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 - 2019

Годовой обзор

(предварительные оценки)

Использованы станционные данные ИГКЭ: Т3288

Москва 2020

ОГЛАВЛЕНИЕ[1,2]

1 ВВЕДЕНИЕ …….. 3

2 ТЕМПЕРАТУРНЫЙ РЕЖИМ У ПОВЕРХНОСТИ ЗЕМНОГО ШАРА в 2019 году (только суша). ЭКСТРЕМАЛЬНЫЕ АНОМАЛИИ ……..... 4

3 ВРЕМЕННЫЕ РЯДЫ РЕГИОНАЛЬНО ОСРЕДНЕННЫХ АНОМАЛИЙ ПРИЗЕМНОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ, 1911-2019 гг. ……...… 10

4 ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ СОВРЕМЕННЫХ ИЗМЕНЕНИЙ КЛИМАТА, 1976-2019 гг. ……..…..... 12

5 ЗАКЛЮЧЕНИЕ ……..... 14

[1] Бюллетень подготовлен в ФГБУ «ИГКЭ». Данные текущих наблюдений (сводки КЛИМАТ и СИНОП из оперативного потока) подготовлены в ФГБУ «ВНИИГМИ-МЦД» и ФГБУ «Гидрометцентр РФ». Все Бюллетени мониторинга климата, сезонные и годовые, выпускаемые в ФГБУ «ИГКЭ», размещаются на сайте http://climatechange.igce.ru/

[2] На обложке приведено поле среднегодовых аномалий температуры приземного воздуха над сушей Земного шара в 2019 году (оценки предварительные, т.к. за декабрь вместо недоступных сводок КЛИМАТ использованы данные срочных синоптических наблюдений СИНОП)

1 - ВВЕДЕНИЕ

Предлагаемые в настоящем выпуске бюллетеня оценки температурного режима в 2019 г. являются *предварительными*, т.к. они получены с упреждением и основаны на данных наблюдений, доступных непосредственно к концу года, т.е. к 01 января 2020 года.

Напомним, что, в соответствии с регламентом, сводки КЛИМАТ, на которых базируются все материалы бюллетеня, поступают со станций по каналам ГСТ с задержкой до 30-40 дней, так что по регламенту полный комплект данных за декабрь поступит, примерно, к концу января. По этой причине в предлагаемом выпуске данные телеграмм КЛИМАТ за декабрь заменены их аналогами, рассчитанными по данным 8-срочных (или 4-срочных) синоптических наблюдений СИНОП.

До конца января недоступны также и данные метеослужбы Великобритании о приповерхностной температуре Земного шара, над континентами и океанами (данные Hadley/CRU, вставить адрес сайта).

По этой причине материалы данного бюллетеня *относятся только к территории суши* и базируются *только на станционных данных ИГКЭ*, содержащихся в Базах данных системы мониторинга GCCM по состоянию на 02.01.2020 г.:

- оперативные сводки КЛИМАТ (данные за январь-ноябрь 2019 г.);
- оперативные данные СИНОП (данные за 1-31 декабря 2019 г.); и
- массив Т3288, содержащий исторические данные о среднемесячной температуре на 3288 станциях за период с 1901 г. по 2018 г.

Материалы бюллетеня получены средствами системы GCCM-2, являющейся модификацией базовой системы мониторинга изменений глобального климата GCCM. В ней использована методика/технология GCCM, утвержденная Решением ЦМКП Росгидромета от 20.12.2016[3], расширенная информационная база и существенно модифицированный блок усвоения данных.

В бюллетене приводятся обобщенные оценки климатических аномалий и тенденций в их изменении для суши Земного шара в целом, Северного и Южного полушарий и всех континентов, а также глобальные пространственные распределения соответствующих локальных (станционных) оценок. Оценки приведены для года в целом и каждого из сезонов.

В соответствии с рекомендацией ВМО[4], все основные оценки приводятся в аномалиях относительно базового периода 1981-2010 гг. Развернутый комментарий к материалам мониторинга GCCM с описанием используемых источников, сети станций и элементов методики размещен на сайте ИГКЭ[5].

