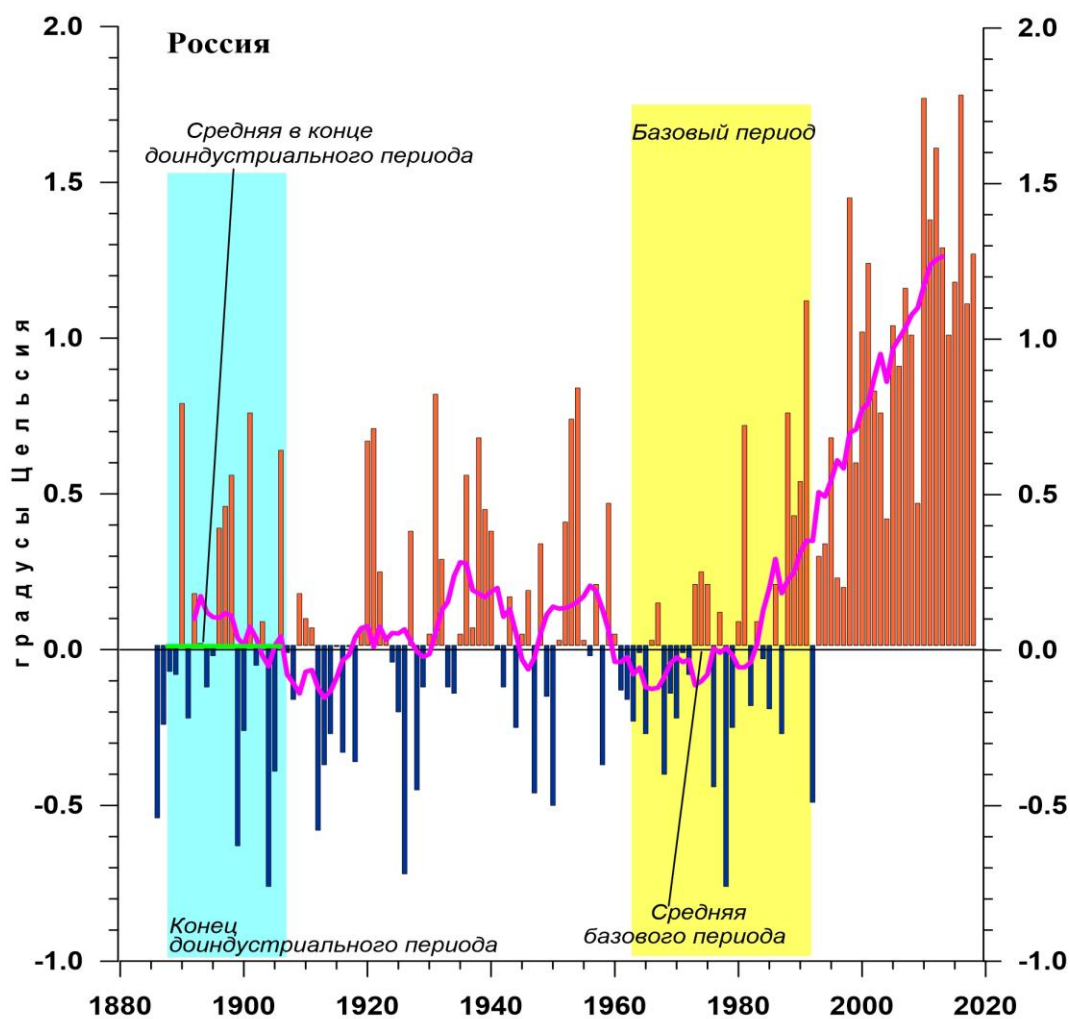


Федеральная служба  
по гидрометеорологии и мониторингу  
окружающей среды

Предварительный  
Российская  
Академия Наук

ФГБУ «Институт Глобального Климата и Экологии»



## ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА 2018

ЛЕТО: июнь - август

Обзор состояния и тенденций изменения  
климата России

★  
Москва 2018

## ОГЛАВЛЕНИЕ<sup>1</sup>

ВВЕДЕНИЕ.....		3
1.	ИЗМЕНЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ ПРИЗЕМНОГО ВОЗДУХА СЕВЕРНОГО ПОЛУШАРИЯ И РОССИИ ПО ДАННЫМ НАБЛЮДЕНИЙ (летний сезон).....	6
2.	КЛИМАТИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ЛЕТА 2018 г. НА ТЕРРИТОРИИ РОССИИ .....	7
3.	ТЕНДЕНЦИИ СОВРЕМЕННЫХ ИЗМЕНЕНИЙ КЛИМАТА НА ТЕРРИТОРИИ РОССИИ В ЛЕТНИЙ СЕЗОН.....	16
4.	ИЗМЕНЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ И ОСАДКОВ ЛЕТНЕГО СЕЗОНА В РЕГИОНАХ РОССИИ, 1936-2018 гг.....	21
5.	ОЦЕНКИ ЭКСТРЕМАЛЬНОСТИ И АНОМАЛЬНОСТИ КЛИМАТА РОССИИ, 1936-2018 гг. (летний сезон) .....	26
ВЫВОДЫ .....		28
ПРИЛОЖЕНИЕ. Климатические особенности лета 2018 г. на территории Республики Беларусь .....		31

<sup>1</sup> На обложке приведен ход средней сезонной аномалии температуры приземного воздуха, осредненной по территории России, за 1887 – 2018 гг. (лето)  
*Аномалия температуры рассчитана как отклонение от средней температуры за базовый период 1961-1990 гг. Столбцы диаграммы представлены относительно средней за 1887 – 1905 гг. (конец «доиндустриального» периода)*

## ВВЕДЕНИЕ

Все приведенные в Бюллетене оценки для территории России получены по данным о средних месячных значениях температуры приземного воздуха и месячных суммах атмосферных осадков в базовом архиве ФГБУ «ИГКЭ Росгидромета и РАН». Архив включает данные инструментальных наблюдений на 1383 станциях земного шара, в том числе 455 станций стран СНГ и Балтии (из них 315 станций России). В настоящем выпуске использованы данные 251 российских станций, по которым своевременно поступили сводки КЛИМАТ в оперативном потоке.

Под «нормой» в бюллетене понимается среднее многолетнее значение рассматриваемой климатической переменной за 1961-1990 гг. (базовый период). Аномалии температуры определяются как отклонения наблюдаемого значения от нормы. Аномалии осадков рассматриваются как в отклонениях от нормы (аналогично температуре), так и в процентах от нормы, то есть как процентное отношение количества выпавших осадков к соответствующему значению нормы. Вероятность непревышения текущего значения климатической переменной (или ее аномалии) рассчитывается как доля наблюдений в прошлом, в которых значение этой переменной (или ее аномалии) было не больше текущего.

Регионально осредненные оценки приводятся в Бюллетене для физико-географических регионов России (рис. 1) и Федеральных округов РФ (рис. 2) по данным с 1936 г., так как до этого срока в архиве имеются массовые пропуски данных наблюдений.



Рисунок 1 – Физико-географические регионы РФ, рассматриваемые в Бюллетене.

В качестве региональных климатических переменных анализируются регионально осредненные аномалии и индексы экстремальности и аномальности рассматриваемых метеорологических полей.

Для температуры воздуха все данные в тексте и на картах приведены по архиву Т3288, а осредненные по регионам данные на графиках и в таблицах – по двум архивам: Т3288 и Т1383. Для осадков все оценки приведены по базовому архиву R1383.

В качестве региональных климатических переменных анализируются регионально осредненные аномалии и индексы экстремальности и аномальности рассматриваемых метеорологических полей.

Аналогично, для каждого региона по данным о станционных нормах рассчитываются регионально осредненные нормы. Региональные средние значения самих климатических переменных рассчитываются суммированием регионально осредненных норм и регионально осредненных аномалий (такая процедура уменьшает смещение средних вследствие пропусков в рядах наблюдений).



Рисунок 2 - Федеральные округа Российской Федерации

Индексы экстремальности климата соответствуют площади под экстремальными аномалиями заданной обеспеченности. Это вероятностные индексы, в основе которых лежат значения эмпирической функции распределения  $F(X_0)$ , соответствующие наблюдаемым значениям рассматриваемой величины  $X_0$  в точках поля или на станциях:  $F(X_0) = P(x \leq X_0)$ . Значение  $F(X_0)$  часто называют вероятностью непревышения значения  $X_0$ , как и обеспеченностью. Региональные индексы экстремальности определяются как доля площади региона, где вероятности непревышения  $F(X_0) \leq \alpha\%$  или  $F(X_0) \geq 100 - \alpha\%$  и  $\alpha\%$  – обеспеченность искомых экстремумов.

Для характеристики степени аномальности полей температуры воздуха используется "коэффициент аномальности" (предложен Н.А. Багровым), равный среднему квадратическому значению нормированной аномалии температуры (осреднение по площади). Чем больше индекс аномальности климата, тем больше отличается от нормы анализируемое состояние климатической системы.

В Приложении приводятся данные мониторинга климата на территории Республики Беларусь\*.

Бюллетень подготовлен в ФГБУ «ИГКЭ Росгидромета и РАН»\*\* с использованием материалов НИУ Росгидромета: ФГБУ «Гидрометцентр РФ» и ФГБУ «ВНИИГМИ-МЦД». Дополнительная информация по проблеме изменений климата и годовые и сезонные бюллетени мониторинга климата регулярно размещаются на Интернет-сайтах <http://climatechange.igce.ru>, <http://climatechange.su> (ФГБУ «ИГКЭ Росгидромета и РАН»).

---

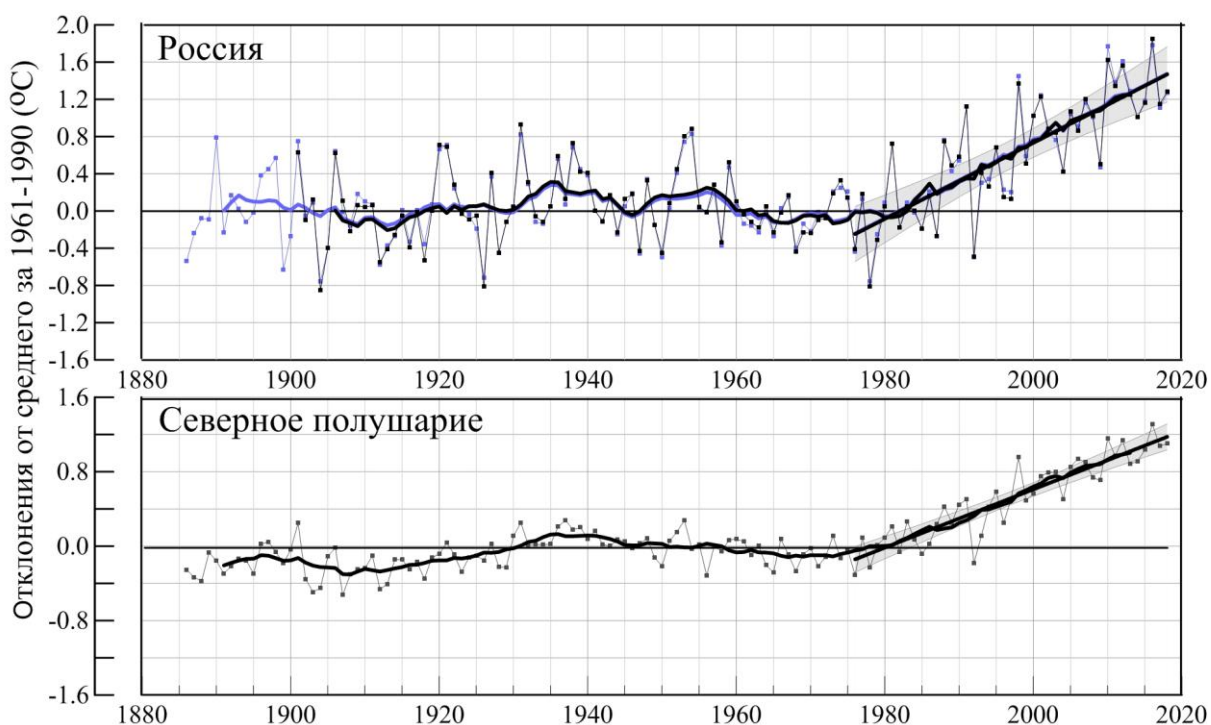
\* Раздел подготовлен в рамках программы Союзного государства "Совершенствование системы обеспечения населения и отраслей экономики Российской Федерации и Республики Беларусь информацией о сложившихся и прогнозируемых погодно-климатических условиях, состоянии и загрязнении природной среды"

\*\* В выпуске принимали участие сотрудники Отдела мониторинга и вероятностного прогноза климата ФГБУ «ИГКЭ Росгидромета и РАН»: М.Ю. Бардин (руководитель), Г.В. Груза, Э.Я. Ранькова, Э.В. Рочева, Т.В. Платова, О.Ф. Самохина, Ю.Ю. Соколов.

## 1. ИЗМЕНЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ ПРИЗЕМНОГО ВОЗДУХА СЕВЕРНОГО ПОЛУШАРИЯ И РОССИИ ПО ДАННЫМ НАБЛЮДЕНИЙ (летний сезон)

На рисунке 1.1 представлены временные ряды сезонных аномалий температуры у поверхности (лето 2018: июнь - август), осредненных по суше Северного полушария (СП) и по территории России. Временной ряд сезонных аномалий температуры над СП рассчитан по среднемесячным данным Университета Восточной Англии (массив crut4nh.txt на сайте [www.cru.uea.ac.uk](http://www.cru.uea.ac.uk)). Временной ряд для территории России рассчитан по стационарным данным о температуре приземного воздуха ФГБУ «ИГКЭ Росгидромета и РАН». Представлен также линейный тренд за 1976-2018 гг.

