

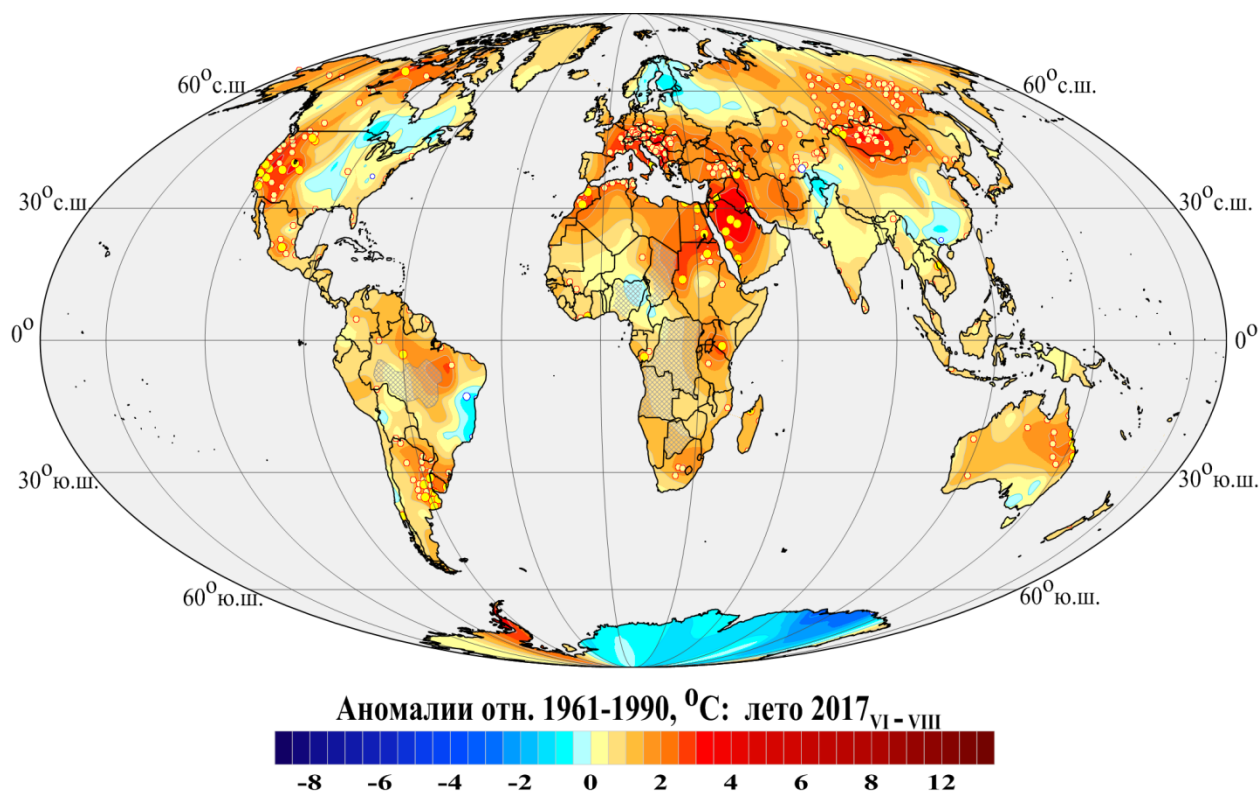
Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу
окружающей среды

ФГБУ «Институт глобального климата и экологии
Росгидромета и РАН»

Бюллетень мониторинга изменений климата Земного шара

Приземная температура

Лето 2017



Использованы станционные данные ИГКЭ: T3288

Москва 2017

ОГЛАВЛЕНИЕ^{1,2}

1. ВВЕДЕНИЕ	3
2. ТЕМПЕРАТУРНЫЙ РЕЖИМ У ПОВЕРХНОСТИ ЗЕМНОГО ШАРА ЛЕТОМ 2017 г. ЭКСТРЕМАЛЬНЫЕ АНОМАЛИИ	6
3. КРУПНОМАСШТАБНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ИЗМЕНЕНИЯ ПРИЗЕМНОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ ЗЕМНОГО ШАРА ЗА ПЕРИОД ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫХ НАБЛЮДЕНИЙ 1850-2017 гг. (летний сезон)	12
4. РЕГИОНАЛЬНЫЕ ВРЕМЕННЫЕ РЯДЫ ПРОСТРАНСТВЕННО ОСРЕДНЕННЫХ АНОМАЛИЙ ПРИЗЕМНОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ, 1911-2017 гг. (летний сезон)	17
5. ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ СОВРЕМЕННЫХ ИЗМЕНЕНИЙ КЛИМАТА ЗЕМНОГО ШАРА, 1976-2017 гг. (летний сезон)	20
6. ЗАКЛЮЧЕНИЕ	23
7. ПРИЛОЖЕНИЕ (дополнительные оценки с детализацией по месяцам сезона)	25

¹ Бюллетень подготовлен в ФГБУ «ИГКЭ Росгидромета и РАН». Данные текущих наблюдений (сводки КЛИМАТ и СИНОП из оперативного потока) подготовлены в ФГБУ «ВНИИГМИ-МЦД» и ФГБУ «Гидрометцентр РФ»

² На обложке приведено поле средних сезонных аномалий температуры приземного воздуха над сушей Земного шара: лето 2017 (июнь-август)

1. ВВЕДЕНИЕ

В настоящем бюллетене представлены данные о климатических аномалиях, наблюдавшихся летом 2017 г., и обновленные (с учетом этих данных) оценки тенденций в изменении температурного режима летних сезонов на территории Земного шара в течение 1976–2017 гг. (по разделу «приземная температура»). Оценки приведены для сезона в целом и каждого из месяцев (июнь-июль-август). Сезоны соответствуют их календарным срокам в Северном полушарии.

Бюллетень подготовлен в ФГБУ «ИГКЭ Росгидромета и РАН» средствами технологии оперативного мониторинга климата, разработанной в ИГКЭ и базирующейся на использовании данных стационарных наблюдений о средней месячной температуре приземного воздуха на суше земного шара. В качестве базового массива исторических наблюдений используется массив Т3288 (создан и поддерживается в ИГКЭ), который содержит данные о среднемесячной температуре на глобальной сети 3288 станций за период с 1901 года. Данные текущих наблюдений формируются в Гидрометцентре РФ и ВНИИГМИ-МЦД (на основе сводок «КЛИМАТ» и «СИНОП», поступающих по каналам связи в оперативном потоке) и в установленные сроки передаются в ИГКЭ. Технологический цикл включает извлечение необходимых данных, их контроль и обработку, сопряжение с историческими рядами и расчет всех материалов мониторинга. Данные, методика их обработки и технология подготовки бюллетеней одобрены Центральной методической комиссией Росгидромета³. Решением ЦМКП технология рекомендована к использованию «в качестве основной для регулярного осуществления мониторинга в ФГБУ «ИГКЭ Росгидромета и РАН»». Развернутый комментарий к материалам бюллетеня с описанием используемых источников, сети станций и элементов методики размещен на web-сайте ИГКЭ⁴.

Параллельно в бюллетене приводятся оценки по данным метеослужбы Великобритании⁵ – они упоминаются в бюллетене как «данные Hadley/CRU». Глобальные оценки и глобальные временные ряды (для Земного шара и полушарий) по данным Hadley/CRU приводятся только по оригинальным данным источника. Это значит, что глобальные и полушарные временные ряды рассчитаны по методике ИГКЭ только по массиву Т3288; в остальных случаях (по данным CRUTEM4, HadSST3 и HadCRUT4) глобальные ряды скачиваются с сайта производителя и корректировке не подлежат. Пространственно осредненные временные ряды для регионов рассчитаны по методике

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

⁴ О бюллетене мониторинга изменений климата Земного шара (read me). – <http://climatechange.su:>
<http://climatechange.igce.ru>

⁵ Массивы CRUTEM4 (температура воздуха над сушей), HadSST3 (температура поверхности океанов) и HadCRUT4 (объединенные данные над континентами и океанами) созданы и поддерживаются совместно двумя коллективами Великобритании – Хэдли-центр (Met Office Hadley Centre) и Университет 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.4.6.0.0, CRUTEM.4.6.0.0, HadSST.3.1.1.0 от 05.10.2017.

ИГКЭ по данным T3288 (для континентов) и HadCRUT4 (для океанов и широтных поясов).

На наш взгляд, станционные данные T3288 более точно описывают ситуацию над континентами (особенно локализацию экстремальных аномалий), а объединенные поля HadCRUT4 дают более полную и цельную глобальную картину распределения «приповерхностной» температуры над континентами и океанами. Термины «приповерхностная температура» и «приземная температура» используются в бюллетене как синонимы.

Таким образом, в используемой технологии массив T3288 служит базовым массивом для оценки состояния температурных условий *на суше земного шара*, а массив HadCRUT4 используется для создания полной *глобальной картины над сушей и океанами*.

В свою очередь, *глобальные временные ряды CRUTEM4* и оценки по ним приводятся в бюллетене для сравнения с одноименными данными ИГКЭ с целью лучшего понимания меры их неопределенности. В частности, временные ряды на рис. 1.1 подтверждают исключительную близость оценок по этим двум источникам для летних месяцев 1976-2017 гг.⁶

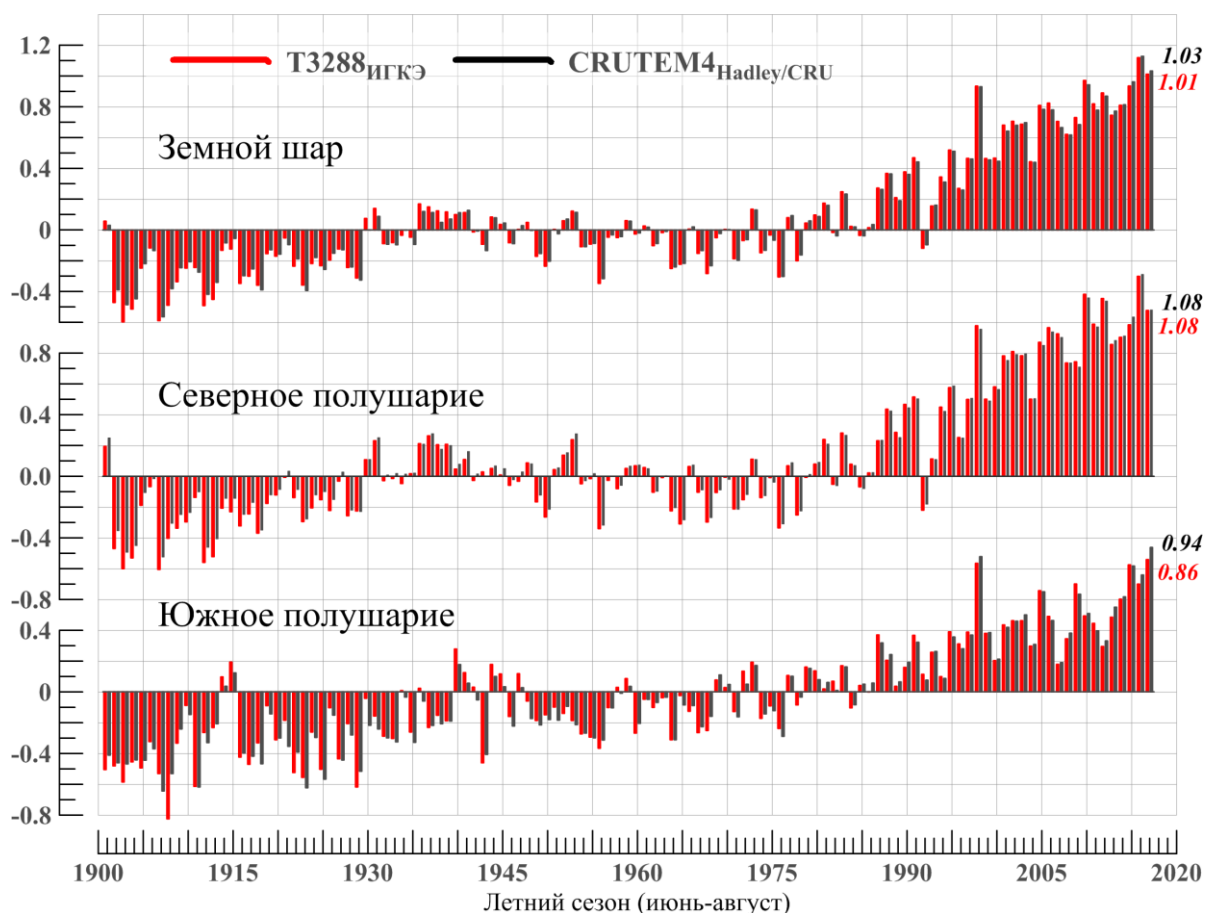


Рисунок 1.1 – Временные ряды пространственно осредненных сезонных аномалий температуры приземного воздуха (°C, 1901-2017 гг., лето) над сушей Земного шара, Северного и Южного полушарий. *Использованы временные ряды, рассчитанные по массиву T3288 (методика и данные ИГКЭ Росгидромета и РАН), и глобальные временные ряды CRUTEM4 (методика и данные Hadley/CRU).*

⁶ Результаты сравнения очень близки к оценкам для других сезонов и без учета данных 2017 г. (см. предыдущие бюллетени на сайтах ИГКЭ <http://climatechange.su>, <http://climatechange.igce.ru>)

Количественные данные для сравнения этих рядов приведены в таблицах 1.1, 1.2. В соответствии с ними, различия между значениями рядов в отдельные годы (табл. 1.1) не превышают 0.1-0.2°C (строка «maxD»). Их средние квадратические отклонения (0.03-0.05 °C, строка «σD») на порядок ниже изменчивости самих аномалий (0.3-0.4, строки «σZ₁, σZ₂»), а различия в оценках трендов и вовсе пренебрежимо малы (±0.01°C/10 лет, строка «bD»). Таким образом, приводимые в бюллетене оценки аномалий и трендов, рассчитанные по данным массива T3288, хорошо согласуются с оценками ведущих мировых метеорологических центров.