---

[3] Решение Центральной методической комиссии по гидрометеорологическим и гелиогеофизическим прогнозам от 20 декабря 2016 г. – http://method.meteorf.ru

[4] WMO, 2018: Press Release Number: 18-01-2018/WMO confirms 2017 among the three warmest years on record.

[5] О бюллетене GCCM (read me). URL: http://climatechange.igce.ru /index.php?option=com_docman &task=doc_download&gid=220 &Itemid=76&lang=ru.

2 - ТЕМПЕРАТУРНЫЙ РЕЖИМ У ПОВЕРХНОСТИ ЗЕМНОГО ШАРА В 2019 ГОДУ (только суша). ЭКСТРЕМАЛЬНЫЕ АНОМАЛИИ

В соответствии с доступными данными, 2019 год стал вторым самым теплым годом на суше Земного шара в целом (после 2016 г.); при этом в Южном полушарии он стал рекордно теплым (табл. 2.1). Во все сезоны, кроме зимы, год занимает вторую строчку в ряду наблюдений в среднем по территории суши Земного шара, а весенний сезон 2019 года стал вторым также и в обоих полушариях. На континентах земного шара год вошел в тройку самых теплых лет с 1911 г. – на всех континентах, кроме Северной Америки (ранг 13) и Антарктиды (ранг 10). При этом в Австралии 2019 год (и отдельно зимний сезон) оказался рекордно теплым, а в Северной Америке (зимой) и в Антарктиде (весной), напротив, средняя за сезон температура была ниже климатической нормы (табл. 2.2, 2.3).

Таблица 2.1 – Пять самых теплых лет/сезонов по данным T3288 для суши Земного шара и полушарий: среднегодовая аномалия температуры VT и год наблюдения

№	Земной шар		Северное полушарие		Южное полушарие	
	VT, °C	Год	VT,°C	Год	VT,°C	Год
			Год			
1	0.848	2016	0.998	2016	0.544	**2019**
2	0.738	**2019**	0.822	2017	0.483	2016
3	0.718	2017	0.816	**2019**	0.466	2017
4	0.705	2015	0.816	2015	0.429	2015
5	0.520	2018	0.607	2007	0.419	1998
			Зима			
1	1.232	2016	1.460	2016	0.709	2016
2	0.817	2017	1.005	2007	0.597	**2019**
3	0.776	2007	0.978	2017	0.475	1998
4	0.649	2015	0.804	2015	0.442	2017
5	0.556	**2019**	0.719	2002	0.389	2010
			Весна			
1	1.105	2016	1.314	2016	0.625	2016
2	0.838	**2019**	0.957	**2019**	0.556	**2019**
3	0.768	2017	0.920	2017	0.536	1998
4	0.620	2018	0.740	2015	0.513	2018
5	0.594	2015	0.689	2014	0.422	2010
			Лето			
1	0.736	2016	0.861	2016	0.600	2017
2	0.612	**2019**	0.698	2010	0.551	2015
3	0.606	2017	0.684	2012	0.541	1998
4	0.557	2015	0.670	**2019**	0.476	**2019**
5	0.547	2010	0.632	2018	0.443	2016
			Осень			
1	0.767	2015	0.857	2015	0.559	2015
2	0.698	**2019**	0.829	2005	0.553	**2019**
3	0.640	2005	0.783	2010	0.507	2014
4	0.579	2017	0.760	**2019**	0.428	2018
5	0.562	2010	0.662	2016	0.420	2017

Примечание – В Северном полушарии зимний сезон 2019 г. оказался лишь на девятом месте (здесь не показано) в упорядоченном по убыванию временном ряду зимних температур с 1901 г. (температура декабря рассчитана по данным СИНОП)

Таблица 2.2 – Пять самых теплых лет по данным T3288 для континентов земного шара: VT - средняя годовая/сезонная аномалия температуры (относительно 1981-2010, ^{o}C) и год наблюдения

