

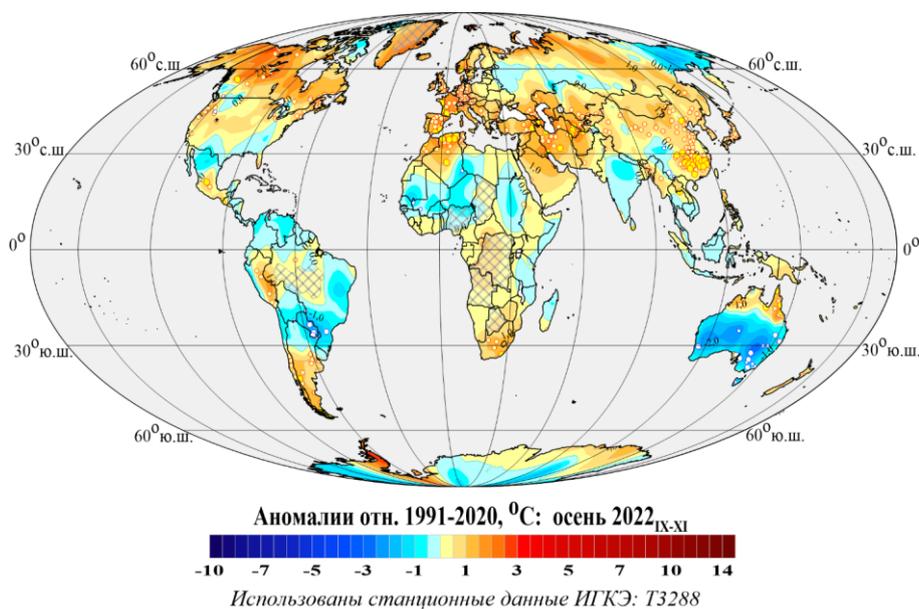
Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу  
окружающей среды

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

## Бюллетень мониторинга изменений климата Земного шара

### Приземная температура

#### Осень 2022



Москва 2022

## ОГЛАВЛЕНИЕ<sup>1,2</sup>

1. ВВЕДЕНИЕ .....	3
2. ТЕМПЕРАТУРНЫЙ РЕЖИМ У ПОВЕРХНОСТИ ЗЕМНОГО ШАРА ОСЕНЬЮ 2022 года. ЭКСТРЕМАЛЬНЫЕ АНОМАЛИИ .....	6
3. КРУПНОМАСШТАБНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ИЗМЕНЕНИЯ ПРИЗЕМНОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ ЗЕМНОГО ШАРА, 1850-2022 гг. (осенний сезон) .....	12
4. ВРЕМЕННЫЕ РЯДЫ РЕГИОНАЛЬНО ОСРЕДНЕННЫХ АНОМАЛИЙ ПРИЗЕМНОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ, 1911-2022 гг. (осенний сезон) .....	16
5. ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ СОВРЕМЕННЫХ ИЗМЕНЕНИЙ КЛИМАТА, 1976-2022 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 2022 года. Используются станционные данные ИГКЭ.

## 1 ВВЕДЕНИЕ

В настоящем бюллетене представлены данные о климатических аномалиях осеннего сезона 2022 года и обновленные (с учетом этих данных) оценки тенденций в изменении температурного режима осенних сезонов на территории земного шара в течение 1976–2022 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.

Последний из них (CRUTEM5, только суша, Hadley/CRU), полученный по той же системе наблюдений, что и T3288 (только суша, ИГКЭ), но другим коллективом, с применением других методов 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, для 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 0,10°C (с 1976 года наибольшее различие

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

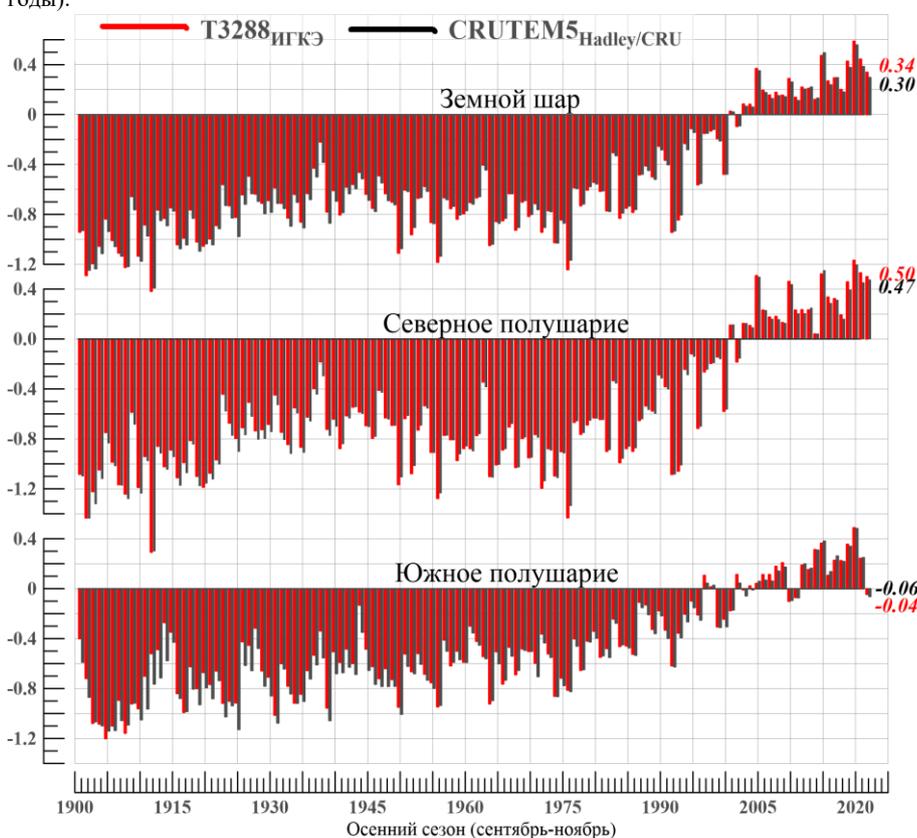
<sup>4</sup> Массивы CRUTEM5 (температура воздуха над сушей), HadSST4 (температура воды на поверхности океанов и морей) и HadCRUT5 (объединенные данные над континентами и океанами) созданы и поддерживаются совместно двумя коллективами Великобритании – Хэдди-центром (Met Office Hadley Centre) и Университетом 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.5.0.1.0, CRUTEM.5.0.1.0, HadSST.4.0.1.0 от 17.01.2023.

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

наблюдалось в 1976 году в северном полушарии:  $-0,10^{\circ}\text{C}$ ). При этом во всех случаях ряды характеризуются исключительно высокой корреляцией (не менее 0,995) и предельно низким различием трендов (до  $0,012^{\circ}\text{C}/10$  лет).

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

Дополнительно можно отметить, что с начала 2000-х (в Южном полушарии после 2010-х) в ходе сезонных (осень) глобальных температур над сушей (рис. 1.1) четко выделяются 5-летние периоды, каждый из которых завершается резким повышением температуры, за которым следует откат на более низкий уровень (см. 2005, 2010, 2015, 2020 годы).



**Рисунок 1.1** – Временные ряды пространственно осредненных сезонных аномалий температуры приземного воздуха над сушей Земного шара, Северного и Южного полушарий (1901-2022 гг., осень,  $^{\circ}\text{C}$ ).

Использованы глобальные временные ряды T3288 (рассчитаны по данным и методике ИГКЭ) и оригинальные временные ряды CRUTEM5 (данные Hadley/CRU, <http://www.MetOffice.gov.uk>).

**Таблица 1.1** – Оценки близости/различия глобальных временных рядов Т3288 (ИГКЭ) и CRUTEM5 (Hadley/CRU) в среднем за осенний сезон для территории суши Земного шара (ЗШ), Северного (СП) и Южного (ЮП) полушарий

Оценка	1976-2022			1923-2022		
	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 Т3288, °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 2022 ГОДА. ЭКСТРЕМАЛЬНЫЕ АНОМАЛИИ

Самым теплым осенним сезоном в истории наблюдений, на суше Земного шара в целом и в каждом из полушарий остается осень 2020 г., а на акваториях океанов и суммарно (суша+море) – осень 2015 г. (табл. 2.1).

Текущий сезон (осень 2022 г.), в целом для Земного шара, стал шестым самым теплым (с 1850 г.) по данным на всей территории (HadCRUT5, суша+море) и только на континентах (T3288, CRUTEM5, суша) и пятым – по данным на океанических акваториях (HadSST4, море). При этом в Северном полушарии, как и в целом по Земному шару, контрастов между температурными условиями на континентах и океанах не обнаружено (здесь сезон по всем наборам данных оказался на четвертом-пятом месте), тогда как в Южном полушарии температура осеннего сезона седьмая величина в ряду наблюдений на поверхности океанов, но лишь 21-ая – на суше (по обоим источникам, T3288 и CRUTEM5).