Отметим дополнительно, что потепление летнего сезона *над сушей* от 2016 к 2017 гг. произошло только в Южном полушарии (табл. 1.2). По Земному шару в целом и в Северном полушарии, напротив, средняя температура приземного воздуха над сушей понизилась. Однако за три последних года она увеличилась по Земному шару и каждому полушарию, соответственно, на 0.20, 0.17, 0.26 °C по данным T3288_{ИГКЭ} и на 0.21, 0.17, 0.32°C по данным CRUTEM4_{Hadley/CRU} (табл. 1.2).

Таблица 1.1 – Оценки близости (различия) глобальных временных рядов аномалий температуры приземного воздуха по данным T3288 (ИГКЭ) и CRUTEM4 (Hadley/CRU) за 1976-2017 гг. (летний сезон)

Оценка	Земной шар				Северное полушарие				Южное полушарие			
	Лето	Июнь	Июль	Август	Лето	Июнь	Июль	Август	Лето	Июнь	Июль	Август
D ₂₀₁₇	2017											
	-0.02	-0.02	-0.03	0.01	0.00	-0.03	0.00	0.02	-0.08	-0.04	-0.12	-0.06
	1976-2017											
eD	0.01	0.02	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.01	-0.01
σD	0.02	0.05	0.03	0.02	0.02	0.04	0.03	0.02	0.04	0.04	0.05	0.05
αD	0.02	0.04	0.02	0.01	0.02	0.03	0.02	0.02	0.03	0.03	0.04	0.04
max D	0.05	0.19	0.07	0.05	0.05	0.16	0.05	0.06	0.08	0.11	0.12	0.10
bD	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	-0.01	0.00	-0.01	-0.01
σZ ₁	0.36	0.54	0.43	0.34	0.43	0.69	0.54	0.42	0.26	0.30	0.28	0.29
σZ ₂	0.36	0.51	0.42	0.34	0.42	0.66	0.53	0.42	0.27	0.29	0.28	0.28
Corr (Z ₁ ,Z ₂)	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.99	0.99	0.99	0.99

Условные обозначения. 1) D=T3288-CRUTEM4; 2) eD, σD, αD, max|D|, bD – статистические характеристики различий: среднее, стандартное отклонение, среднее и максимальное абсолютное различие, среднее различие коэффициентов тренда; 3) Corr (Z₁,Z₂), σZ₁, σZ₂ – корреляция сравниваемых глобальных рядов и их стандартные отклонения.

Таблица 1.2 – Межгодовые изменения приземной температуры летнего сезона последних трех лет, в среднем по территории суши Земного шара и полушарий

Межгодовые разности	Данные T3288, °C (ИГКЭ)			Данные CRUTEM4, °C (Hadley/CRU)		
	ЗШ	СП	ЮП	ЗШ	СП	ЮП
T ₂₀₁₇ -T ₂₀₁₆	-0.107	-0.222	0.159	-0.095	-0.231	0.179
T ₂₀₁₆ -T ₂₀₁₅	0.184	0.315	-0.125	0.166	0.277	-0.058
T ₂₀₁₅ -T ₂₀₁₄	0.125	0.081	0.223	0.149	0.123	0.200
T ₂₀₁₇ -T ₂₀₁₄	0.202	0.174	0.257	0.210	0.169	0.321

Все Бюллетени мониторинга климата, сезонные и годовые, выпускаемые в ФГБУ «ИГКЭ Росгидромета и РАН», размещаются на сайтах <http://climatechange.su/>, <http://climatechange.igce.ru/>.

2. ТЕМПЕРАТУРНЫЙ РЕЖИМ У ПОВЕРХНОСТИ ЗЕМНОГО ШАРА ЛЕТОМ 2017 г. ЭКСТРЕМАЛЬНЫЕ АНОМАЛИИ

В соответствии с данными табл. 2.1, летний сезон 2017 г. по оценкам для всего Земного шара и обоих полушарий, с учетом и без учета океанов вошел в первую пятерку самых теплых летних сезонов, но оказался самым теплым в истории наблюдений для суши Южного полушария (T3288, CRUTEM4). При этом в среднем по территории Земного шара и Северного полушария, над сушей (T3288, CRUTEM4), океанами (HadSST3) и интегрально (HadCRUT4), самым теплым летним сезоном в истории наблюдений (с 1911 года) осталось лето 2016 года.

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

№	ЗШ		СП		ЮП	
	VT, °C	Лето	VT, °C	Лето	VT, °C	Лето
HadCRUT4 (Hadley/CRU, суша+море)						
1	0.759	2016	1.025	2016	0.540	1998
2	0.727	2015	0.933	2015	0.520	2015
3	0.670	2017	0.887	2017	0.495	2016
4	0.623	1998	0.844	2014	0.469	2009
5	0.615	2014	0.808	2010	0.455	2017
T3288 (ИГКЭ, суша)						
1	1.119	2016	1.298	2016	0.859	2017
2	1.012	2017	1.181	2010	0.835	1998
3	0.971	2010	1.154	2012	0.825	2015
4	0.935	2015	1.076	2017	0.701	2009
5	0.934	1998	0.987	2011	0.700	2016
CRUTEM4 (Hadley/CRU, суша)						
1	1.128	2016	1.311	2016	0.938	2017
2	1.033	2017	1.159	2010	0.878	1998
3	0.962	2015	1.138	2012	0.817	2015
4	0.943	2010	1.080	2017	0.759	2016
5	0.930	1998	1.034	2015	0.650	2005
HadSST3 (Hadley/CRU, море)						
1	0.649	2016	0.897	2016	0.459	1998
2	0.626	2015	0.827	2014	0.439	2016
3	0.586	2014	0.822	2015	0.411	2015
4	0.564	2017	0.791	2017	0.391	2009
5	0.514	2009	0.631	2009	0.355	2017

Особенности географического распределения аномалий. Летом 2017 года, как и в предыдущие два сезона, на территории земного шара, над сушей и океанами, преобладали положительные аномалии температуры (рис. 2.1, 2.2). Наиболее значительные из них сосредоточены на континентах Северного полушария – в Центральной и Передней Азии, Западной Европе, в западной части Северной Америки и на севере Африки.

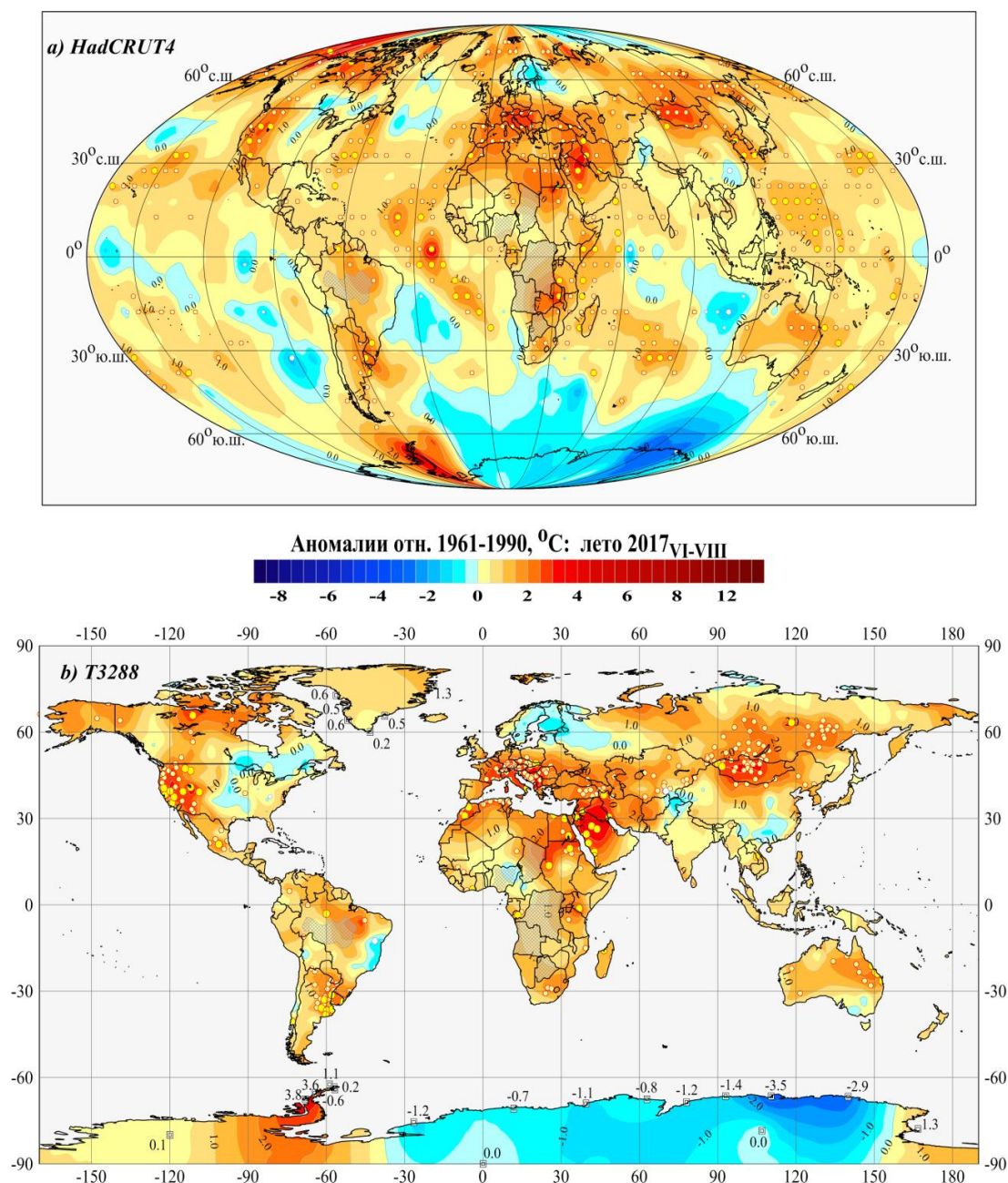


Рисунок 2.1 – Пространственное распределение сезонных аномалий приземной температуры (°C) на территории Земного шара летом 2017 г.: а) по сеточным данным HadCRUT4 (Hadley/CRU, UK); б) по станционным данным T3288 (ИГКЭ).

Аномалии приведены в отклонениях от средних 1961-1990 гг. Положение боксов/станций с рекордными значениями аномалий показано кружками белого (минимумы) и желтого (максимумы) цвета. 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.

Распределения локальных аномалий и экстремумов (рис. 2.1) обобщены в таблице 2.2; региональные оценки аномалий приведены в таблице 2.3.

Согласно данным табл. 2.2, в среднем за сезон, доля положительных аномалий на территории Земного шара составила 88% как по стационарным данным T3288, так и по данным HadCRUT4 на полной сетке. Более 20% всех значений оказались выше 95-го перцентиля, а на 4% станций (5% боксов) сезонная температура оказалась выше ранее установленного локального максимума (за период с 1911 г.). При этом севернее 65° с.ш. (арктический пояс, северная полярная область СПО) не было ни одной станции/бокса, где температура опустилась бы ниже прежнего локального минимума.