NN	Год		Зима		Весна		Лето		Осень	
	VT	Год	VT	Год	VT	Год	VT	Год	VT	Год
Северная Америка										
1	1.25	2016	2.26	2016	1.35	2012	0.96	2012	1.73	2016
2	1.01	1998	1.72	2012	1.28	2010	0.86	2016	1.44	2015
3	0.96	2006	1.64	2006	1.16	2016	0.71	2018	1.25	1998
4	0.92	2017	1.47	1987	1.12	2006	0.7	2006	0.99	1931
5	0.92	2012	1.45	1998	0.95	1998	0.68	1998	0.93	2005
Европа										
1	1.28	2015	2.59	2016	1.7	2007	1.76	2010	1.51	2005
2	1.26	**2019**	2.4	2007	1.64	2014	1.35	2018	1.45	1938
3	0.99	2007	2.03	1990	1.64	1920	1.24	2016	1.38	2018
4	0.99	2016	1.95	1995	1.52	2016	1.02	2013	1.37	2012
5	0.98	2008	1.81	2008	1.33	1921	0.91	2012	1.31	2009
Азия										
1	0.98	2007	1.46	2015	1.57	2016	0.89	2016	1.1	2005
2	0.95	2015	1.36	2007	1.45	2017	0.82	2012	1.06	2010
3	0.94	2017	1.34	2016	1.43	2008	0.75	2010	0.9	2008
4	0.92	2016	1.23	2002	1.33	2014	0.71	**2019**	0.87	2007
5	0.86	**2019**	1.19	1999	1.21	**2019**	0.7	2017	0.75	2006
Южная Америка										
1	0.66	2015	0.97	2016	0.63	1919	1.07	2015	0.63	**2019**
2	0.47	**2019**	0.54	1998	0.48	1998	0.75	1914	0.59	1997
3	0.43	2017	0.52	2010	0.48	2010	0.67	2017	0.59	2014
4	0.42	1998	0.43	2005	0.47	2015	0.65	1998	0.58	2012
5	0.39	2016	0.4	2017	0.43	2018	0.57	2006	0.58	2015
Африка										
1	0.97	2010	1.4	2010	1.17	2010	0.82	2015	0.95	2015
2	0.89	2016	0.66	2006	1.13	2016	0.74	**2019**	0.87	2016
3	0.78	**2019**	0.65	2013	0.9	**2019**	0.69	2017	0.75	2010
4	0.66	2015	0.64	2017	0.81	2017	0.65	2009	0.65	**2019**
5	0.55	2017	0.61	2011	0.78	2018	0.59	2016	0.59	2012
Австралия										
1	0.99	**2019**	1.61	**2019**	1.58	2016	1.04	1996	1.16	2013
2	0.89	2013	0.97	2013	1.31	2005	0.99	2013	1.14	2014
3	0.68	2005	0.82	2018	0.94	**2019**	0.95	2009	1.13	2015
4	0.63	2018	0.74	1998	0.87	1958	0.8	1973	1.01	2006
5	0.58	2014	0.7	1983	0.85	2014	0.71	2017	0.81	**2019**
Антарктида										
1	1.04	1980	0.83	1977	1.93	1980	1.89	2009	1.51	1989
2	0.87	1991	0.69	1990	1.83	2007	1.65	2007	1.31	1996
3	0.76	1996	0.67	1991	1.75	2002	1.63	2011	1.14	2014
4	0.72	2009	0.66	2017	1.66	1984	1.6	1996	0.92	1957
5	0.67	2007	0.62	1998	1.05	2017	1.43	1991	0.9	2013

Таблица 2.3 - Пространственно осредненные значения аномалий приземной температуры в 2019 г. (VT, °C) и их ранги в соответствующих упорядоченных по убыванию временных рядах