Числовые значения аномалий и соответствующие им ранги для первых пяти самых теплых осенних сезонов (в рядах, упорядоченных по убыванию) приведены в таблице 2.1.

Добавлено примечание ([ER1]):

**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	0,400	2015	0,547	2015	0,253	2015
2	0,353	2019	0,535	2020	0,239	2019
3	0,351	2020	0,466	2019	0,222	2021
4	0,330	2021	0,439	2021	0,211	2016
5	0,291	2016	0,408	2022	0,191	2018
	0,252 (6)	2022			0,097 (13)	2022
<b>T3288 (ИГКЭ, суша)</b>						
1	0,587	2020	0,629	2020	0,488	2020
2	0,473	2015	0,529	2021	0,364	2015
3	0,444	2021	0,520	2015	0,356	2019
4	0,427	2019	0,507	2005	0,313	2014
5	0,368	2005	0,498	2022	0,243	2021
	0,339 (6)	2022			-0,045 (21)	2022
<b>CRUTEM5 (Hadley/CRU, суша)</b>						
1	0,557	2020	0,595	2020	0,482	2020
2	0,494	2015	0,550	2015	0,381	2015
3	0,384	2021	0,497	2005	0,340	2019
4	0,376	2019	0,475	2022	0,309	2014
5	0,351	2005	0,451	2021	0,262	2017
	0,296 (6)	2022			-0,061 (21)	2022
<b>HadSST4 (Hadley/CRU, море)</b>						
1	0,370	2015	0,491	2015	0,259	2015
2	0,306	2019	0,436	2019	0,209	1997
3	0,259	2021	0,394	2020	0,199	2018
4	0,251	2018	0,365	2021	0,184	2019
5	0,248	2022	0,356	2022	0,170	2016
					0,135 (7)	2022

Из крупных региональных аномалий, по-видимому, следует указать отмеченные в таблице 2.2 сезонные/месячные температурные рекорды масштаба континентов, океанов и широтных поясов, а именно: северная часть Атлантики и Тихого океана: соответственно, 15-70N (все месяцы сезона) и 20-65N (сентябрь-октябрь); северный и южный Умеренные широтные пояса: 25-65N (сентябрь-октябрь) и 65-25S (октябрь-ноябрь); Европа (октябрь); Северная Америка (сентябрь).

Таблица 2.2 - Пространственно осредненные значения аномалии приземной температуры в крупных регионах Земного шара и их вероятности неперевышения (осень 2022 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		0,25	95,5	0,27	95,5	0,38	98,2	0,11	89,2
Северное полушарие		0,41	96,4	0,44	96,4	0,52	98,2	0,26	91,9
Южное полушарие		0,10	89,2	0,11	92,8	0,23	94,6	-0,05	84,7
Атлантика, 15-70N		0,58	<b>100</b>	0,63	<b>100</b>	0,64	<b>100</b>	0,49	<b>100</b>
Тихий океан, 20-65N		0,81	<b>100</b>	0,87	<b>100</b>	0,89	<b>100</b>	0,69	99,1
Широтные пояса	65-90N	0,48	88,2	0,27	88,2	1,22	97,3	0,03	74,5
	25-65N	0,71	<b>100</b>	0,80	<b>100</b>	0,82	<b>100</b>	0,53	95,5
	25S-25N	-0,03	85,5	-0,01	85,5	-0,03	83,6	-0,04	85,5
	65-25S	0,27	<b>100</b>	0,16	96,4	0,29	<b>100</b>	0,33	<b>100</b>
	90-65S	0,71	90,9	1,09	81,8	2,05	98,7	-0,77	27,3
<b>T3288 (только суша)</b>									
Земной шар		0,34	95,5	0,40	96,4	0,45	97,3	0,17	88,3
Северное полушарие		0,50	96,4	0,51	96,4	0,61	<b>100</b>	0,37	91,9
Южное полушарие		-0,05	82	0,13	91	0,05	85,6	-0,30	58,6
Северная Америка		0,63	96,4	1,17	<b>100</b>	1,06	97,3	-0,35	56,4
Евразия		0,58	97,3	0,39	91,8	0,77	97,3	0,59	91,8
Южная Америка		-0,09	80	-0,18	70	-0,11	75,5	0,03	84,5
Африка		0,21	91,8	0,36	94,5	0,35	95,5	-0,10	78,2
Австралия		-1,09	23,6	-0,37	69,1	-0,78	43,6	-2,01	3,6
Антарктида		0,25	75,3	0,99	87	0,74	88,3	-0,99	19,5
Европа		0,81	92,7	-0,47	47,3	1,88	<b>100</b>	0,99	83,6
Азия		0,52	95,5	0,61	96,4	0,49	92,7	0,46	89,1
<b>CRUTEM5 (только суша)</b>									
Земной шар		0,30	95,5	0,33	94,6	0,40	97,3	0,16	88,3
Северное полушарие		0,48	97,3	0,46	96,4	0,59	<b>100</b>	0,37	91,9
Южное полушарие		-0,06	82	0,07	89,2	0,01	84,7	-0,26	75,7

Условные обозначения:

1. vT – наблюдаемая аномалия осенью 2022 года, °C (базовый период 1991-2020 гг.)
2. F% – значение эмпирической функции распределения  $F = \text{prob}(X \leq vT_{2022})$  по данным за 1911-2022 гг. (вероятность неперевышения)
3. Синим шрифтом выделены отрицательные аномалии
4. Красным жирным шрифтом выделены абсолютные максимумы (F=100%)

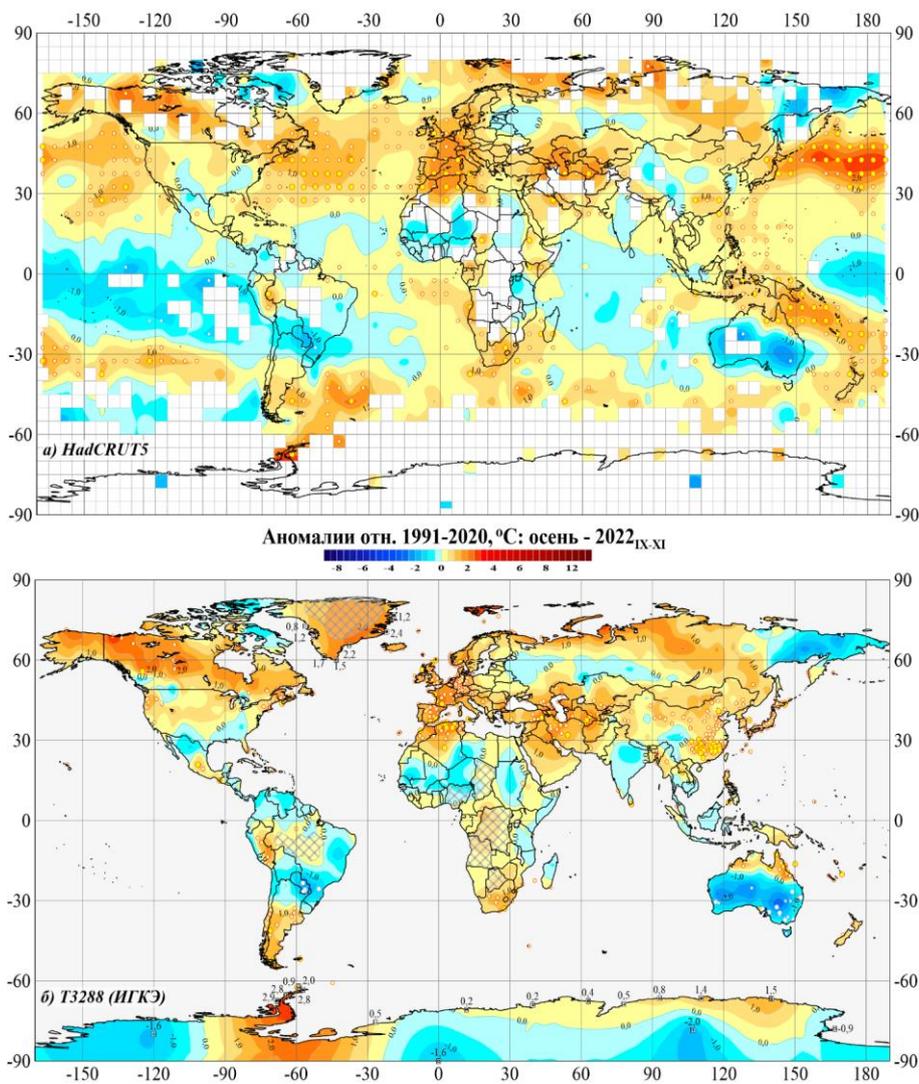
Более полное представление о региональных особенностях сложившихся этой осенью температурных условий и о локализации наиболее крупных аномалий дает географическое распределение локальных аномалий (рис. 2.1) и их частотное распределение в регионах по знаку и интенсивности (табл. 2.3).