Для характеристики неопределенности оценок трендов приводится 95%-я доверительная полоса Уоркинга-Хотеллинга, представляющая собой область, симметричную относительно м.н.к. - оценки линии тренда, с вероятностью 95% накрывающая истинную линию тренда.



**Рисунок 1.1** – Сезонная аномалия (лето: июнь - август) температуры приземного воздуха, осредненная по Северному полушарию (суша) и территории России за 1886-2018 гг.

*Аномалии рассчитаны как отклонения от средней за базовый период 1961-1990 гг. Сглаженная кривая получена 11-летним скользящим осреднением. Показаны м.н.к. – оценка линейного тренда и 95% -я доверительная область для линии тренда за 1976-2018 гг. Использованы данные Университета Восточной Англии (СП) и данные ФГБУ «ИГКЭ Росгидромета и РАН» (Россия).*

Аномалия температуры воздуха над сушей СП летом составила  $+1.10^{\circ}\text{C}$  (стандартное отклонение  $0.20^{\circ}\text{C}$ ) – четвертая величина в упорядоченном по убыванию ряду с 1850 года (Самым теплым летом было лето 2016 ( $1.31^{\circ}\text{C}$ ), вторым – лето 2010 ( $1.16^{\circ}\text{C}$ ), третьим – лето 2012 ( $1.14^{\circ}\text{C}$ )).

Для России в целом средняя сезонная аномалия температуры приземного воздуха составила  $+1.27^{\circ}\text{C}$  (при величине стандартного отклонения  $0.33^{\circ}\text{C}$ ) – седьмая величина в ряду с 1936 года.

Оценки линейных трендов, характеризующие среднюю тенденцию изменений летних температур за период 1976-2018 гг. в среднем для суши СП и России, приведены в табл. 1.1. Увеличение летних температур в среднем по территории России происходит в 1.32 раза быстрее, чем по Северному полушарию. Сглаженная кривая на рис.1 показывает, что начало потепления для СП в целом и для России приходится на начало 1980-х гг.

**Таблица 1.1**

Сезонные (лето: июнь – август) аномалии температуры приземного воздуха относительно норм базового периода 1961-1990 гг. ( $^{\circ}\text{C}$ ), осредненные по суши СП и России и оценки линейного тренда за период 1976-2018 гг.

Регионы	$\nu T_{2018}$	$s_{1961-90}$	$b, ^{\circ}\text{C}/10 \text{ лет}$	$D \%$
СП	1.10	0.20	0.31	83
Россия	1.28	0.33	0.41	64

*Примечание:*  $\nu T$  – аномалия температуры,  $s$  - стандартное отклонение за период 1961-1990,  $b$  – коэффициент линейного тренда,  $D$  - вклад тренда в дисперсию.

## 2. КЛИМАТИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ЛЕТА 2018 ГГ. НА ТЕРРИТОРИИ РОССИИ

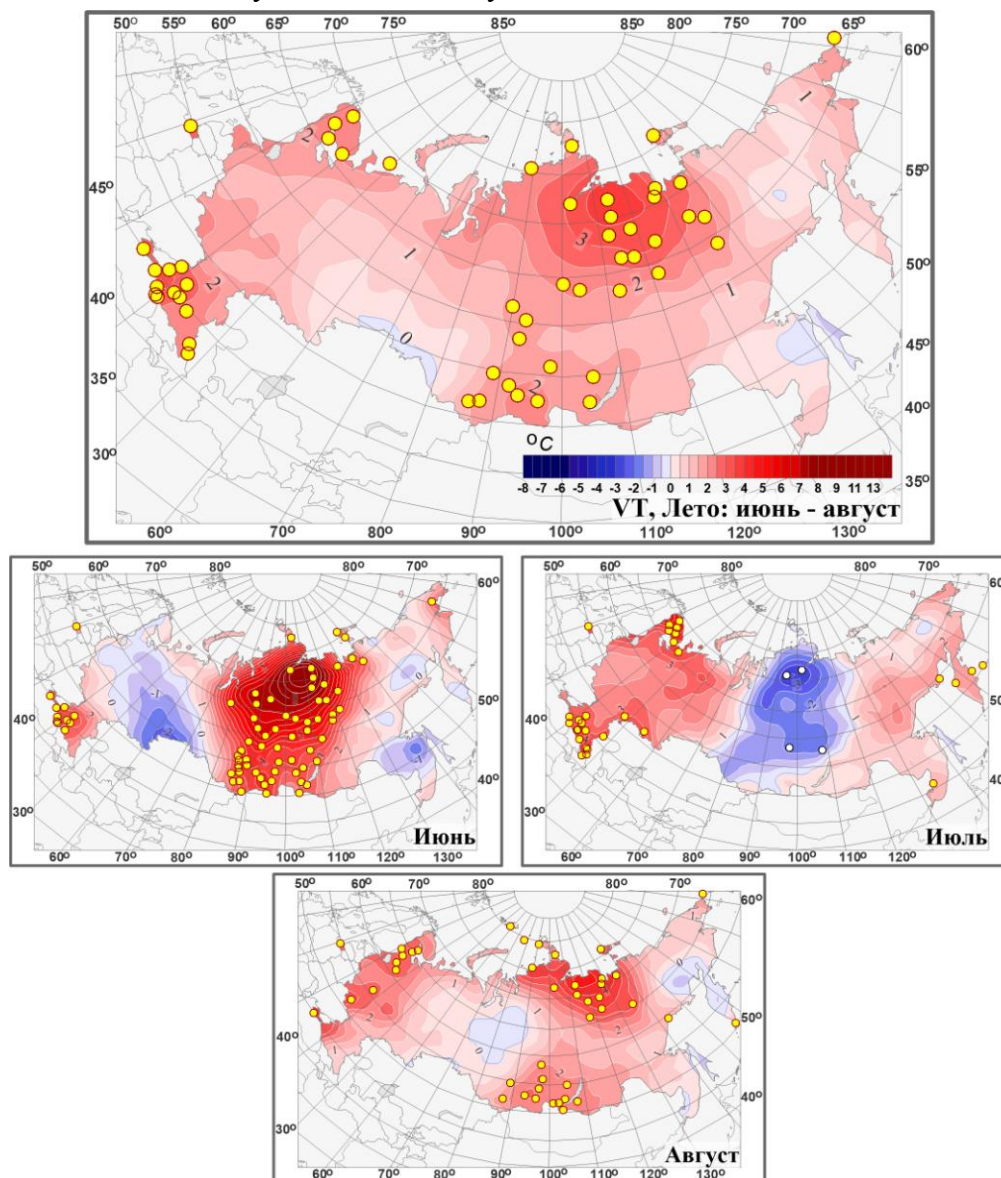
На рис. 2.1 и 2.2 представлены карты сезонных и месячных аномалий температуры и осадков на территории России лета 2018 г. На картах указано местоположение станций с экстремумами ниже 5-го выше 95-го перцентилей. Значения аномалий, осредненных по регионам, представлены в таблицах 2.1 и 2.2.

**Температура воздуха.** Осредненная по РФ аномалия температуры  $1.28^{\circ}\text{C}$  – ранг 6. Тепло практически всюду, экстремально тепло (аномалии выше  $1.5^{\circ}\text{C}$ , на станциях отмечались 95%-е сезонные экстремумы) на Кольском полуострове – за счет июля; на юге ЮФО и в СКФО ( $2.30^{\circ}\text{C}$  – ранг 2) – за счет июня и июля; на севере Средней Сибири (осредненная по региону Средняя Сибирь аномалия составила  $1.79^{\circ}\text{C}$  – ранг 3), на Алтае и в Саянах – за счет июня и августа.

Отрицательные (не ниже  $-0.5^{\circ}\text{C}$ ) аномалии наблюдались в приграничных с северными областями Казахстана районах, в нижнем течении Амура, на Сахалине – за счет холодного июня в этих районах.

Распределение средних сезонных температур на рис. 2.2 позволяет проследить рассмотренные особенности сезона несколько под другим углом. Изотермы 20°C и 15°C на ЕЧР смещены на север примерно на 2-4°с.ш., а изотерма 10°C – примерно на 1°с.ш.

В АЧР на Среднесибирском плоскогорье смещение изотерм 10°C и 15°C на север достигает 5-6°с.ш., а смещение изотермы 5°C - 2°с.ш. На востоке страны изотермы лета 2018 года близки к своему климатическому положению.



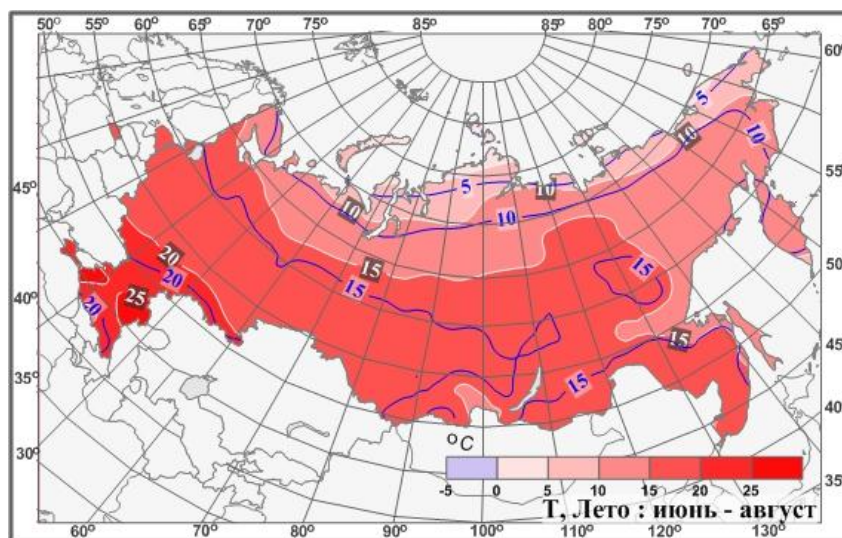
**Рисунок 2.1** – Поля средней сезонной и средних месячных аномалий температуры приземного воздуха (°C) на территории России летом 2018 г. Кружками белого цвета показано местоположение станционных экстремумов ниже 5-го перцентиля, желтого – выше 95-го перцентиля.

*Аномалии рассчитаны как отклонения от среднего за базовый период 1961-1990 гг.*

**Июнь.** Осредненная по РФ июньская аномалия температуры: 1.53°C (ранг 9). Яркая особенность месяца – экстремально тепло (на большинстве станций отмечались 95%-е экстремумы) в междуречье Оби и Лены, осредненная по региону Средняя Сибирь июньская аномалия 4.48°C – максимальная величина в ряду. Наибольшая аномалия: 9.7°C зафиксирована на севере Якутии на станции Саскылах. Очень тепло в



Крыму, в Предгорьях Кавказа, (наибольшая аномалия температуры зафиксирована на станции Туапсе:  $4.1^{\circ}\text{C}$ ); вдоль побережья Анадырского залива. В июне холодно в центральных и юго-восточных районах ЕЧР, на юго-западе Западной Сибири, наименьшая аномалия:  $-2.5^{\circ}\text{C}$  зафиксирована на станции Шумиха Курганской области. Небольшие отрицательные аномалии температуры зафиксированы в ряде областей ДВФО, на юге Хабаровского края и в бассейне нижнего течения Амура аномалии более значительные (до  $-2.4^{\circ}\text{C}$  – на станции им. Полины Осипенко Хабаровской области).



**Рисунок 2.2** – Поля средней сезонной температуры приземного воздуха ( $^{\circ}\text{C}$ ) на территории России летом 2018 гг. Синие изолинии: средние изотермы за период 1961-1990 гг.

**Июль.** В июле осредненная по РФ аномалия температуры составила  $1.01^{\circ}\text{C}$  (ранг 13). Тепло в ЕЧР (особенно в СКФО ( $3.36^{\circ}\text{C}$  – ранг 1)) и на большей части Западной Сибири (кроме восточных районов), на ряде станций севера и юга ЕЧР фиксировались 95%-е экстремумы, аномалии температуры на севере до  $5.5^{\circ}\text{C}$  (в Мурманске), на юге – до  $4.3^{\circ}\text{C}$  (в Дербенте). Тепло также в районе Байкала, на востоке страны - восточнее течения Лены, аномалии температуры до  $2.5^{\circ}\text{C}$  (в Магадане).

В бассейне Енисея и, далее, на Среднесибирском плоскогорье и на Таймыре холодно, аномалии на севере около  $-3^{\circ}\text{C}$  (наименьшая аномалия:  $-3.4^{\circ}\text{C}$ , зафиксирована на Таймыре на станции Волочанка). Холодно на Сахалине – аномалии от  $0^{\circ}\text{C}$  до  $-1.3^{\circ}\text{C}$ .

**Август.** Осредненная по РФ аномалия температуры  $1.30^{\circ}\text{C}$  – седьмая величина в ряду. Экстремально тепло (аномалии температуры выше  $2^{\circ}\text{C}$ , на многих станциях отмечались 95%-е экстремумы) на западе и в центре ЕЧР (осредненная по ЦФО аномалия:  $2.65^{\circ}\text{C}$  – ранг 7), на Таймыре и, далее, на Северо-Сибирской низменности и в нижнем течении Лены (осредненная по региону Средняя Сибирь аномалия:  $1.70^{\circ}\text{C}$  – четвертая в ряду), в Прибайкалье и Забайкалье ( $1.99^{\circ}\text{C}$  – ранг 7).

Температуры ниже климатической нормы наблюдались (не менее  $-0.5^{\circ}\text{C}$ ) наблюдались в среднем течении Оби и Енисея, в Магаданской области и на Камчатке, на Сахалине.

