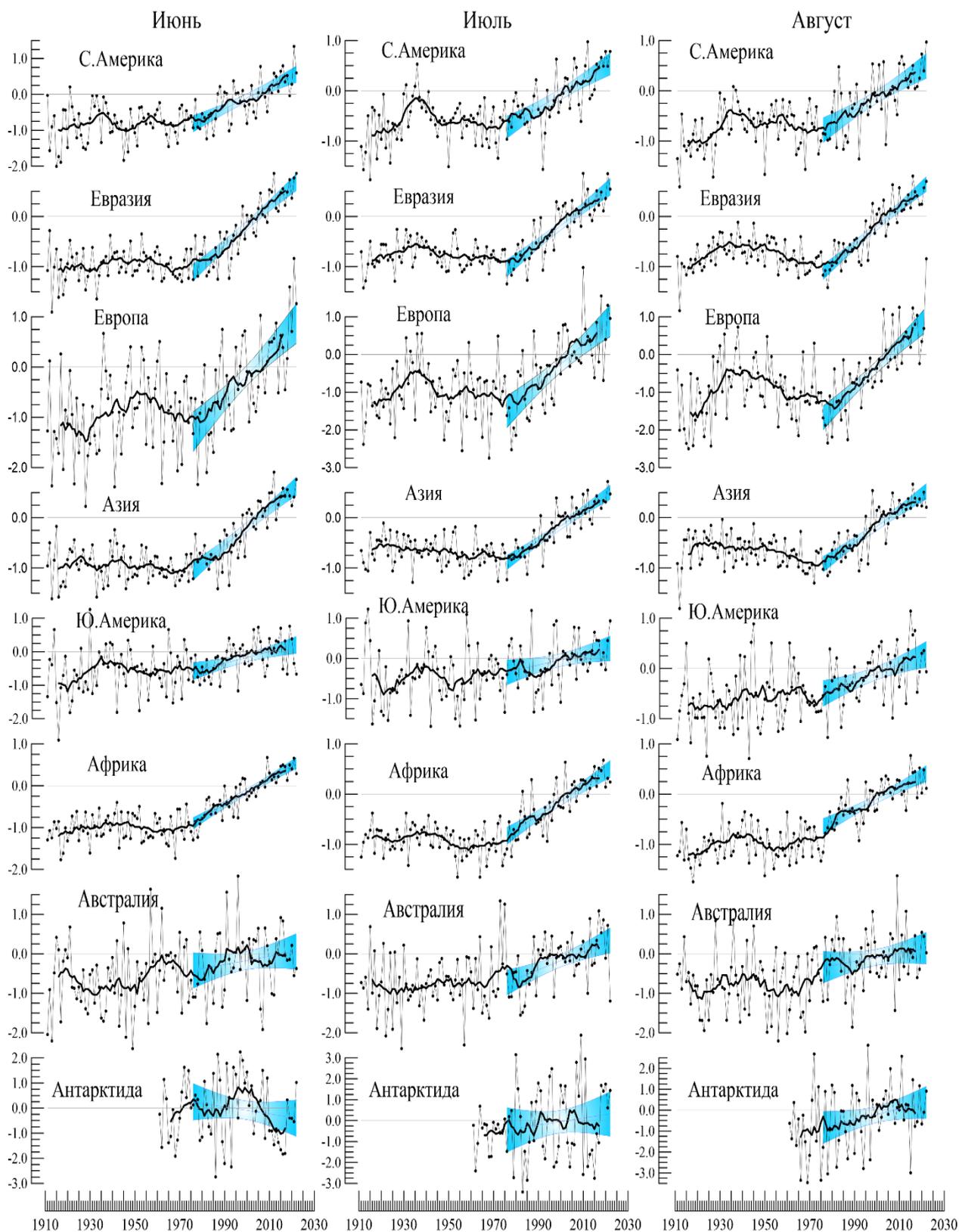


Рисунок 4.2 – См. рис. 4.1. но для аномалий летних месяцев и только для континентов
Расчеты выполнены по методике и данным ИГКЭ с использованием массива T3288.

