

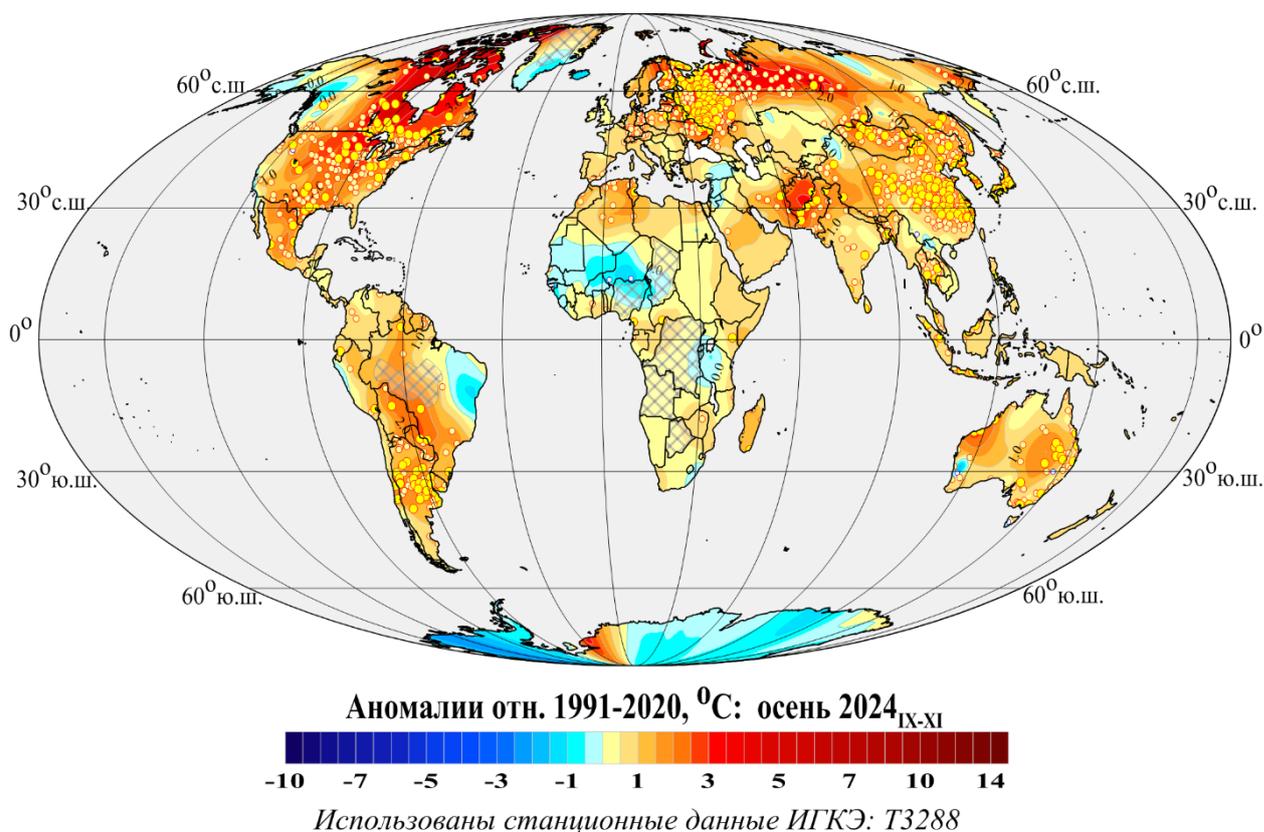
Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды

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

# Бюллетень мониторинга изменений климата Земного шара

## Приземная температура

Осень 2024



Москва 2024

## ОГЛАВЛЕНИЕ<sup>1,2</sup>

1. ВВЕДЕНИЕ .....	3
2. ТЕМПЕРАТУРНЫЙ РЕЖИМ У ПОВЕРХНОСТИ ЗЕМНОГО ШАРА ОСЕНЬЮ 2024 года. ЭКСТРЕМАЛЬНЫЕ АНОМАЛИИ .....	6
3. КРУПНОМАСШТАБНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ИЗМЕНЕНИЯ ПРИЗЕМНОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ ЗЕМНОГО ШАРА ЗА ПЕРИОД ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫХ НАБЛЮДЕНИЙ, 1850-2024 гг. (осенний сезон) .....	12
4. ВРЕМЕННЫЕ РЯДЫ РЕГИОНАЛЬНО ОСРЕДНЕННЫХ АНОМАЛИЙ ПРИЗЕМНОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ, 1911-2024 гг. (осенний сезон) .....	16
5. ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ СОВРЕМЕННЫХ ИЗМЕНЕНИЙ КЛИМАТА, 1976-2024 гг. (осенний сезон) .....	20
6. ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	24

---

<sup>1</sup> 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://www.igce.ru/climatechange/>.

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

<sup>2</sup> На обложке приведено поле средних сезонных аномалий температуры приземного воздуха над сушей Земного шара: осень 2024 года. Используются стационарные данные ИГКЭ (массив Т3288)

## 1. ВВЕДЕНИЕ

В настоящем бюллетене представлены данные о климатических аномалиях осеннего сезона 2024 года и обновленные (с учетом этих данных) оценки тенденций в изменении температурного режима осенних сезонов на территории земного шара в течение 1976–2024 гг. Оценки приведены для сезона в целом и каждого из осенних месяцев (сентябрь–октябрь–ноябрь) для аномалий относительно базового периода 1991–2020 гг.

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

Параллельно в бюллетене приводятся оценки по данным о приповерхностной температуре на сети 5-градусных боксов, охватывающей всю территорию земного шара, включая континенты и океаны (массивы HadCRUT5, CRUTEM5, HadSST4 – данные Великобритании<sup>4</sup>; в бюллетене упоминаются как «данные Hadley/CRU» и используются в точном соответствии с оригиналом, без какой-либо корректировки).

Развернутый комментарий к материалам бюллетеня с описанием используемых источников, сети станций и элементов методики GCSM размещен на сайте ИГКЭ<sup>5</sup>. Здесь отметим лишь, что массив T3288 служит базовым массивом для оценки состояния температурных условий на суше земного шара, а массив HadCRUT5 и глобальные временные ряды HadCRUT5, HadSST4, CRUTEM5 используются для создания полной картины над сушей и океанами.

Массив CRUTEM5 (только суша, Hadley/CRU), полученный по той же системе наблюдений, что и T3288 (только суша, ИГКЭ), но другим коллективом, с применением других методик и технологий сбора данных, их обработки и анализа, дополнительно используется как эталонный для суждения о репрезентативности и мере неопределенности представленных в бюллетене результирующих оценок и выводов для суши Земного шара.

В частности, по данным осеннего сезона, близость глобальных рядов T3288 и CRUTEM5, по крайней мере с середины прошлого столетия, видна уже визуально (рис. 1.1) и подтверждается статистиками их попарных разностей (табл.1.1): среднее различие рядов составляет 0,01–0,05°C, стандартное отклонение различий (0,03–0,06°C) на порядок ниже стандартного отклонения самих рядов (0,3–0,5°C), а различие рядов в отдельные годы после 1976 г. никогда не поднималось выше 0,1°C. При этом во всех случаях ряды

---

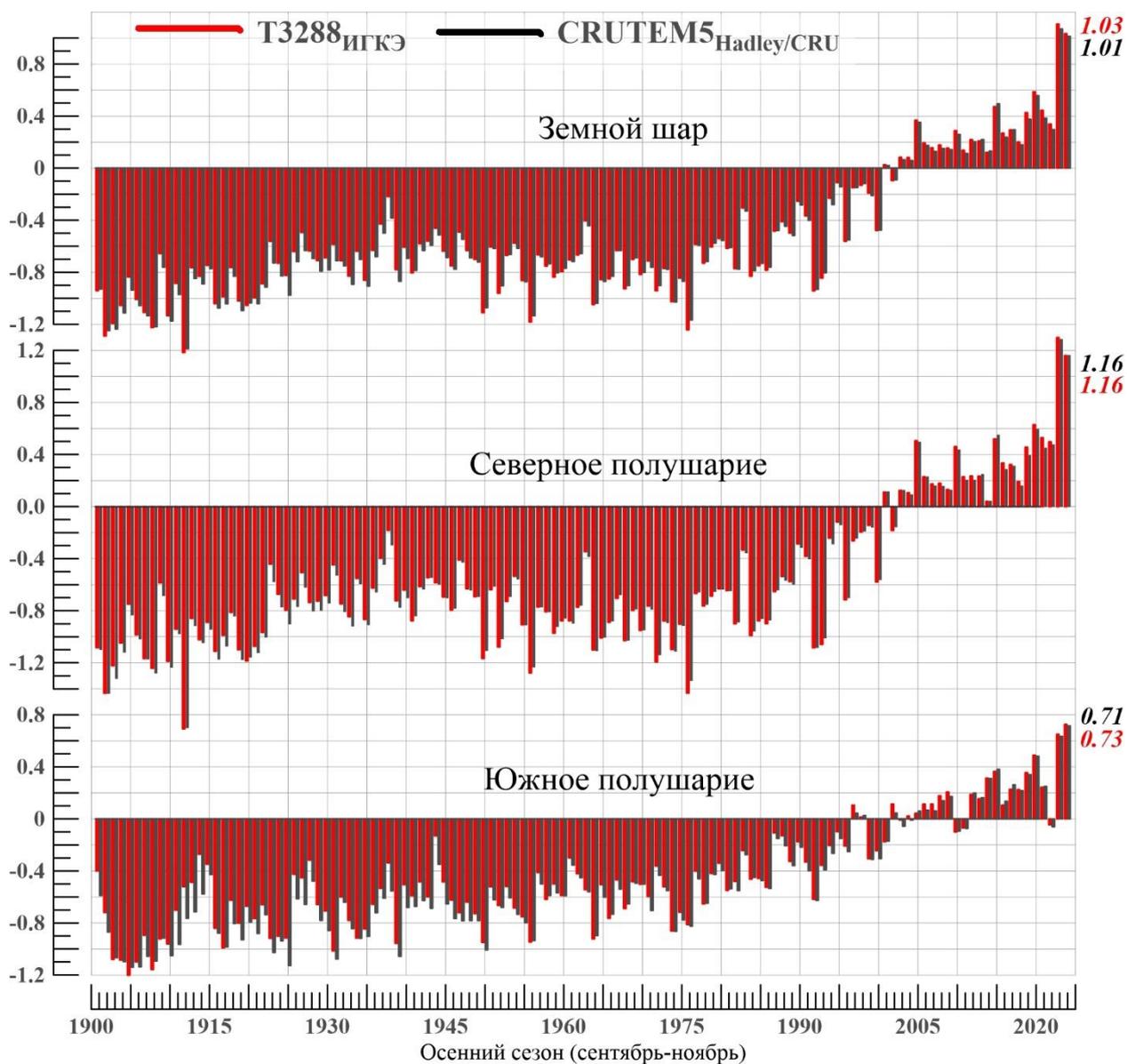
<sup>3</sup> Решение Центральной методической комиссии по гидрометеорологическим и геологофизическим прогнозам от 20 декабря 2016 г. – <http://method.meteorf.ru>

<sup>4</sup> Массивы CRUTEM5 (температура воздуха над сушей), HadSST4 (температура воды на поверхности океанов и морей) и HadCRUT5 (объединенные данные над континентами и океанами) созданы и поддерживаются совместно двумя коллективами Великобритании – Хэдли-центром (Met Office Hadley Centre) и Университетом Восточной Англии (CRU UEA). Данные ежемесячно обновляются и публикуются производителем на web-сайтах <http://www.MetOffice.gov.uk> и <http://www.cru.uea.ac.uk> в форме глобальных сеточных полей (в центрах 5-градусных боксов) и глобальных временных рядов (для Земного шара и обоих полушарий). В данном выпуске использованы данные HadCRUT.5.0.2.0, CRUTEM.5.0.2.0, HadSST.4.0.1.0 от 18.12.2024.