Осенью 2022 г. на территории Земного шара преобладали положительные аномалии – на них приходится около 70% всех сезонных наземных данных и около 65% данных в боксах (рис. 2.1, табл. 2.3). На этом фоне и на фоне современного глобального потепления следует отметить наличие этой осенью, сразу на нескольких континентах, областей отрицательных аномалий, в том числе: в Австралии – около 83% станций, в Южной Америке – 52% станций, в Африке (Западной и Центральной) – около 40% станций, в Азии (в т.ч. Индия и северо-восток России) – более 20% станций. Обширная область отрицательных аномалий отмечается также в тропиках Тихого и Индийского океанов. Однако отрицательные аномалии этой осенью очень редко достигали уровня 5-го процентиля. К ним относятся 12% станций Австралии и 5% станций Южной Америки.

**Таблица 2.3** – Распределение локальных сезонных аномалий в крупных регионах мира по их знаку и интенсивности (осень 2022)

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		1682	29,1	5,7	65,2	0,6	24,3	-	6,7
Северное полушарие		974	22,0	5,5	72,5	0,1	26,3	-	7,0
Южное полушарие		708	39,0	5,9	55,1	1,3	21,5	-	6,2
Атлантика, 15-70N		137	9,5	6,6	83,9	-	49,6	-	13,1
Тихий океан, 20-65N		150	7,3	4,7	88,0	-	48,0	-	19,3
Широтные полюса	65-90N	108	25,9	3,7	70,4	-	12,0	-	-
	25-65N	537	11,4	3,4	85,3	-	36,3	-	11,7
	25S-25N	643	44,5	7,8	47,7	1,1	17,6	-	5,0
	65-25S	380	29,2	6,3	64,5	0,8	22,1	-	4,2
	90-65S	14	28,6	-	71,4	-	21	-	7
<b>T3288 (IGCE, только суша)</b>									
Земной шар		2617	26,1	4,3	69,7	1,4	20,4	0,5	3,6
Северное полушарие		2194	20,1	4,2	75,7	0,5	21,3	0,0	3,5
Южное полушарие		424	57,1	4,5	38,4	6,1	15,6	2,8	4,2
Северная Америка		448	20,5	4,5	75,0	0,4	12,5	-	0,9
Евразия		1500	17,6	4,1	78,3	0,3	22,5	0,1	3,5
Южная Америка		152	52,0	4,6	43,4	4,6	15,1	2,6	2,6
Африка		159	39,6	6,9	53,5	1,9	24,5	-	8,2
Австралия		157	82,8	3,2	14,0	12,1	8,3	5,1	2,5
Антарктида		18	16,7	-	83,3	-	27,8	-	16,7
Европа		537	12,5	3,2	84,4	-	33,7	-	2,8
Азия		972	20,3	4,5	75,2	0,4	16,0	0,1	3,9
Арктика, 65-90N (суша)		157	16,6	2,5	80,9	-	14,0	-	-

*Примечание.* Объем выборок NN не включает станций/боксов, в которых в массивах HadCRUT5 и T3288 отсутствуют данные за текущий месяц/сезон. Значения процентилей (P<sub>05</sub>, P<sub>95</sub>) рассчитаны для каждого календарного месяца и станции по данным за 1911-2022 гг.



**Рисунок 2.1** – Пространственное распределение аномалий приземной температуры на территории Земного шара осенью 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. В точках расположения станций Антарктиды и Гренландии показаны числовые значения наблюдаемых аномалий. Пустыми боксами (а) и штриховкой (б) показаны области отсутствия наблюдений.

*Крупномасштабные отрицательные аномалии* (в среднем по территории континентов) наблюдались в этом сезоне сразу на нескольких континентах. Однако, поскольку они рассчитаны относительно среднего за 1991-2020 гг. (самое теплое 30-летие в рядах), судить о степени их экстремальности лучше по значениям в вероятностной шкале F. По-видимому, в данном сезоне действительно холодными можно считать региональные температурные условия лишь в Австралии, в целом за сезон ( $V = -1,09^{\circ}\text{C}$ ,  $F = 24\%$ ) и в ноябре ( $V = -2,01^{\circ}\text{C}$ ;  $F = 4\%$ ), когда вероятность превышения наблюдаемого значения (в среднем по континенту) существенно меньше 50%. В ноябре  $F < 5\%$ , что означает осуществление в Австралии, в целом по континенту, 5%-экстремума холода.

**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 2022 г.

Регион	Всего блоков/ станций NN	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	1682	0,8	19,2	0,5	20,0	1,2	19,4	
Северное полушарие	974	0,4	22,8	0,4	23,5	0,5	23,0	
Южное полушарие	708	1,4	14,3	0,7	15,3	2,1	14,5	
Атлантика, 15-70N	137	-	33,6	-	38,0	-	43,1	
Тихий океан, 20-65N	150	-	32,7	-	34,7	-	38,7	
Широтные пояса	65-90N	108	-	6,5	-	23,1	0,9	7,4
	25-65N	537	0,2	33,5	0,2	32,0	0,7	28,3
	25S-25N	643	1,6	14,0	1,1	13,5	1,2	16,3
	65-25S	380	1	11,6	0,3	12,9	1,6	15,8
	90-65S	14	-	14,3	-	29	7,1	14
<b>T3288 (IGCE, только суша)</b>								
Земной шар	2617	0,6	16,9	0,5	17,7	3,0	17,8	
Северное полушарие	2194	0,4	18,2	0,2	19,0	1,5	18,3	
Южное полушарие	424	1,9	10,1	2,1	11,6	10,8	15,6	
Северная Америка	448	0,4	23,4	0,4	23,7	6,0	4,5	
Евразия	1500	0,3	16,0	0,2	18,7	0,1	21,0	
Южная Америка	152	2,6	3,9	3,3	5,3	5,3	27,0	
Африка	159	0,6	15,7	-	21,4	1,3	13,8	
Австралия	157	2,5	8,3	1,9	6,4	22,9	2,5	
Антарктида	18	-	22,2	-	11,1	-	22,2	
Европа	537	-	2,0	-	37,8	-	23,1	
Азия	972	0,5	23,6	0,3	8,2	0,1	19,7	
Арктика, 65-90N (суша)	157	-	3,8	-	28,0	-	14,6	

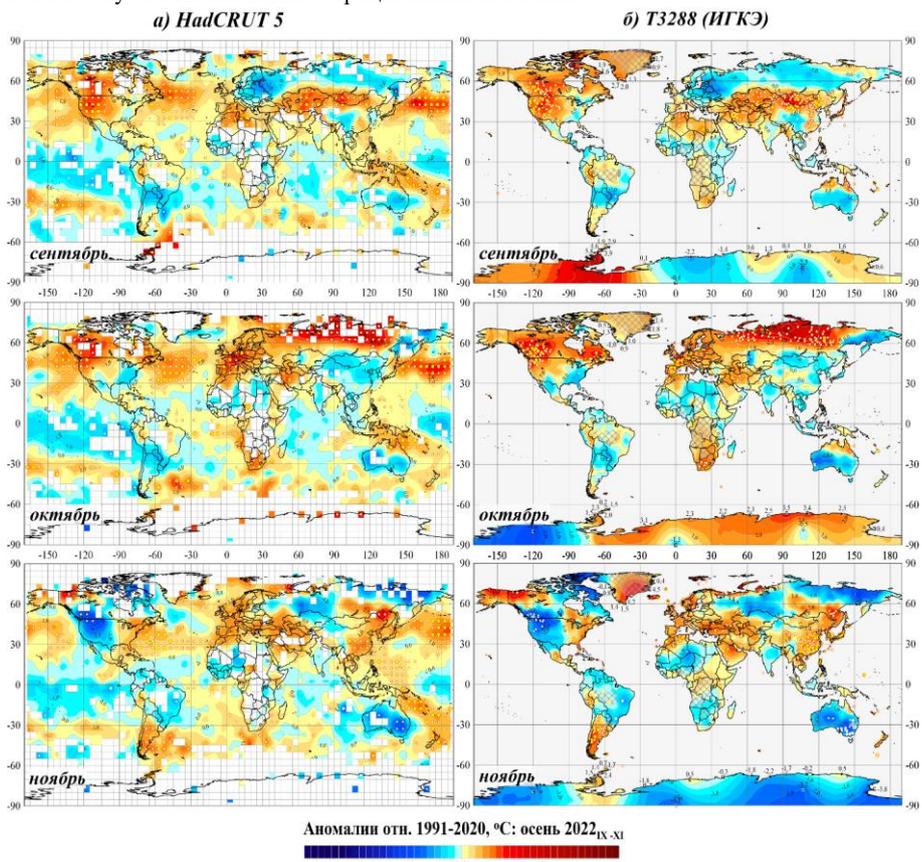
Примечание. См. примечание к табл. 2.3.