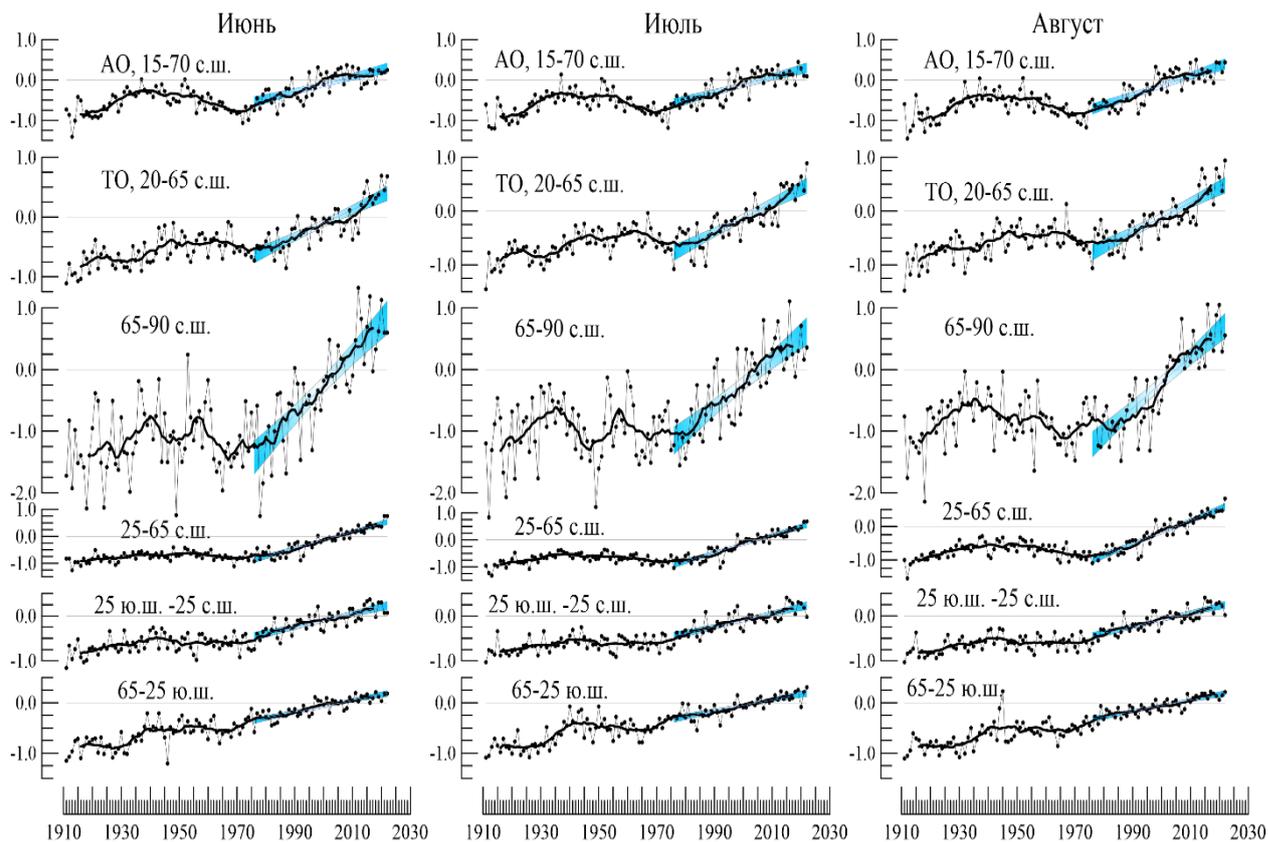


Рисунок 4.3 – См. рис. 4.1, но только для океанов и широтных поясов земного шара.
Расчеты выполнены по методике ИГКЭ с использованием массива сеточных данных HadCRUT5 (данные Hadley/CRU, суша+море).

5. ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ СОВРЕМЕННЫХ ИЗМЕНЕНИЙ КЛИМАТА, 1976-2022 гг. (летний сезон)

В главе представлены географические распределения коэффициентов линейного тренда приповерхностной температуры за 1976-2022 гг. для летнего сезона (рис. 5.1) и для каждого летнего месяца (рис. 5.2). Используются данные наблюдений на 2646 станциях (массив T3288) и в центрах 1663 боксов (массив HadCRUT5), для которых своевременно поступили данные за 2022_{VI}-2022_{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) в регионе и их доля в каждой анализируемой выборке (в процентах от NN).