Таблица 2.2 – Количество локальных экстремумов на территории Земного шара, Северного и Южного полушарий и СПО летом 2017 г. по данным массивов T3288 и HadCRUT4 (все значения приведены в процентах от N)

Регион	Всего боксов/станций N	Аномалии (отн. 1961-90)		5%-е экстремумы тепла/холода		Абсолютные экстремумы	
		$V<0$	$V\geq 0$	$X<P_{05}$	$X>P_{95}$	$X=P_0$	$X=P_{100}$
T3288 (только суша)							
ЗШ	1830	11.6%	88.4%	0.4%	21.4%	0.1%	3.9%
СП	1513	11.6%	88.4%	0.2%	20.7%	0.1%	3.1%
ЮП	318	11.6%	88.4%	1.3%	24.5%	0.3%	7.9%
СПО, 65-90N	111	17.1%	82.9%	0.0%	4.5%	0.0%	0.9%
HadCRUT4 (суша+море)							
ЗШ	1627	12.0%	88.0%	0.9%	24.6%	0.3%	5.2%
СП	1021	6.9%	93.1%	0.2%	27.2%	0.2%	5.6%
ЮП	606	20.8%	79.2%	2.1%	20.3%	0.5%	4.5%
СПО, 65-90N	156	7.7%	92.3%	0.0%	24.4%	0.0%	3.8%

Усл. обозначения: V - сезонные/месячные аномалии; P_{05} , P_{95} – 5-й и 95-й перцентили; P_0 , P_{100} – наименьшее и наибольшее значения с 1911 г. Таблица обобщает распределения локальных сезонных аномалий и экстремумов на рис.2.1 (оценки с детализацией по месяцам приведены в Приложении, табл. П1

На континентах Северного и Южного полушарий ситуация в целом та же (табл. 2.2, T3288), лишь в Южном полушарии заметно выше доля экстремумов тепла (24.5%, 7.9%). Однако по данным на полной сетке, с учетом океанов (табл. 2.2, HadCRUT4), в Северном полушарии заметно выше доля положительных аномалий (93%), а в Южном – доля отрицательных (21%). Другими словами, в Северном полушарии сезон был теплым при большем вкладе океанов, а в Южном – континентов. В Северном полушарии большой вклад принадлежит Арктической области (табл. 2.2, СПО), а в Южном – повышенному количеству экстремумов тепла на суше (кроме Антарктиды, судя по полям на рис.2.1, 2.2). Отрицательные аномалии в Южном полушарии, напротив, относятся преимущественно к температуре поверхности океанов (табл. 2.2, ЮП). Эти результаты хорошо согласуются с ранговыми оценками в таблице 2.1: летний сезона 2017 г. – самый теплый по данным о приземной температуре на суше (T3288, CRUTEM4), но на пятом месте по данным о температуре поверхности океанов (HadSST3). Согласуются они и с региональными оценками в таблице 2.3, согласно которым сезонная аномалия температуры была положительной в среднем по территории практически всех рассматриваемых регионов

(кроме Антарктического пояса и Антарктиды), в регионах ЮП (Африка, Южная Америка и умеренный широтный пояс) сезон попал в первую тройку самых теплых, а в целом по территории суши Южного полушария он оказался рекордно теплым за период наблюдений.

Таблица 2.3 - Пространственно осредненные значения аномалии приземной температуры (°C) на территории Земного шара летом 2017 г. и их вероятности превышения, в среднем за сезон и по месяцам

Регион	Лето		Июнь		Июль		Август	
	vT_{2017}	$F_{vt}\%$	vT_{2017}	$F_{vt}\%$	vT_{2017}	$F_{vt}\%$	vT_{2017}	$F_{vt}\%$
HadCRUT4 (суша+море)								
Земной шар	0.67	98	0.64	98	0.65	97	0.72	98
Северное полушарие	0.89	98	0.85	98	0.86	99	0.95	98
Южное полушарие	0.46	96	0.43	94	0.45	97	0.49	97
Атлантика (15-70N)	0.70	92	0.74	93	0.65	89	0.73	90
Тихий океан (20-65N)	0.76	96	0.65	97	0.85	96	0.77	96
Арктический пояс (65-90N)	1.24	94	1.03	88	1.08	92	1.67	98
Умеренный пояс СП (25-65N)	0.99	97	0.97	97	1.01	97	0.99	96
Тропики (25S-25N)	0.60	97	0.63	97	0.53	96	0.64	97
Умеренный пояс ЮП (65-25S)	0.54	99	0.48	96	0.56	100	0.57	98
Антарктический пояс (90-65S)	-0.46	40	-2.01	12	0.65	70	0.06	47
IGCE-T3288 (суша)								
Земной шар	1.01	99	0.95	96	1.03	99	1.07	99
Северное полушарие	1.08	97	1.04	94	1.07	97	1.14	98
Южное полушарие	0.86	100	0.75	96	0.96	100	0.90	99
Северная Америка	0.92	94	1.03	94	1.05	96	0.68	87
Евразия	1.18	97	1.17	94	1.01	93	1.38	97
Южная Америка	0.95	99	0.90	89	0.77	88	1.24	98
Африка	1.22	98	1.32	99	1.19	98	1.17	99
Австралия	1.02	96	0.43	70	1.72	98	0.90	91
Антарктида	-0.61	33	-1.51	15	-0.56	49	0.24	45
CRUTEM4 (суша)								
Земной шар	1.03	99	0.97	97	1.07	100	1.06	99
Северное полушарие	1.08	97	1.06	95	1.07	97	1.11	98
Южное полушарие	0.94	100	0.79	97	1.07	100	0.95	99

Условные обозначения:

1. vT_{2017} , °C – наблюдаемая аномалия в 2017 г. (относительно 1961-1990 гг.)
2. F_{vt} – значение эмпирической функции распределения $F=\text{prob}(X \leq vT_{2017})$ по данным за 1911-2016 гг. (вероятность превышения)
3. Красным шрифтом выделены абсолютные максимумы – наибольшие из всех значений ряда за 1911-2017 гг. (ранг 1 в упорядоченном по убыванию временном ряду)
4. Значения с рангом 2-3 выделены оранжевым шрифтом (соответствуют вероятностям превышения 99-98%, соответственно). В этих случаях 2017 г. попал в число трех самых теплых лет для соответствующего региона и сезона
5. Синим шрифтом и голубой маркировкой выделены отрицательные аномалии

Внутрисезонные особенности распределения аномалий. В течение сезона картина распределения аномалий и их интенсивность менялись от месяца к месяцу при неизменном доминировании положительных аномалий (рис. 2.2). В частности, начало сезона (июнь-июль) отличается отрицательными аномалиями в среднем по Антарктическому поясу и Антарктиде (табл. 2.3) и повышенной долей отрицательных аномалий (табл. П1) на территории суши Северного полушария (до 17-20% станций; в СПО – 32-35% станций) и на акваториях океанов Южного полушария. Во второй половине сезона (июль-август), напротив, усиливается роль положительных аномалий в умеренном широтном поясе и на всех континентах Южного полушария (кроме Антарктиды) и в полярной области Северного полушария (табл. 2.3).

В июне экстремальные положительные аномалии отмечены, в основном, на континентах Северного полушария: на территории Сибири, Монголии, западной Европы, Африки и на западном побережье США.

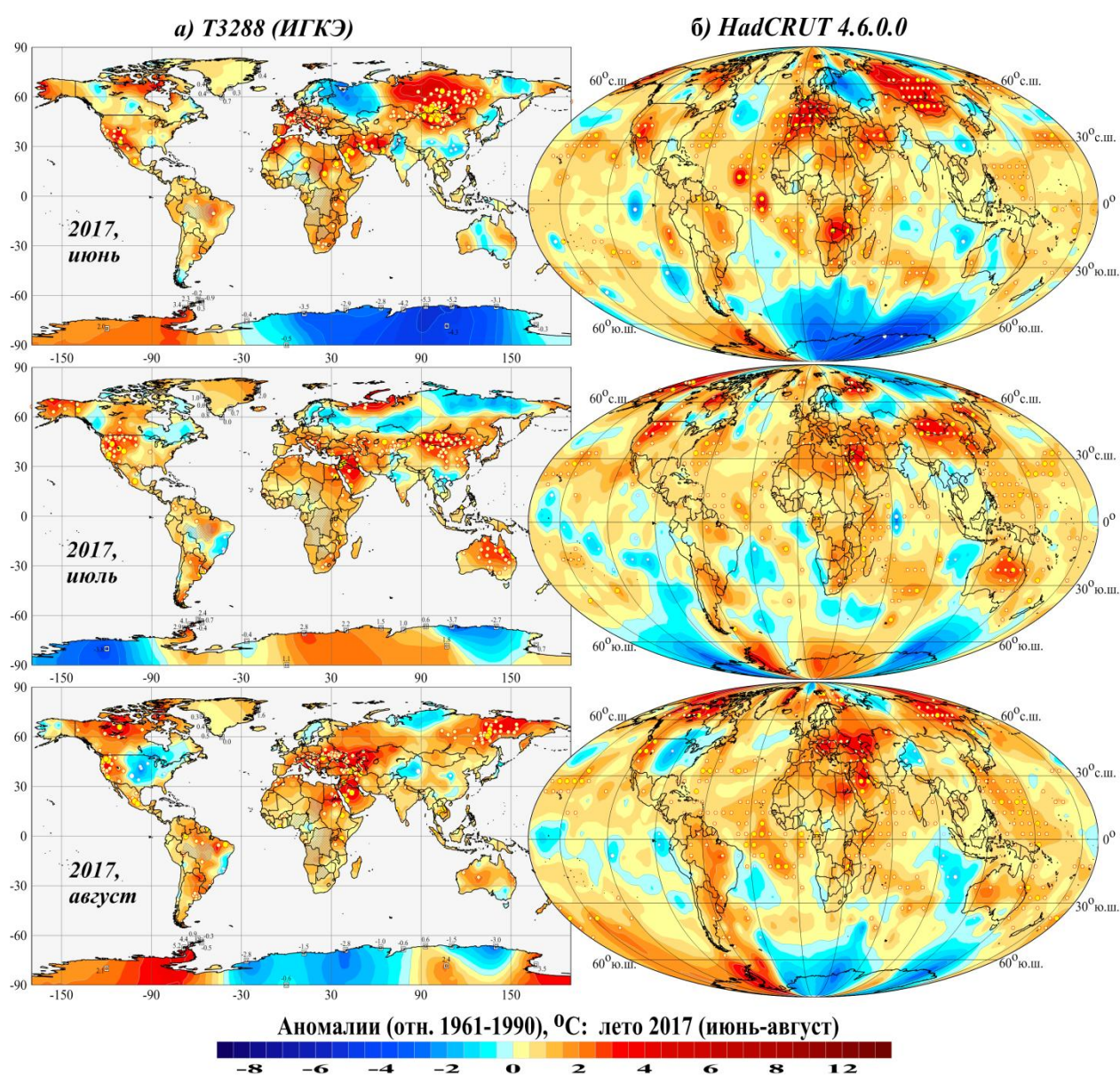


Рисунок 2.2 – См. рис. 2.1, но для среднемесячных аномалий в течение летнего сезона

Наибольшие значения аномалий отмечены в США (6.2 °C, ст. Chandler Heights) и в Марокко (5.9 °C, ст. Meknes). Аномалии выше 5°C наблюдались еще на трех станциях: в России, на станциях Кислокан и Усть-Мая (5.3, 5.2 °C), и в Марокко, на станции Marrakesh (5.3 °C). Ниже климатической нормы температура была практически на всей Европейской территории России и Скандинавии, а также в восточном секторе Антарктиды (30з.д.-190в.д.). Минимальные (с 1911 г.) значения среднемесячной температуры зафиксированы тремя метеорологическими станциями – в Антарктиде (Мирный: -20.7°C, аномалия -5.3°C), в Индии (SRINAGAR: 17.8°C, аномалия -4.2°C) и в Китае (WEIZHOU: 28.3°C, аномалия -1.9°C). На этих станциях в течение июня 2017 г. температура опускалась до отметок: -31.6, 10.9 и 17.4 °C, соответственно.