**Внутрисезонные особенности распределения аномалий** (рис. 2.2, табл. 2.4). В текущем осеннем сезоне наиболее теплыми месяцами были октябрь (средняя по Земному шару аномалия составила  $+0,38^{\circ}\text{C}$ , ранг 2) и сентябрь ( $+0,27^{\circ}\text{C}$ , ранг 5), главным образом за счет рекордно теплых океанов и континентов Северного полушария (северная часть Атлантики и Тихого океана, Северная Америка, Европа и север Азии).

Самый прохладный месяц в сезоне – ноябрь. Ноябрьская температура ниже климатической нормы, в среднем по континенту, отмечена в Северной Америке, Африке,

Австралии, Антарктиде. Доля 5%-х экстремумов холода в Северной Америке составила 6% всех данных, в Южной Америке – 5%, в Австралии 23%.

Выделяется также экваториальный широтный пояс 25S-25N (тропики), где за сезон в целом и в отдельные месяцы сезона отрицательными (хотя и близкими к климатической норме) были аномалии температуры, осредненные по всему поясу, – на сезонной карте им соответствуют области слабых отрицательных аномалий.



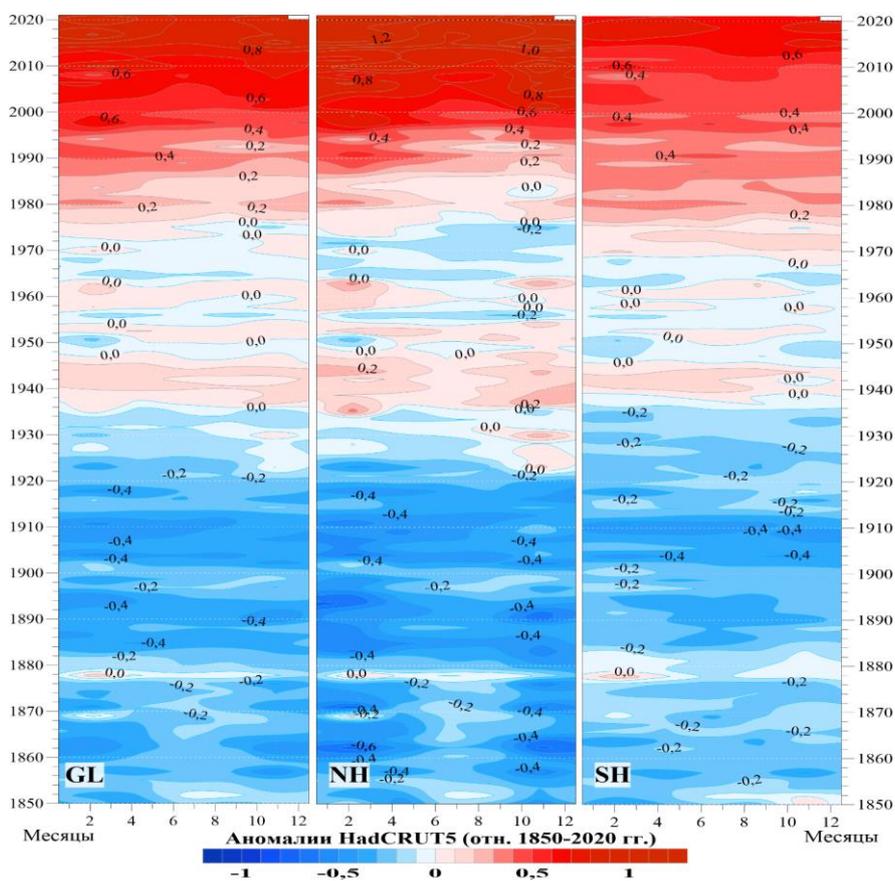
в Рисунок 2.2 – См. рисунок 2.1, но для отдельных месяцев 2022

Локализация наиболее крупных аномалий, положительных и отрицательных, от месяца к месяцу менялась, в основном – на континентах (особенно заметно – в Евразии, в Северной Америке, в Антарктиде). При этом их интенсивность и площадь охвата изменялись очень существенно. На акваториях океанов локализация аномалий менялась незначительно.

### 3 КРУПНОМАСШТАБНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ИЗМЕНЕНИЯ ПРИЗЕМНОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ ЗЕМНОГО ШАРА ЗА ПЕРИОД ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫХ НАБЛЮДЕНИЙ, 1850-2022 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 1850 г., HadCRUT5, суша+мре).

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 2015-2022 гг. аномалии колеблются в интервале 1,0-1,6 °C в Северном полушарии и 0,5 -0,9 °C в Южном (аномалии приведены относительно базового периода 1850-2022 гг.).



**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+мре, Hadley/CRU, UK), январь 1850 – ноябрь 2022. Аномалии приведены к базовому периоду 1850-2022 гг.

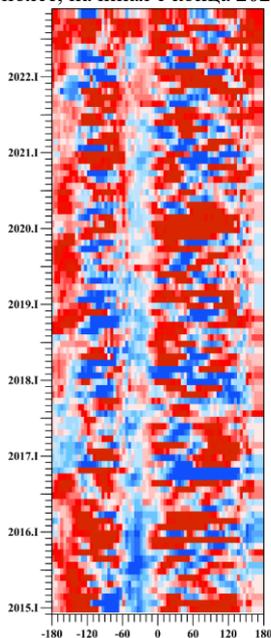
**Широтно-долготные разрезы.** На рисунке 3.2 представлены зональные и меридиональные особенности изменения температурного режима последних лет (2015-2022 гг.), от месяца к месяцу.

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 2016<sub>VI</sub> - 2017<sub>VIII</sub> и 2021<sub>IX</sub> – XII, когда в восточном секторе Тихого океана преобладали отрицательные аномалии).

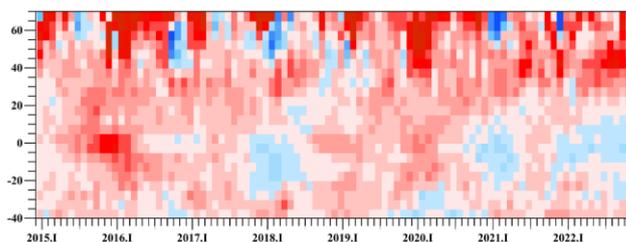
В текущем сезоне, в умеренных широтах Северного полушария (рис. 3.2а), положительные аномалии просматриваются в обоих океанических секторах в течение всего сезона. На континентах преобладают положительные аномалии, крупные отрицательные аномалии просматриваются в Евразии в сентябре в секторе 0-50Е, в октябре – в секторе 80-100Е, в ноябре – в секторе 50-90 Е; а также в Северной Америке в ноябре, в секторе 100-140W.

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



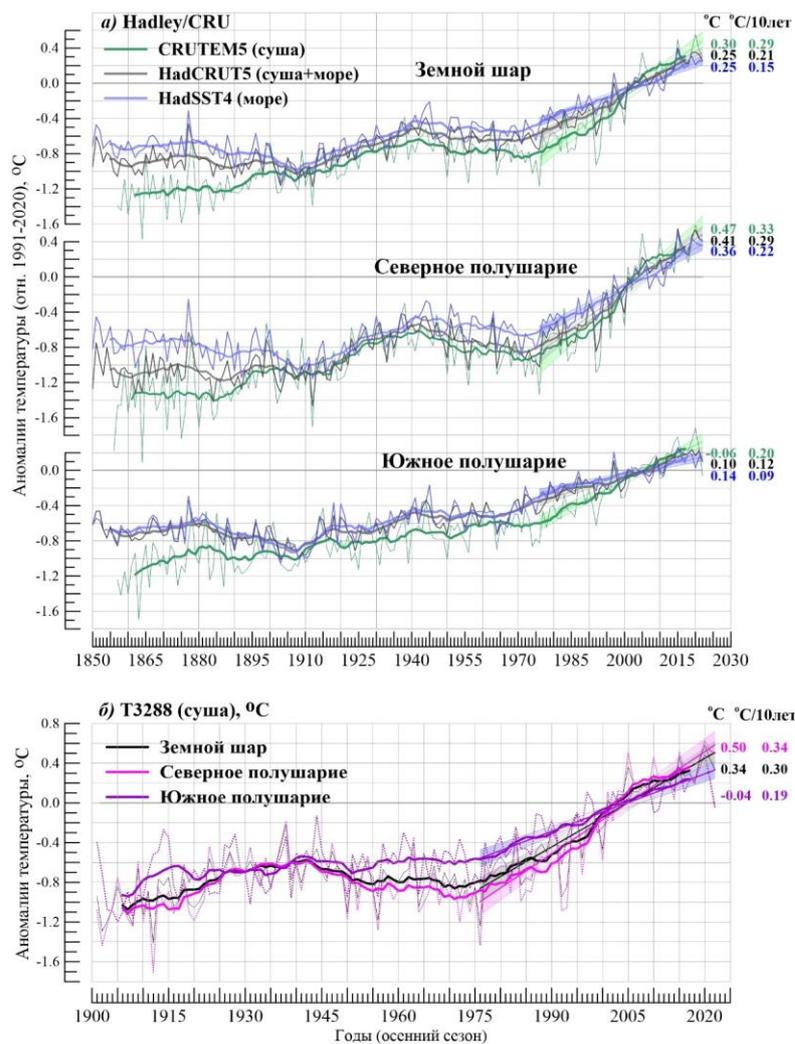
**Рисунок 3.2** – Изменение во времени меридиональных (слева) и зональных (внизу) профилей аномалии приповерхностной температуры с января 2015г. по ноябрь 2022 г.