<sup>5</sup> О бюллетене GCSM (read me). URL: <http://www.igce.ru/climatechange/monitoring-world/>.

характеризуются исключительно высокой корреляцией (не менее 0,99) и предельно низким различием трендов (до 0,012°C/10 лет).

Аналогичные оценки с практически с тем же заключением представлены в каждом бюллетене для соответствующего сезона/года (<http://www.igce.ru/climatechange/monitoring-world/>).



**Рисунок 1.1** – Временные ряды пространственно осредненных сезонных аномалий температуры приземного воздуха над сушей Земного шара, Северного и Южного полушарий (1901-2024 гг., осень, °C).

Использованы глобальные временные ряды T3288 (рассчитаны по данным и методике ИГКЭ) и оригинальные временные ряды CRUTEM5 (данные Hadley/CRU, <http://www.MetOffice.gov.uk>). Справа приведены реальные значения аномалий в последней точке каждого ряда.

**Таблица 1.1** – Оценки близости/различия глобальных временных рядов T3288 (ИГКЭ) и CRUTEM5 (Hadley/CRU) в среднем за осенний сезон для территории суши Земного шара (ЗШ), Северного (СП) и Южного (ЮП) полушарий

Оценка	1976-2024			1923-2024		
	ЗШ	СП	ЮП	ЗШ	СП	ЮП
Корреляция рядов	0,999	0,999	0,995	0,995	0,997	0,988
Среднее различие, °С	0,008	0,004	0,022	0,022	0,013	0,051
СКО (сигма) различий, °С	0,026	0,030	0,030	0,045	0,040	0,059
Среднее абсолютное различие, °С	0,023	0,023	0,030	0,037	0,031	0,058
Макс. абсолютное различие, °С	0,076	0,095	0,078	0,167	0,138	0,218
Разность коэфф. тренда, °С /10лет	0,009	0,011	-0,008	-0,007	-0,004	-0,012
СКО T3288, °С	0,448	0,526	0,301	0,430	0,482	0,359
СКО CRUTEM5, °С	0,432	0,508	0,307	0,425	0,472	0,377

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

Осень 2024 года – второй самый теплый осенний сезон в истории наблюдений по всем наборам данных, кроме суши Южного полушария (ЮП). Соответственно, температурный рекорд сохранился за осенью 2023 г. (по всем вариантам данных, кроме суши ЮП). В частности, осенняя аномалия глобальной температуры, рассчитанная по массиву HadCRUT5 (суша+море, данные Hadley/CRU), составила в 2023 г. 0,713°C (последний рекорд), а в 2024 - 0,618 С. На суше Южного полушария рекордно теплым осенним сезоном стала осень 2024 г.: аномалия 0,726/0,714°C (только суша, данные T3288/CRUTEM5). Данные о пяти максимальных рекордах осенней температуры приведены в таблице 2.1 для всех вариантов данных и территорий.

**Таблица 2.1** – Пять самых теплых осенних сезонов по данным разных источников для Земного шара, Северного и Южного полушарий: средняя за осенний сезон аномалия температуры (VT) и год наблюдения

Ранг	ЗШ		СП		ЮП	
	VT, °C	Год (осень)	VT, °C	Год (осень)	VT, °C	Год (осень)
<b>HadCRUT5 (Hadley/CRU, суша+море)</b>						
1	0,713	2023	0,979	2023	0,448	2023
2	0,618	<b>2024</b>	0,807	<b>2024</b>	0,429	<b>2024</b>
3	0,395	2015	0,510	2015	0,279	2015
4	0,306	2019	0,455	2020	0,206	2019
5	0,281	2021	0,406	2019	0,199	1997
<b>T3288 (ИГКЭ, суша)</b>						
1	1,107	2023	1,299	2023	0,726	<b>2024</b>
2	1,033	<b>2024</b>	1,160	<b>2024</b>	0,651	2023
3	0,587	2020	0,629	2020	0,488	2020
4	0,473	2015	0,529	2021	0,364	2015
5	0,444	2021	0,520	2015	0,356	2019
<b>CRUTEM5 (Hadley/CRU, суша)</b>						
1	1,069	2023	1,285	2023	0,714	<b>2024</b>
2	1,013	<b>2024</b>	1,163	<b>2024</b>	0,635	2023
3	0,557	2020	0,595	2020	0,482	2020
4	0,494	2015	0,550	2015	0,381	2015
5	0,384	2021	0,497	2005	0,340	2019
<b>HadSST4 (Hadley/CRU, море)</b>						
1	0,589	2023	0,768	2023	0,405	2023
2	0,502	<b>2024</b>	0,629	<b>2024</b>	0,381	<b>2024</b>
3	0,370	2015	0,491	2015	0,259	2015
4	0,306	2019	0,436	2019	0,209	1997
5	0,259	2021	0,394	2020	0,199	2018

**Из крупных региональных аномалий**, следует указать, прежде всего, отмеченные в таблице 2.2 температурные рекорды масштаба континентов, океанов и широтных поясов, осуществившиеся в среднем за сезон и в отдельные месяцы (чаще в октябре-ноябре) в регионах: северная часть Тихого океана (20-65N), умеренный пояс ЮП (65-25S), Северная

и Южная Америки и Европа. Рекордно теплым был также ноябрь в северной части Атлантического океана (15-70N) и в Азии.

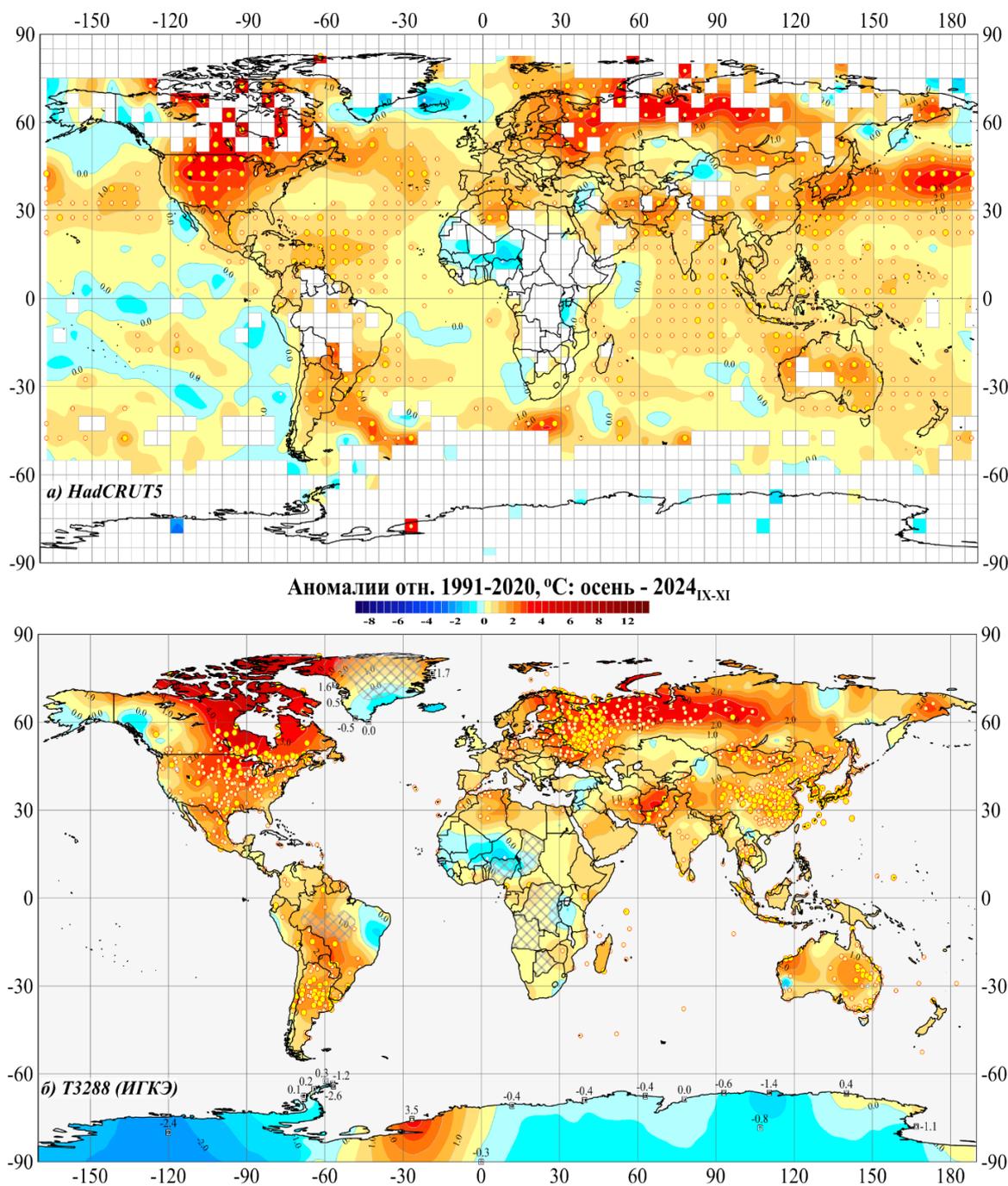
**Таблица 2.2** – Пространственно-осредненные значения аномалии приземной температуры в крупных регионах Земного шара и их вероятности непревышения (осень 2024 г., в среднем за сезон и в каждом из месяцев)

Регион	Осень		Сентябрь		Октябрь		Ноябрь		
	$vT$ , °C	F%	$vT$ , °C	F%	$vT$ , °C	F%	$vT$ , °C	F%	
<b>HadCRUT5 (суша+море)</b>									
Земной шар	0,62	99,1	0,61	99,1	0,59	99,1	0,65	99,1	
Северное полушарие	0,81	99,1	0,80	99,1	0,76	99,1	0,86	99,1	
Южное полушарие	0,43	99,1	0,42	99,1	0,43	<b>100</b>	0,44	99,1	
Атлантика, 15-70N	0,72	99,1	0,78	99,1	0,70	99,1	0,70	<b>100</b>	
Тихий океан, 20-65N	0,91	<b>100</b>	0,94	<b>100</b>	1,00	<b>100</b>	0,79	99,1	
Широтные пояса	65-90N	1,13	97,3	1,06	98,2	0,75	89,4	1,60	97,3
	25-65N	1,14	99,1	1,06	99,1	1,03	99,1	1,26	<b>100</b>
	25S-25N	0,43	98,2	0,44	98,2	0,45	98,2	0,41	97,3
	65-25S	0,49	<b>100</b>	0,49	<b>100</b>	0,47	<b>100</b>	0,51	<b>100</b>
	90-65S	<b>-0,30</b>	58,7	<b>-0,95</b>	45	0,54	81,2	<b>-0,38</b>	50
<b>T3288 (только суша)</b>									
Земной шар	1,03	99,1	0,95	99,1	0,97	99,1	1,21	<b>100</b>	
Северное полушарие	1,16	99,1	1,03	99,1	1,02	99,1	1,45	<b>100</b>	
Южное полушарие	0,73	<b>100</b>	0,74	99,1	0,83	<b>100</b>	0,63	<b>100</b>	
Северная Америка	1,68	<b>100</b>	1,73	<b>100</b>	1,69	97,3	1,65	98,2	
Евразия	1,30	99,1	1,05	99,1	0,93	99,1	1,92	<b>100</b>	
Южная Америка	1,07	<b>100</b>	1,49	<b>100</b>	1,21	<b>100</b>	0,57	97,3	
Африка	0,29	92,9	0,31	92	0,26	91,2	0,37	93,8	
Австралия	1,04	99,1	0,75	96,5	1,48	98,2	0,90	92,9	
Антарктида	<b>-0,64</b>	43,7	<b>-1,26</b>	30	0,06	58,7	<b>-0,71</b>	31,2	
Европа	1,73	<b>100</b>	2,40	99,1	1,34	97,3	1,44	91,2	
Азия	1,20	99,1	0,68	96,5	0,84	98,2	2,10	<b>100</b>	
<b>CRUTEM5 (только суша)</b>									
Земной шар	1,01	99,1	0,92	99,1	0,95	99,1	1,17	<b>100</b>	
Северное полушарие	1,16	99,1	1,00	99,1	1,05	99,1	1,45	<b>100</b>	
Южное полушарие	0,71	<b>100</b>	0,77	<b>100</b>	0,77	<b>100</b>	0,60	<b>100</b>	
<b>HadSST4 (только море)</b>									
Земной шар	0,502	99,1	0,512	99,1	0,483	99,1	0,512	99,1	
Северное полушарие	0,768	99,1	0,678	99,1	0,596	99,1	0,614	99,1	
Южное полушарие	0,381	99,1	0,356	99,1	0,372	<b>100</b>	0,417	<b>100</b>	