В июле на территории России положительные аномалии сохранились на побережье Баренцева и Карского морей, в Приамурье-Приморье, на юге ЕЧР и на крайнем северо-востоке страны, а между ними, от Скандинавии до Чукотки установилась температура ниже климатической нормы. Области отрицательных аномалий наблюдались также на территории Канады, в Южном океане и в Антарктической области. Обширный очаг экстремальных положительных аномалий с севера Евразии сместился к югу, на территорию Монголии и Китая. Области 5%-х экстремумов тепла (температура выше 95-го перцентиля) обнаруживаются также на территории Австралии, в западной части США, вдоль восточного побережья Африки.

В августе вновь увеличилась площадь территорий (на суше и в океанах), занятых положительными аномалиями температуры. Температура ниже нормы в августе наблюдалась, главным образом, на востоке США и Канады, на крайнем севере России (побережье Карского моря), в северо-западной части Китая и в центральном секторе Антарктиды.

Таким образом, судя по глобальным полям аномалий температуры, наиболее яркими особенностями температурного режима летнего сезона 2017 г. являются обширные области экстремальных положительных аномалий на континентах СП и ЮП и отрицательных аномалий в Южном океане и в арктическом широтном поясе. Особо выделяется повышенное количество новых температурных максимумов, установленных на станциях Южного полушария (7.9%), благодаря чему лето 2017 г. стало в Южном полушарии самым теплым в истории наблюдений.

3. КРУПНОМАСШТАБНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ИЗМЕНЕНИЯ ПРИЗЕМНОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ ЗЕМНОГО ШАРА ЗА ПЕРИОД ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫХ НАБЛЮДЕНИЙ, 1850-2017 гг. (летний сезон)

На рисунке 3.1 представлены межгодовые (по вертикали) и межмесячные (по горизонтали) изменения глобально осредненных температур на протяжении всего периода инструментальных наблюдений (с 1850 г.).

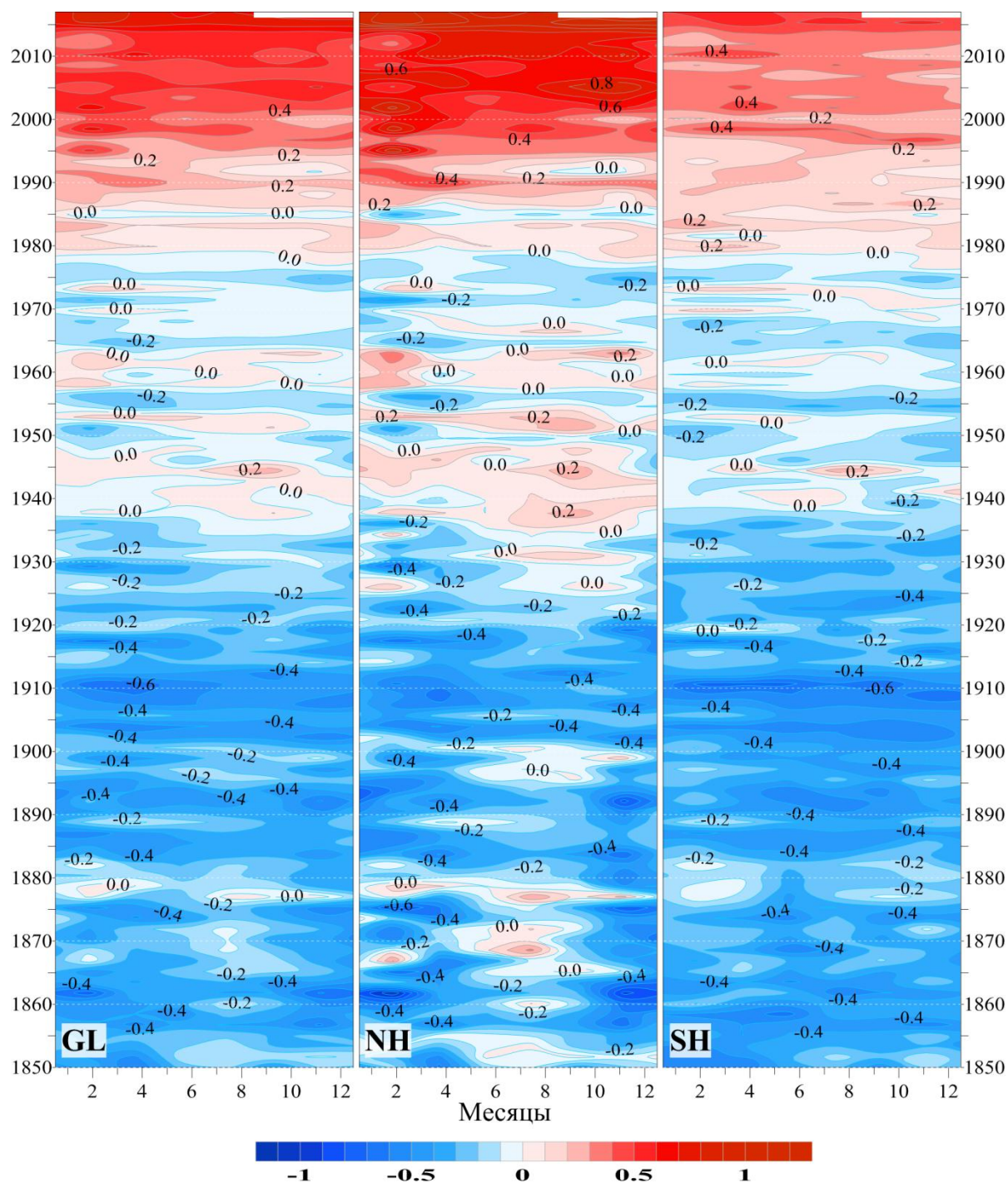


Рисунок 3.1 – Изменение средней месячной приповерхностной температуры, осредненной по территории Земного шара (GL), Северного (NH) и Южного (SH) полушарий в течение периода с января 1850 по август 2017 гг. (по данным HadCRUT4, Hadley/CRU UK).

Начало современного периода глобального потепления обычно датируют серединой 1970-х – началом 1980-х гг. Однако устойчивым его можно назвать лишь с середины 1990-х, так как ранее относительно продолжительные периоды повышения температуры чередовались с не менее выраженными отрезками времени с отрицательными аномалиями температур (рис. 3.1). В 2010-х гг. также наблюдалось небольшое ослабление процесса потепления, проявившееся в ослаблении аномалий в Южном полушарии и понижении зимних температур в Северном полушарии. Примерно с середины 2014 г. потепление вновь усилилось и продолжается по настоящее время, особенно заметно в Северном полушарии.

Дополнительную информацию о глобальном изменении температурного режима предоставляют широтно-долготные распределения температуры последних лет (рис. 3.2). В текущем 2017 году, активные изменения температурного режима в умеренных широтах СП отмечаются, в основном, на континентах, в евразийском и северо-американском секторах.

В Евразии с начала 2017 г. (после холодной осени 2016 г.) установился устойчивый теплый период, который длится в азиатской части уже 8 месяцев. В европейском секторе Евразии в апреле он сменился холодным весенне-летним сезоном, после которого в июле-августе вновь установилась температура выше климатической нормы. В американском секторе на протяжении последних двух сезонов (с марта 2017 г.) чередуются короткие периоды тепла-холода с аномалиями противоположного знака в восточной и западной частях континента. В океанических секторах чередующиеся периоды тепла-холода более продолжительны, аномалии слабее и противоположны по знаку в Тихом океане (120 з.д.-210 з.д.) и Атлантике (30 з.д.- 90 з.д.). К концу летнего сезона в поясе умеренных широт СП установился теплый температурный режим (весьма значительные аномалии тепла), за исключением двух островков слабых отрицательных аномалий – в Атлантике и на западе Канады (более интенсивный).

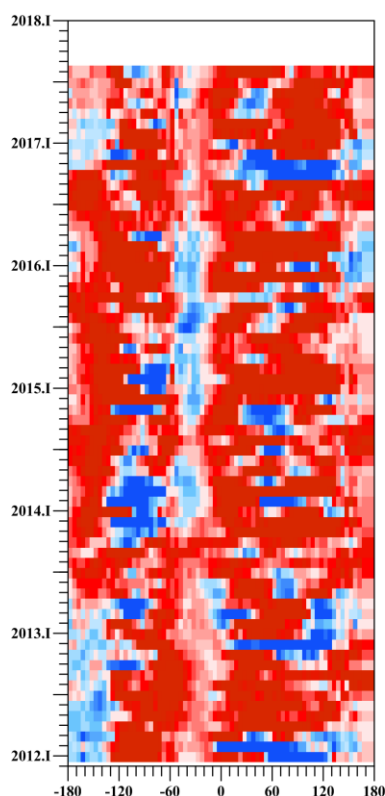
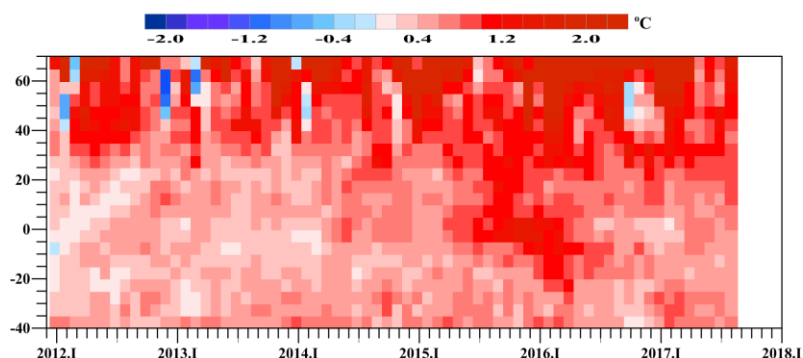


Рисунок 3.2 – Изменение во времени меридиональных (слева) и зональных (справа) профилей аномалии приповерхностной температуры с января 2012 по август 2017 гг.

Расчет выполнен по сеточным данным Hadley/CRU (HadCRUT4, суша+море). Базовый период 1961-1990 гг. Меридиональные профили получены осреднением данных вдоль каждого меридиана внутри широтного пояса 40-60 гр. с.ш., а зональные – для каждой параллели вдоль всего широтного круга.



Интегральную характеристику и оценку интенсивности наблюдаемых глобальных изменений приземной температуры дают глобально осредненные временные ряды для территории Земного шара и обоих полушарий по всем используемым наборам данных (рис. 3.3) и их количественные описания (табл. 3.1-3.2).