Таблица 5.1 – Частотное распределение локальных оценок тренда в крупных регионах земного шара, в зависимости от знака коэффициента тренда и его статистической значимости (1976-2022, 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		1611	5.6	0.6	93.9	0.5	4.8	74.3	14.5
Северное полушарие		956	0.6	-	99.4	-	0.6	86.7	8.3
Южное полушарие		655	12.8	1.4	85.8	1.2	11.0	56.2	23.5
АО, 15-70N		135	1.5	-	98.5	-	1.5	87.4	7.4
ТО, 20-65N		150	-	-	100.0	-	-	99.3	0.7
Широтные пояса	90-65N	103	1.0	-	99.0	-	1.0	91.3	6.8
	65-25N	535	0.6	-	99.4	-	0.6	89.3	6.0
	25S-25N	636	5.8	0.5	93.7	0.3	5.0	75.0	13.7
	25-65S	323	14.2	1.9	83.9	1.2	13.0	45.2	30.3
	65-90S	14	21.4	-	78.6	14.3	-	14.3	64.3
T3288 (только суша)									
Земной шар		2585	4.9	0.6	94.5	0.8	3.8	76.2	14.2
Северное полушарие		2170	2.1	0.3	97.6	0.3	1.8	82.0	11.7
Южное полушарие		416	19.5	2.2	78.4	3.1	14.2	46.4	27.2
С. Америка		444	3.4	0.2	96.4	0.9	2.5	70.7	20.3
Евразия		1504	1.6	0.3	98.1	0.1	1.5	85.3	9.2
Ю. Америка		148	25.7	4.1	70.3	4.7	19.6	29.1	35.1
Африка		137	2.9	-	97.1	0.7	2.2	82.5	13.1
Австралия		152	24.3	2.0	73.7	2.6	17.8	44.7	23.7
Антарктида		18	16.7	-	83.3	16.7	-	27.8	50.0
Европа		547	0.2	-	99.8	-	0.2	94.5	2.9
Азия		966	2.4	0.5	97.1	0.1	2.2	80.2	12.6
Арктика, 65-90N		159	1.9	-	98.1	-	1.9	86.8	5.7