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



**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 коэффициенты линейного тренда за 1976-2022 гг. (период современного глобального потепления) и 1923-2022 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, 1850-2022 гг.: HadCRUT5 (суша+море), CRUTEM5 (суша), HadSST4 (море); б) по данным ИГКЭ, 1901-2022 гг.: T3288 (суша).

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. и коэффициентов линейного тренда за 1976-2022 гг. (°C/10 лет, осень).

**Таблица 3.1** – Коэффициенты линейного тренда ( $^{\circ}\text{C}/10 \text{ лет}$ ) глобальных временных рядов приземной температуры за 1976-2022 гг. и 1923-2022 гг. (в среднем за осенний сезон и по месяцам)

Регион	1976-2022				1923-2022			
	Осень	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Осень	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь
<b>HadCRUT5 (Hadley/CRU, суша+море)</b>								
Земной шар	0,208	0,192	0,224	0,207	0,097	0,097	0,095	0,100
Северное полушарие	0,293	0,268	0,308	0,302	0,103	0,102	0,099	0,108
Южное полушарие	0,122	0,115	0,140	0,113	0,092	0,091	0,092	0,093
<b>T3288 (ИГКЭ, суша)</b>								
Земной шар	0,298	0,287	0,316	0,291	0,105	0,103	0,103	0,111
Северное полушарие	0,343	0,315	0,365	0,349	0,108	0,102	0,101	0,120
Южное полушарие	0,193	0,222	0,203	0,157	0,101	0,108	0,108	0,087
<b>CRUTEM5 (Hadley/CRU, суша)</b>								
Земной шар	0,288	0,283	0,304	0,278	0,112	0,109	0,110	0,118
Северное полушарие	0,332	0,309	0,350	0,337	0,112	0,104	0,106	0,126
Южное полушарие	0,201	0,229	0,212	0,162	0,113	0,120	0,117	0,102
<b>HadSST4 (Hadley/CRU, только море)</b>								
Земной шар	0,151	0,157	0,155	0,142	0,086	0,088	0,085	0,085
Северное полушарие	0,216	0,234	0,217	0,196	0,091	0,097	0,091	0,086
Южное полушарие	0,089	0,081	0,095	0,091	0,085	0,084	0,083	0,087

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 (табл. 3.1) в разных группах данных.

Из этих оценок видно, что на 100-летнем интервале средняя скорость потепления осенних сезонов в обоих полушариях очень близка ( $k_2 \sim 1,0$ - $1,1$ ) и над сушей несколько выше, чем над океанами ( $k_1 = 1,2$ - $1,3$ ). При этом в Южном полушарии, на поверхности океанов существенного ускорения потепления в последние 50 лет практически не произошло ( $k_3=1,05$ ), а на суше ускорилось почти вдвое ( $k_3=1,8$ - $1,9$ ). Соответственно, в Северном полушарии ускорение потепления в последние 50 лет составило на континентах  $k_3=3,0$ - $3,2$ , а на океанах  $k_3=2,4$ .

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

$k_1$	Показатель	1976-2022			1923-2022		
		ЗШ	СП	ЮП	ЗШ	СП	ЮП
$k_1$	$b_{T3288}/b_{HadSST}$	1,97	1,59	2,17	1,22	1,19	1,19
	$b_{CRUTEM}/b_{HadSST}$	1,91	1,54	2,26	1,30	1,23	1,33
$k_2$	$b_{СП}/b_{ЮП}$	1976-2022			1923-2022		
		T3288	CRUTEM	HadSST	T3288	CRUTEM	HadSST
		1,78	1,65	2,43	1,07	0,99	1,07
$k_3$	$b_{1976-2022}/b_{1923-2022}$	СП			ЮП		
		T3288	CRUTEM	HadSST	T3288	CRUTEM	HadSST
		3,18	2,96	2,37	1,91	1,78	1,05

#### 4 ВРЕМЕННЫЕ РЯДЫ РЕГИОНАЛЬНО ОСРЕДНЕННЫХ АНОМАЛИЙ ПРИЗЕМНОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ, 1911-2022 гг. (осенний сезон)

Представленные ниже временные ряды (рис. 4.1-4.3) рассчитаны по методике ИГКЭ, по сеточным данным HadCRUT5 (для основных широтных поясов, северных частей Атлантического и Тихого океанов) и по данным станционных 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 1976-2022 гг., условно принятый за период современного глобального потепления. Числовые оценки трендов для всех регионов приведены в таблице 4.1.

**Таблица 4.1.** – Коэффициенты линейного тренда ( $^{\circ}\text{C}/10 \text{ лет}$ ) регионально осредненных аномалий приземной температуры осеннего сезона за 1976-2022 гг. (в целом за сезон и по месяцам)

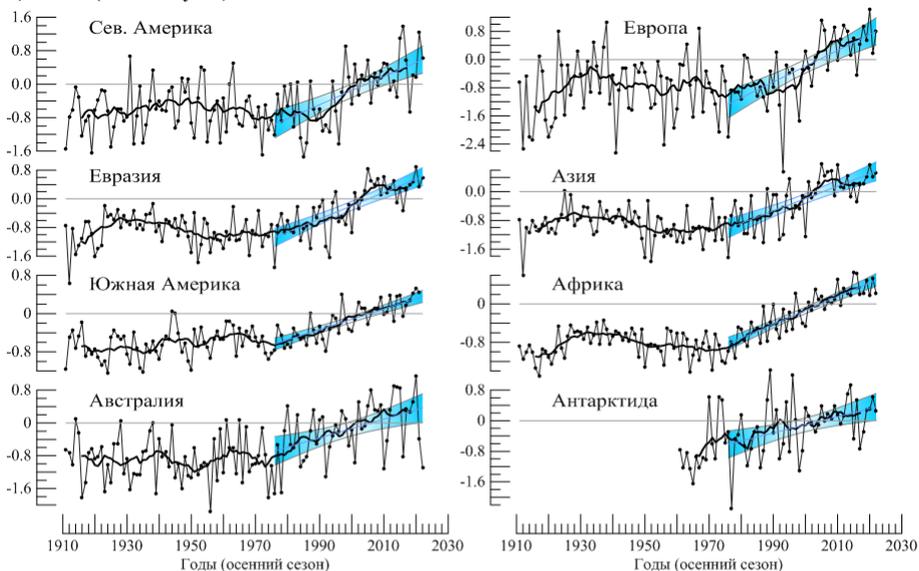
Регион	Осень	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь
<i>HadCRUT5 (Hadley/CRU, суша+море)</i>				
Атлантика (15-70N)	0,229	0,234	0,244	0,207
Тихий океан (20-65N)	0,238	0,255	0,238	0,222
Арктический пояс (65-90N)	0,607	0,420	0,726	0,702
Умеренный пояс СП (25-65N)	0,309	0,324	0,319	0,284
Тропики (25S-25N)	0,143	0,147	0,145	0,138
Умеренный пояс ЮП (65-25S)	0,109	0,098	0,114	0,107
Антарктический пояс (90-65S)	0,295	**0,303	0,399	0,186
<i>T3288 (ИГКЭ, суша)</i>				
Северная Америка	0,336	0,350	0,327	*0,333
Евразия	0,369	0,333	0,416	0,358
Южная Америка	0,216	0,289	0,188	0,179
Африка	0,289	0,252	0,292	0,316
Австралия	0,228	0,280	0,290	**0,123
Антарктида	0,212	**0,219	0,258	*0,153
Европа	0,449	0,398	0,460	0,487
Азия	0,345	0,313	0,401	0,324

*Примечание.* Звездочкой (\*) выделены оценки с критическим уровнем значимости  $1\% < \alpha \leq 5\%$ ; двумя звездочками (\*\*) – оценки с уровнем значимости  $\alpha > 5\%$  (не значимы на 5%-м уровне). Остальные оценки статистически значимы уже на 1%-уровне.