Условные обозначения:

1.  $vT$  – наблюдаемая аномалия осенью 2024 года, °C (базовый период 1991-2020 гг.)
2.  $F = \text{prob}(X \leq vT_{2024})$ , % – значение эмпирической функции распределения по данным за 1911-2024 гг. (вероятность непревышения)
3. Синим шрифтом выделены отрицательные аномалии, красным - абсолютные максимумы ( $F=100\%$ )

Особого внимания заслуживают также и отрицательные аномалии, особенно заметные в Антарктиде и в полярном широтном поясе ЮП (90-65S). Здесь, в сентябре и ноябре, температура опустилась ниже медианного уровня (до 45-50-го перцентилей в полярной области и до 30-31-го перцентилей в Антарктиде).



**Рисунок 2.1** – Пространственное распределение аномалий приземной температуры на территории Земного шара осенью 2024 г.: а) по сеточным данным HadCRUT5 (Hadley/CRU, UK); б) по станционным данным Т3288 (ИГКЭ)

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

Более полное представление о региональных особенностях сложившихся этой осенью температурных условий и о локализации наиболее крупных аномалий дает географическое распределение локальных аномалий (рис. 2.1) и их частотное распределение по знаку и интенсивности, глобально и в каждом из регионов (табл. 2.3).

**Таблица 2.3** – Распределение локальных сезонных аномалий в крупных регионах мира по их знаку и интенсивности (осень 2024)

Регион		NN - число боксов/ станций	Частота значений в каждой категории (% от NN)						
			Аномалии (отн. 1991-2020)			5%- экстремумы холода/тепла		Абсолютные экстремумы	
			V < 0	V = 0	V > 0	X ≤ P <sub>05</sub>	X ≥ P <sub>95</sub>	X = min	X = max
<b>HadCRUT5 (Hadley/CRU, суша+море)</b>									
Земной шар		1651	13,7	4,8	81,4	0,2	38,8	-	12,0
Северное полушарие		939	11,2	3,8	85,0	0,2	47,8	-	16,3
Южное полушарие		712	17,1	6,2	76,7	0,1	26,8	-	6,3
Атлантика, 15-70N		134	4,5	3,7	91,8	-	52,2	-	11,9
Тихий океан, 20-65N		151	4,6	2,0	93,4	-	60,9	-	26,5
Широтные пояса	65-90N	104	23,1	3,8	73,1	1	30,8	-	12
	25-65N	522	9,2	4,2	86,6	-	51,1	-	18,6
	25S-25N	632	14,2	4,7	81,0	0,2	40,0	-	10,6
	65-25S	379	14,5	6,1	79,4	0,3	23,0	-	5,8
	90-65S	14	71,4	7,1	21,4	-	7	-	-
<b>T3288 (IGCE, только суша)</b>									
Земной шар		2532	7,4	1,6	91,0	0,4	46,1	0,0	16,5
Северное полушарие		2141	6,9	1,5	91,6	0,3	46,4	0,0	16,5
Южное полушарие		391	10,5	2,3	87,2	1,0	44,8	-	16,4
Северная Америка		419	6,7	1,0	92,4	0,5	59,4	-	17,7
Евразия		1495	4,5	1,4	94,0	0,1	43,1	-	16,1
Южная Америка		141	5,0	1,4	93,6	-	56,7	-	26,2
Африка		133	28,6	2,3	69,2	2,3	21,8	0,8	3,8
Австралия		143	8,4	2,1	89,5	2,1	44,1	-	12,6
Антарктида		18	55,6	11,1	33,3	5,6	5,6	-	-
Европа		550	1,8	0,5	97,6	-	44,7	-	18,4
Азия		954	6,1	1,9	92,0	0,1	42,2	-	14,6
Арктика, 65-90N (суша)		149	6,7	-	93,3	-	50,3	-	20,8

*Примечание.* Объем выборок NN не включает станций/боксов, на/в которых в массивах HadCRUT5 и T3288 отсутствуют данные за текущий месяц/сезон. Значения перцентилей (P<sub>05</sub>, P<sub>95</sub>) рассчитаны для каждого календарного месяца и станции по данным за 1911-2024 гг.

Осенью 2024 г. на территории Земного шара положительные аномалии преобладали на территории всех континентов и широтных поясов, кроме Антарктиды, где на 10 из 18 станций наблюдались отрицательные аномалии температуры. В целом, сезонные положительные аномалии отмечены на 91% всех наземных станций и в 81% боксов (рис. 2.1, табл. 2.3). При этом сезонные температуры выше 95-го перцентиля (5%-е экстремумы тепла) составляют почти половину всех данных (46/49%, данные T3288/CRUTEM5). Их

обширные области локализованы в Северной Америке (59,4% станций), на юге Южной Америки (57%), в Евразии (43%), в северных частях Тихого (61% боксов) и Атлантического (52%) океанов. Области отрицательных аномалий осенью наблюдались в Антарктиде (кроме Земли Королевы Мод, 56% станций), в Западной Африке (29%), на Южной Америки (5% станций на востоке), в восточном секторе Тихого океана.

Все месяцы сезона (сентябрь-октябрь-ноябрь) также были в этом году очень теплыми. В частности, каждый из них, как и сезон в целом, стал для Земного шара (массив HadCRUT5, суша+море) вторым самым теплым месяцем в истории наблюдений. В каждом из упорядоченных по убыванию временных рядов глобальных температур аномалии 2024 г. (0,61°C, 0,59°C, 0,65°C) следуют непосредственно за рекордно теплыми одноименными месяцами 2023 г. (0,73°C, 0,68°C, 0,73°C), а доля 5%-х экстремумов в эти месяцы составила 34/31%, 20/26%, 26/28%, соответственно (таблица 2.4).

Локализация наиболее крупных аномалий, положительных и отрицательных, их интенсивность и площадь охвата, от месяца к месяцу менялись, как на континентах, так и на акваториях океанов (рис. 2.2).

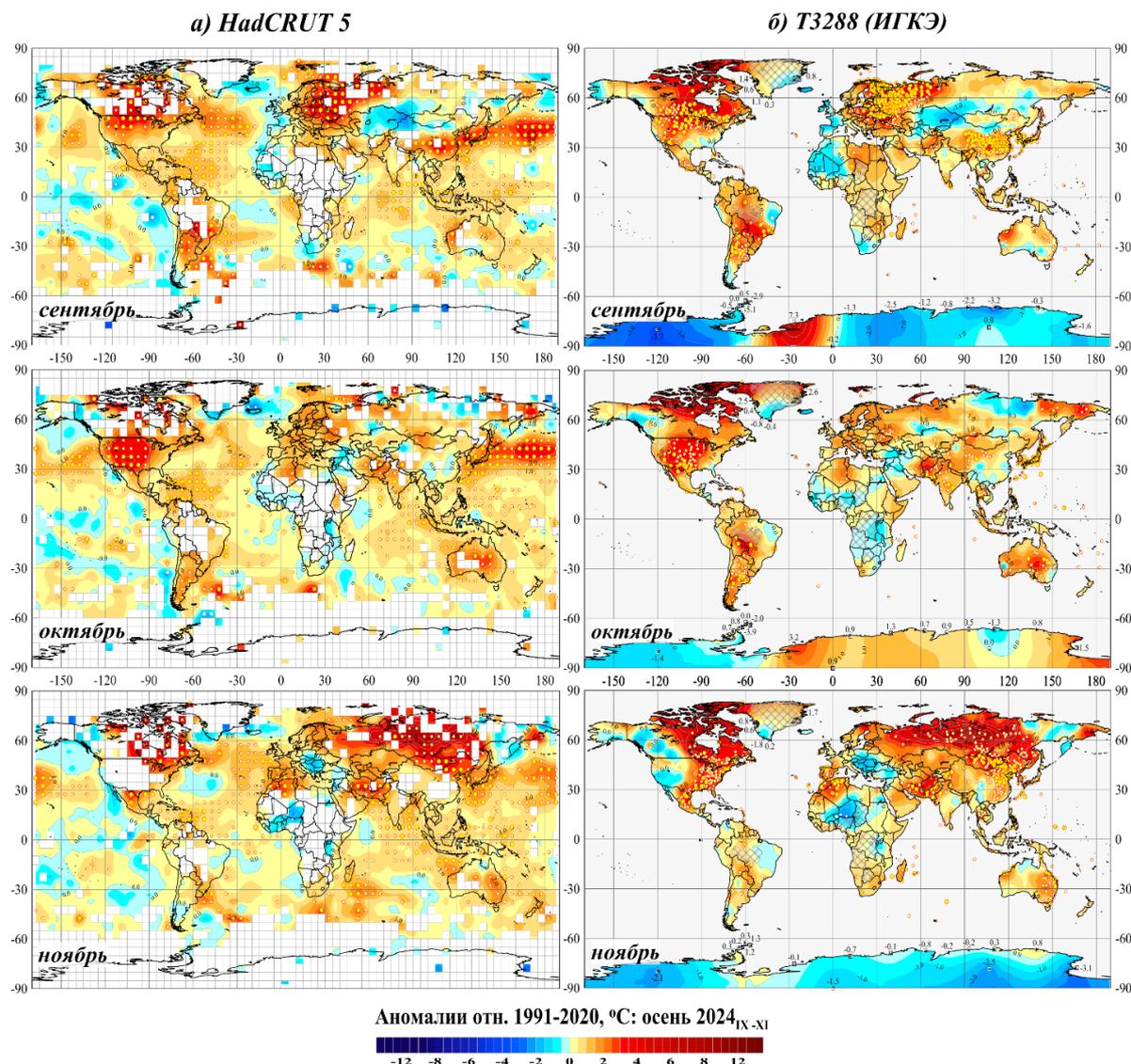
**Таблица 2.4** - Доля локальных 5%-х экстремумов холода ( $X \leq P_{05}$ ) и тепла ( $X \geq P_{95}$ ) в крупных регионах Земного шара в отдельные месяцы осеннего сезона 2024 г.