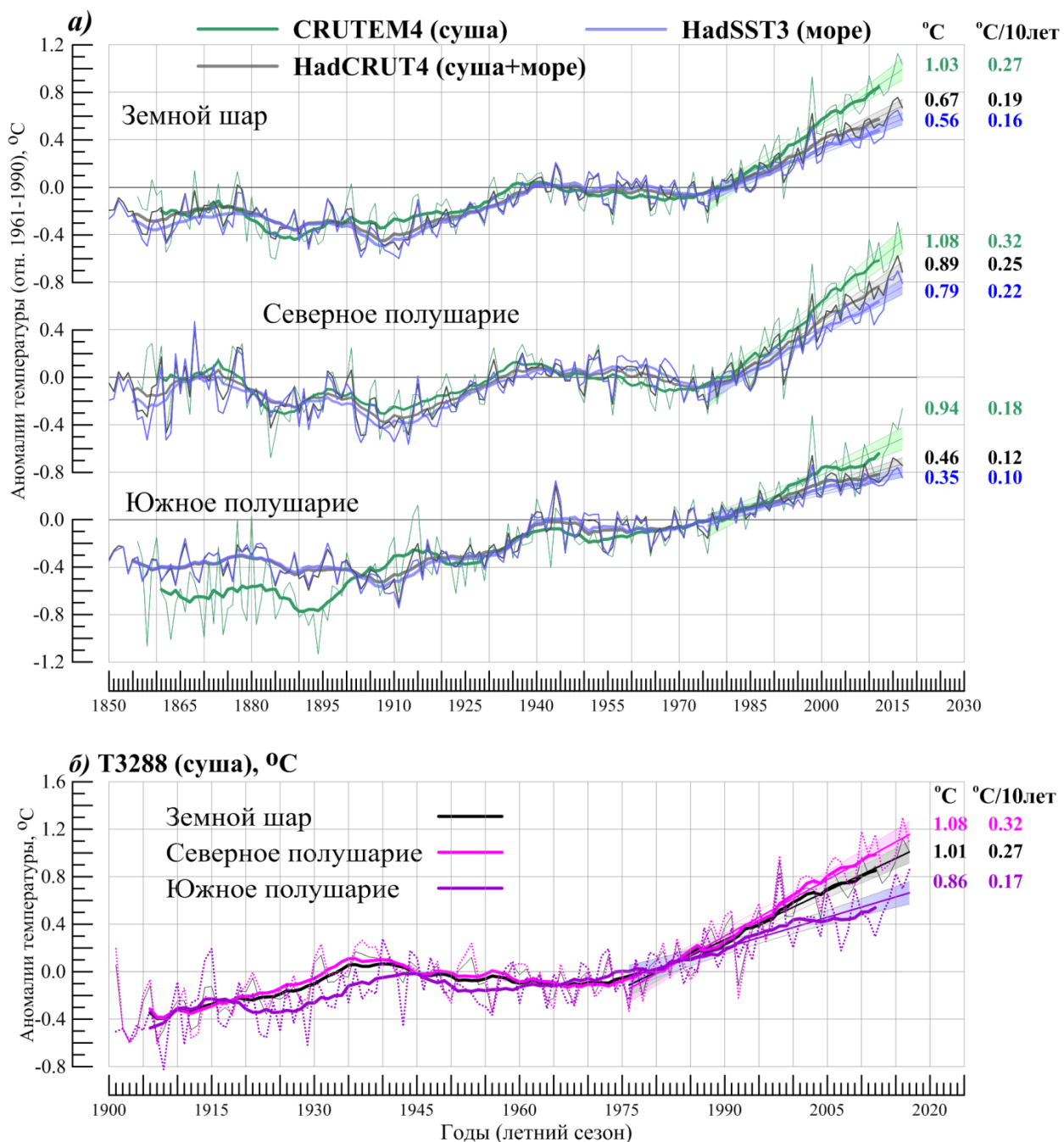


Рисунок 3.3– Временные ряды сезонных аномалий приземной температуры (лето), осредненных по территории Земного шара, Северного и Южного полушарий:
а) по данным Hadley/CRU, 1850-2017 гг.; б) по данным ИГКЭ Росгидромета и РАН, 1901-2017 гг.
Для всех рядов показан ход 11-летних скользящих средних и линейный тренд за 1976-2017 гг. с 95% доверительным интервалом; справа приведены значения сезонных аномалий в 2017 г. и коэффициентов тренда за 1976-2017 гг.

Все приведенные на рисунке 3.3 ряды (кроме ЮП, суша) иллюстрируют скачкообразное повышение летней температуры от 2015 к 2016 гг. и менее резкое понижение ее в 2017г. В Южном полушарии (в среднем по территории суши), напротив, в 2016 г. произошло понижение летней температуры с последующим скачкообразным повышением в 2017 г. (см. также рис. 1.1, табл. 1.2).

В результате, по всем наборам данных, самым теплым летним сезоном на суше Южного полушария стало лето 2017 г., а во всех остальных случаях максимум глобальных летних температур сохранился за 2016 годом. В среднем по Земному шару, лето 2017 г. стало вторым самым теплым на суше (T3288, CRUTEM4), но третьим на всей территории с учетом океанов (HadCRUT4). Все приведенные ряды иллюстрируют факт продолжающегося глобального потепления (табл. 3.1). Для большей наглядности на рис. 3.3 (справа) продублированы соответствующие оценки трендов за 1976-2017 гг. из таблицы 3.1 (в °C/10 лет).

Таблица 3.1 – Коэффициенты линейного тренда ($^{\circ}\text{C}/10 \text{ лет}$)
глобальных временных рядов приземной температуры
за 1976-2017 гг. и 1918-2017 гг. (за летний сезон и по месяцам)

Регион	1976-2017				1918-2017			
	лето	июнь	июль	август	лето	июнь	июль	август
HadCRUT4 (Hadley/CRU, суша+море)								
Земной шар	0.185	0.181	0.181	0.192	0.077	0.078	0.076	0.077
Северное полушарие	0.255	0.251	0.251	0.267	0.082	0.087	0.079	0.079
Южное полушарие	0.116	0.120	0.111	0.117	0.072	0.068	0.073	0.075
T3288 (ИГКЭ, суша)								
Земной шар	0.273	0.273	0.262	0.276	0.098	0.106	0.094	0.095
Северное полушарие	0.317	0.318	0.306	0.324	0.1	0.115	0.093	0.091
Южное полушарие	0.172	0.184	0.174	0.180	0.096	0.089	0.097	0.103
CRUTEM4 (Hadley/CRU, суша)								
Земной шар	0.271	0.281	0.262	0.279	0.099	0.110	0.093	0.093
Северное полушарие	0.316	0.323	0.307	0.325	0.105	0.123	0.098	0.094
Южное полушарие	0.179	0.180	0.159	0.173	0.089	0.081	0.088	0.096
HadSST3 (Hadley/CRU, море)								
Земной шар	0.158	0.148	0.157	0.169	0.069	0.067	0.069	0.070
Северное полушарие	0.220	0.197	0.224	0.239	0.072	0.070	0.073	0.074
Южное полушарие	0.099	0.101	0.093	0.103	0.068	0.065	0.068	0.069

Примечание. Все оценки в таблице статистически значимы на уровне 0.1%

Показатели k_1 - k_4 (табл. 3.2), рассчитанные как отношения соответствующих коэффициентов тренда, позволяют сравнить основные тенденции в изменении глобальной температуры в разных факторных подгруппах.

Таблица 3.2 – Сравнение средней скорости приземного глобального потепления в разных факторных подгруппах (летний сезон).

k_1	$b_{\text{суша}}/b_{\text{море}}$ <i>T3288/HadSST3</i> <i>CRUTEM4/HadSST3</i>	1976-2017			1918-2017		
		<i>ЗШ</i>	<i>СП</i>	<i>ЮП</i>	<i>ЗШ</i>	<i>СП</i>	<i>ЮП</i>
		1.7	1.4	1.7	1.4	1.4	1.4
		1.7	1.4	1.8	1.4	1.5	1.3
k_2	$b_{\text{СП}}/b_{\text{ЮП}}$	1976-2017			1918-2017		
		<i>T3288</i>	<i>CRUTEM</i>	<i>HadSST</i>	<i>T3288</i>	<i>CRUTEM</i>	<i>HadSST</i>
		1.8	1.8	2.2	1.0	1.2	1.1
k_3	$b_{1976-2017}/b_{1918-2017}$	СП			ЮП		
		<i>T3288</i>	<i>CRUTEM</i>	<i>HadSST</i>	<i>T3288</i>	<i>CRUTEM</i>	<i>HadSST</i>
		3.2	3.0	3.1	1.8	2.0	1.5
k_4	$(b_{1976-2017} - b_{1976-2016}) / b_{1976-2016}$	СП			ЮП		
		<i>T3288</i>	<i>CRUTEM</i>	<i>HadSST</i>	<i>T3288</i>	<i>CRUTEM</i>	<i>HadSST</i>
		-0.9%	-0.8%	0.5%	4.3%	5.5%	-1.6%

В соответствии с оценками в табл. 3.1-3.2, можно заключить:

- скорость потепления летних сезонов выше над материками, чем над океанами примерно в 1.5-1.8 раз (показатель k_1);
- современное потепление в Северном полушарии протекает, в среднем, вдвое быстрее, чем в Южном: на поверхности океанов - в 2.2 раза быстрее, над сушей – в 1.8 раз (показатель k_2);
- современное потепление (1976-2017) ускорилось по сравнению с потеплением последнего столетия (1918-2017): в Южном полушарии примерно в 1.5-2 раза, в Северном – в 3 раза и более;
- с добавлением данных за 2017 г. скорость глобального потепления летних сезонов значительно изменилась лишь в Южном полушарии – на континентах она увеличилась на 4-5% относительно 1976-2016 г., а на поверхности океанов уменьшилась на 1.6% (коэффициент k_4). В Северном полушарии изменения весьма незначительные (менее 1%), но направленность их противоположная: на континентах потепление несколько замедлилось, а на поверхности океанов незначительно ускорилось. В целом по Земному шару оценки трендов по всем массивам данных практически не изменились.

Таким образом, современное глобальное потепление летних сезонов у поверхности земли продолжается, в среднем, на том же уровне. По-прежнему доминирующая роль принадлежит континентам Северного полушария. Однако следует обратить повышенное внимание на процессы в Южном полушарии, где последние данные указывают на появившуюся тенденцию к ускорению потепления приземного воздуха (на суше) и замедлению потепления поверхности океанов. (Напомним, что рассматриваемый календарный период «июнь-август» в Южном полушарии соответствует зимним температурным условиям.)

4. РЕГИОНАЛЬНЫЕ ВРЕМЕННЫЕ РЯДЫ ПРОСТРАНСТВЕННО ОСРЕДНЕННЫХ АНОМАЛИЙ ПРИЗЕМНОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ, 1911-2017 гг. (летний сезон)

Временные ряды, рассчитанные по методике ИГКЭ, по сеточным данным HadCRUT4 (для пяти широтных поясов и северных частей Атлантического и Тихого океанов) и по данным станционных наблюдений T3288 (для шести континентов), представлены на рис. 4.1, 4.2, 4.3. Данные до 1911 г. не приводятся, т.к. представляются недостаточно полными и надежными (особенно над океанами). На всех временных рядах показаны тренды за период 1976-2017 гг., условно принятый за период современного глобального потепления. Числовые оценки трендов приведены в (табл. 4.1).

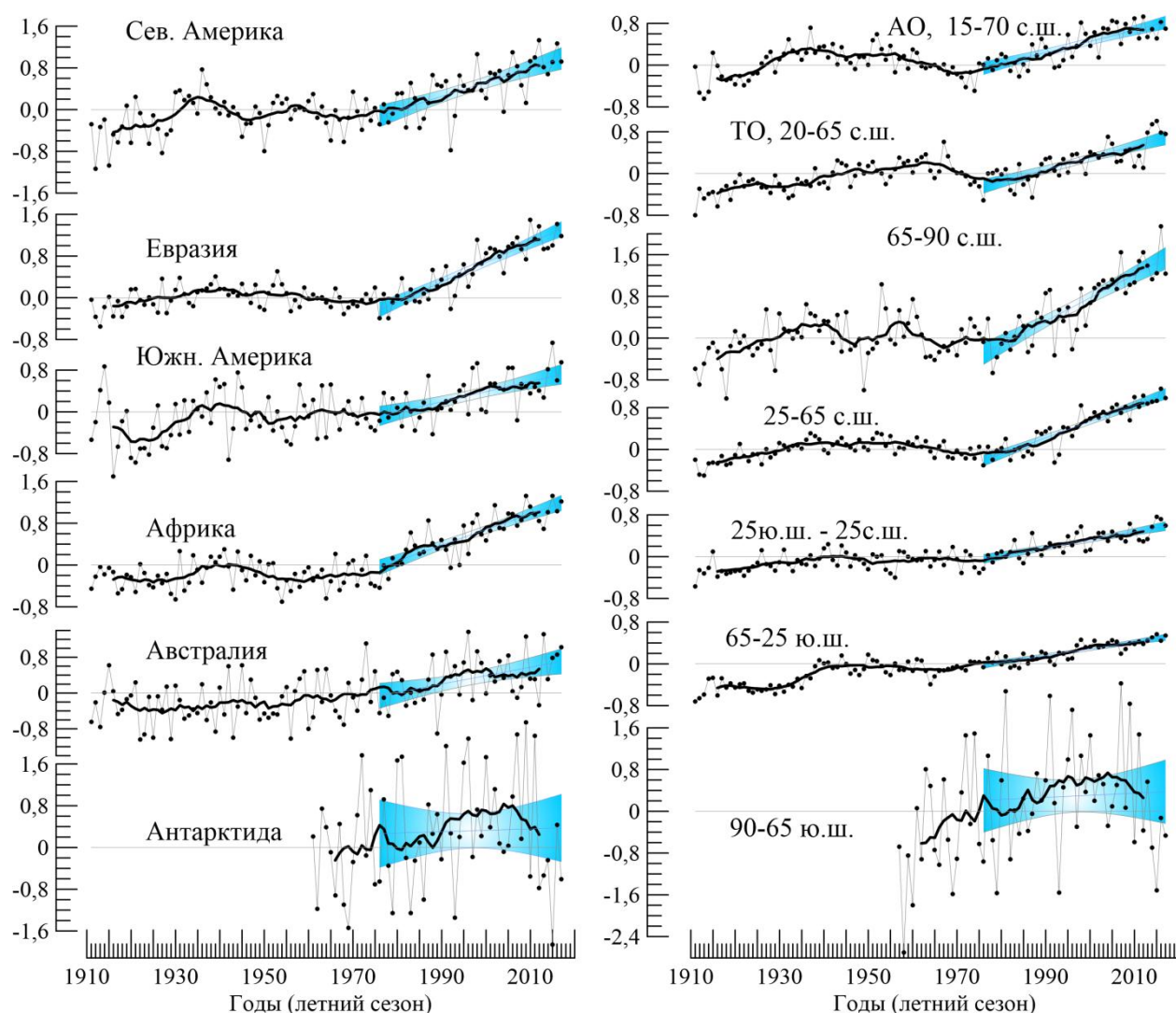


Рисунок 4.1 – Временные ряды пространственно осредненных сезонных аномалий (лето) приземной температуры для континентов (слева), северных частей Атлантического и Тихого океанов (справа сверху) и основных широтных поясов земного шара (справа внизу).