**Атмосферные осадки.** Осредненные по РФ осадки 97% нормы. В ЕЧР преобладал дефицит осадков (за счет июня и августа, выпало 90% сезонной нормы), сильный дефицит (на многих станциях отмечались 5%-е экстремумы) наблюдался ЦФО (85%) и на западе ПФО (82%). В АЧР экстремальный дефицит осадков (менее 60%) наблюдался в Восточной Сибири (за счет июня и, особенно, августа, выпало 83% нормы – среди девяти самых «сухих» летних сезонов), на Алтае (за счет июня и, августа), в центре Красноярского края (за счет июня).

Значительный избыток осадков (более 120%) наблюдался в среднем и верхнем течении Оби и Енисея (за счет июня и августа); на Таймыре, в районе Байкала - за счет июля и августа.

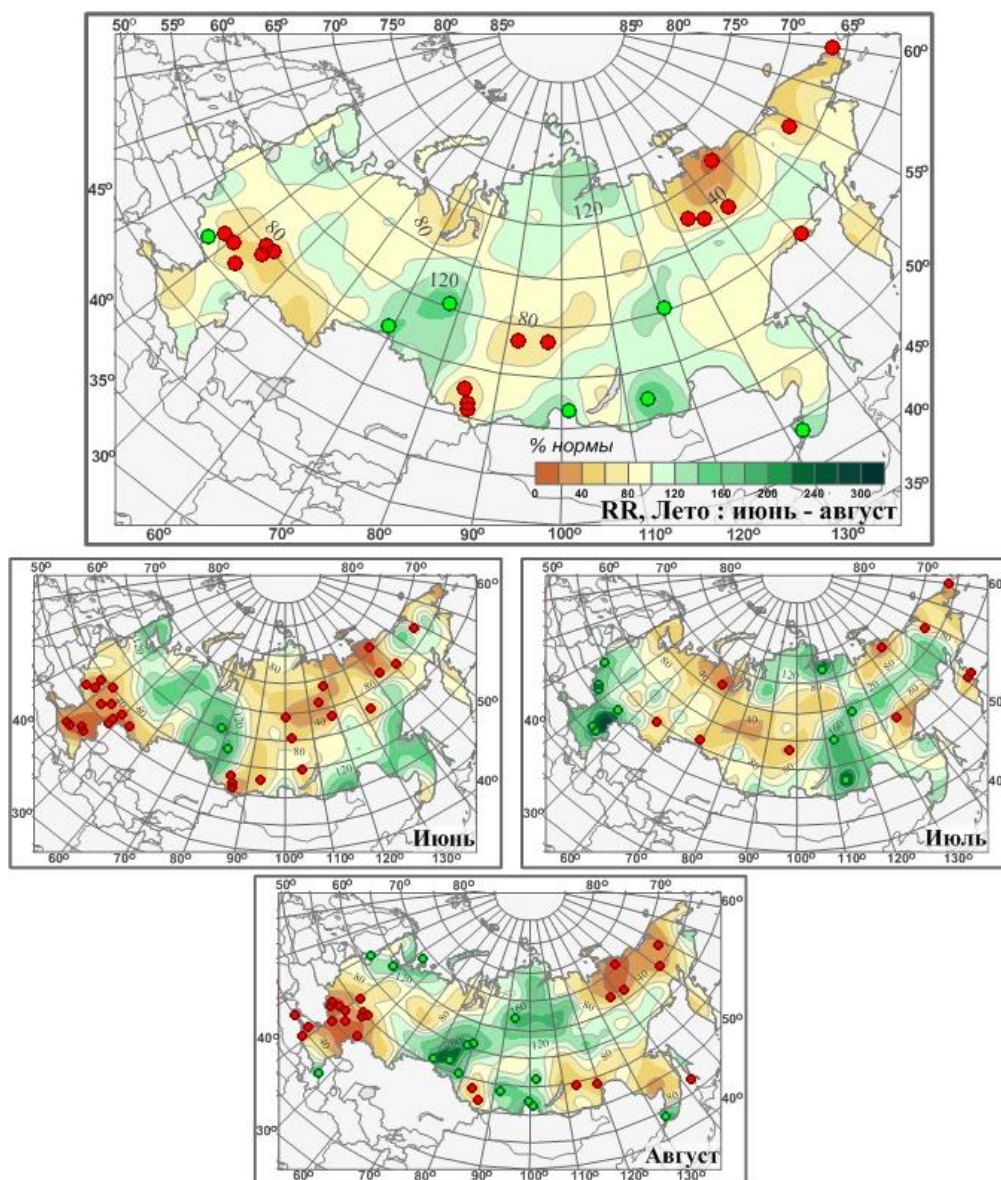
В июне некоторых областях в ЮФО и в СКФО сильный дефицит осадков (местами около 20% нормы) и крупные температурные аномалии (выше +2°C) способствовали образованию засух средней и сильной интенсивности; в июле дефицит осадков и крупные температурные аномалии (до +3.5°C) способствовали образованию засух в ПФО; а в августе сильный дефицит осадков (40% нормы и менее) и положительные температурные аномалии (+1°C - +2°C) способствовали образованию засух (разной степени интенсивности) в ЦФО и продолжению засух в ПФО в ЮФО.

**Июнь.** Осредненные осадки по РФ составили 96% нормы. Сильный дефицит осадков (20%-60% нормы) наблюдался в центре и юге ЕЧР (на многих станциях отмечались 5%-е экстремумы, в ЮФО выпало 22% нормы – самый «сухой» июнь за период наблюдений, в СКФО: 50% - среди трех самых «сухих», в ЦФО 58% - среди семи самых «сухих» июней). В АЧР сильный дефицит осадков (20%-80%, на ряде станций отмечались 5%-е экстремумы) наблюдался на Алтае, в районе Обской губы, в Средней Сибири (72% - среди трех самых «сухих»), в западных районах Восточной Сибири.

Значительный избыток осадков (более 120%) наблюдался на севере ЕЧР и на большей части Западной Сибири (наибольшие осадки зафиксированы в Томской области на станции Бакчар: 308% нормы), на юге ДВФО, в отдельных районах Чукотки.

**Июль.** Осредненные осадки по РФ – 103% нормы. Значительный избыток осадков (более 120%) наблюдался на юге ЕЧР (в ЮФО выпало 180% нормы осадков: (ранг 2)); на Таймыре и Северо-Сибирской низменности; в Забайкалье и верхнем и среднем течении Лены (осредненные по региону Прибайкалье и Забайкалье осадки составили 142% нормы – ранг 3); в верховьях Яны, Индигирки, Колымы. На ряде станций этих районов фиксировались 95%-е экстремумы, наибольшее количество осадков выпало: в Калмыкии на станции Яшкуль: 346% нормы, в Белгородской области на станции Богородское: 463%, в Читинской области в Чите: 322%.

Дефицит осадков (40%-80% нормы) наблюдался на севере и востоке ЕЧР и, далее, в Западной и в центре Средней Сибири (осредненные по УФО осадки составили 67% - июль здесь среди пяти самых «сухих»); на севере Якутии, на Чукотке, на Камчатке, в Хабаровском крае. На ряде станций перечисленных районов наблюдались 5%-е экстремумы выпадения осадков.



**Рисунок 2.3** – Поля аномалий средних сезонных и месячных сумм осадков (в процентах от нормы за 1961-1990 гг.) на территории России летом 2018 г. (июнь – август). Кружками красного цвета показаны станционные экстремумы ниже 5-го перцентиля, зеленого – выше 95-го перцентиля.

*Август.* Осредненные по РФ осадки 91% нормы – среди пяти самых «сухих» августов в ряду с 1936 года. Яркая особенность месяца: наблюдался сильный дефицит осадков на больших пространствах как в европейской, так и азиатской частях страны. В ЕЧР экстремальный дефицит осадков (на многих станциях отмечались 5%-е экстремумы) наблюдался в ЮФО (25% - самый «сухой» август в этом федеральном округе, в ЦФО (44% - среди восьми самых «сухих»). В АЧР экстремальный дефицит осадков (менее 60% нормы) наблюдался в Восточной Сибири (выпало 73% месячной нормы - среди семи самых «сухих»), на Алтае, на юге ДВФО.

Значительный избыток осадков (более 160% нормы) наблюдался на севере СЗФО, в западных и центральных областях АЧР, особенно, в верховьях Оби и Енисея

(наибольшее количество осадков зафиксировано в Тюменской области на станции Ишим : 282% нормы).

В таблицах 2.1 и 2.2 представлены регионально осредненные аномалии температуры и осадков, рассчитанные по значениям станционных аномалий летнего сезона; для характеристики масштаба аномалий приведены также средние квадратические отклонения региональных аномалий за базовый период 1961-90 гг. Оценки приведены для физико-географических регионов (рис. 1) и федеральных округов (рис. 2) Российской Федерации.

**Таблица 2.1**

Регионально осредненные аномалии температуры летом 2018 гг. (оценки двух базовых архивов ИГКЭ)

Регионы	Архив T3288			Архив T1383		
	$vT_{2018}$	$S_{1961-90}$	$P(t \leq T_{2018})$	$vT_{2018}$	$S_{1961-90}$	$P(t \leq T_{2018})$
Российская Федерация	1.28	0.34	93.9	1.27	0.33	92.7
<b>Физико-географические регионы России</b>						
Европейская часть России	1.52	1.01	85.4	1.54	1.00	86.6
Азиатская часть России	1.19	0.34	90.2	1.16	0.35	87.8
Западная Сибирь	0.93	0.80	80.5	0.84	0.80	79.3
Средняя Сибирь	<b>1.79</b>	<b>0.65</b>	<b>97.6</b>	1.77	0.65	97.6
Прибайкалье и Забайкалье	1.59	0.54	91.5	1.61	0.57	92.7
Приамурье и Приморье	0.30	0.72	51.2	0.20	0.75	45.1
Восточная Сибирь	1.08	0.53	84.1	1.00	0.56	79.3
<b>Федеральные округа РФ</b>						
Северо-Западный	1.53	1.22	87.8	1.56	1.17	85.4
Центральный	1.68	1.21	84.1	1.69	1.22	84.1
Приволжский	1.01	1.18	74.4	1.04	1.19	75.6
Южный	2.22	1.04	91.5	2.17	1.03	91.5
Северо-Кавказский	<b>2.30</b>	<b>0.78</b>	<b>97.6</b>	2.27	0.76	98.8
Уральский	0.99	1.02	78.0	0.94	1.02	75.6
Сибирский	1.37	0.46	92.7	1.34	0.47	87.8
Дальневосточный	1.09	0.46	85.4	1.05	0.48	84.1

**Примечание:** Аномалии  $vT_{2018}$  ( $^{\circ}C$ ) рассчитаны как отклонения от нормы 1961-1990 гг.;  $s$  ( $^{\circ}C$ ) – среднее квадратическое отклонение за базовый период; вероятности превышения  $P(t \leq T_{2018})$  рассчитаны по выборке за 1936-2018 гг. и выражены в %.

Для осадков (табл. 2.2) дополнительно к отклонениям от нормы приведены относительные аномалии, т.е. отношение осредненной по территории региона сезонной суммы осадков к средней по региону сезонной норме, выраженное в процентах (о процедуре регионального осреднения см. во введении). Из-за выраженной асимметрии распределения осадков для характеристики масштаба аномалий разного знака приводятся величины разности между медианой и первым квартилем (25-й процентиль, т.е. точка, отсекающая 1-ю четверть распределения) функции распределения для

характеристики величины дефицита осадков, а для оценки величины избытка осадков - разности между третьим квартилем и медианой, рассчитанные для базового периода. (приводится также величина аномалии, соответствующая медиане распределения, что позволяет судить о величине асимметрии). Кроме того, в таблицах приведены значения эмпирической вероятности (вероятности неперевышения) региональных аномалий по данным за 1936-2018 годы.

Временные ряды регионально осредненных аномалий температуры и осадков для каждого из рассматриваемых физико-географических регионов и Федеральных округов РФ представлены в Разделе 4.