Регион	NN - Число блоков/ станций	Сентябрь		Октябрь		Ноябрь		
		$X \leq P_{05}$	$X \geq P_{95}$	$X \leq P_{05}$	$X \geq P_{95}$	$X \leq P_{05}$	$X \geq P_{95}$	
<b>HadCRUT5 (Hadley/CRU, суша+море)</b>								
Земной шар	1651	0,3	31,1	0,4	26,2	0,2	28,4	
Северное полушарие	939	0,2	38,6	0,3	33,0	0,3	35,1	
Южное полушарие	712	0,4	21,2	0,6	17,1	0,1	19,5	
Атлантика, 15-70N	134	-	51,5	0,7	40,3	-	49,3	
Тихий океан, 20-65N	151	-	48,3	-	40,4	-	41,1	
Широтные пояса	65-90N	104	-	29,8	1,9	20,2	1,0	15,4
	25-65N	522	-	39,5	0,2	30,7	-	35,4
	25S-25N	632	0,6	33,2	0,2	31,8	0,5	32,8
	65-25S	379	0	17,2	0,8	13,2	-	16,1
	90-65S	14	-	7,1	-	-	-	-
<b>T3288 (IGCE, только суша)</b>								
Земной шар	2532	0,3	34,4	0,2	19,7	0,3	26,2	
Северное полушарие	2141	0,1	34,5	0,1	16,9	0,4	26,9	
Южное полушарие	391	1,0	34,0	0,8	35,3	-	22,8	
Северная Америка	419	0,2	41,3	0,5	21,5	0,5	38,2	
Евразия	1495	-	32,9	-	12,6	0,1	21,9	
Южная Америка	141	0,7	50,4	-	50,4	-	12,1	
Африка	133	0,8	18,8	0,8	9,8	3,8	33,8	
Австралия	143	2,1	22,4	1,4	32,9	-	31,5	
Антарктида	18	-	5,6	5,6	-	-	-	
Европа	550	-	44,9	-	8,9	-	6,5	
Азия	954	-	26,2	-	14,7	0,1	30,5	
Арктика, 65-90N (суша)	149	-	51,7	-	14,8	-	14,1	

См. примечание к табл. 2.3.

Локализация наиболее крупных аномалий, положительных и отрицательных, их интенсивность и площадь охвата, от месяца к месяцу менялись, как на континентах, так и на акваториях океанов (Рис. 2.2).

В сентябре обширные области тепла сформировались в Северной Америке, в Центральной и Восточной Европе, на юге Южной Америки, в Юго-Восточной Азии, в северных частях Атлантики и Тихого океана. Южные части океанов в это время были значительно холоднее, имелись обширные области отрицательной аномалии — особенно в восточной части Тихого океана.



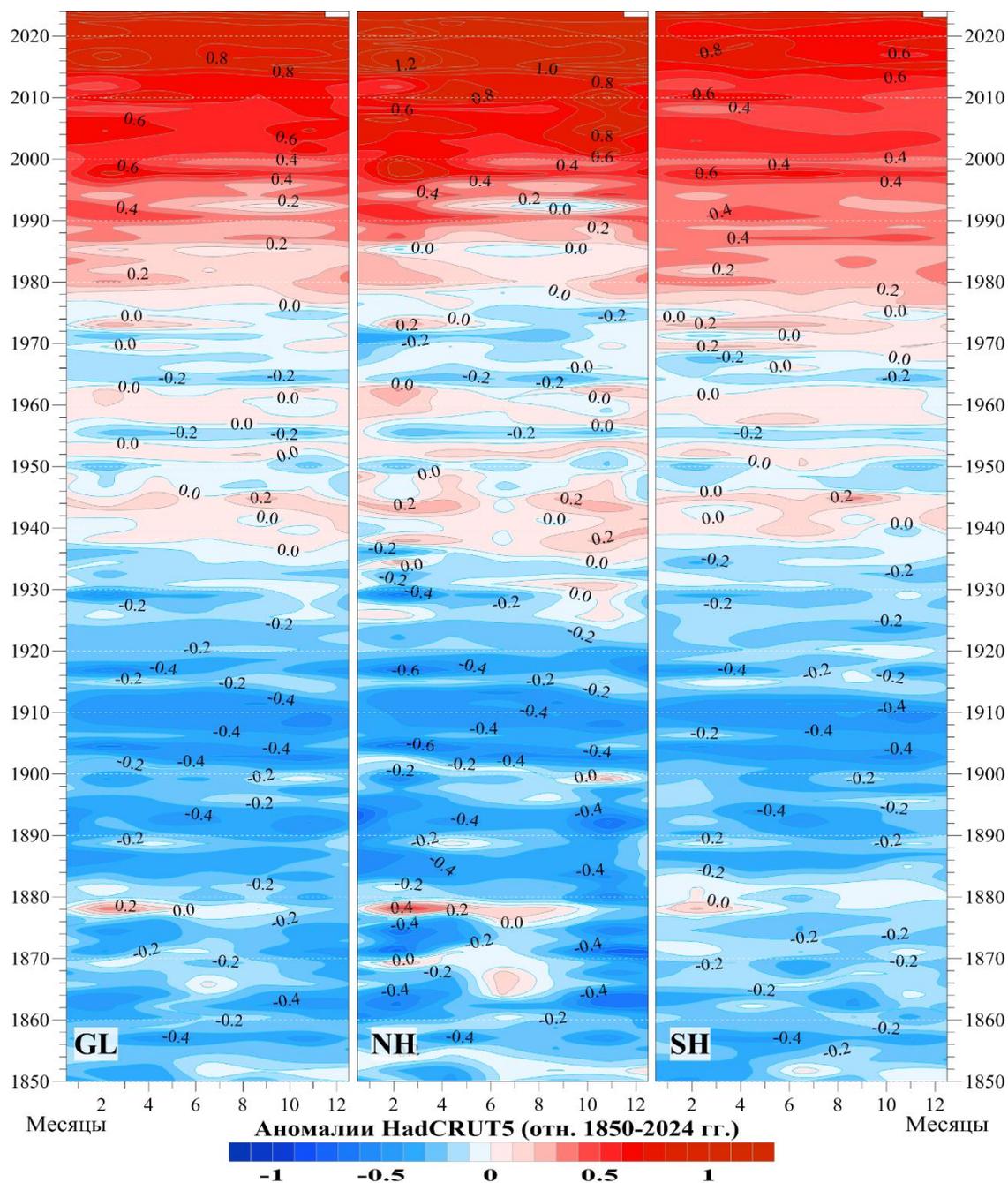
**Рисунок 2.2** – См. рисунок 2.1, но для отдельных месяцев осеннего сезона 2024 года

В октябре наиболее теплые условия сложились на полярных о-вах Канады (аномалии до 5°C и выше), в Южной Америке, Австралии, в центре Северной Америки. Отрицательные аномалии отмечены в разных частях Африки, на западе Антарктиды, в южной части Тихого океана.

В ноябре оформились области тепла на большей части Евразии, на востоке Северной Америки, на севере Африки, на востоке Австралии. Отрицательные аномалии температуры отмечены на востоке Северо-Американского континента, в Западной Африке, на юге европейской территории, в Антарктиде.

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

Межгодовые и межмесячные изменения глобальной температуры. На рис. 3.1 представлены межгодовые (по вертикали) и межмесячные (по горизонтали) изменения глобально осредненных аномалий приповерхностной температуры (для Земного шара и полушарий) на протяжении всего периода инструментальных наблюдений (с января 1850 по ноябрь 2024 г., HadCRUT5, суша+море).



**Рисунок 3.1** – Двумерные изоплеты (год-месяц) аномалий глобальной приповерхностной температуры для Земного шара (GL), Северного (NH) и Южного (SH) полушарий. Используются данные HadCRUT5 (суша+море, Hadley/CRU, UK), январь 1850 – ноябрь 2024. Аномалии приведены к базовому периоду 1850-2024 гг.

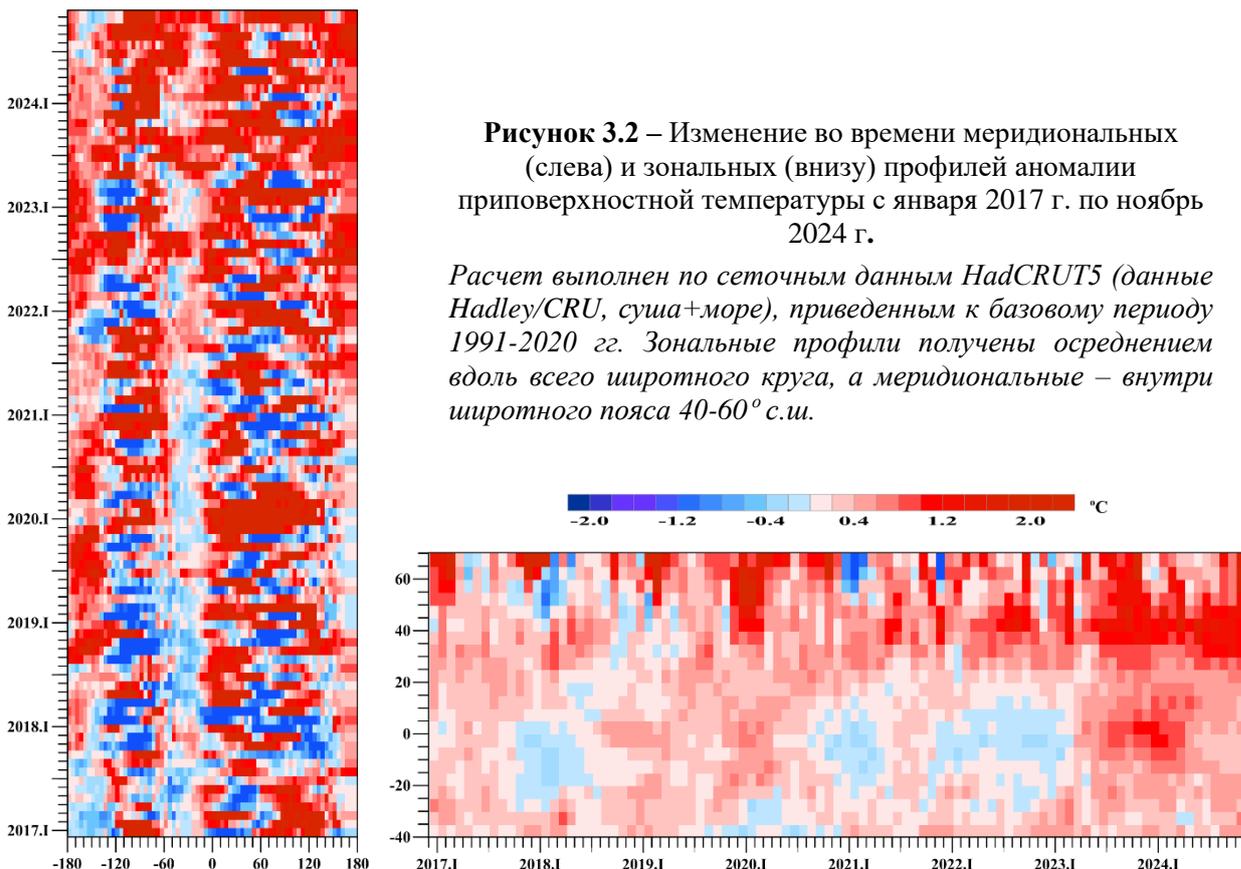
Можно видеть, что современное глобальное потепление стало особенно активным с середины 1990-х и наиболее ярко проявляется в Северном полушарии, особенно после 2010 года. В 2015-2024 гг. аномалии колеблются в интервале 1,0-1,6 °С в Северном полушарии и 0,6 -1,2 °С в Южном (еще раз заметим, что на рис. 3.1 аномалии приведены относительно базового периода 1850-2024 гг.).

**Широтно-долготные разрезы.** На рисунке 3.2 представлены зональные и меридиональные особенности изменения температурного режима последних лет (2017-2024 гг.), от месяца к месяцу.

Меридиональный профиль 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, затем – территория США, и далее – Северная Атлантика, Евразия и западный сектор Тихого океана.

Представленный период отличается холодными аномалиями в Атлантике вплоть до июля 2021 и теплыми – в Тихом океане (за исключением 2017<sub>I-VIII</sub> и 2021<sub>IX-XII</sub>, когда в восточном секторе Тихого океана преобладали отрицательные аномалии).