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

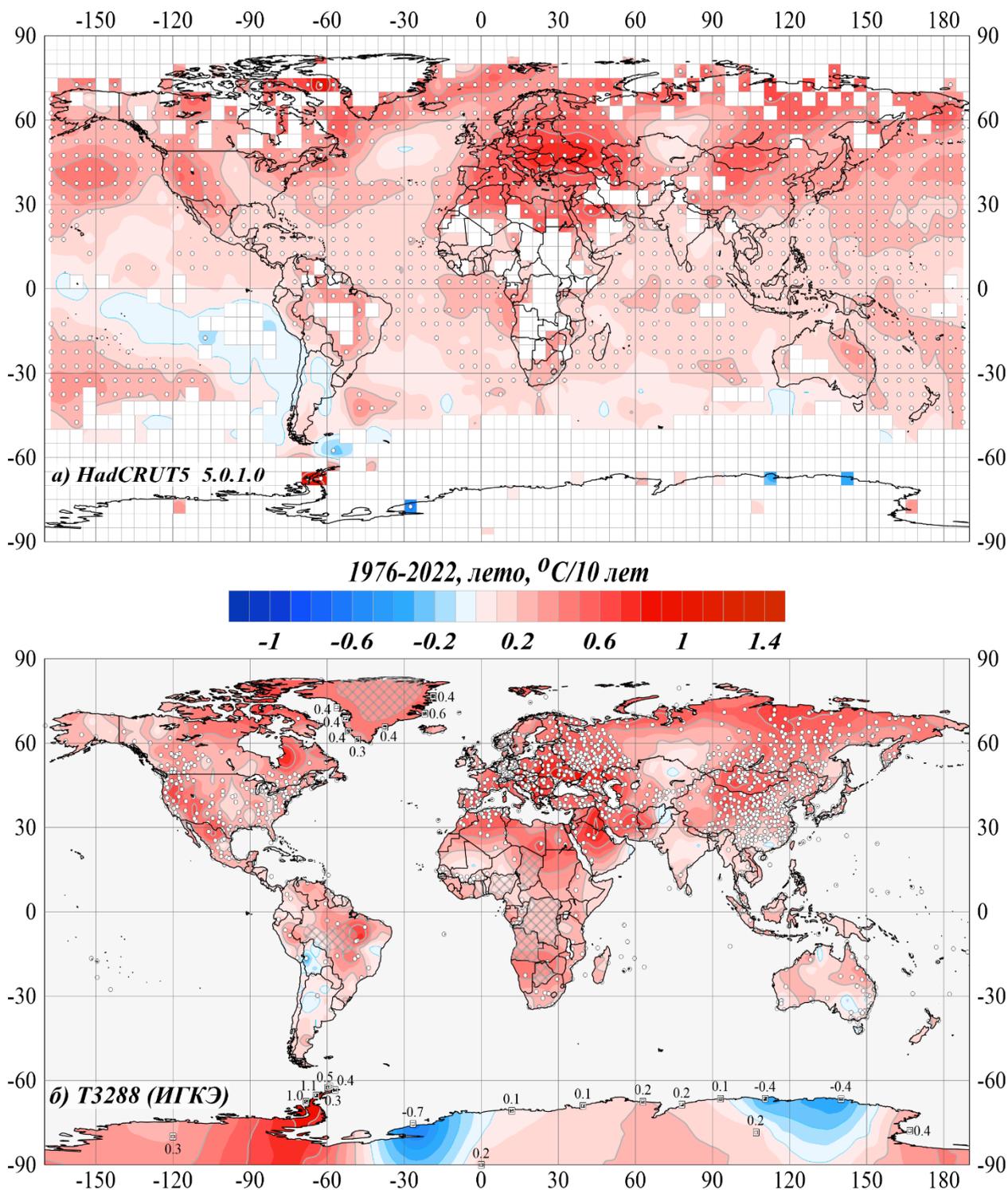


Рисунок 5.1 – Пространственное распределение коэффициентов линейного тренда сезонных аномалий температуры у поверхности Земного шара, 1976-2022 (лето), °C/10 лет
 Использованы данные: а) HadCRUT5 – сеточные данные Hadley/CRU, UK (суша+море); б) T3288 – станционные данные ИГКЭ (только суша). Пустыми боксами (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 94.5% всех локальных оценок по станционным данным T3288 и 93.9% по данным HadCRUT5; статистически значимых среди них (на 5%-м уровне) 76% и 74%, соответственно, при том, что статистически

значимые отрицательные коэффициенты составляют всего 0.8 и 0.5% от всех оценок того же источника (в целом по земному шару,). Аналогичные оценки представлены в таблице 5.1 для каждого из рассматриваемых регионов.

На акваториях Мирового океана также преобладает положительный тренд, который в Северном полушарии статистически значим, преимущественно, на 1%-м уровне (рис. 5.1). Отрицательный тренд отмечается на акваториях 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°C/10 лет), в Канадском архипелаге (до +1.1°C/10 лет) и в Монголии (+0.6, +0.7°C/10 лет).