**Таблица 2.1.1**

Регионально осредненные аномалии температуры в осенние месяцы (оценки базовых архивов ИГКЭ, черным цветом показаны оценки, полученные по архиву Т3288, синим – по архиву Т1383)

Регионы	Июнь			Июль			Август		
	$vT_{2018}$	$S_{1961-90}$	$P(t \leq T_{2018})$	$vT_{2018}$	$S_{1961-90}$	$P(t \leq T_{2018})$	$vT_{2018}$	$S_{1961-90}$	$P(t \leq T_{2018})$
Российская Федерация	1.53	0.60	90.2	1.01	0.45	85.4	1.30	0.40	92.7
	-0.49	0.60	41.5	0.94	0.45	84.1	1.32	0.40	92.7
<b>Физико-географические регионы России</b>									
Европейская часть России	0.15	1.50	45.1	2.59	1.30	93.9	1.77	1.25	80.5
	-1.44	1.50	8.6	2.54	1.30	93.9	1.87	1.25	85.4
Азиатская часть России	<b>2.06</b>	<b>0.60</b>	<b>96.3</b>	0.39	0.47	61.0	1.12	0.55	87.8
	2.11	0.62	96.3	0.30	0.47	58.5	1.10	0.55	86.6
Западная Сибирь	1.92	1.37	78.0	0.46	1.22	65.9	0.39	1.12	57.3
	2.33	1.41	85.2	0.37	1.22	64.6	0.30	1.12	54.9
Средняя Сибирь	<b>4.48</b>	<b>1.19</b>	<b>100</b>	-0.69	1.04	17.1	<b>1.70</b>	<b>0.92</b>	<b>96.3</b>
	3.37	1.19	98.8	-0.70	1.04	18.3	1.68	0.92	95.1
Прибайкалье и Забайкалье	2.47	1.04	93.9	0.30	0.85	40.2	1.99	0.98	92.7
	3.19	1.09	97.5	0.32	0.85	39.0	2.05	0.98	93.9
Приамурье и Приморье	-0.38	1.13	31.7	0.71	0.93	70.7	0.57	0.79	57.3
	0.48	1.20	61.7	0.66	0.93	69.5	0.47	0.79	56.1
Восточная Сибирь	0.86	0.91	73.2	1.29	0.74	85.4	1.10	0.82	76.8
	0.54	0.97	61.7	1.25	0.74	84.1	1.08	0.82	76.8
<b>Федеральные округа РФ</b>									
Северо-Западный	-0.09	1.77	39.0	2.84	1.57	92.7	1.83	1.26	80.5
	-1.88	1.78	8.6	2.84	1.57	92.7	1.95	1.26	84.1
Центральный	0.37	1.79	54.9	2.01	1.47	80.5	2.65	1.43	92.7
	-1.61	1.81	16.0	2.02	1.47	79.3	2.67	1.43	93.9
Приволжский	-0.79	1.81	23.2	2.41	1.59	92.7	1.24	1.59	70.7
	-1.73	1.81	8.6	2.38	1.59	91.5	1.31	1.59	70.7
Южный	2.16	1.46	86.6	2.60	1.30	92.7	1.93	1.42	76.8
	-0.16	1.45	39.5	2.57	1.30	91.5	1.97	1.42	80.5
Северо-	2.26	1.13	91.5	<b>3.36</b>	<b>1.10</b>	<b>100</b>	1.20	1.14	58.5

Кавказский	0.21	1.11	51.9	3.10	1.10	100	1.68	1.14	74.4
Уральский	1.36	1.57	68.3	1.30	1.37	85.4	0.28	1.31	46.3
	1.81	1.64	75.3	1.28	1.37	82.9	0.20	1.31	46.3
Сибирский	<b>3.42</b>	<b>1.07</b>	<b>100</b>	-0.60	0.87	17.1	1.34	0.81	89.0
	3.21	1.10	98.8	-0.61	0.87	19.5	1.31	0.81	89.0
Дальневосточный	1.23	0.75	84.1	0.87	0.64	78.0	1.20	0.66	82.9
	1.20	0.80	82.7	0.82	0.64	73.2	1.20	0.66	81.7

**Примечание:** Выделены экстремальные значения, попавшие в 5% максимальных и 5% минимальных.

Как уже отмечалось выше, лето для России в целом (см. табл. 2.1) было достаточно теплым, аномалия температуры составила +1.27°C (ранг 7). Тепло было во всех регионах. Особенно тепло в федеральных округах юга ЕЧР: в ЮФО (2.22°C – ранг 9) и в СКФО (2.30°C – ранг 3). В АЧР очень тепло в Средней Сибири (1.79°C – ранг 3) (и в СФО (1.37°C – ранг 8)).

В июне экстремально тепло в АЧР (+2.06°C – ранг 4), особенно в Сибирском ФО ((+3.42°C – ранг 1), в регионе Средняя Сибирь (+4.48°C – ранг 1)). Холодно в июне в Приамурье и Приморье (-0.38°C), в СЗФО (-0.09°C), в ПФО (-0.79°C).

В июле экстремально тепло в СКФО (+3.36°C – ранг 1). Холодно в июле в СФО ((-0.60°C); в регионе Средняя Сибирь (-0.69°C)).

В августе тепло во всех регионах, особенно в Средней Сибири (1.70°C – ранг 4).

Летом в целом по РФ (табл. 2.2 и табл. 2.2.1) выпало 97% нормы осадков. Дефицит осадков отмечался летом в ЕЧР (90% нормы, дефицит отмечался во всех федеральных округах, кроме СЗФО), в Средней Сибири (96%), в Восточной Сибири (83% нормы).

В июне в целом по РФ отмечался дефицит осадков (96% нормы). В ЕЧР (78%) сильный дефицит отмечался в ЮФО (22% - самый «сухой» июнь в этом федеральном округе), в СКФО (50% - среди трех самых «сухих» июней). В АЧР сильный дефицит отмечался в регионе Средняя Сибирь (72% - среди трех самых «сухих»).

В июле значительный избыток осадков отмечался в регионе Прибайкалье и Забайкалье (142% - ранг 3) и в ЦФО (142% - ранг 4) и в ЮФО (180% - ранг 2). Сильный дефицит осадков отмечался в УФО (67% - июль здесь среди пяти самых «сухих»).

В августе в целом по РФ выпало 91% месячной нормы – среди пяти самых «сухих» августов. Дефицит осадков отмечался как в целом по ЕЧР (77%), так и по АЧР (96%). Наиболее значительный дефицит отмечался в ЮФО (выпало 25% нормы - самый «сухой» август), в ЦФО (44% - среди восьми самых «сухих»), в ДВФО (83% - среди девяти самых «сухих»).

**Таблица 2.2**

Регионально осредненные аномалии осадков летом 2018 г.

Регионы	$\nu R_{2018}$	$RR_{2018}$	$m$	$m-q1$	$q3-m$	$P(r \leq R_{2018})$
Российская Федерация	-2.0	97	-0.8	1.4	2.6	20.7

Физико-географические регионы России						
Европейская часть России	-6.4	90	-1.4	1.8	6.3	19.5
Азиатская часть России	-0.0	100	-0.1	2.8	2.4	34.1
Западная Сибирь	1.5	102	0.8	5.9	5.1	43.9
Средняя Сибирь	-2.2	96	-0.8	2.9	5.2	28.0
Прибайкалье и Забайкалье	10.0	113	-0.1	6.9	4.6	81.7
Приамурье и Приморье	3.7	104	1.8	12.0	11.3	63.4
Восточная Сибирь	-8.6	83	-0.1	3.6	3.8	9.8
Федеральные округа РФ						
Северо-Западный	0.4	101	0.2	4.9	5.9	50.0
Центральный	-10.5	85	-2.0	8.3	12.8	25.6
Приволжский	-10.3	82	-0.4	6.5	7.5	18.3
Южный	-9.3	81	-2.4	5.7	10.0	22.0
Северо-Кавказский	-9.1	85	-1.8	6.1	9.2	26.8
Уральский	1.7	103	1.4	6.9	4.6	56.1
Сибирский	2.4	104	-0.4	3.1	4.3	52.4
Дальневосточный	-3.2	95	-0.4	3.6	3.8	35.4

**Примечание:** 1. Аномалии  $\nu R_{2018}$  (мм/месяц) рассчитаны как отклонения от нормы (среднее за базовый период 1961-1990 гг.),  $RR_{2018}$  – отношение  $R_{2018}$  к норме, выраженное в %,  $q1$ ,  $q3$  и  $m$  – соответственно первый, третий квартиль и медиана аномалий (мм/месяц) за базовый период; вероятности неперевышения  $P(r \leq R_{2018})$  – рассчитаны по выборке за 1936-2018 гг. и выражены в %. Выделены экстремальные значения, попавшие в 5% максимальных.

Таблица 2.2.1

Регионально осредненные аномалии осадков в летние месяцы.

Регионы	Июнь			Июль			Август		
	$\nu R_{2018}$	$RR_{2018}$	$P(r \leq R_{2018})$	$\nu R_{2018}$	$RR_{2018}$	$P(r \leq R_{2018})$	$\nu R_{2018}$	$RR_{2018}$	$P(r \leq R_{2018})$
Российская Федерация	-2.1	96	24.4	2.2	103	65.9	<b>-6.3</b>	<b>91</b>	<b>4.9</b>
Физико-географические регионы России									
Европейская часть России	-13.1	78	12.2	7.1	111	75.6	-14.0	77	14.6
Азиатская часть России	2.3	104	59.8	0.0	100	46.3	-3.1	96	20.7
Западная Сибирь	14.2	125	85.4	-17.7	73	6.1	8.9	114	74.4
Средняя Сибирь	<b>-12.6</b>	<b>72</b>	<b>2.4</b>	-1.4	98	31.7	6.5	111	54.9
Прибайкалье и Забайкалье	-1.6	97	37.8	<b>39.9</b>	<b>142</b>	<b>97.6</b>	-8.3	90	23.2
Приамурье и Приморье	19.2	124	84.1	13.7	112	72.0	-21.7	82	28.0
Восточная Сибирь	0.0	100	53.7	-10.4	82	20.7	-15.8	73	7.3
Федеральные округа РФ									
Северо-Западный	11.7	120	67.1	-13.8	80	18.3	3.3	105	62.2
Центральный	-28.6	58	8.5	<b>33.4</b>	<b>142</b>	<b>96.3</b>	-36.2	44	8.5
Приволжский	-17.3	70	19.5	2.7	104	59.8	-17.2	68	19.5
Южный	<b>-43.6</b>	<b>22</b>	<b>0</b>	<b>38.9</b>	<b>180</b>	<b>98.8</b>	<b>-30.9</b>	<b>25</b>	<b>0</b>

Северо-Кавказский	<b>-35.6</b>	<b>50</b>	<b>2.4</b>	8.7	115	70.7	1.2	103	59.8
Уральский	16.0	127	89.0	<b>-22.6</b>	<b>67</b>	<b>4.9</b>	11.7	118	75.6
Сибирский	-2.8	95	23.2	8.0	111	68.3	2.5	104	51.2
Дальневосточный	2.4	105	64.6	0.0	100	46.3	-12.3	83	9.8

### 3. ТЕНДЕНЦИИ СОВРЕМЕННЫХ ИЗМЕНЕНИЙ КЛИМАТА НА ТЕРРИТОРИИ РОССИИ В ЛЕТНИЙ СЕЗОН

В этом разделе рассматриваются основные тенденции в изменении метеорологических величин с начала современного потепления, т.е. с середины 1970-х гг. На рис. 3.1 и 3.2 представлено географическое распределение коэффициента линейного тренда за 1976-2018 гг.: температуры приземного воздуха и атмосферных осадков на территории России для летнего сезона в целом и для каждого из месяцев лета.

Оценки получены по стационарным временным рядам аномалий в точках расположения станций и затем картированы. Представленные поля характеризуют направление и среднюю скорость изменений температуры и осадков летнего сезона на территории России с 1976 г.

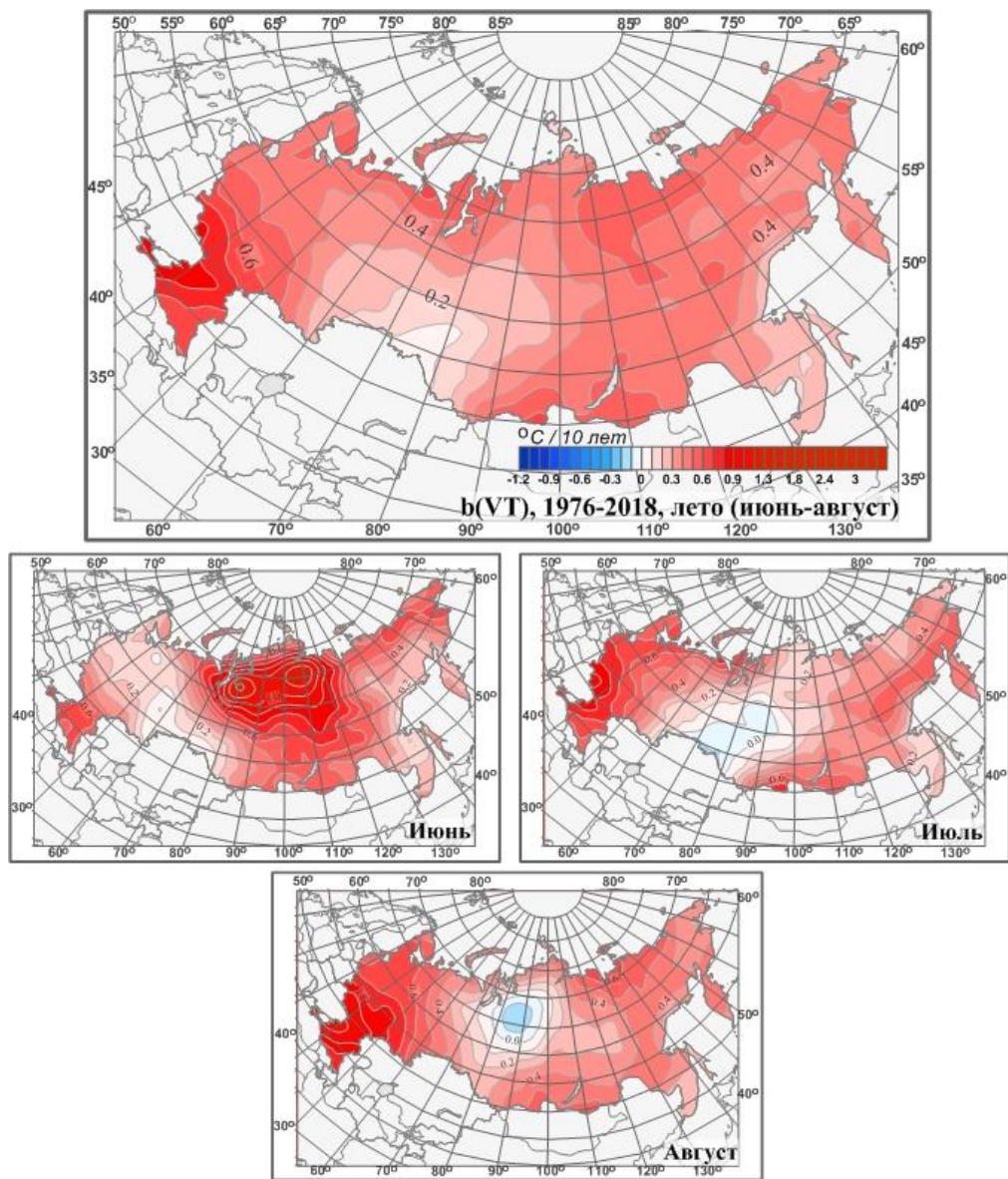
На всей территории страны в летний сезон отмечается потепление, наиболее значительное на ЕЧР (до  $+0.9^{\circ}\text{C}/10$  лет на юго-западе) и в Средней и Восточной Сибири (до  $+0.6^{\circ}\text{C}/10$  лет).