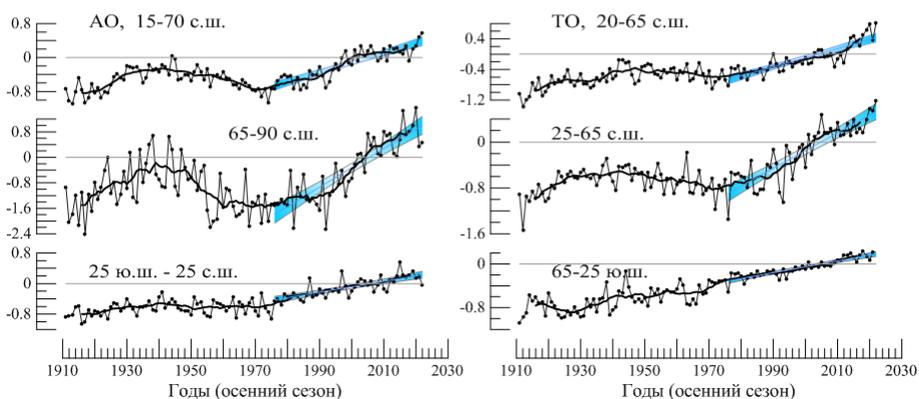
Оценки сезонных трендов (осень) для крупных регионов Земного шара, все положительны и для всех, кроме южных континентов, статистически значимы на 1% уровне. Регионы наиболее интенсивного потепления – Арктический пояс и Европа: коэффициенты трендов, соответственно, 0,61 и  $0,45^{\circ}\text{C}/10 \text{ лет}$ .

В Антарктиде значимый на 1% уровне тренд к потеплению наблюдается только в октябре, в Антарктическом поясе – в октябре-ноябре, в Австралии и Северной Америке – в сентябре-октябре. 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 для: (а) континентов и (б) северных частей Атлантического и Тихого океанов и основных широтных поясов земного шара

Расчеты выполнены по методике ИГКЭ: для континентов - по данным ИГКЭ (массив T3288), для океанов и широтных поясов – по данным Hadley/CRU (массив HadCRUT5). 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)

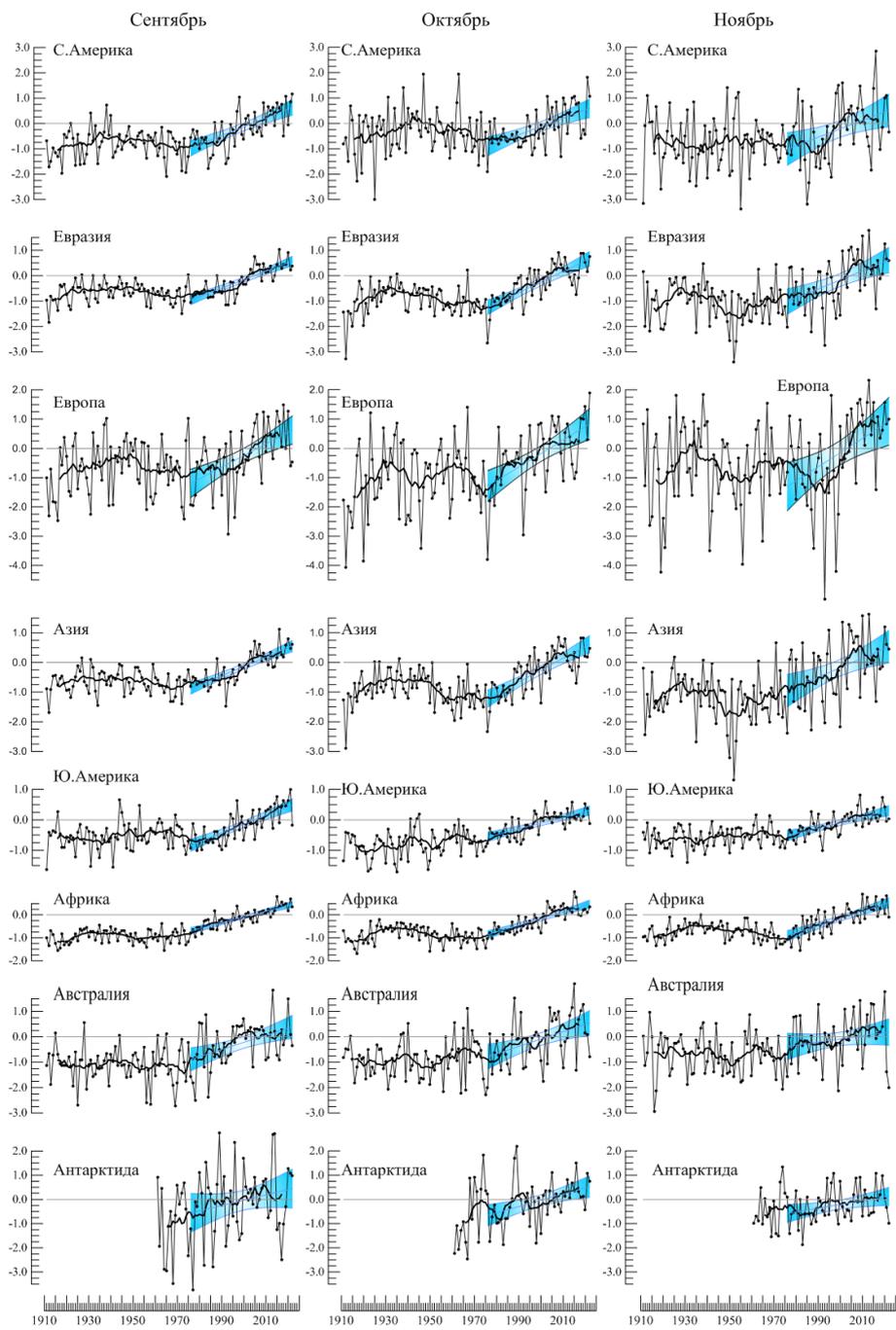


Рисунок 4.2 – См. рис. 4.1, но для аномалий осенних месяцев и только для континентов (Т3288) 18

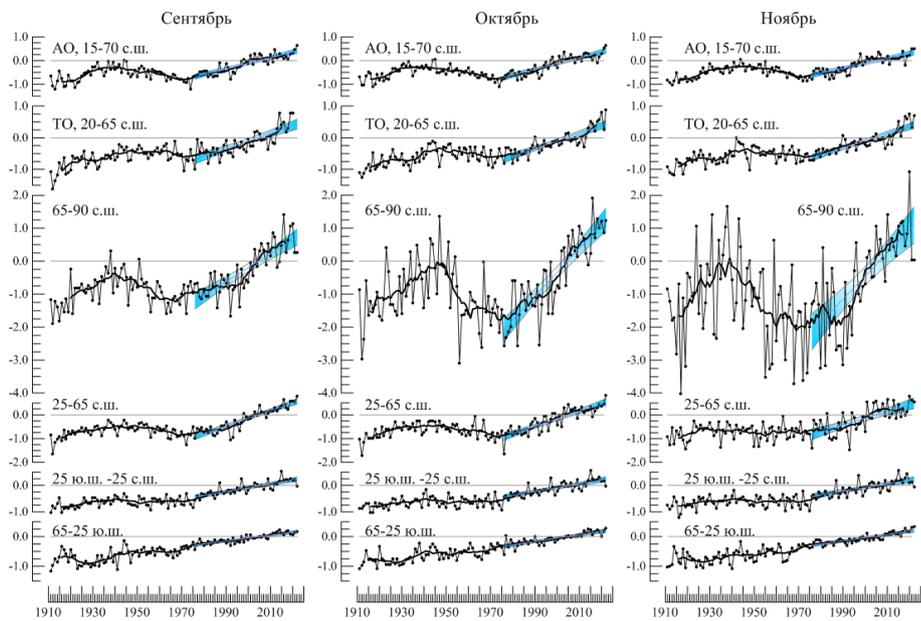


Рисунок 4.3 – См. Рис. 4.1., но для аномалий осенних месяцев и только для океанов и широтных поясов земного шара (HadCRUT5)

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

Ниже приведено географическое распределение коэффициентов линейного тренда приповерхностной температуры за 1976-2022 гг. для осеннего сезона (рис. 5.1) и отдельно для каждого из осенних месяцев (рис. 5.2). Используются данные наблюдений на 2601 станциях (массив Т3288) и в центрах 1620 боксов (массив HadCRUT5), для которых своевременно поступили данные за три осенних месяца 2022 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 указано реальное число попавших в нее доступных оценок и их доля в общем объеме соответствующей выборки.