Регион	Год		Зима		Весна		Лето		Осень	
	vT	Ранг	*vT*	Ранг	*vT*	Ранг	*vT*	Ранг	*vT*	Ранг
IGCE-T3288 (суша)										
Земной шар	**0.74**	**2**	0.56	5	**0.84**	**2**	**0.61**	**2**	**0.70**	**2**
Северное полушарие	0.82	3.5	0.54	9	**0.96**	**2**	0.67	4	0.76	4
Южное полушарие	**0.54**	**1**	**0.60**	**2**	**0.56**	**2**	0.48	4	**0.55**	**2**
Северная Америка	0.40	13	**-0.24**	**39**	0.48	13	0.55	8	0.57	16
Евразия	**0.96**	**3**	0.67	11	1.23	5	0.72	5	0.76	6
Южная Америка	**0.47**	**2**	0.22	11	0.37	9	0.45	9	**0.63**	**1**
Африка	**0.78**	**3**	0.47	11	**0.90**	**3**	**0.74**	**2**	0.65	4
Австралия	**0.99**	**1**	**1.61**	**1**	**0.94**	**3**	0.33	15	0.81	5
Антарктида	0.41	10	0.27	15	**-0.15**	**41**	0.82	11	0.47	17
Европа	**1.26**	**2**	1.32	15	1.26	6	0.67	10	0.96	12
Азия	0.86	5	0.48	13	1.21	5	0.71	4	0.70	7

Примечания
1 Аномалии рассчитаны относительно базового периода 1981-2010 гг., ранги – по данным с 1911 г.
2 Экстремальные значения выделены шрифтом красного (ранг 1, абсолютные максимумы) и оранжевого (ранг 2-3) цвета
3 Синим шрифтом выделены отрицательные аномалии и их ранги

Особенности географического распределения аномалий

В 2019 году, как обычно в последние годы, на суше Земного шара преобладали положительные аномалии температуры (рис. 2.1). Их доля составила 86% всех данных, причем доля крупных аномалий оказалась очень высока: 41% значений выше 95-го процентиля (5%-е экстремумы тепла) и среди них 14% - абсолютные максимумы. Интересно, что доля положительных (отрицательных) аномалий в обоих полушариях была практически одинакова (табл. 2.4).

Таблица 2.4 – Частотное распределение станционных среднегодовых аномалий 2019 г. по знаку и уровню аномальности (значения в таблице приведены в процентах от числа станций N)

Регион N – число станций		Градации аномалий (отн. 1981-2010)			5%-е экстремумы холода/тепла		Абсолютные экстремумы	
		vT< 0	vT = 0	vT> 0	$vT \le P_{05}$	$vT \ge P_{95}$	vT=min	vT=max
Земной шар	1660	10.7	2.9	86.4	0.4	40.5	0.1	13.6
С. полушарие	1371	10.6	1.8	87.6	0.4	42.3	0.1	13.5
Ю. полушарие	289	10.7	8.3	81.0	0.3	31.8	0.3	13.8
С. Америка	303	34.0	3.3	62.7	1.3	28.4	0.3	8.3
Евразия	883	4.0	1.0	95.0	0.1	46.2	-	15.9
Ю. Америка	139	15.1	10.8	74.1	-	16.5	-	7.2
Африка	54	9.3	9.3	81.5	-	27.8	-	16.7
Австралия	72	2.8	4.2	93.1	-	55.6	-	0.19
Антарктида	18	16.7	11.1	72.2	-	5.6	-	-
Европа	327	1.2	0.3	98.5	-	63.6	-	0.29
Азия	563	5.5	1.4	93.1	0.2	36.6	-	8.2

Условные обозначения:
1 P_{05}, P_{95} – 5-й и 95-й процентили (по данным за 1911-2019 гг.)
2 *min, max* – наименьшее и наибольшее значения с 1911 г.

Наибольшая доля положительных аномалий наблюдалась в Европе: на 99% всех станций (табл. 2.4), в том числе 64% выше 95-го процентиля (5%-е экстремумы тепла). Количество 5%-х экстремумов в целом по Евразии составило 46%, причем абсолютных максимумов – 16%. Здесь, помимо Европы, интенсивные очаги тепла располагались в Восточной Сибири и на Дальнем Востоке, в Казахстане, северо-востоке Китая и в Японии (рис. 2.1). Центральная часть североамериканского континента, напротив, занята областью холода (аномалии до -3 ^{o}C на севере США), а очаги тепла наблюдаются на Аляске (до 5.2 ^{o}C), в Мексике и на юго-востоке США.