В отдельные летние месяцы наибольшее потепление наблюдается на ЕЧР: в июле (на западе до  $+1.0^{\circ}\text{C}/10$  лет) и в августе (в южных районах  $+1.1^{\circ}\text{C}/10$  лет); в АЧР: в июне (в дельте Оби до  $+1.3^{\circ}\text{C}/10$  лет).

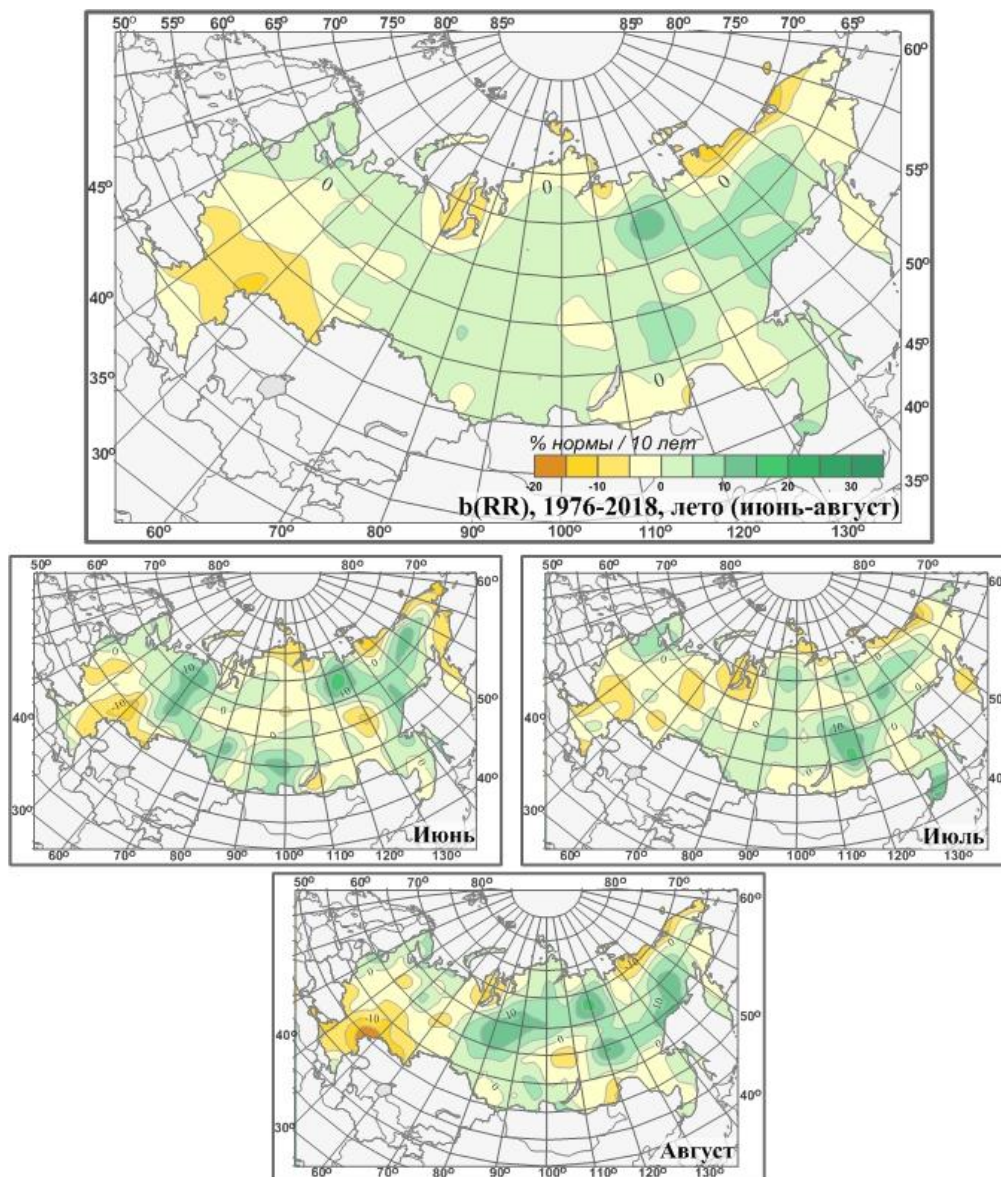
Для всех трех летних месяцев в Сибири отмечается область незначительного похолодания; в июне - это лишь пограничные с Казахстаном области, в июле – междуречье Оби и Енисея, в августе – низовья Енисея. Наименьший тренд отмечается в августе (до  $-0.3^{\circ}\text{C}/10$  лет). Эта «перемещающаяся» область похолодания проявляется для сезона в целом в виде области значительно ослабленного потепления (от 0 до  $+0.3^{\circ}\text{C}/10$  лет) в Западной и Средней Сибири.

Из-за экстремально теплого лета на севере Средней Сибири увеличилась область потепления с интенсивностью выше  $+0.5^{\circ}\text{C}/10$  лет по сравнению с оценками тренда за период 1976-2017 гг.





**Рисунок 3.1** – Распределение локальных коэффициентов линейного тренда сезонных и месячных аномалий температуры ( $^{\circ}\text{C}/10$  лет) на территории России по данным за 1976-2018 (лето)



**Рисунок 3.2** – Распределение локальных коэффициентов линейного тренда сезонных и месячных аномалий осадков (% нормы /10 лет) на территории России по данным за 1976-2018 (лето).

Тренд средней по России летней температуры за период 1976-2018 гг. положителен: он составляет  $+0.41^{\circ}\text{C}/10$  лет, объясняет 64% межгодовой изменчивости (табл. 3.1). Тренд примерно одинаков во все месяцы сезона и во всех случаях значим на 1%-м уровне. Сезонная температура с середины 1970-х гг. росла практически монотонно (сглаженная кривая на рис. 3.3). В *июле* с середины 1990-х гг. наблюдается замедление роста температуры.

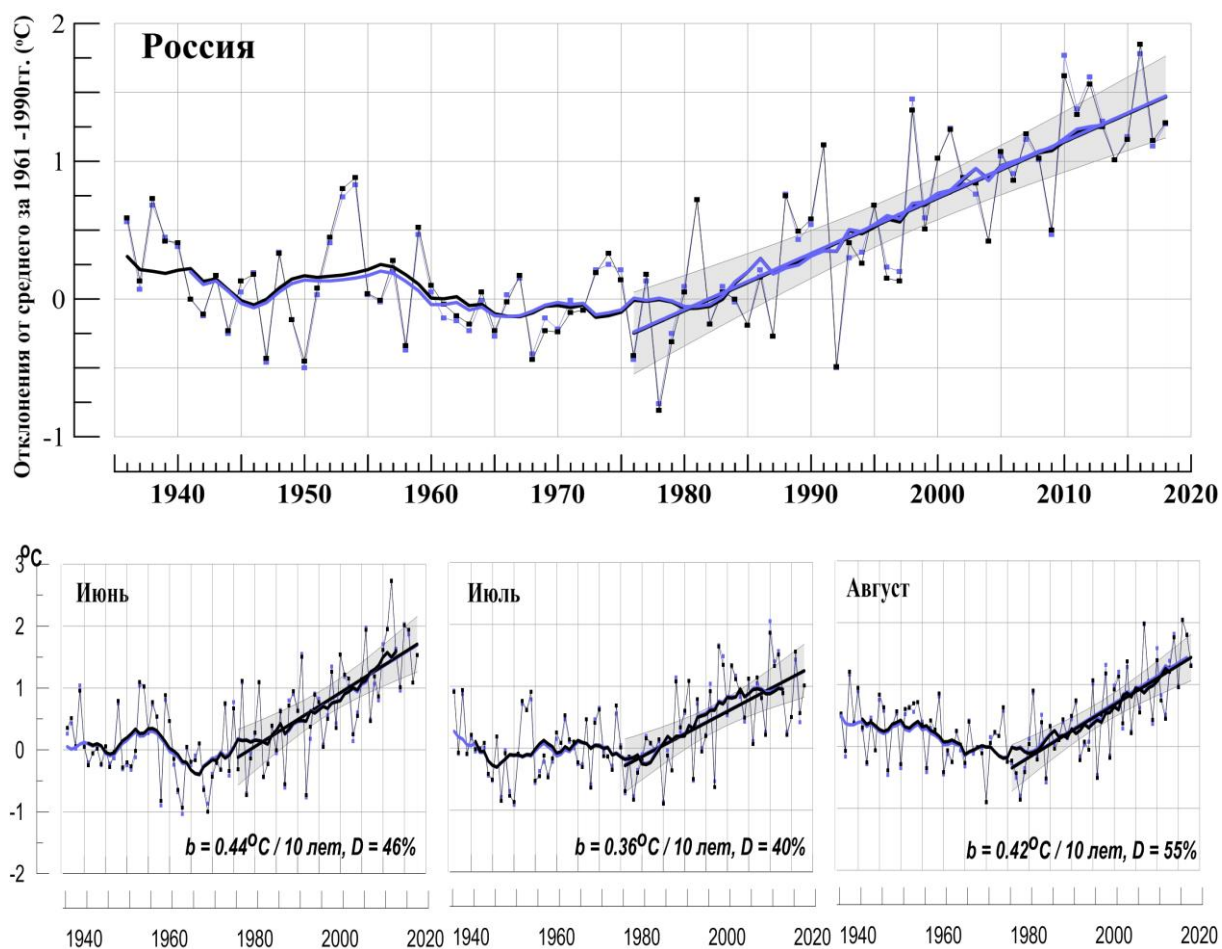
В изменении сумм осадков в течение всего летнего сезона (рис. 3.2) преобладает тенденция к их уменьшению (до 10%/10 лет) в центральных и южных областях ЕЧР, в районе Обской губы, вдоль побережья Северного Ледовитого океана: от Таймыра до Чукотки; на Камчатке; в Забайкалье. Тенденция к увеличению осадков преобладает на

севере ЕЧР (до 5%/10 лет), на большей части АЧР (до 15%/10 лет в Якутии).

Из-за экстремально влажного июля в ЮФО в июле замедлилась тенденция уменьшения осадков на юге ЕЧР по сравнению с оценками за период 1976-2017 гг.

Тренды сумм осадков за период с 1976 г., в целом для России, сезонных и каждого месяца, незначимы: объясняют не более 6% межгодовой изменчивости. В то же время стоит отметить рост сезонных осадков в последние два десятилетия; однако, следует иметь в виду, что в ряду осадков наблюдаются выраженные долгопериодные колебания с периодами в несколько десятилетий.

В таблице 3.1 приведены оценки линейного тренда температуры и осадков летнего сезона и каждого его месяца для территории РФ в целом.



**Рисунок 3.3** – Аномалия средней сезонной (вверху) и для месяцев сезона температуры приземного воздуха ( $^{\circ}\text{C}$ ) осредненная по территории РФ.

*Аномалии рассчитаны как отклонения от среднего 1961-1990 гг. Сглаженная кривая получена 11-летним скользящим осреднением. Линейный тренд получен по данным за 1976-2018 гг. Показана 95% -я доверительная область для линии тренда.*

Таблица 3.1

Оценки линейного тренда температуры приземного воздуха и суммы осадков, осредненных по территории России и за летний сезон, за 1976-2018 гг.

*b* – коэффициенты линейного тренда, *D* – вклад тренда в дисперсию ряда.

Регион Российская Федерация	Температура		Осадки	
	<i>b</i> °C/10 лет	<i>D</i> , %	<i>b</i> мм/мес/10 лет	<i>D</i> , %
<i>Лето</i>	0.41	64	0.4	3
Июнь	0.44	46	0.6	6
Июль	0.36	40	0.2	0
Август	0.42	55	0.5	2