**Таблица 5.1** – Распределение (%) локальных оценок тренда за 1976-2022 гг. (осенний сезон) в зависимости от региона, знака коэффициента тренда *b* и уровня значимости *α*

Регион	NN	Выборки по знаку коэффициента тренда							
		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	1620	8,0	0,7	91,2	0,5	6,9	71,7	15,7	
Северное полушарие	962	1,6	0,1	98,3	-	1,6	82,8	11,7	
Южное полушарие	658	17,5	1,7	80,9	1,2	14,7	55,5	21,4	
АО, 15-70N	137	-	-	100,0	-	-	96,4	2,2	
ТО, 20-65N	149	-	-	100,0	-	-	99,3	-	
Широтные пояса	90-65N	98	-	-	100,0	-	-	91,8	5,1
	65-25N	536	0,2	-	99,8	-	0,2	84,3	10,6
	25S-25N	641	10,1	0,6	89,2	0,6	8,6	72,2	13,9
	25-65S	332	19,3	2,4	78,3	1,2	16,9	44,9	29,5
	65-90S	13	-	-	100,0	-	-	61,5	38,5
<b>Т3288 (только суша)</b>									
Земной шар	2601	3,6	0,2	96,2	0,5	2,9	74,7	16,4	
Северное полушарие	2188	2,3	0,2	97,4	0,4	1,8	77,3	15,0	
Южное полушарие	414	10,1	0,2	89,6	1,0	8,7	61,1	23,7	
С. Америка	446	2,9	0,4	96,6	0,4	2,0	67,5	20,2	
Евразия	1499	1,5	0,1	98,3	0,3	1,3	80,1	13,9	
Ю. Америка	150	13,3	-	86,7	3,3	8,7	58,7	25,3	
Африка	156	7,1	0,6	92,3	0,6	5,8	73,7	14,7	
Австралия	153	11,1	0,7	88,2	-	10,5	55,6	26,8	
Антарктида	17	-	-	100,0	-	-	47,1	41,2	
Европа	537	-	-	100,0	-	-	96,3	2,0	
Азия	971	2,4	0,2	97,4	0,4	2,0	71,1	20,5	
Арктика, 65-90N, суша	157	-	-	100,0	-	-	94,3	4,5	

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

Тенденция к потеплению осенних сезонов у поверхности земли наблюдается почти повсеместно – положительные тренды составляют более 96% всех стационарных оценок (по данным массива Т3288), из которых почти 75% статистически значимы на 5%-м уровне. В северном и южном полярных поясах (90-65N, 65-90S), по данным с учетом и без учета океанов (соответственно, HadCRUT5 и Т3288), все оценки трендов положительны и почти 95% из них статистически значимы на 5% уровне. Такая же ситуация в северных частях обоих океанов, Тихого и Атлантического. В Северном полушарии в целом, севернее параллели 25N, из 634 боксов лишь в одном выявлена тенденция к похолоданию, статистически не значимая на 5% уровне (табл. 5.1).

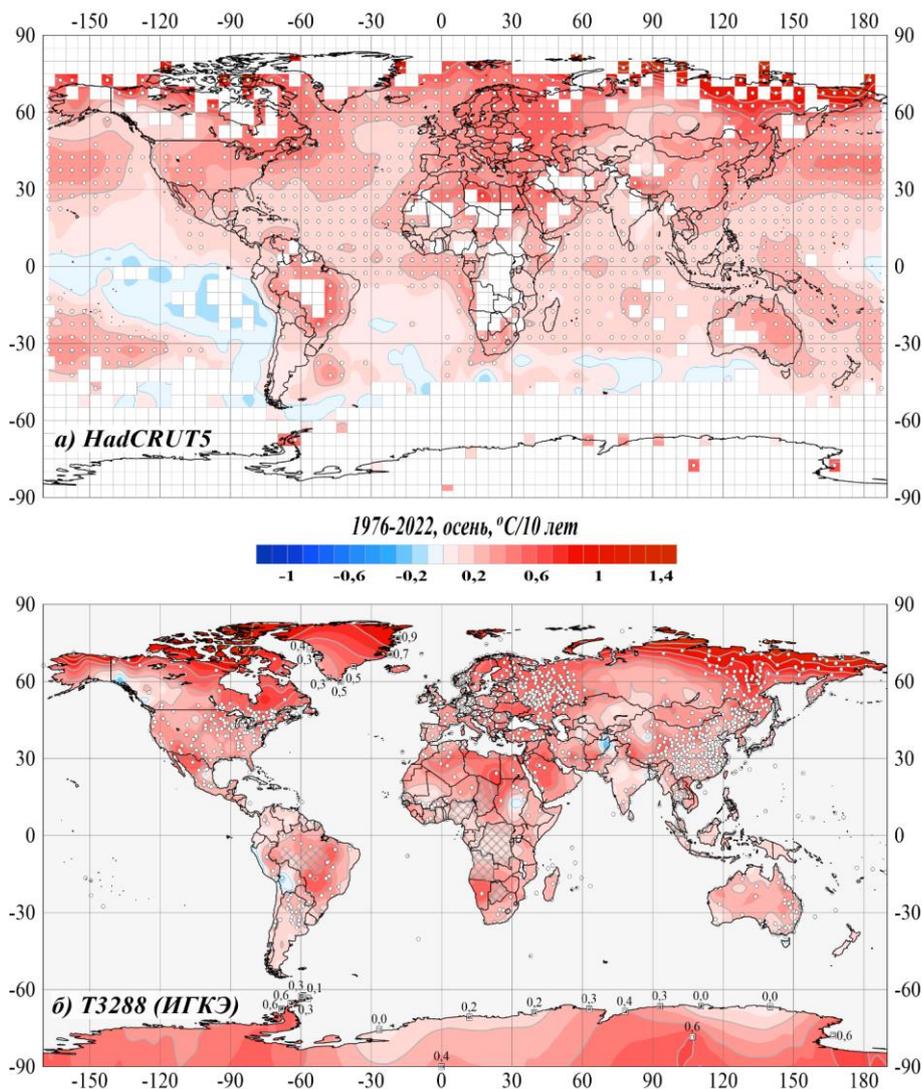
Область наиболее активного осеннего потепления (рис. 5.1, 5.2) – по-прежнему, Арктика (острова Карского моря и побережье): до 2.3 °C/10 лет в октябре и до 2.6 °C/10 лет в ноябре. Дополнительно в сентябре: Европа, области на западе США и в центре Южной Америки – до 0.8°C/10 лет, на севере Африки – до 0.6°C/10 лет.

При этом среди положительных трендов на всех континентах отмечаются области статистически незначимого положительного тренда, наиболее обширные из которых расположены в центре Евразии, на западе Канады, на западе Австралии и в Аргентине.

**Таблица 5.2** –Доля статистически значимых оценок тренда ( $\alpha \leq 5\%$ ) каждого знака в отдельные месяцы сезона, 1976-2022 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	1620	0,6	62,6	0,2	65,6	0,3	55,7
Северное полушарие	962	-	77,2	-	76,6	0,1	65,6
Южное полушарие	658	1,4	41,2	0,5	49,5	0,6	41,2
Атлантика (15-70N)	137	-	89,8	-	95,6	-	88,3
Тихий океан (20-65N)	149	-	95,3	-	96,0	-	84,6
65-90N	98	-	94,9	-	94,9	-	73,5
25-65N	536	-	80,6	-	78,4	-	61,0
25S-25N	641	0,8	61,8	0,2	64,0	0,5	61,8
65-25S	332	1,2	27,4	0,6	40,7	0,6	31,3
90-65S	13	-	15,4	-	38,5	-	23,1
<b>Т3288 (ИГКЭ, суша)</b>							
Земной шар	2601	0,4	65,0	0,5	56,2	0,3	44,1
Северное полушарие	2188	0,3	68,3	0,3	58,9	0,3	46,1
Южное полушарие	414	1,0	47,6	1,2	41,8	0,7	34,1
Северная Америка	446	0,2	65,7	0,4	57,4	0,2	26,5
Евразия	1499	-	70,2	0,2	58,1	0,2	49,1
Южная Америка	150	2,0	46,7	4,0	26,0	2,0	43,3
Африка	156	3,2	47,4	0,6	58,3	0,6	53,8
Австралия	153	1,3	47,1	-	43,1	0,7	15,7
Антарктида	17	-	5,9	-	35,3	-	11,8
Европа	537	-	77,7	-	66,5	-	57,7
Азия	971	-	66,1	0,3	53,8	0,3	43,9
Арктика, 65-90N, суша	157	-	76,4	-	94,9	-	72,0

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



**Рисунок 5.1** - Пространственное распределение коэффициентов линейного тренда температуры осеннего сезона у поверхности Земного шара за период 1976-2022 гг. (°C/10 лет).