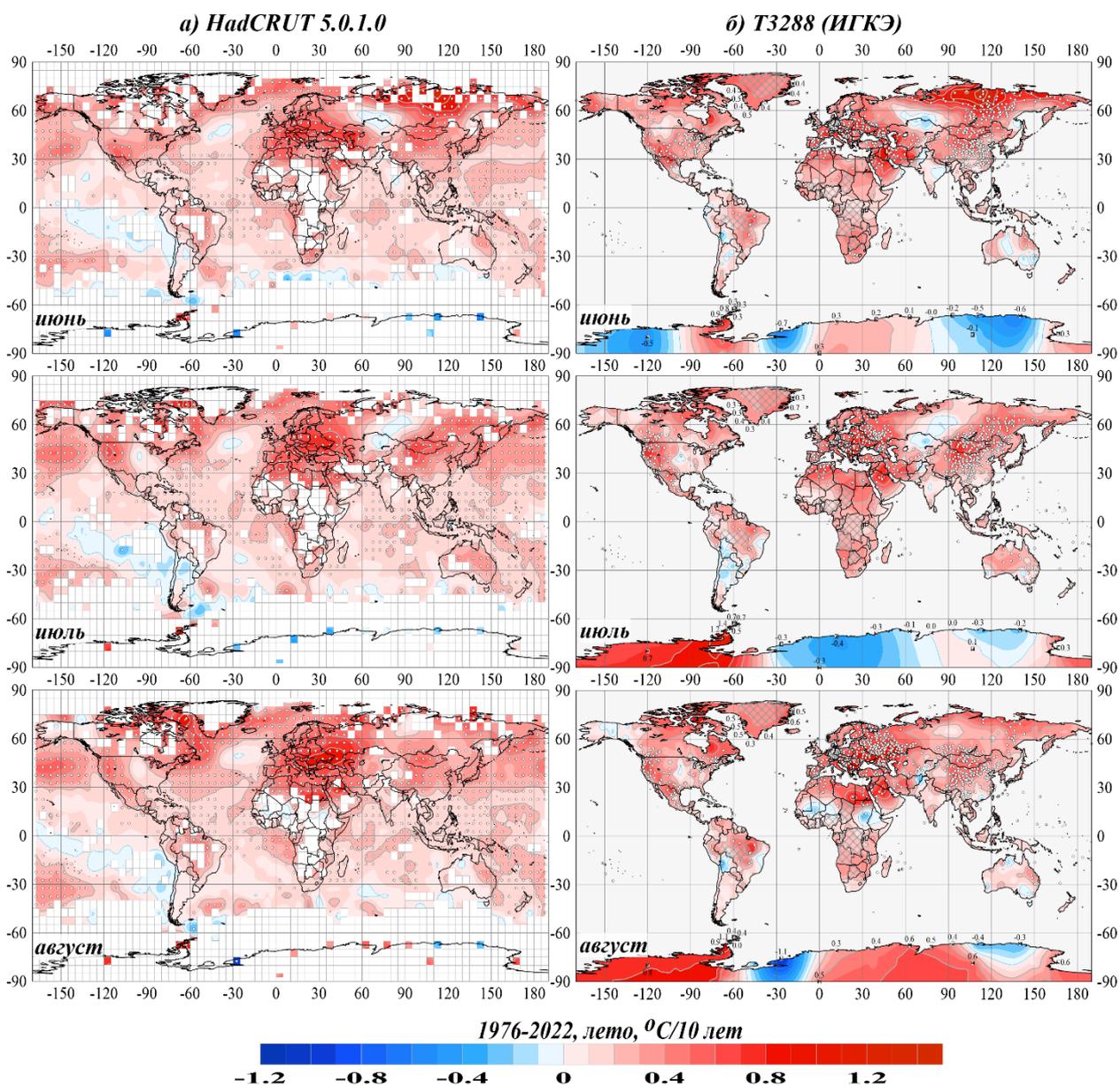


Рисунок 5.2 – См. рис. 5.1, но для коэффициентов тренда среднемесячных аномалий температуры летних месяцев

Следует отметить наличие больших областей статистически незначимого положительного тренда на всех континентах, 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.

Таблица 5.2 – Доля статистически значимых на 5%-м уровне оценок ($\alpha \leq 5\%$) линейных трендов в крупных регионах Земного шара в летние месяцы 1976-2022 гг. (в зависимости от региона и знака тренда)