В Южном полушарии 2019 год стал рекордно теплым (табл. 2.3), и здесь на всех континентах наблюдались области с крупными аномалиями тепла (рис. 2.1), особенно многочисленными – в Австралии – 56% выше 95-го процентиля, аномалия в среднем по континенту достигла рекордного значения (табл. 2.3). В Африке наиболее интенсивные области тепла располагались в ее центральной и южной частях (рис. 2.1). При этом доля 5%-х экстремумов тепла на этом континенте составила 28% и 17% их них – рекордные максимумы (табл. 2.4).

Рисунок 2.1 – Пространственное распределение аномалий приземной температуры на территории суши Земного шара в 2019 г. (предварительные данные наземных станционных наблюдений, T3288, ИГКЭ).

Аномалии приведены в отклонениях от средних за 1981-2010 гг. Кружками белого (минимумы) и желтого (максимумы) цвета указано положение станций с рекордными значениями аномалий. Значками меньшего размера указано положение 5%-х экстремумов того же знака. Для станций Антарктиды и Гренландии непосредственно в точках расположения станций показаны числовые значения наблюдаемых аномалий. Штриховкой показаны области отсутствия наблюдений.

Внутрисезонные особенности распределения аномалий

Главной особенностью **зимнего сезона** стало большое количество отрицательных аномалий на суше земного шара, расположенных преимущественно в Северном полушарии (более 30% всех станционных данных, рис. 2.2). Кроме того наблюдалось пониженное, по сравнению с последними годами, количество крупных положительных аномалий в Арктике, регионе наиболее активного потепления. Экстремально теплые условия в этом сезоне, в среднем по региону, сложились в Австралии, и на суше Южного полушария (табл. 2.3). Многочисленные локальные экстремумы тепла отмечены также на территории Азии (западная Азия, Дальний Восток) и Аляски.

Весенний сезон был исключительно теплым практически на всей территории, кроме Южной полярной области. Это подтверждается уже значениями сезонной аномалии на континентах (табл. 2.3), которые почти все (кроме значений для Антарктиды и Северной Америки) превысили уровень 95-го процентиля или были близки к нему (5%-е экстремумы тепла).

В частности, положительные аномалии (>0.1°С) охватили почти 90% территории Евразии, 80% Австралии и более 50% каждого из остальных континентов. В арктическом широтном поясе положительные аномалии составили около 95% всех данных, в том числе 24% были выше 95-го процентиля и среди них 7% - абсолютные максимумы. Наиболее интенсивные очаги положительных аномалий расположены в Российской Арктике (до 4.7°С в Архангельской области и до 4.2°С в Красноярском крае, до +4.4°С в Якутии), на Аляске (с максимумом до 8.4°С) и в Канадском арктическом архипелаге (до +4.1°С). Крупные положительные аномалии зафиксированы в Африке: 20% доступных станционных данных превышают уровень 5%-х экстремумов тепла, из них более половины – абсолютные максимумы (до +4.1°С в центре материка и до 3.3°С на юге) (рис. 2.2).

Значительные области холода весной наблюдались в центральной и северо-восточной части Северной Америки (до -3.4°С на севере США), а также на севере Африки и в Передней Азии (до -2.0°С в Египте), в Южной Америке (до -1.5°С в Аргентине), на станциях Антарктиды (до -1.6°С в восточной части).

Положительные аномалии **в летний сезон** составили 66%, при этом отмечалось большое количество экстремумов тепла выше 95-го процентиля – 26%, из которых 6% - абсолютные максимумы. Доля 5%-х экстремумов тепла составила: в Северной Америке - 23%, в Евразии - 27%, в Европе 35%, а в Африке достигла 39%, причем здесь на 13% станций были перекрыты прежние рекордные значения. Области наиболее интенсивных положительных сезонных аномалий с многочисленными экстремумами располагались на Аляске-Чукотке, в Центральной Европе (до 2.8°С), Центральной и северной Сибири (до 3.6°С), а также в тропиках Северного полушария (рис. 2.2). Отрицательные аномалии в этом сезоне наблюдались в центральной и северо-западной части Канады (до -2.5°С), на ЕЧР, на Дальнем Востоке (до -1.6°С), в Китае, а также в Антарктиде (до -2.8°С).