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

Из 3.6% отрицательных станционных оценок (94 станции из 2601 с тенденцией к похолоданию) статистически значимы на 5%-м уровне только 0.5% (13 станций). Эти области располагаются в Боливии (тренд до  $-0.1^{\circ}\text{C}/10$  лет) и в Бангладеш (тренд до  $-0.2^{\circ}\text{C}/10$  лет). На остальной территории, во все месяцы сезона, отрицательный тренд

либо отсутствует, либо статистически незначим даже на 10%-м уровне (в октябре – в Северной Америке, в ноябре, обширные области в Сибири и Средней Азии). На карте сезонных трендов (рис. 5.1) им соответствуют области статистически незначимого, слабого положительного тренда, что указывает скорее на отсутствие здесь реальных однонаправленных тенденций любого знака.

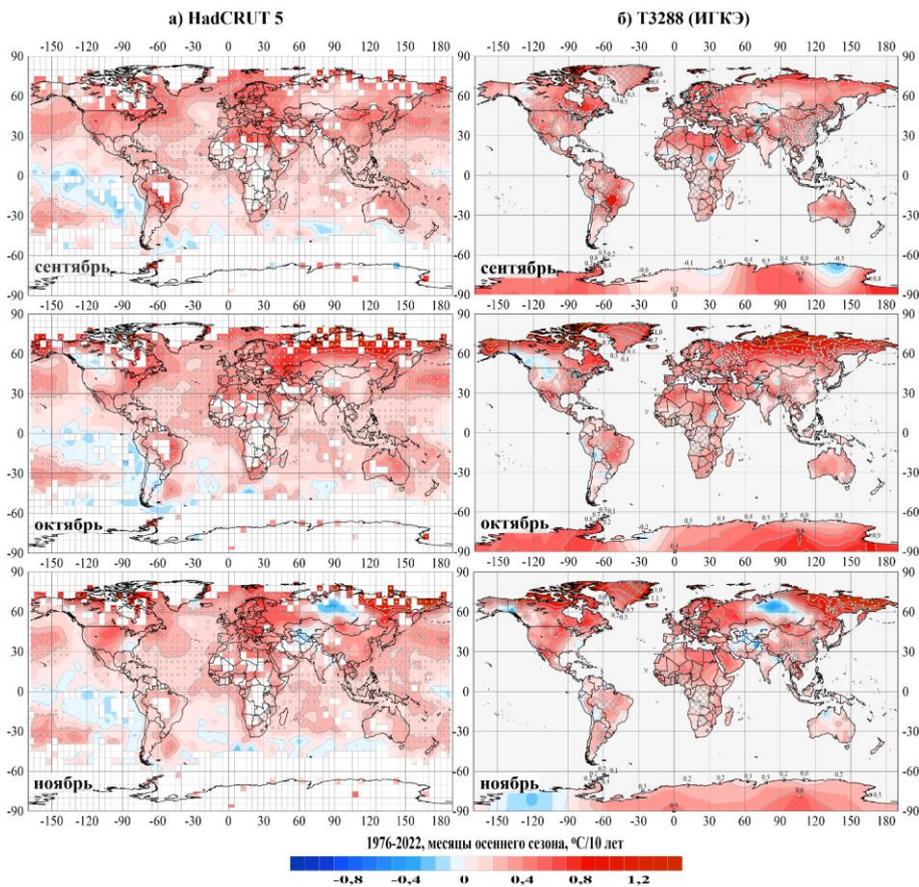


Рисунок 5.2 – См. рис. 5.1, но для коэффициентов тренда среднемесячных аномалий температуры осенних месяцев.

## 6 ЗАКЛЮЧЕНИЕ

- Самым теплым осенним сезоном в истории наблюдений, для Земного шара в целом и каждого полушария, остается: на суше – осень 2020 г., а на акваториях океанов и суммарно (суша+море) – осень 2015 г.

- Текущий сезон (осень 2022 г.), в целом для Земного шара стал шестым самым теплым (с 1850 г.) по данным на всей территории (HadCRUT5, суша+море) и только на континентах (T3288, CRUTEM5, суша) и пятым – по данным на океанических акваториях (HadSST4, море). При этом в Северном полушарии, как и в целом по Земному шару, контрастов между температурными условиями на континентах и океанах не обнаружено (здесь сезон по всем наборам данных оказался на четвертом-пятом месте), тогда как в Южном полушарии температура осеннего сезона на поверхности океанов – седьмая величина в ряду наблюдений, а на суше – лишь 21-ая (по обоим источникам, T3288 и CRUTEM5).

- На территории Земного шара преобладали положительные аномалии – на них приходится около 70% всех сезонных оценок наземных станций и около 65% данных в боксах. Наиболее теплыми месяцами, в среднем по земному шару, были октябрь (+0,38°C, ранг 2) и сентябрь (+0,27°C, ранг 5). Сезон был рекордно теплым в северной части Атлантики (15-70N, во все месяцы сезона) и Тихого океана (20-65N, сентябрь-октябрь), в поясах северных и южных умеренных широт (25-65N, сентябрь-октябрь и 65-25S, октябрь-ноябрь), а также в Северном полушарии в целом и в Европе (0,61°C, 1,88°C, октябрь), в Северной Америке (1,17°C, сентябрь).

- Отрицательные аномалии наблюдались в этом сезоне сразу на нескольких континентах и в экваториальном широтном поясе 25S-25N, в целом за сезон и во все месяцы. В ноябре (самый прохладный месяц в сезоне) на каждом континенте наблюдались огромные области с отрицательными аномалиями температуры. Однако, поскольку они рассчитаны относительно среднего за 1991-2020 гг. (самое теплое 30-летие в рядах), судить о степени их экстремальности лучше по значениям в вероятностной шкале F. По-видимому, в данном сезоне действительно холодными можно считать региональные температурные условия лишь в Австралии, в целом за сезон (V= -1,09°C, F=24%) и в ноябре (V= -2,01°C; F=4%), когда вероятность превышения существенно ниже 50%.

- Локализация наиболее крупных аномалий, положительных и отрицательных, от месяца к месяцу менялась, в основном – на континентах (особенно заметно – в Евразии, в Северной Америке и Антарктиде, где их интенсивность и площадь охвата изменялись очень существенно). На акваториях океанов локализация аномалий менялась незначительно.

- На большей части Земного шара продолжается потепление осенних сезонов: положительные тренды в целом по ЗИШ составляют более 98% всех стационарных оценок (91% оценок в боксах), из которых почти 75% (72%) статистически значимы на 5%-м уровне. Севернее широты 25N отмечен всего один бокс с тенденцией к похолоданию и ни одного в обоих полярных поясах (севернее и южнее 65-й параллели) и в северных частях обоих океанов – Атлантического и Тихого (данные HadCRUT5, суша+море), а также ни одной станции на территории Европы и Арктики (данные T3288, только суша). При этом во всех этих случаях более 95% оценок статистически значимы на 5% уровне. Область

наиболее интенсивного потепления – Арктика (до  $+2.3^{\circ}\text{C}/10$  лет, в отдельные месяцы – до  $2,6^{\circ}\text{C}/10$  лет) и Европа (до  $+0,8^{\circ}\text{C}/10$  лет).

- Среди отрицательных коэффициентов тренда (3,6% станций/8.0% боксов) статистически значимы на 5%-м уровне оценки на 0,5% станций (станции Боливии и Бангладеш). Во все месяцы сезона, выделяются области слабого отрицательного тренда, статистически не значимого даже на 10%- уровне. На сезонной карте им соответствуют области слабого, также статистически незначимого положительного тренда, что указывает скорее на отсутствие в этих областях реальных однонаправленных тенденций любого знака.

- На 100-летнем интервале (1923-2022) средняя скорость осеннего глобального потепления в обоих полушариях примерно одинакова ( $k_2 \sim 1,0-1,1$ ), но в каждом из них над сушей несколько выше ( $k_1 = 1,2-1,3$ ), чем над океанами. При этом в Южном полушарии, в океанах существенного ускорения потепления в последние 50 лет практически не произошло ( $k_3=1,05$ ), а на суше ускорилось почти вдвое ( $k_3=1,8-1,9$ ). Соответственно, в Северном полушарии ускорение потепления в последние 50 лет составило на континентах  $k_3=3,0-3,2$ , а на океанах  $k_3=2,4$ .