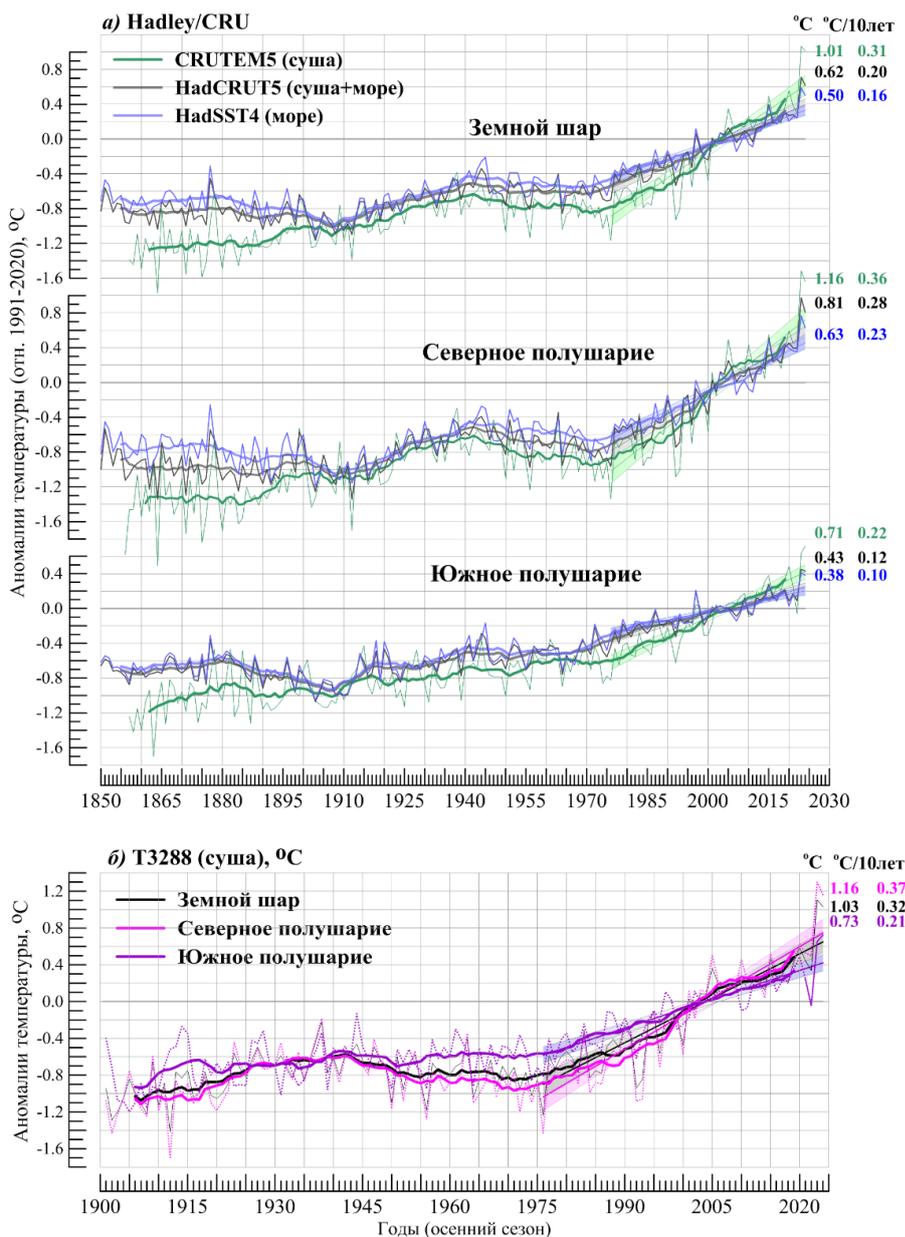
В текущем сезоне, в умеренных широтах Северного полушария (рис. 3.2, слева) преобладают положительные аномалии. Отрицательные аномалии наблюдались в течение всего сезона на западе Северной Америки (в секторе 150-170W), а также в сентябре – на востоке Азиатской территории (60-120E) и в ноябре – Европейской (10-20E).



Зональные профили (рис. 3.2, справа) четко указывают на заметное понижение температуры в тропическом поясе в первой половине 2018 г. (не получивший развития Ла-Нинья); затем – короткое потепление в 2020 г. (особенно в северных широтах) и новое похолодание в тропическом поясе, на этот раз длительное, вплоть до марта 2023. Это – трехлетний эпизод Ла-Нинья (за последние 50 лет таких было всего три), сменившийся

общим потеплением, особенно заметным в приэкваториальных (развитие Эль-Ниньо) и умеренных широтах. В последние шесть месяцев потепление в тропическом поясе ослабевает (возможный признак зарождающегося Ла-Нинья).

**Временные ряды глобально осредненной температуры.** Интегральную характеристику и оценку интенсивности наблюдаемых изменений приземной температуры Земного шара дают глобально осредненные временные ряды для территории Земного шара и полушарий (рис. 3.3). В таблице 3.1 для всех рядов (по всем четырем наборам данных, для Земного шара и обоих полушарий) приведены МНК-оценки линейного тренда за 1976-2024 гг. (период современного глобального потепления) и 1925-2024 гг. (последнее 100-летие).



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

а) по данным Hadley/CRU, 1850-2024 гг.: HadCRUT5 (суша+море), CRUTEM5 (суша), HadSST4 (море); б) по данным ИГКЭ, 1901-2024 гг.: T3288 (суша).

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

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

Регион	1976-2024				1925-2024			
	Осень	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Осень	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь
<b>HadCRUT5 (Hadley/CRU, суша+море)</b>								
Земной шар	0,199	0,199	0,206	0,193	0,101	0,101	0,098	0,105
Северное полушарие	0,278	0,276	0,285	0,273	0,110	0,108	0,104	0,116
Южное полушарие	0,121	0,122	0,127	0,113	0,093	0,094	0,093	0,093
<b>T3288 (ИГКЭ, суша)</b>								
Земной шар	0,322	0,310	0,337	0,321	0,121	0,116	0,118	0,131
Северное полушарие	0,372	0,340	0,388	0,386	0,127	0,117	0,120	0,145
Южное полушарие	0,209	0,240	0,217	0,172	0,107	0,117	0,113	0,092
<b>CRUTEM5 (Hadley/CRU, суша)</b>								
Земной шар	0,313	0,305	0,326	0,309	0,127	0,122	0,123	0,135
Северное полушарие	0,362	0,334	0,376	0,375	0,130	0,119	0,123	0,149
Южное полушарие	0,216	0,246	0,226	0,177	0,120	0,129	0,123	0,107
<b>HadSST4 (Hadley/CRU, только море)</b>								
Земной шар	0,164	0,170	0,166	0,155	0,089	0,091	0,087	0,089
Северное полушарие	0,230	0,249	0,230	0,211	0,096	0,101	0,094	0,091
Южное полушарие	0,100	0,093	0,104	0,103	0,086	0,085	0,084	0,090

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

Показатели  $k_1$ - $k_3$  (табл. 3.2), рассчитанные как отношение соответствующих коэффициентов тренда, количественно уточняют выводы, основанные на визуальном сопоставлении глобальных временных рядов (рис. 3.3) и оценках трендов в разных группах данных (табл. 3.1).

**Таблица 3.2** – Сравнение скорости глобального потепления осенних сезонов у поверхности земли в разных группах данных

$k_1$	Показатель	1976-2024			1925-2024		
		ЗШ	СП	ЮП	ЗШ	СП	ЮП
	$b_{T3288}/b_{HadSST}$	1,96	1,62	2,09	1,33	1,30	1,23
	$b_{CRUTEM}/b_{HadSST}$	1,91	1,57	2,16	1,40	1,33	1,38
$k_2$	$b_{СП}/b_{ЮП}$	1976-2024			1925-2024		
		T3288	CRUTEM	HadSST	T3288	CRUTEM	HadSST
		1,78	1,68	2,30	1,19	1,08	1,13
$k_3$	$b_{1976-2024}/b_{1925-2024}$	СП			ЮП		
		T3288	CRUTEM	HadSST	T3288	CRUTEM	HadSST
		2,93	2,78	2,35	1,95	1,80	1,15

Из этих оценок видно, что на 100-летнем интервале средняя скорость потепления осенних сезонов в обоих полушариях очень близка (1,1-1,2) и над сушей несколько выше, чем над океанами ( $k_1 = 1,2$ -1,4). Ускорение потепления в последние 50 лет произошло в обоих полушариях, как на суше, так и на поверхности океанов. Однако коэффициент ускорения в СП оценивается как 2,8-2,9 (суша) против 2,3 (акватории океанов), а в ЮП 1,8-1,9 против 1,1.

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

Представленные ниже временные ряды (рис. 4.1-4.3) рассчитаны по методике ИГКЭ, по сеточным данным HadCRUT5 (для основных широтных поясов и северных частей Атлантического и Тихого океанов) и по данным стационарных наблюдений T3288 (для шести континентов и отдельно для Европы и Азии). Данные до 1911 г. не приводятся, т.к. представляются недостаточно полными (особенно над океанами). На всех временных рядах показаны тренды за период 1976-2024 гг., условно принятый за период современного глобального потепления (числовые оценки трендов для всех регионов приведены в таблице 4.1).

Как следует из таблицы, для осеннего сезона региональные оценки трендов все положительны (сезонные и месячные) и почти все статистически значимы на 1%-уровне. Исключение касается только Антарктического пояса, Антарктиды и Австралии: тренд в Антарктиде (в октябре) статистически значим на 5%-м уровне, а в Антарктическом поясе (в сентябре), как и в Антарктиде и Австралии (в ноябре), незначим даже на уровне 10%.

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

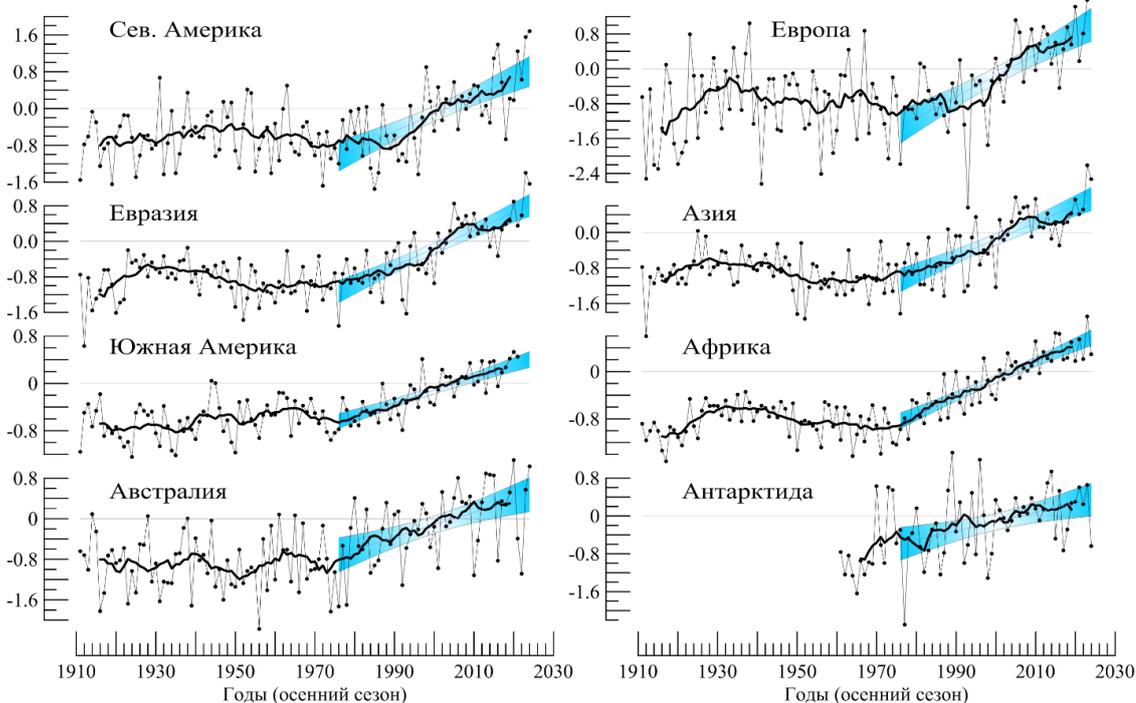
Регион	Осень	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь
<i>HadCRUT5 (Hadley/CRU, суша+море)</i>				
Атлантика (15-70N)	0,244	0,254	0,257	0,221
Тихий океан (20-65N)	0,258	0,274	0,260	0,241
Арктический пояс (65-90N)	0,611	0,428	0,700	0,731
Умеренный пояс СП (25-65N)	0,337	0,348	0,345	0,317
Тропики (25S-25N)	0,156	0,160	0,158	0,153
Умеренный пояс ЮП (65-25S)	0,119	0,111	0,122	0,117
Антарктический пояс (90-65S)	0,275	**0,309	0,364	0,153
<i>T3288 (ИГКЭ, суша)</i>				
Северная Америка	0.383	0.400	0.367	0.385
Евразия	0.404	0.359	0.442	0.412
Южная Америка	0.248	0.327	0.223	0.201
Африка	0.292	0.253	0.296	0.320
Австралия	0.247	0.304	0.300	**0.148
Антарктида	0.193	**0.245	*0.208	**0.114
Европа	0.487	0.488	0.475	0.497
Азия	0.380	0.322	0.430	0.391