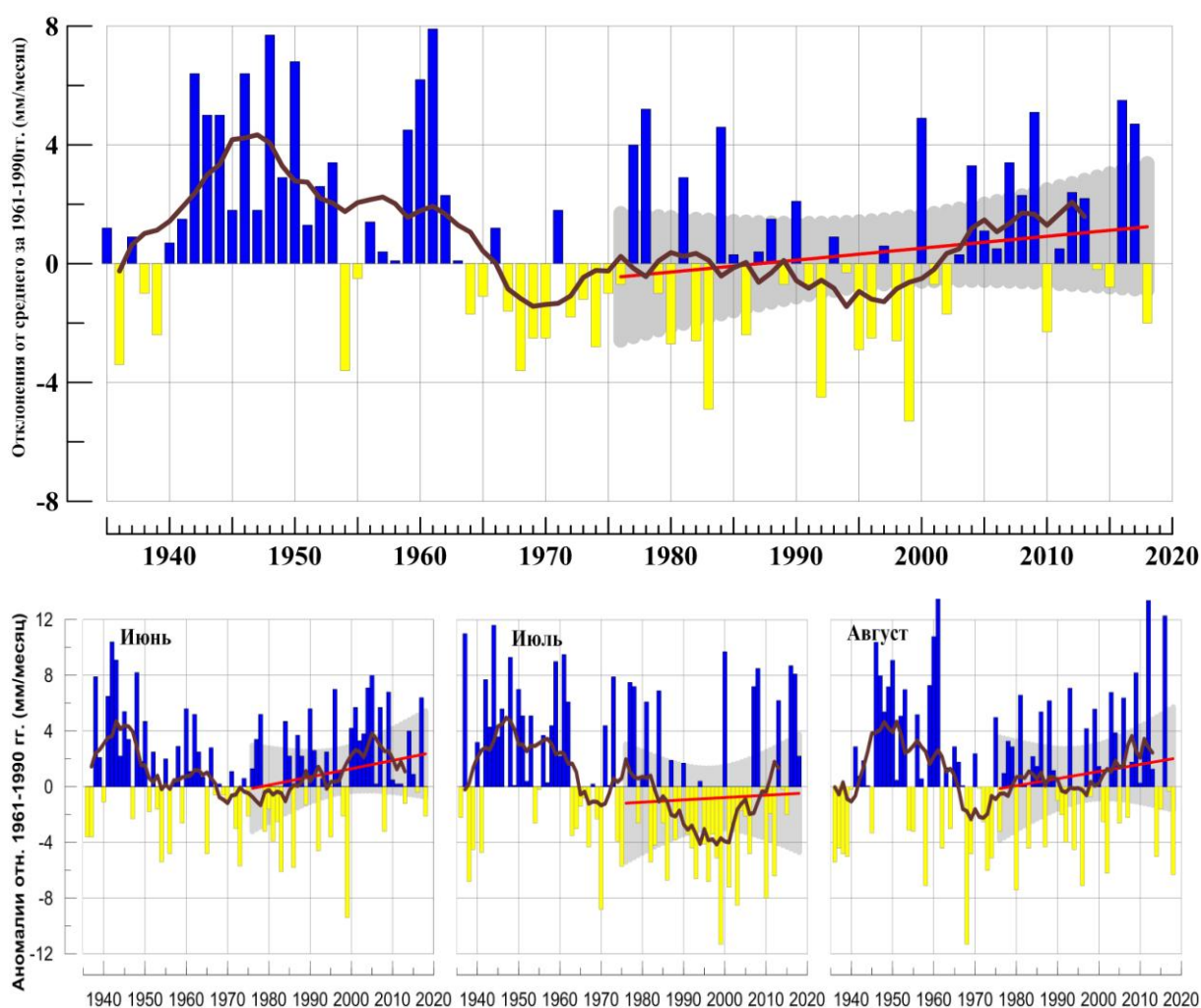


Рисунок 3.4 – То же, что на рис. 3.3, но для атмосферных осадков (мм/мес).

#### 4. ИЗМЕНЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ И ОСАДКОВ ЛЕТНЕГО СЕЗОНА В РЕГИОНАХ РОССИИ ЗА ПЕРИОД 1936-2018 гг.

В разделе анализируется характер изменения регионально-осредненных температур и осадков для физико-географических регионов России и Федеральных округов. На рис. 4.1 – 4.4 приведены временные ряды осредненных по регионам аномалий средней месячной температуры приземного воздуха ( $^{\circ}\text{C}$ ) и месячных сумм осадков (мм/месяц) летнего сезона за 1936 – 2018 гг. На всех рисунках показаны линейные тренды за 1976-2018 гг., рассчитанные методом наименьших квадратов. Величины трендов и объясненные трендами доли дисперсии рядов представлены в таблице 4.1.

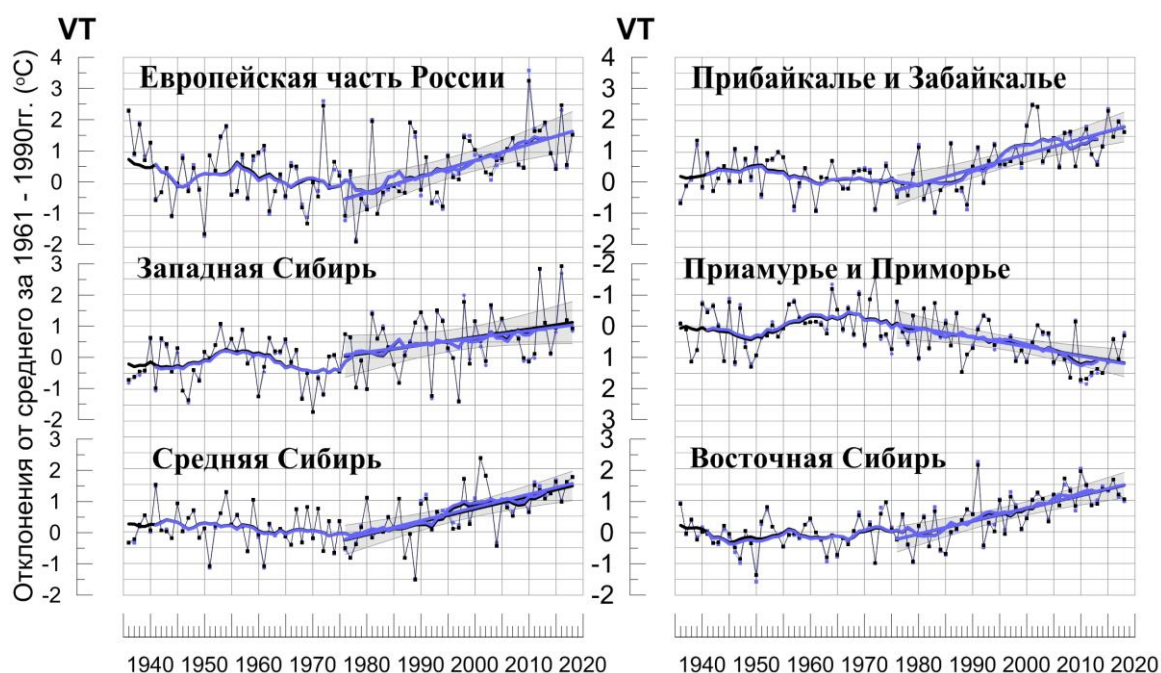
Во всех регионах в среднем за период 1976-2018 гг. наблюдается выраженное потепление летних сезонов. Исключение составляют Западная Сибирь (и Уральский ФО), где эта тенденция в 1.5-2 раза слабее, чем в других регионах (Таблица 4.1), и статистически незначима (см. также соответствующую область минимума сезонного потепления на рис. 3.1). В большинстве регионов между 1940 – 1960 гг. наблюдался максимум температуры, который, однако, не достигал современного уровня.

**Таблица 4.1**

Оценки линейного тренда осредненных по территории России среднесезонных аномалий температуры приземного воздуха и сумм осадков за 1976-2018 гг. (летний сезон),  $b$  – коэффициенты линейного тренда,  $D$  – вклад тренда в дисперсию ряда.

Регионы	Температура		Осадки		
	$b$ $^{\circ}\text{C}/10$ лет	$D$ , %	$b$ мм/мес/10 лет	$b$ , %/10 лет	$D$ , %
Россия	0.41	64	0.4	0.7	3
<b>Физико-географические регионы России</b>					
Европейская часть России	0.52	38	-1.2	-1.9	4
Азиатская часть России	0.37	63	1.0	1.5	12
Западная Сибирь	0.26	12	0.9	1.6	2
Средняя Сибирь	0.41	40	1.7	3.2	11
Прибайкалье и Забайкалье	0.48	49	0.1	0.1	0
Приамурье и Приморье	0.29	29	1.3	1.3	1
Восточная Сибирь	0.41	49	0.6	1.1	1
<b>Федеральные округа РФ</b>					
Северо-Западный	0.45	31	1.1	1.7	1
Центральный	0.61	33	-3.0	-4.2	7
Приволжский	0.46	19	-2.5	-4.3	7
Южный	0.74	48	-2.4	-4.9	6
Северно-Кавказский	0.60	48	-0.9	-1.5	1
Уральский	0.31	11	0.5	0.8	1
Сибирский	0.35	43	0.9	1.4	5
Дальневосточный	0.40	57	1.1	1.7	4

В изменениях регионально осредненных аномалий осадков летнего сезона (рис. 4.3 - 4.4) монотонных тенденций за период современного потепления (с 1976 г.) четко не прослеживается, кроме региона Средняя Сибирь, где тенденция к увеличению осадков значима на уровне 5%.



**Рисунок 4.1** - Сезонные аномалии температуры приземного воздуха ( $^{\circ}\text{C}$ ), осредненные по территории физико-географических регионов РФ, лето 2018 гг. Аномалии рассчитаны как отклонения от среднего 1961-1990 гг. Сглаженная кривая получена 11-летним скользящим осреднением. Линейный тренд получен по данным за 1976-2018 гг. Показана 95% -я доверительная область для линии тренда.