Расчеты выполнены по методике ИГКЭ по данным T3288 (для континентов) и HadCRUT4 (для океанов и широтных поясов). Аномалии приведены в отклонениях от средних за 1961–1990. Сглаженные кривые (жирная линия) получены 11-летним скользящим осреднением. Показан линейный тренд за 1976-2017 гг. с 95% -м доверительным интервалом (голубая заливка).

Таблица 4.1. – Коэффициенты линейного тренда ($^{\circ}\text{C}/10 \text{ лет}$) пространственно осредненных аномалий приземной температуры для северных частей Атлантического и Тихого океанов, основных широтных поясов и континентов Земного шара за 1976-2017 гг. (за летний сезон и по месяцам)

Регион	Лето	Июнь	Июль	Август
HadCRUT4 (суша+море)				
Атлантика (15-70N)	0.213	0.190	0.200	0.247
Тихий океан (20-65N)	0.226	0.193	0.242	0.241
Арктический пояс (65-90N)	0.445	0.502	0.419	0.428
Умеренный пояс СП (25-65N)	0.311	0.289	0.307	0.337
Тропики (25S-25N)	0.152	0.159	0.146	0.152
Умеренный пояс ЮП (65-25S)	0.130	0.140	0.124	0.125
Антарктический пояс (90-65S)	0.040	-0.050	-0.049	0.232
T3288 (суша)				
Северная Америка	0.269	0.292	0.245	0.268
Евразия	0.375	0.380	0.352	0.400
Южная Америка	0.194	0.227	**0.130	0.222
Африка	0.299	0.337	0.312	0.243
Австралия	0.188	0.166	0.265	0.126
Антарктида	0.027	-0.179	-0.022	**0.309

Примечание. Оценки, статистически значимые на 1%-уровне, приведены без выделения.

Усл. обозначения: ** $\alpha = 10\%$; серая заливка $\alpha > 10\%$, где α – уровень значимости.

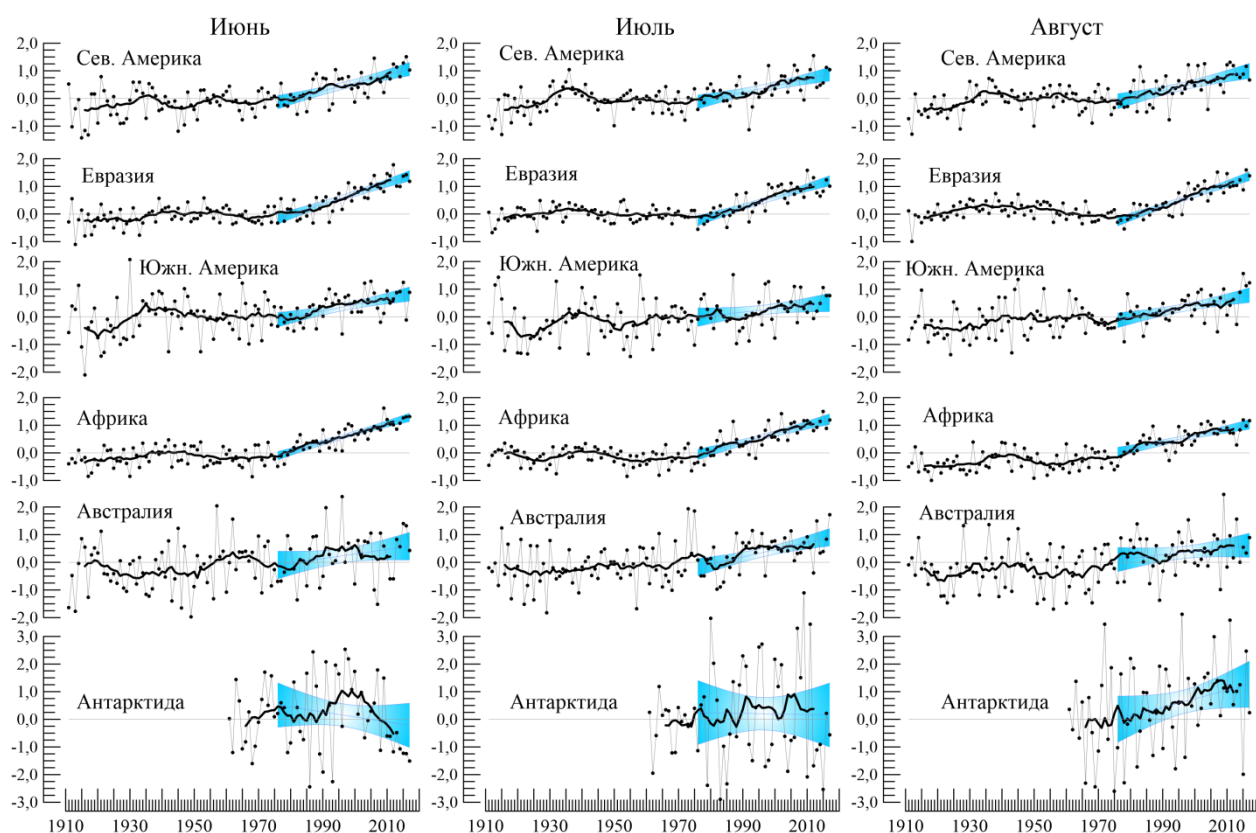


Рисунок 4.2 – См. рис. 4.1. но для аномалий летних месяцев и только для континентов. Расчеты выполнены по методике и данным ИГКЭ. Использован массив станционных данных T3288.

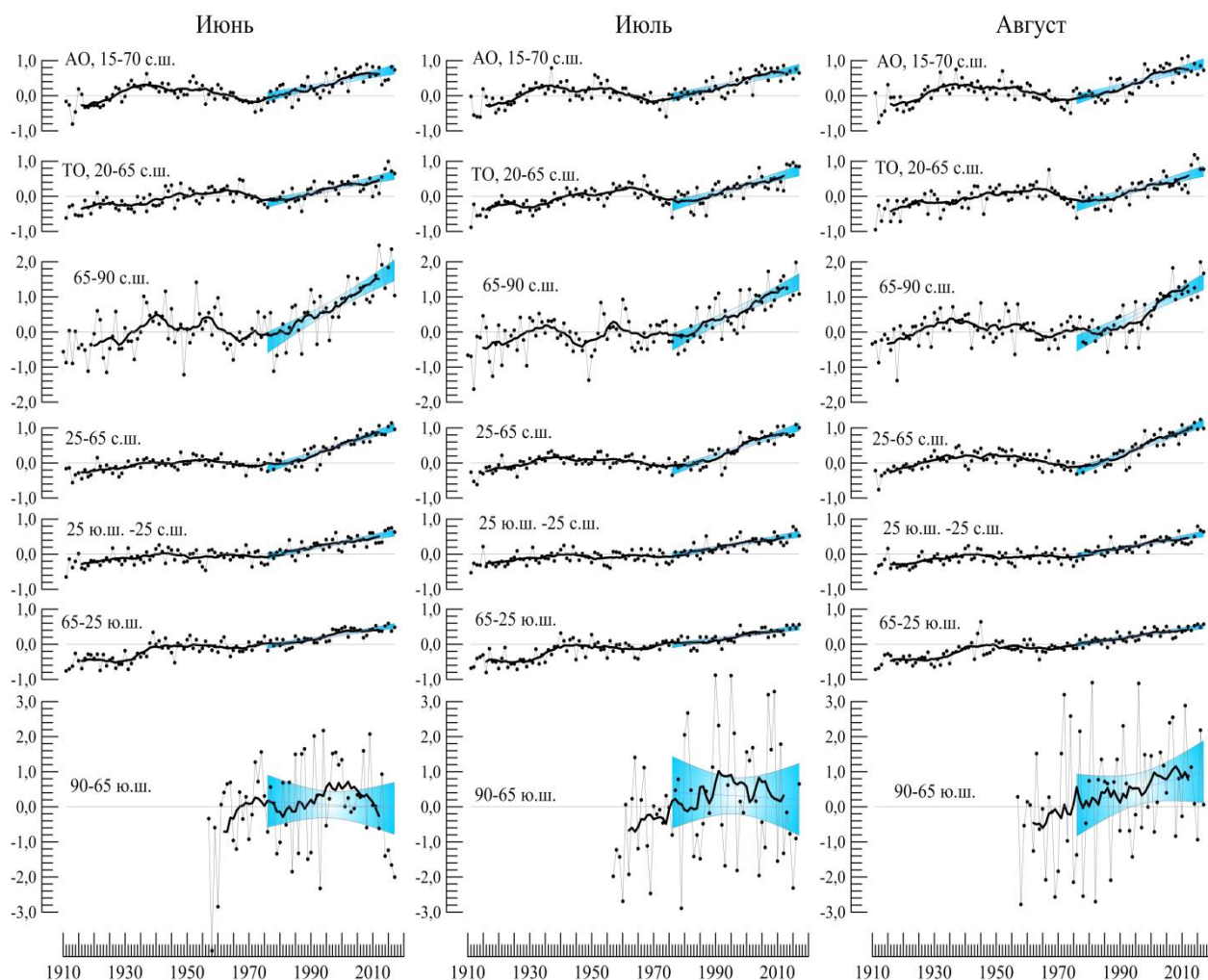


Рисунок 4.3 – См. рис.4.2, но для океанов и широтных поясов земного шара. *Использованы сеточные данные Hadley/CRU, UK (массив HadCRUT4, суша+море). Расчеты выполнены по методике ИГКЭ.*

5. ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ СОВРЕМЕННЫХ ИЗМЕНЕНИЙ КЛИМАТА ЗЕМНОГО ШАРА, 1976-2017 гг. (летний сезон)

В анализе использованы данные наблюдений на 1769 станциях (массив T3288) и в центрах 1553 боксов (массив HadCRUT4), для которых своевременно поступили данные за летние месяцы 2017 г. и число наблюдений на отрезке 1976-2017 гг. не менее $n_0=35$. Ниже приведены глобальные поля коэффициентов тренда с указанием областей статистически значимых оценок (рис. 5.1, 5.2) и количественное распределение оценок в зависимости от знака коэффициента тренда и уровня значимости (табл. 5.1).