*Примечание.* Синим цветом выделены отрицательные оценки. Оценки трендов, не отмеченные звездочкой (\*), статистически значимы на 1%-уровне. Одной звездочкой выделены оценки, статистически значимые на 5%-уровне, двумя – с критическим уровнем значимости более 5% (не значимы на 5%-м уровне).

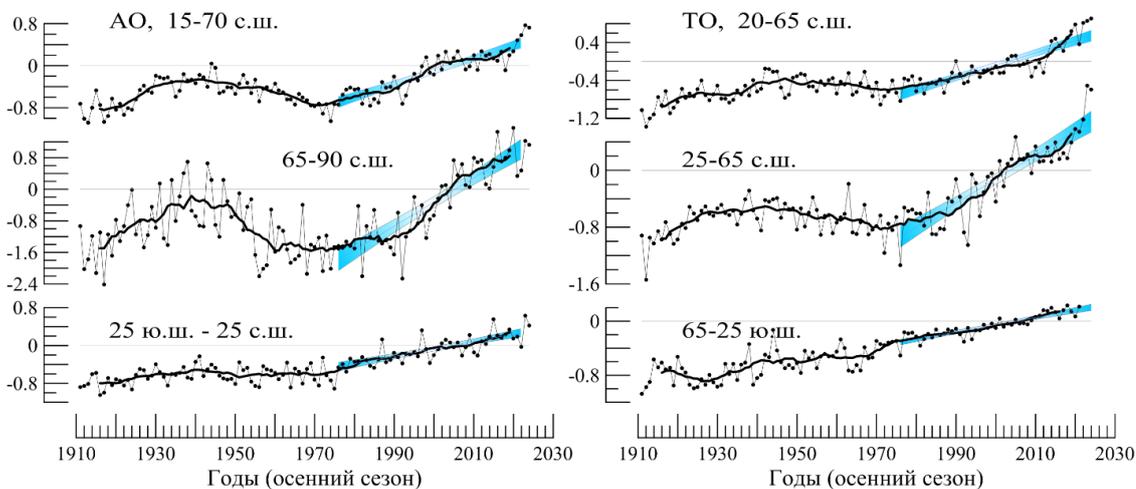
Регионы наиболее интенсивного потепления – Арктический пояс и Европа (коэффициенты трендов, соответственно, 0,611 и 0,490 $^{\circ}\text{C}/10 \text{ лет}$ ).

Более детально проследить особенности многолетнего хода приземной температуры в каждом регионе можно по временным рядам на рисунках 4.1-4.3 и по соответствующим оценкам трендов в таблице 4.1.

**а) T3288 (только суша)**



**б) HadCRUT5 (суша+море)**



**Рисунок 4.1** – Временные ряды пространственно-осредненных аномалий приземной температуры осеннего сезона в крупных регионах мира: а) континенты; б) северные части Атлантического и Тихого океанов и основные широтные пояса

Расчеты выполнены по методике ИГКЭ по данным: а) ИГКЭ (массив T3288), б) Hadley/CRU (массив HadCRUT5). Аномалии приведены в отклонениях от средних за 1991–2020 гг. Сглаженные кривые (жирные линии) получены 11-летним скользящим осреднением. Показан линейный тренд за 1976-2024 гг. с 95%-м доверительным интервалом (голубая заливка).

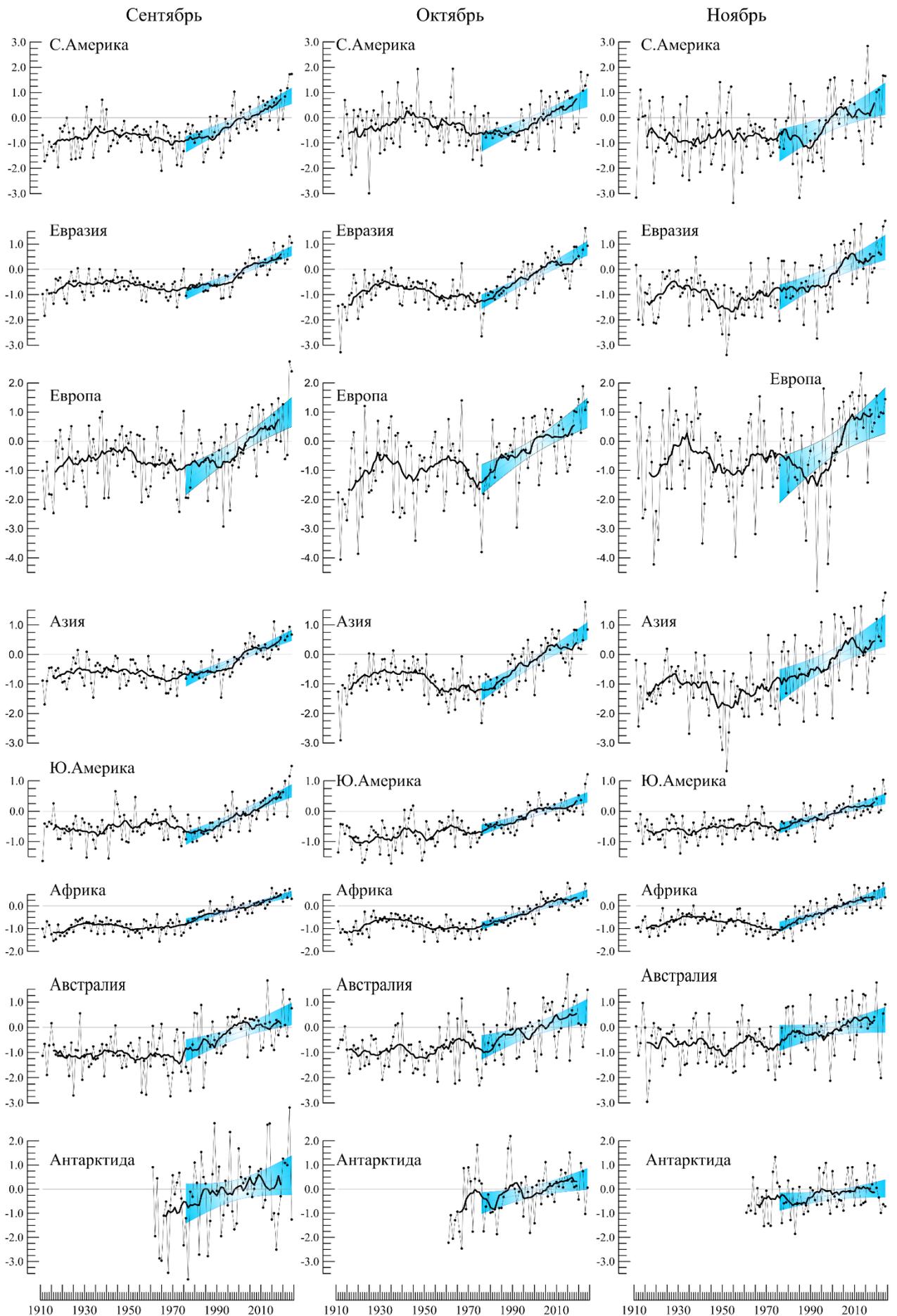
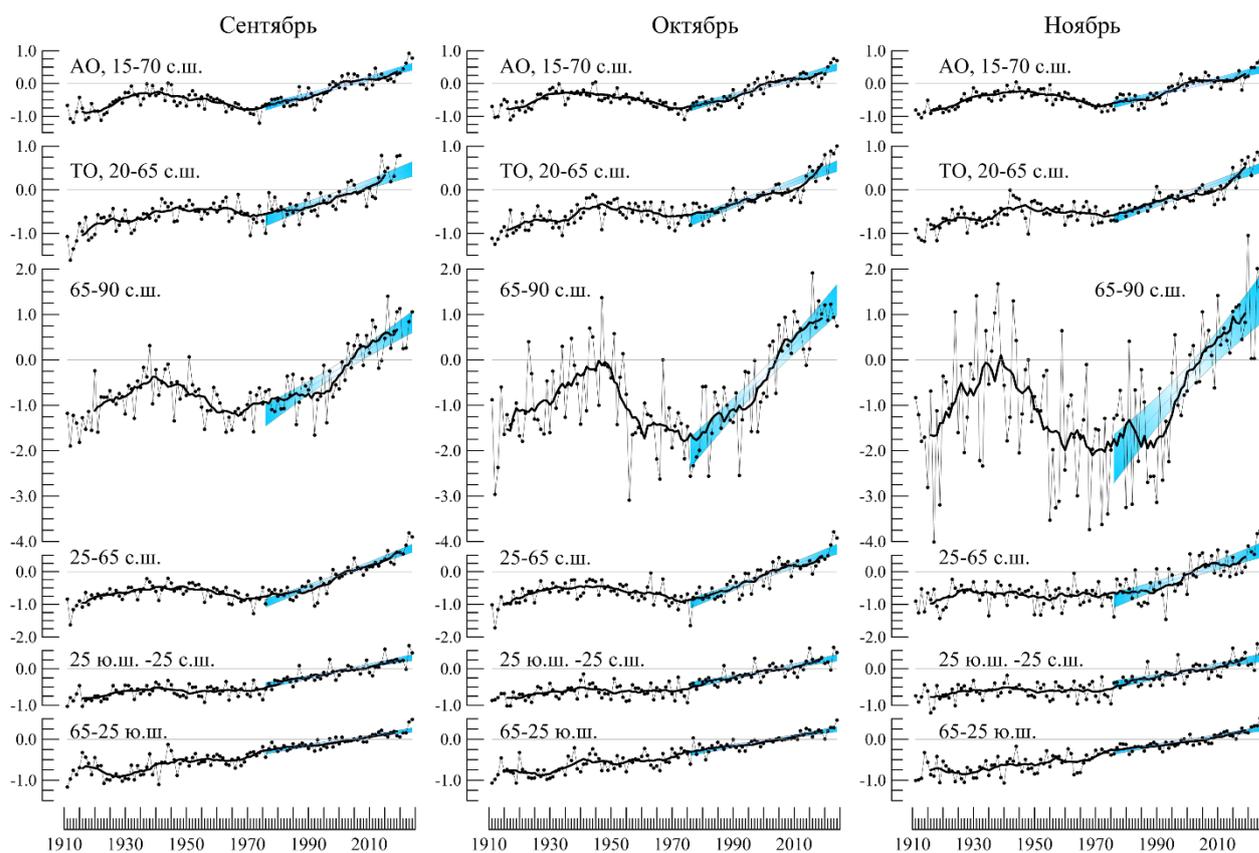


Рисунок 4.2 – См. рис. 4.1, но для осенних месяцев и только для континентов (Т3288)



**Рисунок 4.3** – См. рис. 4.1., но для аномалий осенних месяцев и только для океанов и широтных поясов земного шара (HadCRUT5)

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

Ниже приведено географическое распределение коэффициентов линейного тренда приповерхностной температуры за 1976-2024 гг. для осеннего сезона (рис. 5.1) и отдельно для каждого из осенних месяцев (рис. 5.2). Используются данные наблюдений на 2523 станциях (массив T3288) и в центрах 1602 боксов (массив HadCRUT5), для которых своевременно поступили данные хотя бы за два осенних месяца 2024 года. В таблице 5.1 приведено их количественное распределение в зависимости от географического региона, направленности тренда и уровня значимости. В ячейках таблицы для каждой анализируемой выборки (регион) указано реальное число попавших в нее оценок (NN) и их доля в общем объеме соответствующей выборки.