Осень 2019 года характеризуется наличием областей с отрицательными аномалиями на всех континентах (рис. 2.2). Так, в Северной Америке отрицательные аномалии зафиксированы на 32% станций, в Австралии – на 21%, в Антарктиде – на 44% станций. В частности, обширные области холода (аномалии до –2°С) наблюдались в Северной Америке (приграничная территория США и Канады), Евразии (северная Европа,

Казахстан, Средняя Азия) и Антарктиде, а также более слабые – в центральной части Африки, Южной Америке и на севере Австралии.

Наиболее крупные положительные аномалии зафиксированы на севере Канады и Аляске (до 6.8°С), в Гренландии (до 3.3°С), а также в Восточной Сибири и на Дальнем Востоке. В целом за сезон, общее число 5%-х экстремумов тепла составило 23% всех станционных данных, в том числе 5% - абсолютные максимумы. В Евразии доля 5%-х экстремумов тепла – 22%, в Южной Америке – 19%, в Африке – 22% (из них 9% - абсолютные максимумы) и в Европе – 30%.

Рисунок 2.2 – См. рис. 2.1, но для средних сезонных аномалий 2019 г.

3 – ВРЕМЕННЫЕ РЯДЫ ПРОСТРАНСТВЕННО ОСРЕДНЕННЫХ АНОМАЛИЙ ПРИЗЕМНОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ, 1901-2019 гг.

На рисунках 3.1-3.2 приведены временные ряды среднегодовых аномалий, осредненных по территории суши Земного шара, Северного и Южного полушарий и шести континентов, а также Европы и Азии отдельно. Все они рассчитаны по методике ИГКЭ по данным станционных наблюдений T3288. Данные для континентов до 1911 г. не приводятся, т.к. они менее надежны. На всех графиках показаны тренды за 1976-2019 гг. и их 95%-е доверительные интервалы. Числовые оценки трендов приведены в таблице 3.1 для года в целом и для каждого сезона. Приведены также соответствующие оценки статистической значимости трендов α (уровень значимости), означающий вероятность ошибочно отклонить гипотезу об отсутствии тренда

Интегральную характеристику и оценку интенсивности наблюдаемых изменений приземной температуры Земного шара дают глобально осредненные временные ряды для территории Земного шара и полушарий. На рисунке 3.1 виден значительный рост температуры по сравнению с 2018 г., однако средняя скорость потепления за период с 1976 г. практически не изменилась (максимальное различие 0.005°C/10лет в Южном полушарии). Можно видеть, что все оценки трендов для глобальных температур статистически значимы (уровень значимости не выше 0.1%) и что современное потепление (1976-2019) на суше Северного полушария протекает в 2 раза быстрее, чем Южного (0.34 против 0.17 °C/10лет).

Рисунок 3.1 – Временные ряды среднегодовых аномалий приземной температуры, осредненных по территории суши Земного шара, Северного и Южного полушарий, 1901-2019 гг. (данные ИГКЭ: массив T3288).

Показан ход 11-летних скользящих средних и линейный тренд за 1976-2019 гг. с 95%-м доверительным интервалом. Справа приведены значения аномалий 2019 года (°C) и коэффициентов линейного тренда за 1976-2019 гг. (°C/10лет)

Среднегодовые оценки трендов для континентов (табл. 3.1) все положительны, статистически значимы на 1% уровне (кроме Антарктиды) и указывают на наиболее интенсивное потепление в Европе (0.49 °C/10 лет). Потепление в Антарктиде значимо на 1%-м уровне лишь осенью, а зимой и весной тенденция к похолоданию (летом – к потеплению) обнаруживается лишь на уровне значимости 70-90% (наличие линейного

тренда практически отвергается). Наиболее интенсивное потепление отмечается в Северной Америке зимой, в Европе - летом, в Азии и Африке - весной, а в Австралии и Южной Америке – осенью (табл. 3.1).