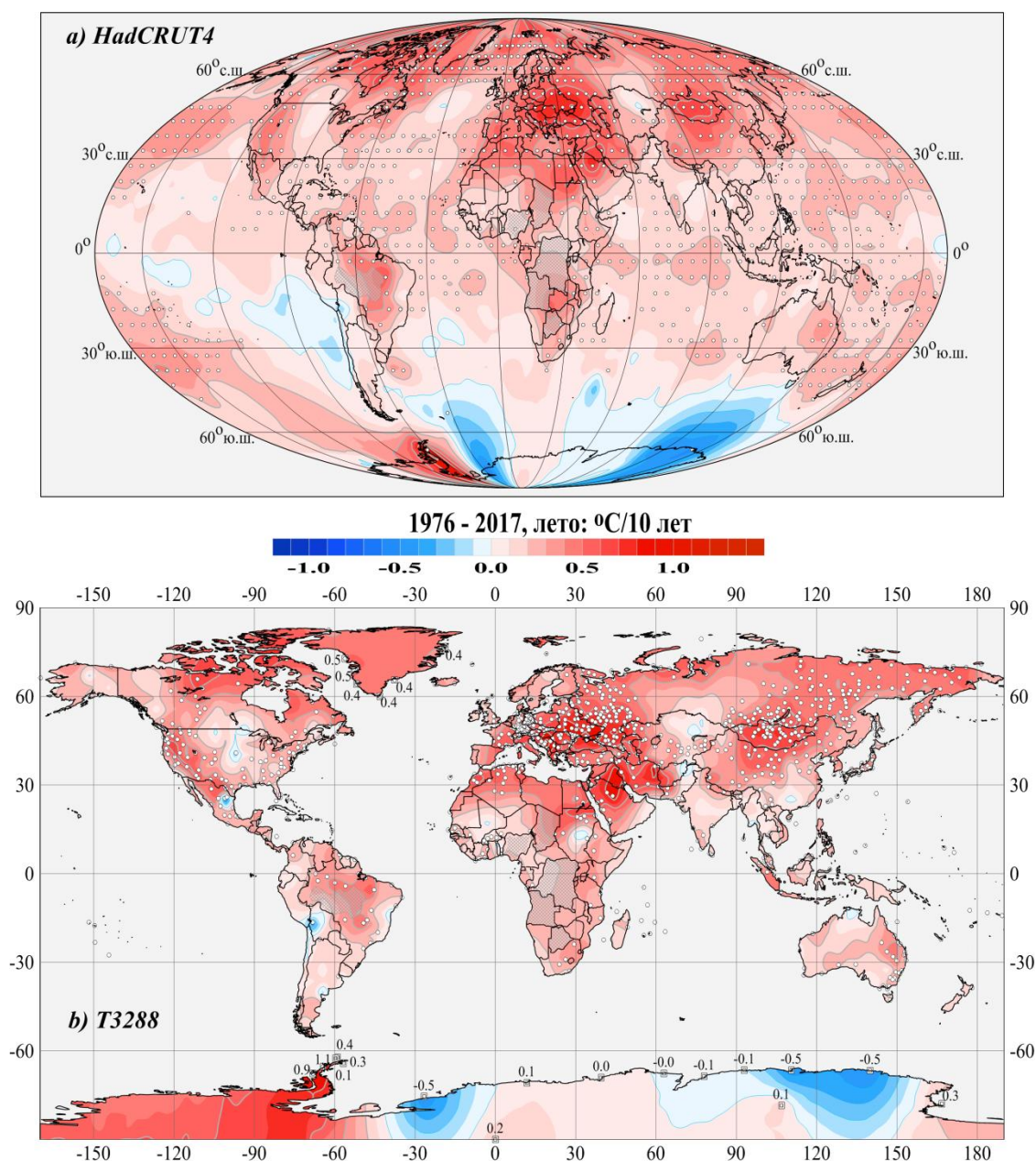


Рисунок 5.1 - Пространственное распределение коэффициентов линейного тренда температуры летнего сезона у поверхности Земного шара за период 1976-2017 гг. ($^{\circ}\text{C}/10$ лет).

Использованы данные: а) HadCRUT4 (суша+море) – сеточные данные Hadley/CRU; б) T3288 (только суша) – станционные данные ИГКЭ. Для станций Антарктиды и Гренландии показаны числовые значения коэффициентов тренда. Белыми кружками выделены боксы/станции, для которых тренд статистически значим на 1%-м уровне.

Таблица 5.1 – Распределение локальных оценок тренда за 1976-2017 (летний сезон)
в зависимости от знака коэффициента тренда **b** и уровня значимости **a**

Данные N		b<0				b>=0			
		Всего	в том числе			Всего	в том числе		
			$\alpha \leq 1\%$	$\alpha \leq 5\%$	$\alpha \leq 10\%$		$\alpha \leq 1\%$	$\alpha \leq 5\%$	$\alpha \leq 10\%$
T3288	1769	99 5.6%	7 0.4%	11 0.6%	14 0.8%	1670 94.4%	997 56.4%	1193 67.4%	1303 73.7%
	В том числе в Северном полушарии								
	1481	60 4.1%	5 0.3%	6 0.4%	8 0.5%	1421 95.9%	910 61.4%	1064 71.8%	1152 77.8%
HadCRUT4	1553	78 5.0%	2 0.1%	9 0.6%	10 0.6%	1475 95.0%	886 57.1%	1075 69.2%	1171 75.4%
	В том числе в Северном полушарии								
	963	14 1.5%	0 0.0%	0 0.0%	0 0.0%	949 98.5%	658 68.3%	765 79.4%	814 84.5%

Примечание. Таблица обобщает распределение оценок на рис. 5.1. Процентное содержание данных рассчитано относительно N (N - общее количество станций/боксов). Оценки с детализацией для каждого месяца приведены в Приложении (табл. П2)

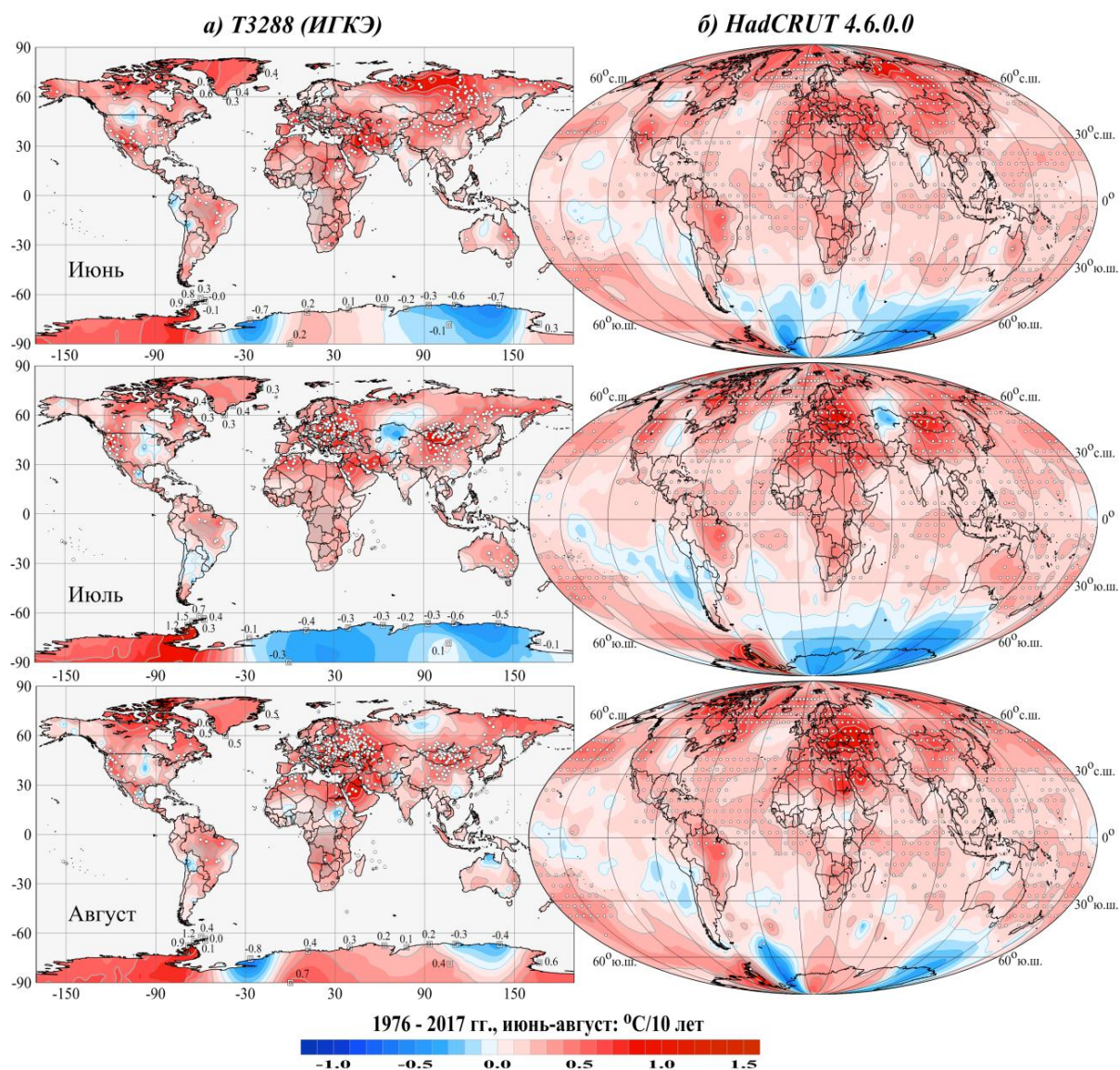


Рисунок 5.2 – См. рис. 5.1. но для отдельных месяцев летнего сезона

С добавлением данных за 2017 г., общая картина трендов в современных изменениях температуры летних сезонов у поверхности Земного шара практически не изменилась. Как и в оценках за 1976-2016 гг.⁷, на территории земного шара доминирует тенденция к потеплению летних сезонов (рис. 5.1): 94- 95% всех точечных оценок положительны и более 60% из них статистически значимы на 1%-уровне (56-57% всех оценок). Соответственно, на долю отрицательных коэффициентов тренда остаются 5-6%, среди которых, даже при $\alpha=5\%$, статистически значимы лишь 0.6% всех оценок. По-прежнему, области заметного потепления сосредоточены на континентах Северного полушария и в Антарктиде (на Антарктическом полуострове). Тенденция к похолоданию отмечается в южной полярной области (в секторах Атлантического и Индийского океанов) и в Тихом океане (у западных берегов Южной Америки).

Сезонная картина трендов, в целом, повторяется в каждом из летних месяцев. Межмесячные различия касаются, в основном, областей с нисходящим трендом (рис. 5.2). Так, *в июне* более ярко выражена тенденция к похолоданию в Северной Америке (Канада-США) и на востоке Антарктической области. *В июле* область отрицательных трендов в Антарктиде охватила всю территорию к востоку от Антарктического полуострова (сектор 30 з.д.-180 в.д.). В южном Тихом океане отрицательные тренды распространились на территорию Южной Америки, в Евразии – заняли обширную территорию в Западной Сибири и Средней Азии с центром в Казахстане, а в Северной Америке – продвинулись на восточную территорию США и Канады. *В августе* территория под отрицательными трендами значительно сократилась, и в Северном, и в Южном полушарии.

Как и в сезонных оценках, больше половины положительных коэффициентов тренда статистически значимы на 1%-м уровне в каждом из трех месяцев (табл. П1.2). Среди отрицательных оценок статистически значимые на 1%-уровне отмечены лишь на 5 станциях в Северном полушарии и на 2 станциях в Южном. При осреднении по 5-градусным боксам (данные HadCRUT4) из них подтвердились лишь две оценки в Южном полушарии.

⁷ Аналогичные данные о трендах в изменении температуры летнего сезона за 1976-2016 гг. читатель может найти в соответствующем выпуске бюллетеня на сайтах ИГКЭ <http://climatechange.su>; <http://climatechange.igce.ru> – см. «2016. III. Изменение климата земного шара: лето (июнь-август)»

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. В отличие от температурных рекордов последних лет, летний сезон 2017 г. оказался самым теплым в истории наблюдений лишь в среднем над сушей Южного полушария (по данным массивов T3288, CRUTEM4). По совокупности всех глобальных оценок (для Земного шара, Северного и Южного полушарий, с учетом и без учета океанов) летний сезон 2017 г. вошел лишь в первую пятерку самых теплых летних сезонов. При этом в среднем по территории Северного полушария и Земного шара, над сушей (T3288, CRUTEM4), океанами (HadSST3) и суммарно, по всей территории (HadCRUT4) самым теплым летним сезоном в истории наблюдений осталось лето 2016 года.

В целом по Земному шару, летний сезон 2017 г. стал вторым самым теплым над сушей (T3288, CRUTEM4), четвертым на поверхности океанов (HadSST3) и третьим совокупно, по объединенным данным над сушей и океанами (HadCRUT4).

2. Аномалия глобальной температуры приземного воздуха над сушей, в среднем для Земного шара (ЗШ), Северного (СП) и Южного (ЮП) полушарий, составила летом 2017 г. 1.01, 1.08, 0.86°C (T3288_{ИГКЭ}, суша). Для всей территории, над сушей и океанами соответствующие значения равны 0.67, 0.89, 0.46°C (HadCRUT4_{Hadley/CRU}, суша+море).

3. В сравнении с предыдущим 2016 г., потепление летнего сезона *над сушей земного шара* произошло только в Южном полушарии. В Северном полушарии и по Земному шару в целом, напротив, средняя температура приземного воздуха над сушей понизилась. Однако за три последних года, от 2014 к 2017 гг. она увеличилась в обоих полушариях и по Земному шару в целом. По данным T3288/CRUTEM4 это потепление составило 0.20/0.21, 0.17/0.17 и 0.26/0.32 °C (для ЗШ, СП и ЮП, соответственно), т.е. в среднем по территории суши Южного полушария оно значительно выше, чем по суше Северного полушария.