**Таблица 5.1** – Количественное распределение (%) локальных оценок тренда за 1976-2024 гг. (осенний сезон) в зависимости от региона, знака коэффициента тренда *b* и уровня значимости *α*

Регион		NN	Выборки по знаку коэффициента тренда (% от NN)						
			b<0	b=0	b>0	b<0		b>0	
						α<=5%	α>=10%	α<=5%	α>=10%
<b>HadCRUT5 (суша+море)</b>									
Земной шар		1602	6,8	0,8	92,4	0,2	6,3	74,7	14,1
Северное полушарие		927	1,0	0,1	98,9	-	1,0	88,1	7,4
Южное полушарие		675	14,8	1,8	83,4	0,6	13,6	56,1	23,3
АО, 15-70N		134	-	-	100,0	-	-	100,0	-
ТО, 20-65N		151	-	-	100,0	-	-	100,0	-
Широтные пояса	90-65N	92	-	-	100,0	-	-	96,7	-
	65-25N	522	-	-	100,0	-	-	91,6	4,8
	25S-25N	632	9,3	0,8	89,9	0,2	8,5	72,0	15,0
	25-65S	342	14,6	2,3	83,0	0,9	13,7	48,5	29,2
	65-90S	14	-	-	100,0	-	-	57,1	42,9
<b>T3288 (только суша)</b>									
Земной шар		2523	2,3	0,2	97,4	0,4	1,7	82,1	10,5
Северное полушарие		2139	1,5	0,1	98,4	0,2	1,1	84,9	8,8
Южное полушарие		384	7,0	0,8	92,2	1,6	5,2	66,7	19,5
С. Америка		419	1,7	0,7	97,6	0,2	1,2	76,6	13,8
Евразия		1495	1,1	-	98,9	-	0,9	87,1	7,6
Ю. Америка		140	7,9	-	92,1	2,1	5,7	67,9	20,0
Африка		131	3,8	-	96,2	1,5	2,3	82,4	6,9
Австралия		138	7,2	0,7	92,0	1,4	5,1	65,9	19,6
Антарктида		18	-	5,6	94,4	-	-	44,4	44,4
Европа		550	-	-	100,0	-	-	97,8	1,1
Азия		954	1,7	-	98,3	-	1,4	80,9	11,3
Арктика, 65-90N, суша		149	-	-	100,0	-	-	98,0	-

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

Тенденция к потеплению осенних сезонов у поверхности Земного шара наблюдается почти повсеместно – положительные тренды составляют более 97% всех стационарных оценок (по данным T3288, только суша), в том числе 82,1% статистически значимы на 5%-м уровне (по сеточным данным HadCRUT5 положительны более 92,0% и статистически значимы 74,7%) (рис. 5.1, табл. 5.1). В частности, все тренды положительны в широтных поясах 90-65N, 65-25N, 65-90S, в северных частях Тихого и Атлантического океанов, на обоих континентах Северного полушария (Евразия и Северная Америка) и в Антарктиде.

С другой стороны, тенденция к похолоданию (отрицательные тренды), в основном статистически не значимая, выявлена лишь в умеренном поясе ЮП и тропических широтах (65S-25N), причем в Южном полушарии существенно меньше, чем в Северном, доля статистически значимых положительных трендов (56,1% против 88,1%).

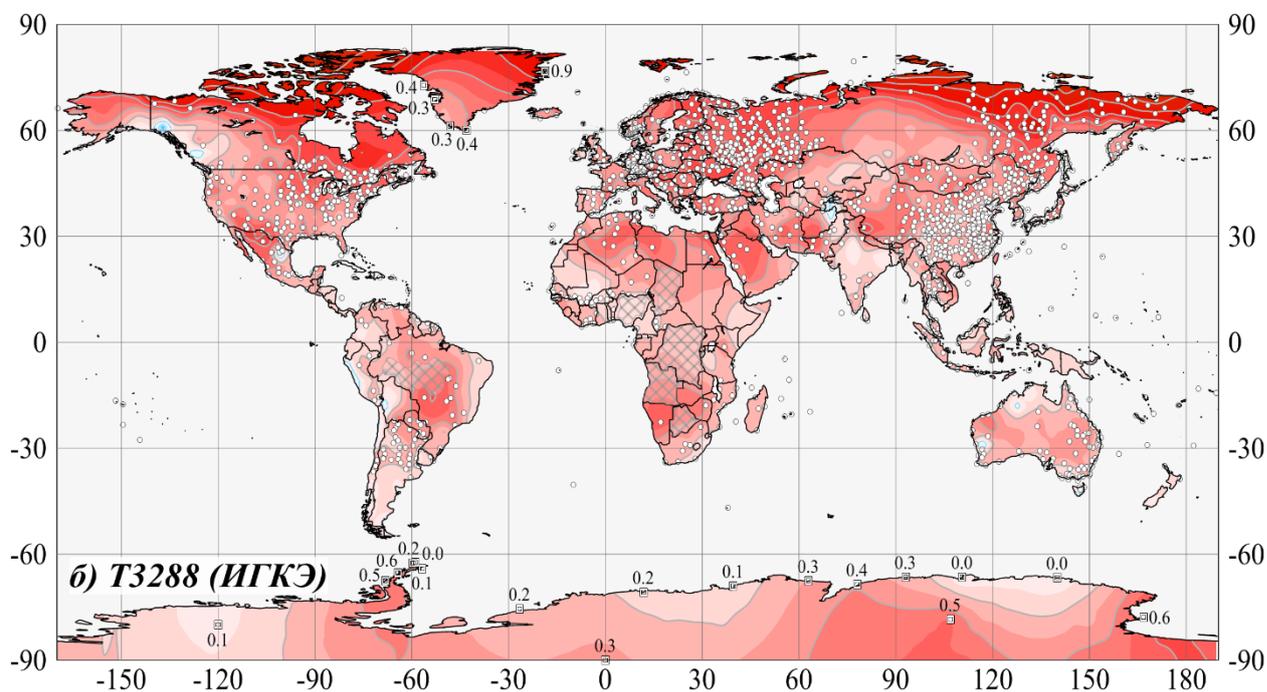
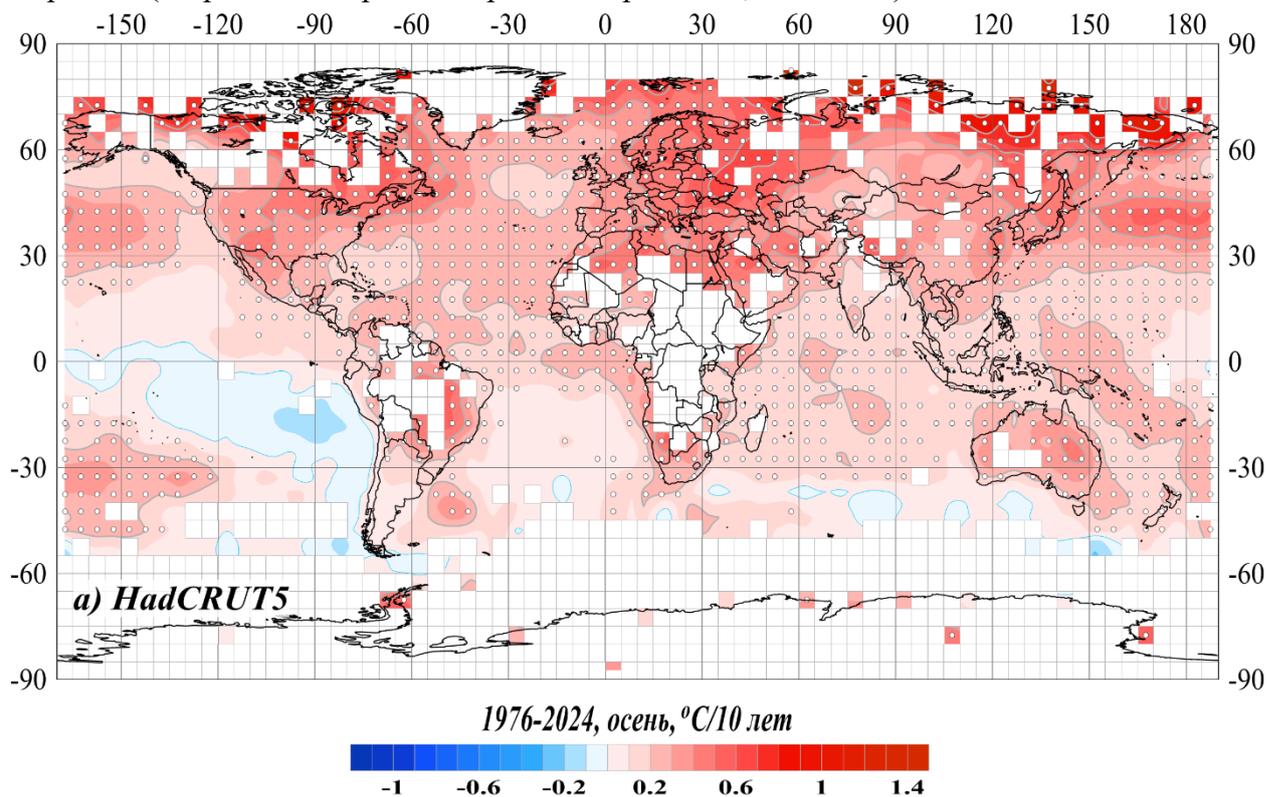
Отметим дополнительно, что именно в Северном полушарии расположены регионы, в которых более 95% локальных оценок статистически значимы на 5%-уровне, в том числе: оба северных океана (Тихий океан и Атлантика), Европа и арктический широтный пояс в целом (90-65N), с учетом континентов и океанов (табл. 5.1).