Таблица 3.1 – Оценки линейного тренда пространственно осредненных аномалий температуры приземного воздуха за 1976-2019 гг. (в целом за год и по сезонам):
b – коэффициент тренда (^{o}C/10 лет), ***α*** – уровень значимости

Регион	Год		Зима		Весна		Лето		Осень	
	b	***α***	***b***	***α***	***b***	***α***	***b***	***α***	***b***	***α***
Земной шар	0.290	0	0.278	0	0.306	0	0.272	0	0.301	0
Сев полушарие	0.341	0	0.327	0	0.375	0	0.316	0	0.343	0
Южн. полушарие	0.169	0	0.164	0	0.148	0	0.170	0	0.204	0
Сев. Америка	0.286	0	0.388	0.01	*0.165	0.05	0.266	0	0.322	0
Евразия	0.398	0	0.320	0.01	0.516	0	0.378	0	0.367	0
Южн.Америка	0.175	0	0.172	0	0.131	0	0.167	0	0.224	0
Африка	0.296	0	0.247	0	0.353	0	0.293	0	0.295	0
Австралия	0.207	0	0.178	0.01	*0.171	0.03	0.175	0.01	0.290	0
Антарктида	**0.057	0.31	**-0.030	0.68	**-0.029	0.91	**0.065	0.71	0.208	0.01
Европа	0.487	0	0.489	0.01	0.464	0	0.511	0	0.448	0
Азия	0.371	0	0.274	0.01	0.529	0	0.338	0	0.343	0

Примечание - Оценки, статистически незначимые на 1%-уровне, отмечены одной звездочкой (*), незначимые на 5%-уровне – двумя зыездочками (**). Синим шрифтом выделены отрицательные значения (тенденция к похолоданию)

Рисунок 3.2 – Временные ряды аномалий приземной температуры, осредненных за 2019 год и по территории континентов земного шара (дополнительно – Европы и Азии).
Аномалии приведены в отклонениях от средних за 1981–2010 годы. Показаны 11-летние скользящие средние (жирная линия) н линейный тренд за 1976-2019 гг. с 95%-м доверительным интервалом (голубая заливка).

4 – ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ СОВРЕМЕННЫХ ИЗМЕНЕНИЙ КЛИМАТА, 1976-2019 гг.

Ниже приведены: географическое распределение коэффициентов тренда в форме полей изолиний с указанием областей статистически значимых оценок (рис. 4.1-4.2) и количественное распределение оценок в зависимости от их статистической значимости и направленности тренда (табл. 4.1).

Рисунок 4.1 - Пространственное распределение коэффициентов линейного тренда, 1976-2019 гг. *Белыми кружками выделены станции, для которых тренд статистически значим на 1%-м уровне. Штриховкой показаны области отсутствия наблюдений.*

Можно видеть (рис. 4.1), что при годовом осреднении тенденция к потеплению наблюдается практически повсеместно – локальные положительные тренды составляют 98% всех оценок (табл. 4.1). По-прежнему, область наиболее интенсивного *потепления*, Арктика (до 1.5°C/10 лет в Карском море).

Из остальных 2% оценок (36 станций с тенденцией к похолоданию) только 0.1% статистически значимы на 1%-м уровне: -0.3°C/10 лет на станции Washington 72403, USA и -0.2°C/10 лет на антарктической станции DUMONT DURVILLE 89642. Однако области статистически незначимого положительного тренда отмечаются на всех континентах. Наиболее обширные из них расположены в центре Евразии (юг Сибири-Казахстан), в центре Северной Америки (на границе Канады и США) и в Аргентине.

Сезонные пространственные распределения коэффициентов тренда (рис. 4.2) уже более определенно показывают области похолодания (все – статистически не значимые даже на 10%-м уровне): зимой – на юге Сибири, весной – на границе Канады и США, а в Антарктиде – во все сезоны, кроме осени. Среди областей потепления следует отметить: зимой – весь Арктический регион, весной –Восточную Сибирь, и Дальний Восток и Африку, летом –Переднюю Азию и Западную Антарктиду, осенью – Канадский арктический архипелаг и Дальний Восток.