4. В среднем за сезон, доля положительных аномалий на территории Земного шара составила 88% как по стационарным данным (T3288), так и по данным на полной сетке (HadCRUT4). Более 20% всех значений оказались выше 95-го перцентиля, а на 4% станций (5% боксов) сезонная температура оказалась выше ранее установленных локальных максимумов. Для сравнения: 5%-е экстремумы холода отмечены лишь на семи станциях, и только на двух из них (в Бразилии и Таджикистане) был превзойден «исторический» минимум, а севернее 65° с.ш. не было ни одной станции/бокса, где сезонная температура опустилась бы ниже 5-го перцентиля.

5. Наиболее значительные положительные аномалии сосредоточены на континентах Северного полушария – в Центральной и Передней Азии, Западной Европе, в западной части Северной Америки и на севере Африки. Самые высокие значения аномалий зафиксированы в восточной Европе (4.9°C). Из летних месяцев самым теплым был июль, за счет которого, по-видимому, сложился температурный рекорд всего сезона – июльская температура достигла максимальных значений в среднем по территории умеренного пояса ЮП (суша+море), а также в целом по территории Южного полушария (только суша) и Земного шара (только суша).

6. Тренд приземного потепления летних сезонов в 1976-2017 гг. в среднем по территории суши Земного шара, Северного и Южного полушарий составил 0.273, 0.317, 0.172°C/10 лет (данные T3288), а по территории океанов – 0.158, 0.220, 0.099°C/10 лет

(данные HadSST3). По объединенным данным над всей территорией (HadCRUT4. суша+море) соответствующие оценки составили 0.185, 0.255 и 0.116 °C/10 лет. Наиболее выражен тренд в Северном полушарии.

7. В Северном полушарии современное потепление летних сезонов (1976-2017 гг.) протекает, в среднем, вдвое быстрее, чем в Южном, а над материками - в 1.5-1.8 раз быстрее, чем над океанами. В сравнении с потеплением последнего столетия (1918-2017), оно ускорилось в Южном полушарии примерно в 1.5-2 раза, в Северном – в 3 и более раз.

8. Тенденция к потеплению по-прежнему отмечается на большей части земного шара (около 60% оценок статистически значимы на 1%-м уровне). Области наибольшего потепления сосредоточены в Евразии (прежде всего в Европейской части, Центральной Азии и на востоке Сибири), в северной Африке, в центральной части Канады и на островах Канадского архипелага, на юге США и в Мексике. Наряду с этим, в некоторых районах Антарктики, Тихого и Южного океанов отмечаются нисходящие тренды, которые в июне-июле занимают весьма значительную территорию. По сезонным данным отрицательные тренды составляют 5.0-5.6% всех оценок, и среди них лишь 0.6% статистически значимы на 5%-уровне.

9. В целом, с добавлением данных за летние месяцы 2017 г., основные тенденции в изменении глобально осредненных летних температур за период с 1976 г. не изменились. Некоторые изменения отмечаются лишь в Южном полушарии – на континентах скорость сезонного потепления увеличилась на 4-5%, а на поверхности океанов уменьшилась на 1.6% (относительно потепления 1976-2016 гг.). В Северном полушарии изменения и вовсе незначительны (менее 1%), но направленность их противоположная: на континентах потепление незначительно замедлилось, а на поверхности океанов, напротив, ускорилось. В целом по Земному шару оценки трендов по всем массивам данных практически не изменились.

10. Таким образом, современное глобальное потепление летних сезонов у поверхности земли продолжается, в среднем, на том же уровне. По-прежнему доминирующая роль принадлежит континентам Северного полушария. Однако следует обратить повышенное внимание на процессы в Южном полушарии, где последние данные указывают на появившуюся тенденцию к ускорению потепления приземного воздуха (на суше) и замедлению потепления поверхности океанов. (Напомним, что рассматриваемый календарный период «июнь-август» в Южном полушарии соответствует зимним температурным условиям.)

ПРИЛОЖЕНИЕ (дополнительные материалы)

**Таблица П1 (2.2) – Количество локальных экстремумов на территории
Земного шара летом 2017 г. по данным массивов T3288 и HadCRUT4
(все значения приведены в процентах от N)**

Данные сезон/месяц 2017 г.		Всего боксов/ станций N	Аномалии (отн. 1961-90)		5%-е экстремумы холода/тепла		Абсолютные экстремумы	
			V<0	V≥0	X<P ₀₅	X>P ₉₅	X=P ₀	X=P ₁₀₀
Земной шар								
T3288 суша	Лето	1830	11.6%	88.4%	0.4%	21.4%	0.1%	3.9%
	июнь	1819	20.2	79.8	0.7	18.3	0.3	2.7
	июль	1784	18.2	81.8	0.7	19.4	0.2	4.0
	август	1805	14.7	85.3	0.9	16.9	0.2	3.6
HadCRUT4 суша+море	Лето	1627	12.0%	88.0%	0.9%	24.6%	0.3%	5.2%
	Июнь	1602	17.0	83.0	0.9	17.4	0.4	4.6
	июль	1594	17.0	83.0	1.3	18.4	0.3	2.9
	август	1640	14.6	85.4	1.2	19.7	0.2	3.5
Северное полушарие								
Суша T3288	Лето	1513	11.6%	88.4%	0.2%	20.7%	0.1%	3.1%
	июнь	1508	20.8	79.2	0.7	19.2	0.3	2.7
	июль	1463	19.2	80.8	0.5	18.5	0.1	3.6
	август	1488	14.7	85.3	0.7	16.5	0.2	3.4
Суша+мор е HadCRUT4	Лето	1021	6.9%	93.1	0.2%	27.2%	0.2%	5.6%
	июнь	995	14.9	85.1	0.5	19.9	0.1	5.2
	июль	1012	14.3	85.7	0.6	20.4	0.2	3.1
	август	1033	10.6	89.4	0.6	21.6	0.2	4.2
Южное полушарие								
Суша T3288	Лето	318	11.6%	88.4%	1.3%	24.5%	0.3%	7.9%
	июнь	312	17.3	82.7	0.6	13.8	0.3	3.2
	июль	322	13.4	86.6	1.6	23.3	0.6	5.6
	август	318	14.8	85.2	1.6	18.9	0.0	4.4
Суша+мор е HadCRUT4	Лето	606	20.8%	79.2%	2.1%	20.3%	0.5%	4.5%
	июнь	607	20.6	79.4	1.6	13.3	1.0	3.5
	июль	582	21.6	78.4	2.6	14.9	0.3	2.6
	август	607	21.3	78.7	2.0	16.6	0.3	2.5
СПО, 65-90 с.ш.								
Суша T3288	Лето	111	17.1%	82.9%	0.0%	4.5%	0.0%	0.9%
	июнь	111	32.4	67.6	0.0	3.6	0.0	0.0
	июль	110	35.5	64.5	1.8	18.2	0.0	2.7
	август	108	18.5	81.5	0.0	9.3	0.0	0.9
Суша+мор е HadCRUT4	Лето	156	7.7%	92.3%	0.0%	24.4%	0.0%	3.8%
	июнь	136	17.6	82.4	1.5	20.6	0.0	11.0
	июль	159	20.1	79.9	0.0	17.0	0.0	1.9
	август	181	15.5	84.5	0.0	16.0	0.0	3.3

Усл. обозначения: V - сезонные/месячные аномалии; P₀₅, P₉₅ – 5-й и 95-й процентиля; P₀, P₁₀₀ – наименьшее и наибольшее значения с 1911 г. Таблица обобщает распределения аномалий и экстремумов на рис. 2.1-2.2

Таблица П2 (5.1) – Распределение локальных оценок тренда за 1976-2017(летний сезон)
в зависимости от знака коэффициента тренда **b** и уровня значимости **α**

Данные сезон/месяц 2017 г.		Всего боксов/ станций N	b<0 (в % от N)				b>=0 (в % от N)			
			Всего	в том числе			Всего	в том числе		
				α<=1%	α<=5%	α<=10%		α<=1%	α<=5%	α<=10%
Земной шар										
T3288 суша	Лето	1769	5.6%	0.4%	0.6%	0.8%	94.4%	56.4%	67.4%	73.7%
	июнь	1753	5.9	0.2	0.5	0.6	94.1	32.7	49.5	58.5
	июль	1722	12.1	0.1	0.8	0.9	87.9	35.6	51.0	57.7
	август	1733	7.2	0.2	0.7	1.0	92.8	40.9	55.8	64.6
HadCRUT4 суша+море	Лето	1553	5.0%	0.1%	0.6%	0.6%	95.0%	57.1%	69.2%	75.4%
	июнь	1536	5.8	0.0	0.3	0.5	94.2	37.5	54.6	63.0
	июль	1524	9.0	0.1	0.3	0.6	91.0	41.0	56.0	62.9
	август	1562	6.7	0.1	0.1	0.4	93.3	45.4	60.0	68.1
Северное полушарие										
T3288 суша	Лето	1481	4.1%	0.3%	0.4%	0.5%	95.9%	61.4%	71.8%	77.8%
	июнь	1475	4.4	0.2	0.3	0.4	95.6	35.3	52.5	61.6
	июль	1432	10.0	0.1	0.8	0.9	90.0	37.8	54.1	60.8
	август	1444	5.8	0.2	0.7	0.8	94.2	45.4	60.9	70.0
HadCRUT4 суша+море	Лето	963	1.5%	0.0%	0.0%	0.0%	98.5%	68.3%	79.4%	84.5%
	июнь	940	2.2	0.0	0.1	0.1	97.8	45.0	62.8	70.5
	июль	954	4.2	0.0	0.1	0.1	95.8	49.1	65.4	72.2
	август	971	2.3	0.0	0.0	0.1	97.7	55.1	70.4	78.4
Южное полушарие										
T3288 суша	Лето	288	13.5%	0.7%	1.7%	2.1%	86.5%	30.2%	44.8%	52.4%
	июнь	278	14.0	0.4	1.1	1.4	86.0	19.4	33.1	42.1
	июль	291	22.7	0.0	0.7	1.0	77.3	24.7	36.1	42.6
	август	289	13.8	0.3	0.7	1.7	86.2	18.0	30.1	37.7
HadCRUT4 суша+море	Лето	590	10.8%	0.3%	1.5%	1.7%	89.2%	38.6%	52.5%	60.5%
	июнь	596	11.4	0.0	0.5	1.2	88.6	25.7	41.8	51.2
	июль	570	17.0	0.2	0.5	1.4	83.0	27.5	40.2	47.4
	август	591	14.0	0.2	0.3	0.8	86.0	29.4	42.8	51.1
Арктика (65-90 с.ш.)										
T3288 суша	Лето	111	0.9%	0.0%	0.0%	0.0%	99.1%	73.0%	83.8%	90.1%
	июнь	111	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0	46.8	71.2	73.9
	июль	110	2.7	0.0	0.0	0.0	97.3	25.5	40.9	47.3
	август	108	5.6	0.0	0.0	0.0	94.4	35.2	56.5	69.4
HadCRUT4 суша+море	Лето	102	2.0%	0.0%	0.0%	0.0%	98.0%	74.5%	92.2%	96.1%
	июнь	88	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0	62.5	78.4	88.6
	июль	105	3.8	0.0	0.0	0.0	96.2	44.8	58.1	63.8
	август	123	0.9%	0.0%	0.0%	0.0%	95.1	48.0	65.0	76.4
Антарктика (65-90 ю.ш.)										
T3288 суша	Лето	13	46.2%	7.7%	23.1%	23.1%	53.8%	15.4%	15.4%	15.4%
	июнь	13	46.2	0.0	7.7	15.4	53.8	0.0	15.4	15.4
	июль	13	76.9	0.0	0.0	7.7	23.1	7.7	15.4	15.4
	август	13	23.1	0.0	0.0	7.7	76.9	7.7	15.4	23.1
HadCRUT4 суша+море	Лето	12	50.0%	8.3%	25.0%	25.0%	50.0%	8.3%	16.7%	16.7%
	Июнь	13	53.8	0.0	7.7	23.1	46.2	0.0	7.7	7.7
	июль	12	83.3	0.0	0.0	8.3	16.7	8.3	16.7	16.7
	август	12	25.0	0.0	0.0	8.3	75.0	8.3	16.7	25.0