Регион	NN	Июнь		Июль		Август		
		$b < 0$	$b > 0$	$b < 0$	$b > 0$	$b < 0$	$b > 0$	
HadCRUT5 (суша+море)								
Земной шар	1611	0.2	60.1	0.3	62.0	0.2	67.5	
Северное полушарие	956	-	71.0	-	73.8	0.1	82.7	
Южное полушарие	655	0.6	44.1	0.8	44.7	0.5	45.2	
АО, 15-70N	135	-	70.4	-	72.6	-	88.9	
ТО, 20-65N	150	-	82.7	-	95.3	-	101.3	
Широтные пояса	90-65N	103	-	74.8	-	55.3	-	93.2
	65-25N	535	-	72.9	-	80.2	-	83.4
	25S-25N	636	-	60.5	0.6	62.6	0.2	68.1
	25-65S	323	0.9	35.3	0.3	35.3	0.6	33.7
	65-90S	14	7.1	14.3	-	7.1	7.1	21.4
T3288 (только суша)								
Земной шар	2585	0.4	59.3	0.5	59.1	0.8	64.6	
Северное полушарие	2170	0.3	64.4	0.3	63.4	0.6	70.6	
Южное полушарие	416	1.0	32.5	1.4	37.0	1.7	32.9	
Северная Америка	444	0.7	53.8	0.7	50.0	0.7	54.3	
Евразия	1504	0.1	66.6	0.1	66.2	0.3	75.1	
Южная Америка	148	1.4	24.3	3.4	17.6	2.7	23.0	
Африка	137	-	75.2	0.7	70.8	3.6	67.2	
Австралия	152	1.3	22.4	1.3	41.4	2.0	29.6	
Антарктида	18	5.6	11.1	-	27.8	5.6	16.7	
Европа	547	-	66.2	-	76.6	-	89.9	
Азия	966	0.1	67.1	0.1	60.4	0.5	66.9	
Арктика, 65-90N	159	-	78.6	-	49.1	-	61.6	

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 2022 года для всей территории Земного шара, в среднем за сезон и по территории (данные HadCRUT5, «суша+море») стал третьим самым теплым летним сезоном в истории наблюдений. По этим данным, в Северном полушарии текущий сезон занял четвертое место среди самых теплых летних сезонов, в Южном – также третье.

- При глобальном рассмотрении летний сезон оказался экстремально теплым только на суше Северного полушария: по данным T3288 – рекордно теплым (аномалия +0.570°C), по данным CRUTEM5 – вторым среди теплых (аномалия +0.568°C). В целом по Земному шару и Южному полушарию, рекордно теплым был июнь (аномалия +0.34 и +0.26°C, соответственно).

Из крупных регионов абсолютный максимум обновился в умеренных широтах Северного и Южного полушарий (в том числе - в северной части Тихого океана (20-65N), на территории Северной Америки, Евразии и Европы)

- Летом 2022 г. положительные сезонные аномалии преобладали и составили 63% данных глобальной сети 5-градусных боксов (HadCRUT5, суша+море) и 71.7% всех данных наземных станций (T3288, только суша). Доля наблюдаемых отрицательных аномалий также была значительна (31.5% данных в боксах и 67.3% - на станциях). Особо выделяется Австралия (16.7% данных - 5% экстремумы холода) и Южная Америка (на 54.0% станций наблюдались отрицательные аномалии).

- Распределение аномалий температуры по месяцам сезона во многом повторяет сезонные особенности. Экстремально теплые условия в северных частях Тихого и Атлантического океанов, в широтной зоне 25-65S и в Антарктиде сохранялись в течение всех месяцев сезона. В Северной Америке наиболее теплые условия наблюдались в июле.

- В Евразии конфигурация очагов тепла и холода менялась в течение сезона. Наиболее сильные из них сформировались в августе: очаги тепла в Европе (аномалия +2.54°C, ранг 1, 66.4% значений – 5%-е экстремумы тепла) и в Западной Сибири, холода – в Азии, с единичными 5%-ми экстремумами (большая часть территории, кроме Китая и северо-востока России).

- Отрицательные аномалии в течение всех месяцев наблюдались в Австралии, Южной Америке, в Западной и Восточной Африке.

- На большей части Земного шара продолжается потепление летних сезонов – около 94.5% станций (93.9% боксов) показывают положительные тренды. Регионы наиболее интенсивного потепления – Европа (+0.537, максимум в августе +0.612 °C/10 лет) и Арктический широтный пояс (65-90N) (+0.436, максимум в июне +0.493 °C/10 лет).

- Отрицательные тренды обнаружены на 4.9% всех станций, но из них статистически значимы хотя бы на 5%-м уровне всего 0.8%.

- 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), Африке и Австралии.

- По-прежнему, средняя скорость потепления (и современного, и за последние 100 лет) над сушей выше, чем над океанами и в Северном полушарии больше, чем в Южном, причем различие между полушариями стало более заметным.