Таблица 4.1 – Распределение локальных оценок тренда в зависимости от знака коэффициента тренда ***b*** и уровня значимости ***α*** (*1976-2019 гг., °C/10 лет*)

Данные N – число станций		b<0				b>=0			
		Всего	в том числе			Всего	в том числе		
			α <=1	α <=5	α <=10		α <=1	α <=5	α <=10
ЗШ	1612	36	2	7	8	1576	1248	1385	1439
		2.2%	0.1%	0.4%	0.5%	97.8%	77.4%	85.9%	89.3%
СП	1349	17	1	3	3	1332	1085	1202	1238
		1.3%	0.1%	0.2%	0.2%	98.7%	80.4%	89.1%	91.8%
ЮП	263	19	1	4	5	244	163	183	201
		7.2%	0.4%	1.5%	1.9%	92.8%	62.0%	69.6%	76.4%

Примечание - Таблица обобщает распределение оценок на рис. 4.1. Процентное содержание данных рассчитано относительно N (N - общее количество станций)

Рисунок 4.2 – См. рисунок 4.1., но для температуры отдельных сезонов

5 - ЗАКЛЮЧЕНИЕ

- Среднегодовая аномалия температуры приземного воздуха в 2019 г., в среднем по *территории суши* Земного шара, Северного и Южного полушарий, составила, по предварительным оценкам 0.74°С, 0.82°С и 0.54°С, соответственно. По этим данным, 2019 г., в целом для суши Земного шара, стал вторым самым теплым годом (после 2016 г.). В Южном полушарии год стал рекордно теплым и вошел в тройку самых теплых лет для всех континентов, кроме Антарктиды
- По Земному шару доля положительных аномалий в 2019 году составила 86% всех данных, причем доля крупных аномалий оказалась очень высока: 41% выше 95-го процентиля (5%-е экстремумы тепла), в том числе 14% абсолютных максимумов. Наибольшая доля положительных аномалий наблюдалась в Европе (99% всех станций, в том числе 64% выше 95-го процентиля), а в Австралии среднегодовая аномалия температуры в среднем по континенту достигла рекордного значения 0.99^{o}С. (в 2018 г. - 0.63 ^{o}С, 4-е место в упорядоченном по убыванию временном ряду).
- Главной особенностью **зимнего сезона** на суше земного шара стало большое количество отрицательных аномалий (в основном, в Северном полушарии) и пониженное, по сравнению с последними годами, количество крупных положительных аномалий в Арктике. В то же время, в Австралии в этом сезоне (австралийское лето) отмечен особенно резкий скачок сезонной температуры: аномалия 1.61 С (после предыдущего максимума 0.97 ^{o}С в 2013 г. и следующего за ним 0.82 ^{o}С в 2018 г.). **Весенний сезон** был исключительно теплым практически повсеместно, кроме Южной полярной области. На всех континентах, кроме Антарктиды и Северной Америки, регионально осредненные аномалии превысили уровень 95-го процентиля или были близки к нему. Наиболее интенсивные очаги тепла были расположены в Арктике. **В летний сезон** отмечалось большое количество 5%-х экстремумов тепла: в Северной Америке - 23%, в Европе - 35%, в Африке - 39% (из них 13% - абсолютные максимумы). Наиболее значительные отрицательные аномалии в этом сезоне наблюдались в центре и на северо-западе Канады, на ЕЧР и на Дальнем Востоке. **Осенью 2019 г.** области отрицательных аномалий отмечены на всех континентах.
- На большей части Земного шара, в среднем за год, продолжается потепление: локальные положительные тренды (1976-2019 гг.) составляют 98% всех оценок. Из остальных 2% оценок (36 станций с тенденцией к похолоданию) статистически значимых на 1%-м уровне всего две: -0.3^{o}С/10лет на станции Washington 72403, США и –0.2 ^{o}С/10лет DUMONT DURVILLE 89642, Антарктида.. По-прежнему, область наиболее интенсивного *потепления* – Арктика (до 1.5^{o}С/10 лет в Карском море).
- На фоне доминирующего среднегодового потепления, сезонные оценки выявляют отдельные области статистически незначимого похолодания: зимой – это юг Сибири, весной – граничная территория Канады и США. В Антарктиде – области с тенденцией к похолоданию, также статистически незначимой даже на 10%-м уровне, обнаруживаются во все сезоны, кроме осени. Наиболее интенсивное потепление сезонов отмечается: зимой – в Северной Америке, весной – в Азии и Африке, летом – в Европе, а осенью – в Австралии и Южной Америке.