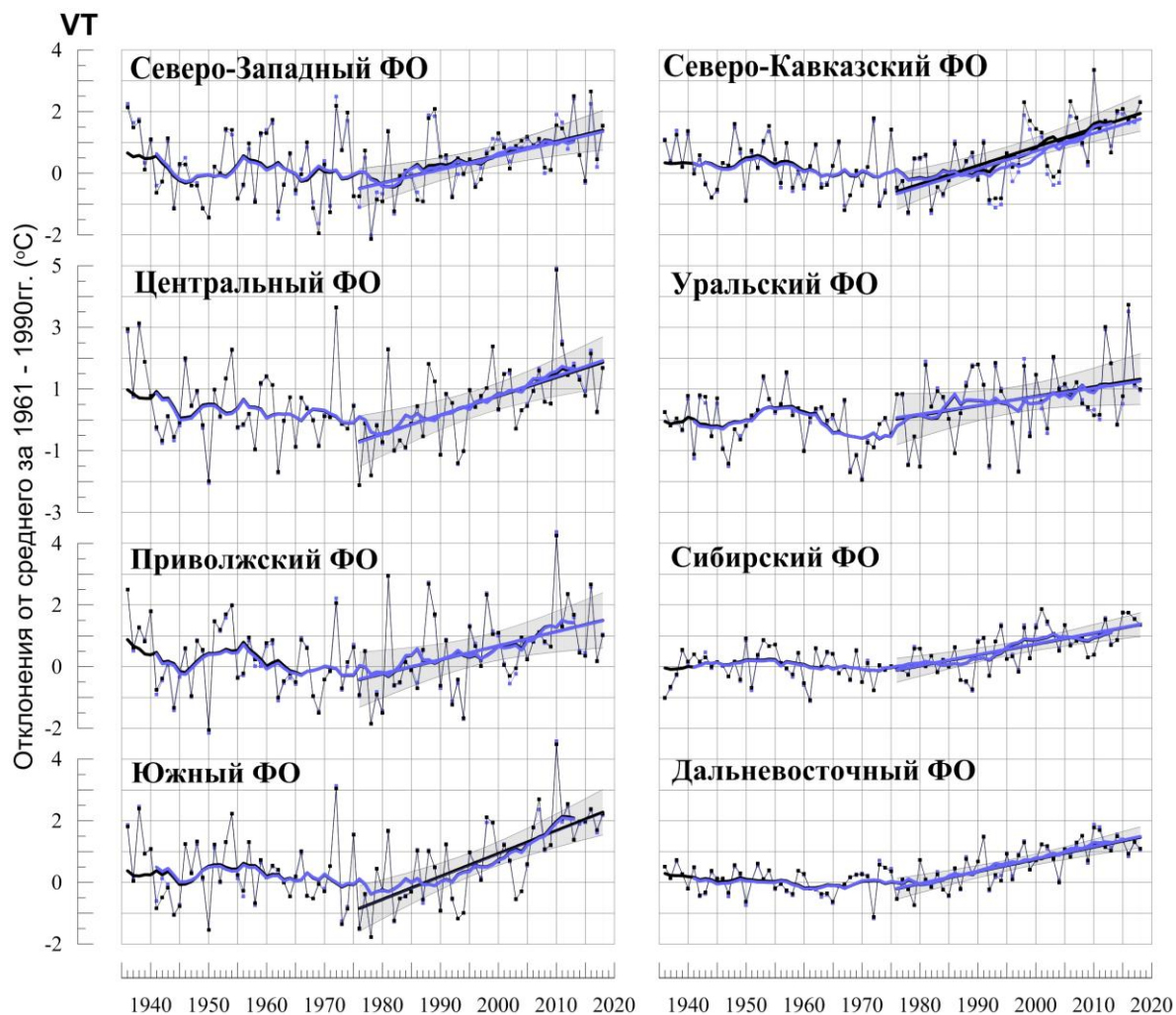
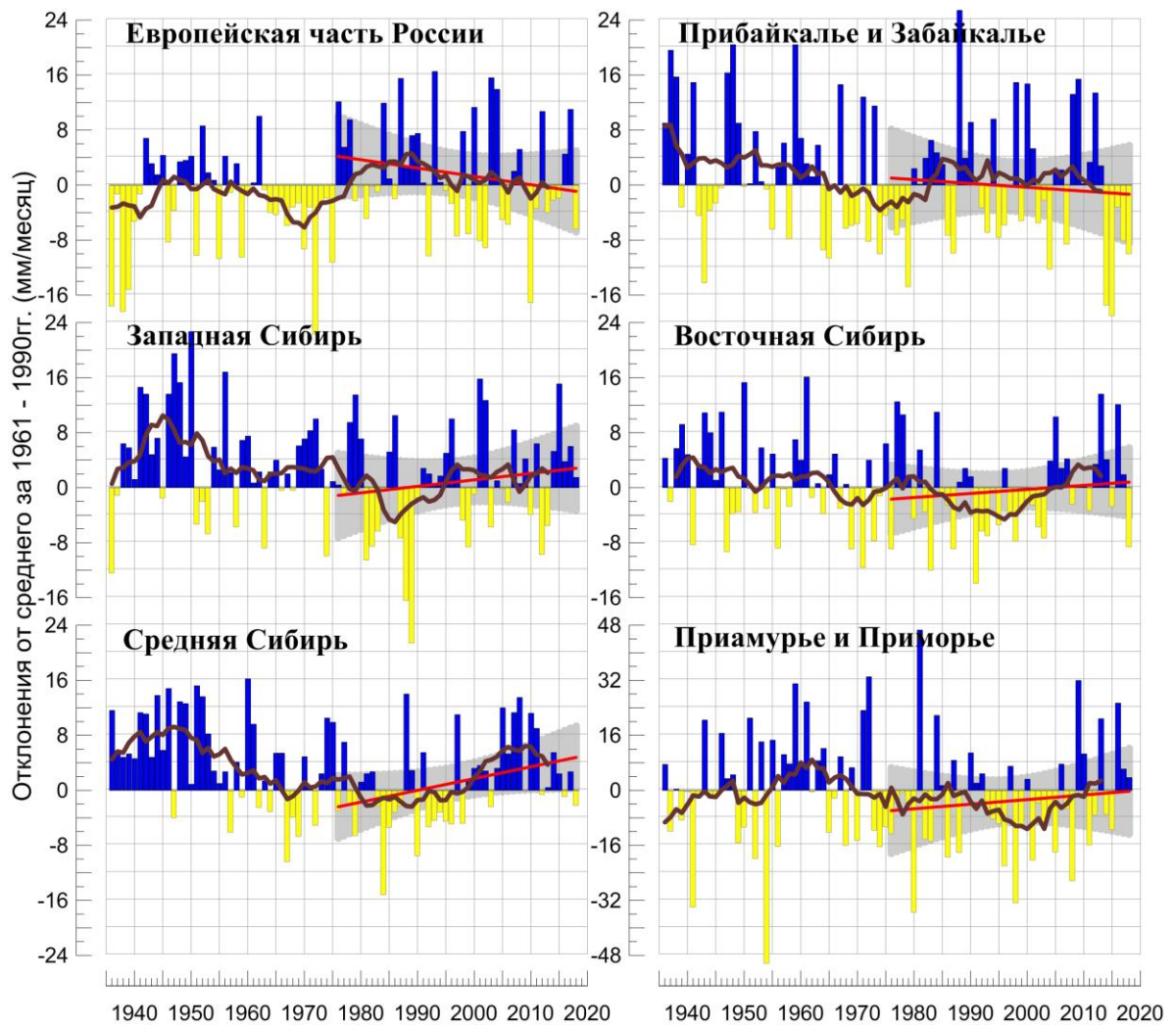
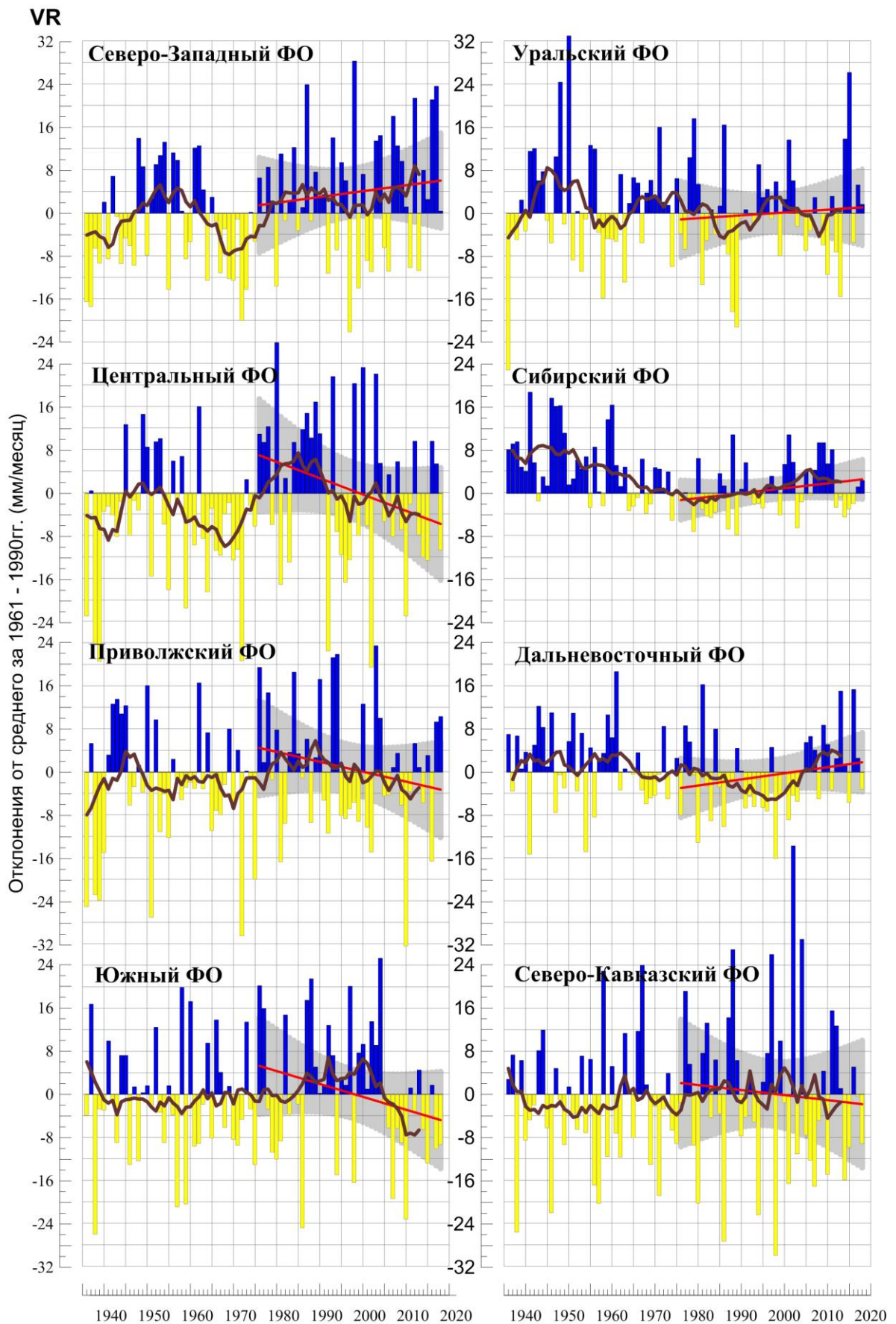


Рисунок 4.2 – То же, что на рис.4.1, но для федеральных округов



**Рисунок 4.3** - Сезонные аномалии месячных сумм осадков (мм/месяц), осредненные по территории регионов РФ, лето 2018 гг.  
*Условные обозначения см. на рис. 4.1.*



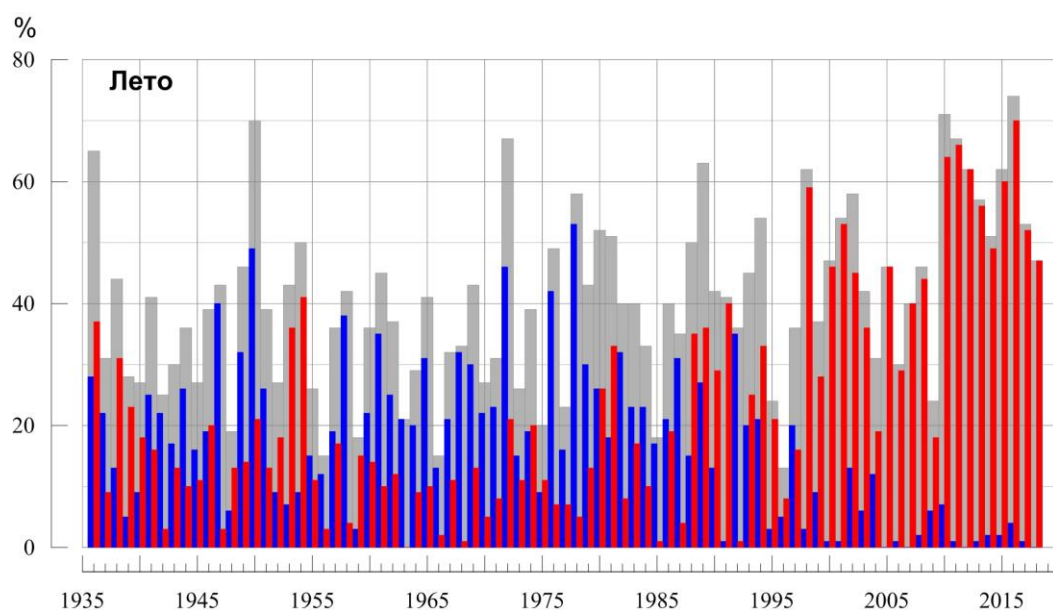


**Рисунок 4.4** – То же, что на рис.4.3, но для федеральных округов

## 5. ОЦЕНКИ ЭКСТРЕМАЛЬНОСТИ И АНОМАЛЬНОСТИ КЛИМАТА РОССИИ, 1936-2018 гг. (летний сезон)

В разделе приведены некоторые индексы экстремальности и аномальности для летнего сезона в целом по территории России за период 1936 -2018 гг. (рис. 5.1. – 5.4). В качестве индексов экстремальности рассматриваются доли площади под крупными аномалиями температуры и осадков (вероятности превышения ниже 20% и выше 80%), а также экстремальными (абсолютная величина превосходит 2 стандартных отклонения) аномалиями температуры.

**Температура.** Летом 2018 года 47% площади территории России было занято крупными положительными аномалиями (выше 80-го перцентиля) – одиннадцатая величина в ряду (максимальная площадь занятая крупными положительными аномалиями (70%) наблюдалась летом 2016 года), а площади с отрицательными аномалиями (ниже 20-го перцентиля) не наблюдалось (рис. 5.1). В изменении площади под крупными положительными аномалиями тренд за период 1976-2018 составляет 12.1%/10 лет (доля объясненной трендом дисперсии ряда 56%). Явного роста суммарной площади с крупными аномалиями обоих знаков после 1976 г. не прослеживается (тренд составляет 3.8%/10 лет, 11% - доля объясненной трендом дисперсии ряда).

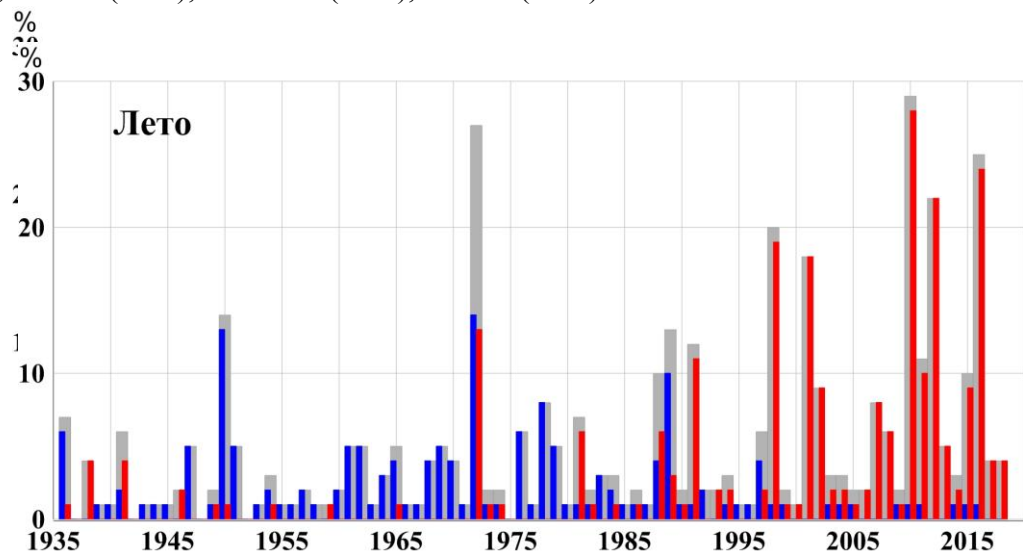


**Рисунок 5.1** – Доля площади РФ (в процентах) с крупными сезонными аномалиями температуры, 1936-2018 гг. (лето):

— ниже 20-го перцентиля, — выше 80-го перцентиля,  
— Суммарная площадь с крупными аномалиями обоих знаков.

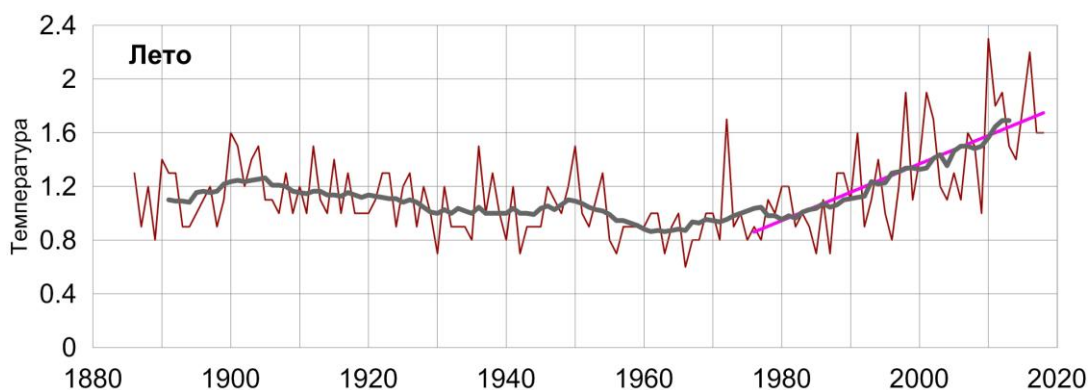
На рис.5.2 представлены ряды доли площади под экстремальными (выше  $+2\sigma$  и ниже  $-2\sigma$ ) аномалиями сезонной температуры (в предположении гауссовой распределения это соответствует вероятности примерно 2.3% процента для каждого хвоста распределения).