**Таблица 5.2** –Доля статистически значимых оценок тренда ( $\alpha \leq 5\%$ ) каждого знака в отдельные месяцы сезона, 1976-2024 гг. (% от NN)

Регион	NN	F ( $\alpha \leq 5\%$ ), %					
		Сентябрь		Октябрь		Ноябрь	
		b < 0	b > 0	b < 0	b > 0	b < 0	b > 0
<b>HadCRUT5 (Hadley/CRU, суша+море)</b>							
Земной шар	1602	0,2	65,5	0,2	68,9	0,1	59,2
Северное полушарие	927	-	82,0	-	82,6	-	69,0
Южное полушарие	675	0,6	43,0	0,6	50,1	0,3	45,6
Атлантика (15-70N)	134	-	97,0	-	99,3	-	93,3
Тихий океан (20-65N)	151	-	95,4	-	99,3	-	91,4
65-90N	92	-	97,8	-	100,0	-	71,7
25-65N	522	-	86,6	-	83,9	-	65,5
25S-25N	632	0,5	63,3	0,2	67,4	0,2	63,9
65-25S	342	0,3	31,0	0,9	40,9	0,3	38,9
90-65S	14	-	14,3	-	42,9	-	21,4
<b>T3288 (ИГКЭ, суша)</b>							
Земной шар	2523	0,2	73,1	0,4	65,4	0,4	52,2
Северное полушарие	2139	0,1	76,0	0,3	68,4	0,2	53,3
Южное полушарие	384	0,5	57,0	1,0	48,4	1,0	46,1
Северная Америка	419	-	75,7	0,5	63,2	0,2	34,4
Евразия	1495	-	76,9	0,1	68,8	0,1	55,7
Южная Америка	140	0,7	51,4	2,9	33,6	0,7	56,4
Африка	131	1,5	65,6	1,5	68,7	0,8	71,0
Австралия	138	0,7	62,3	0,7	55,8	1,4	34,1
Антарктида	18	-	5,6	-	27,8	-	22,2
Европа	550	-	88,9	-	77,8	-	65,5
Азия	954	-	69,9	0,1	63,8	0,2	49,6
Арктика, 65-90N, суша	149	-	87,2	-	91,9	-	71,8

*Примечание.* Таблица обобщает распределение оценок на рисунке 5.2. Процентное содержание F ( $\alpha \leq 5\%$ ) рассчитано относительно NN (NN - общее количество станций в регионе).

Область наиболее активного осеннего потепления (рис. 5.1, 5.2) – по-прежнему, Арктика (острова и побережье Карского моря – до  $1,9^{\circ}\text{C}/10$  лет).



**Рисунок 5.1** - Пространственное распределение коэффициентов линейного тренда температуры осеннего сезона у поверхности Земного шара за период 1976-2024 гг. ( $^{\circ}\text{C}/10$  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

На протяжении сезона 1976-2024 гг. средняя скорость потепления на островах Северной Земли и Восточно-Сибирских островах колебалась в интервале 1,0-2,5, в Европе – 0,9-1,1, на севере Африки – 0,7-1,0, в Северной Америке и в Канадском архипелаге – 1,0-1,7, и, наконец, в центре Южной Америки в сентябре – до 1,0°C/10 лет. Максимально потепление отмечается в октябре-ноябре.

Из 58 станций с тенденцией к похолоданию осенних сезонов (2,3% из 2523) статистически значимы на 5%-м уровне только 0,4% (10 станций в Боливии и Бангладеш - до -0,1 - -0,2°C/10 лет). На остальной территории (Евразия, Канада, Австралия, Антарктида, Аргентина), во все месяцы сезона, отрицательный тренд либо отсутствует, либо статистически незначим даже на 10%-м уровне (рис. 5.2). На карте сезонных трендов (рис. 5.1) им соответствуют области слабого положительного тренда (статистически незначимого), что указывает скорее на отсутствие реальных однонаправленных тенденций любого знака.

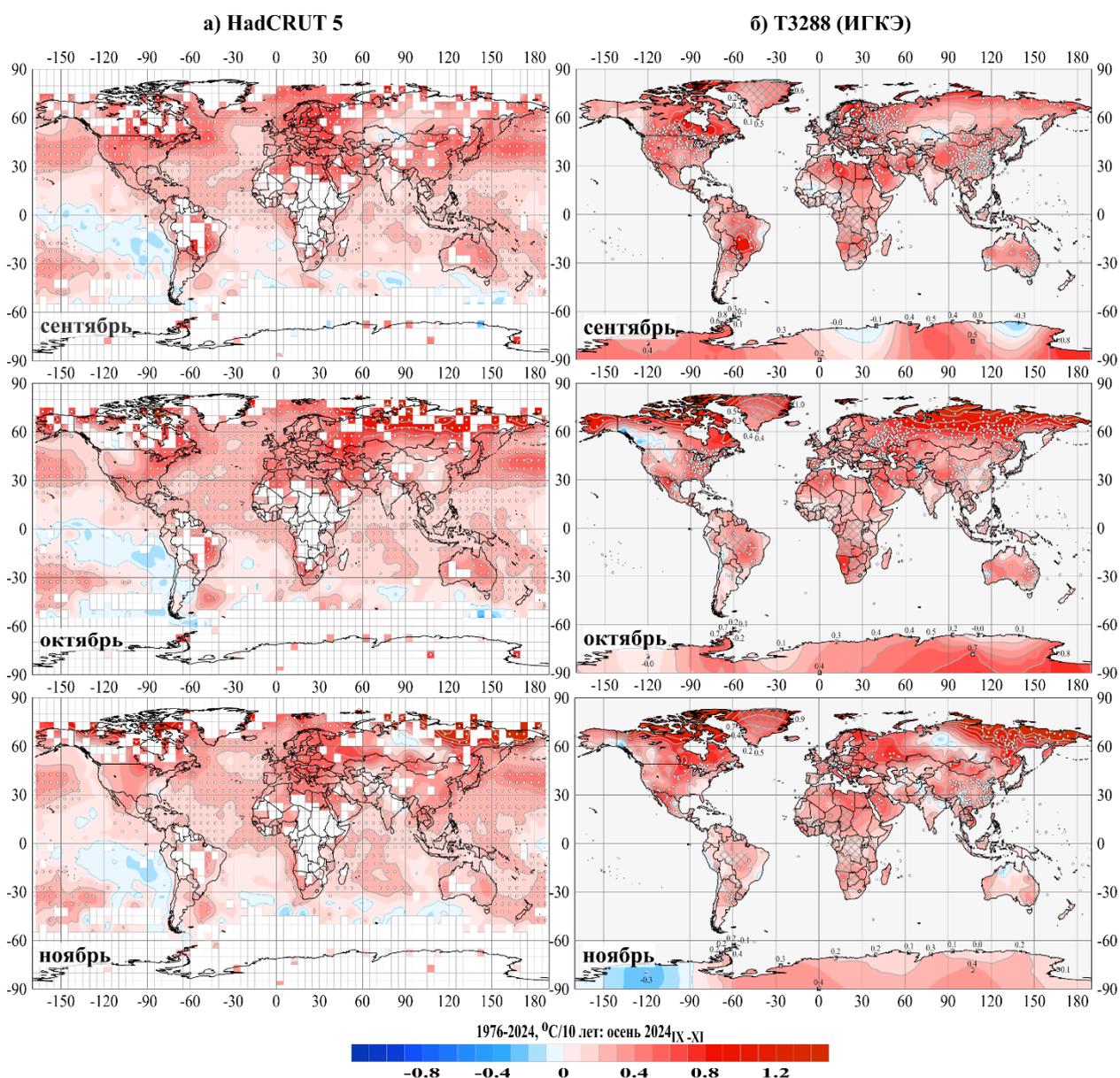


Рисунок 5.2 – См. рис. 5.1, но для коэффициентов тренда среднемесячной температуры осенних месяцев.

## 6. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Осень 2024 г. – второй самый теплый осенний сезон в истории наблюдений по всем наборам данных (суша, море, суша+море), кроме суши Южного полушария (ЮП). Осенняя аномалия глобальной температуры, рассчитанная по массиву HadCRUT5 (суша+море, данные Hadley/CRU), составила в 2024 году  $0,618^{\circ}\text{C}$ , что на  $0,95^{\circ}\text{C}$  ниже по-прежнему рекордно теплого 2023 года (аномалия  $0,713^{\circ}\text{C}$ ). На суше Южного полушария рекордно теплым осенним сезоном стала осень 2024 года: аномалия  $0,726/0,714^{\circ}\text{C}$  (данные T3288/CRUTEM5, только суша).

2. Из крупных региональных аномалий, прежде всего, выделяются температурные рекорды масштаба континентов, океанов и широтных поясов, осуществившиеся, в среднем за сезон и в отдельные месяцы, в регионах: северная часть Тихого океана (20-65N), Умеренный пояс ЮП (65-25S), Северная и Южная Америки и Европа. Рекордно теплым был также ноябрь в северной части Атлантического океана (15-70N) и в Азии.

3. Осенью 2024 г. на территории Земного шара положительные аномалии преобладали на территории всех континентов и широтных поясов, кроме Антарктиды. В целом, сезонные положительные аномалии отмечены на 91% всех наземных станций и в 81% боксов. При этом сезонные температуры выше 95-го перцентиля (5%-е экстремумы тепла) составляют почти половину всех данных (46/49%, массив T3288/CRUTEM5). Их обширные области локализованы в Северной Америке (59,4% станций), на юге Южной Америки (57%), в Евразии (43%), в северных частях Тихого (61% боксов) и Атлантического (52%) океанов.

Области отрицательных аномалий осенью наблюдались в Антарктиде (кроме Земли Королевы Мод, 56% станций), в Западной Африке (29%), на востоке Южной Америки (5%), в восточном секторе Тихого океана.

4. Как и сезон в целом, очень теплыми (вторыми по величине в соответствующих ранжированных по убыванию временных рядах) были все месяцы сезона (глобальные аномалии:  $0,61^{\circ}\text{C}$ ,  $0,59^{\circ}\text{C}$ ,  $0,65^{\circ}\text{C}$  – данные HadCRUT5, Hadley/CRU). Теплее в этих месяцах было только в 2023 г. (аномалии  $0,73^{\circ}\text{C}$ ,  $0,68^{\circ}\text{C}$ ,  $0,73^{\circ}\text{C}$ ).

5. Локализация наиболее крупных аномалий, положительных и отрицательных, от месяца к месяцу менялась, как на континентах, так и на акваториях океанов. При этом их интенсивность и площадь охвата на всех континентах изменялись очень существенно, а на акваториях океанов были менее значительными.

6. На большей части Земного шара продолжается потепление осенних сезонов: положительные тренды, в целом по Земному шару, составляют более 97% всех стационарных оценок (более 92% оценок в боксах), из которых 82% (75%) статистически значимы на 5%-уровне. В частности, все тренды положительны в широтных поясах 90-65N, 65-25N, 65-90S, в северных частях Тихого и Атлантического океанов, в Европе и Антарктиде, но доля статистически значимых из них в Южном полушарии существенно меньше, чем в Северном (в целом по полушариям: 56% против 88%).

7. Область наиболее интенсивного потепления – Арктика (до  $+1,9, 2,5^{\circ}\text{C}/10$  лет – за сезон и в отдельные месяцы) и Европа (до  $+0,9^{\circ}\text{C}/10$  лет).

Среди отрицательных коэффициентов тренда (2,3% станций, 6,8% боксов) статистически значимые оценки (на 5%-уровне) охватывают 0,4% станций (0,2% боксов) Боливии и Бангладеш (до  $-0,1 - -0,2^{\circ}\text{C}/10$  лет). На остальной территории, во все месяцы

сезона, выделяются области еще более слабого отрицательного тренда, статистически не значимого даже на 10%-уровне (в основном, на суше: в Евразии, Канаде, Австралии, Аргентине, Антарктиде). На сезонной карте им соответствуют области слабого положительного тренда, также статистически незначимого, что указывает скорее на отсутствие здесь реальных однонаправленных тенденций любого знака.

9. На 100-летнем интервале (1925-2024) средняя скорость осеннего глобального потепления в обоих полушариях очень близка (их отношение около 1,15) и над сушей несколько выше, чем над океанами (в 1,3 раза). При этом в Южном полушарии, в океанах существенного ускорения потепления в последние 50 лет практически не произошло (~1,15), а на суше ускорилось почти вдвое (1,80-1,95). Соответственно, в Северном полушарии коэффициент ускорения в последние 50 лет составил на континентах ~2,8-2,9, а на океанах ~2,3.