Летом 2018 года доля площади РФ, занятая экстремально теплыми аномалиями (выше  $+2\sigma$ ) составила 4%, а площади с экстремально холодными аномалиями (ниже  $-2\sigma$ ) не наблюдалось. Экстремально холодные летние сезоны наблюдались: в 1950 (13% площади под аномалиями ниже  $-2\sigma$ ), в 1972 (14%), в 1989 (10%). После 1997 г. преобладают экстремумы тепла. Наиболее экстремальные летние сезоны наблюдались: в 2010 (28% площади под аномалиями выше  $+2\sigma$ ), в 2016 (24%), в 2012 (22%), в 1998 (19%), в 2001 (18%), в 1972 г. (13%), в 1991 (11%).



**Рисунок 5.2** - Доля площади РФ (в процентах) с экстремальными (сезонная аномалия меньше  $-2\sigma$ : синие столбики, больше  $+2\sigma$ : красные столбики; суммарная площадь с этими аномалиями: серые столбики) аномалиями температуры летом, 1936-2018 гг. Базовый период для расчета статистик: 1961-1990 гг.

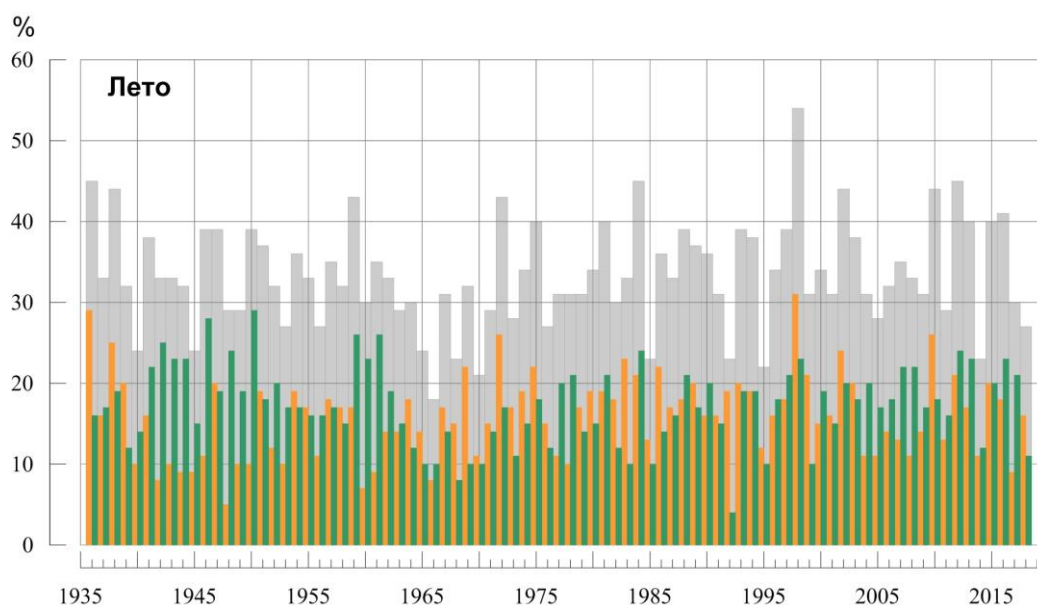
Индекс аномальности Багрова (рис. 5.3) летом 2018 года составил 1,6 – ранг 10-14 (такая же величина, как и летом 2017, самая большая величина индекса экстремальности Багрова зафиксирована в 2010 году: 2,3). Аномальность температурного режима на территории РФ в летний сезон растет:– тренд за 1976-2018 гг. объясняет 45% общей дисперсии ряда.



**Рисунок 5.3.** - Индекс аномальности (индекс Багрова) температурного режима на территории России летом 1886-2018 гг.

**Осадки.** Летом 2018 года площадь, занятая экстремальными аномалиями осадков меньше 20-го перцентиля, составила 16%, а занятая аномалиями больше 80-го перцентиля - 11% (рис. 5.4).

Для осадков характерно чередование периодов преобладания областей избытка (1940-1960 гг.) и дефицита (1965 - 1986 гг.) осадков. С начала 2000-х гг. преобладают крупные аномалии осадков больше 80 перцентиля. Явного роста суммарной площади с крупными аномалиями после 1976 г. не наблюдается (0.5%/10 лет, 1%).



**Рисунок 5.4** – Доля площади РФ (в процентах) с крупными сезонными аномалиями осадков, 1936-2018 гг. (лето):

— ниже 20-го перцентиля, — выше 80-го перцентиля,  
— суммарная площадь с крупными аномалиями обоих знаков.

## ВЫВОДЫ

1. Лето для Северного полушария в целом было теплым: аномалия температуры воздуха над сушей СП  $+1.10^{\circ}\text{C}$  (при стандартном отклонении  $0.20^{\circ}\text{C}$ ) – четвертая величина в ряду с 1886 г. и ожидаемая при потеплении (разность между величиной сезонной аномалии и величиной тренда составляет  $-0.071^{\circ}\text{C}$ ).

2. Лето для России в целом было теплым практически всюду (за исключением приграничных с северными областями Казахстана районов, нижнего течения Амура, Сахалина), осредненная по РФ сезонная аномалия  $+1.28^{\circ}\text{C}$  – ранг 6. 95%-е экстремумы фиксировались повсеместно на юге ЕЧР, на Кольском полуострове, на севере Средней Сибири, на Алтае и в Саянах.

3. Доля площади территории России, занятая крупными положительными среднесезонными аномалиями температуры (выше 80-го перцентиля), составила 47%

(десятая величина с 1936 года), а под экстремальными положительными аномалиями (выше  $2\sigma$ ) было занято лишь 4% площади страны.

4. Июнь – очень контрастный месяц в сезоне. 95%-е экстремумы фиксировались повсеместно в междуречье Оби и Лены (осредненная по региону Средняя Сибирь июньская аномалия  $4.48^{\circ}\text{C}$  – максимальная величина в ряду, аномалии на севере Красноярского края:  $6-9^{\circ}\text{C}$ ); а также в Предгорьях Кавказа (аномалии температуры до  $4^{\circ}\text{C}$ ). В июне холодно (аномалии до  $-2.5^{\circ}\text{C}$ ) на большей части ЕЧР и юго-западе Западной Сибири; а также в ряде областей ДВФО (прибрежные районы Охотского моря).

В июле распределение аномалий поменялось на почти противоположное. Тепло в ЕЧР (аномалии на севере и юге до  $4-5^{\circ}\text{C}$ ) и в Западной Сибири; а также в ДВФО. Холодно (аномалии до  $-3^{\circ}\text{C}$ ) в бассейне Енисея, на Среднесибирском плоскогорье, на Таймыре.

Август – в среднем по РФ самый теплый месяц в сезоне: осредненная по РФ аномалия температуры составила  $+1.30^{\circ}\text{C}$  – седьмая величина в ряду. Тепло на большей части страны (кроме районов в среднем течении Оби и Енисея, Магаданской области, Камчатки, Сахалина). 95%-е экстремумы отмечались на западе и в центре ЕЧР, на Таймыре, на Северо-Сибирской низменности и в нижнем течении Лены, в Прибайкалье и Забайкалье.

5. Летом в среднем по РФ выпало 97% нормы осадков. Сильный дефицит осадков (на ряде станций 5%-е экстремумы) наблюдался в ЦФО (85%) и на западе ПФО (82%), на севере Восточной Сибири (в целом в регионе Восточная Сибирь выпало 83% нормы – среди девяти самых «сухих» летних сезонов); на Алтае.

Значительный избыток осадков (более 120%) наблюдался в среднем и верхнем течении Оби и Енисея; на Таймыре, в районе Байкала.

6. Летом площадь, занятая крупными аномалиями осадков выше 80 перцентиля составила 11%; ниже 20-го перцентиля – 16%.

Неоднородность выпадения осадков по территории страны наблюдалась во все месяцы сезона. В июне (96%) и в августе (91% - среди пяти самых «сухих») в РФ преобладал дефицит осадков, а в июле (103 %) преобладал избыток осадков.

7. В центральных и южных районах ЕЧР сильный дефицит осадков (на многих станциях 5%-е экстремумы) наблюдался в **июне** (78%) и в **августе** (77%); в центральных районах АЧР – в **июне** (в Средней Сибири выпало 72% нормы – среди трех самых «сухих») и в **июле** (в УФО выпало 67% - среди пяти самых «сухих»); на востоке АЧР – в **августе** (в Восточной Сибири выпало 73% нормы – среди семи самых «сухих»).

Значительный избыток осадков (на ряде станций отмечались 95%-е экстремумы) наблюдался в **июле** в центре и юге ЕЧР (в ЦФО (142% - ранг 3), в ЮФО (180% - ранг 2)), в Прибайкалье и Забайкалье (142% нормы – ранг 3).

В **июне** значительный избыток осадков наблюдался на большей части Западной Сибири, в **августе** - в верховьях Оби и Енисея.

8. В **июне** некоторых областях в ЮФО и в СКФО сильный дефицит осадков (местами около 20% нормы) и крупные температурные аномалии (выше  $+2^{\circ}\text{C}$ ) способствовали образованию засух средней и сильной интенсивности; в **июле** дефицит

осадков и крупные температурные аномалии (до  $+3.5^{\circ}\text{C}$ ) способствовали образованию засух в ПФО; а в *августе* сильный дефицит осадков (40% нормы и менее) и положительные температурные аномалии ( $+1^{\circ}\text{C}$  -  $+2^{\circ}\text{C}$ ) способствовали образованию засух (разной степени интенсивности) в ЦФО и продолжению засух в ПФО в ЮФО.

9. В целом по России линейный тренд летней температуры воздуха за период 1976-2018 гг. положителен и составляет  $+0.41^{\circ}\text{C}/10$  лет, объясняет 64% межгодовой изменчивости. Тренд примерно одинаков во все месяцы летнего сезона и значим на 1%-м уровне.

Наиболее значительное потепление летних сезонов (до  $+0.9^{\circ}\text{C}/10$  лет) отмечается на западе ЕЧР, в Средней и Восточной Сибири (до  $+0.6^{\circ}\text{C}/10$  лет). Наиболее слабое потепление (от 0 до  $+0.3^{\circ}\text{C}/10$  лет) отмечается в Западной и Средней Сибири и связано с незначительным похолоданием, которое отмечается здесь во все месяцы сезона, однако локализация этой области от месяца к месяцу существенно менялась.

10. В изменении сумм осадков летнего сезона преобладает тенденция к их слабому уменьшению на ЕЧР (центральные и южные области во все месяцы сезона), и к увеличению в АЧР (кроме арктического побережья и Камчатки, особенно в июне и в августе).

## **ПРИЛОЖЕНИЕ**

Федеральная служба  
по гидрометеорологии и мониторингу  
окружающей среды

Российская  
Академия Наук

ФГБУ «Институт Глобального климата и экологии»

# **Обзор состояния и тенденций изменения климата на территории Республики Беларусь**



**ЛЕТО 2018**



## ВВЕДЕНИЕ

В настоящем Приложении\* приводится информация о состоянии приземного климата (температура приземного воздуха и атмосферные осадки) летом 2018 г. и о наиболее значительных климатических аномалиях этого периода на территории Республики Беларусь. Работа выполняется в рамках сотрудничества по программе Союзного государства "Совершенствование системы обеспечения населения и отраслей экономики Российской Федерации и Республики Беларусь информацией о сложившихся и прогнозируемых погодно-климатических условиях, состоянии и загрязнении природной среды".

Все оценки получены по данным о средних месячных значениях температуры приземного воздуха и месячных суммах атмосферных осадков в базовом архиве ИГКЭ, содержащем данные гидрометеорологических наблюдений на 455 станциях стран СНГ и Балтии (из них 7 станций Республики Беларусь, табл. 1).

**Таблица 1.**

Список используемых станций Республики Беларусь.

	Название	№ ВМО	широта	Долгота	Высота
1	Витебск	26666	55.20	30.20	169
2	Минск	26850	53.90	27.50	234
3	Могилев	26863	53.90	30.30	180
4	Брест	33008	52.10	23.70	144
5	Пинск	33019	52.10	26.10	144
6	Василевичи	33038	52.30	29.80	140
7	Гомель	33041	52.40	31.00	138

Под аномалиями температуры в бюллетене понимаются отклонения наблюдаемого значения от нормы, то есть от средней за базовый период 1961-1990 гг. Аномалии осадков рассматриваются как в отклонениях от нормы (аналогично температуре), так и в процентах от нормы (процентное отношение количества выпавших осадков к соответствующему значению нормы). Дополнительно приводится «вероятность непревышения» текущего значения во временном ряду рассматриваемой переменной за некоторый период с 1936 по 2018 гг. (доля значений временного ряда, меньших либо равных текущему значению).

Осреднение по регионам выполняется по станционным данным об аномалиях климатических переменных с использованием двухступенчатой процедуры. На первом этапе территория региона покрывается регулярной сеткой (разрешением 2.5 градуса

---

\* Материалы подготовлены в ФГБУ ИГКЭ Росгидромета и РАН с использованием данных НИУ Росгидромета: ФГБУ «Гидрометцентр РФ» и ФГБУ «ВНИИГМИ-МЦД»

широты на 5 градусов долготы), и в каждой ячейке сетки рассчитывается «ячеечное» среднее (среднее арифметическое из значений аномалий на попавших в эту ячейку станциях). На втором этапе выполняется взвешенное осреднение «ячеечных» средних с весами, пропорциональными площади пересечения ячейки с территорией региона. Все расчеты, включая определение принадлежности ячейки к региону, площади их пересечения и ячеечных весовых множителей, выполняются автоматически, на основании заданной замкнутой ломаной, ограничивающей территорию региона.

Аналогичным образом, по данным о станционных «нормах» (средних многолетних за базовый период) рассчитываются регионально осредненные «нормы». Регионально осредненные значения самих климатических переменных рассчитываются суммированием регионально осредненных «норм» и регионально осредненных аномалий (этот алгоритм уменьшает смещение средних, вызываемое пропусками в рядах наблюдений).

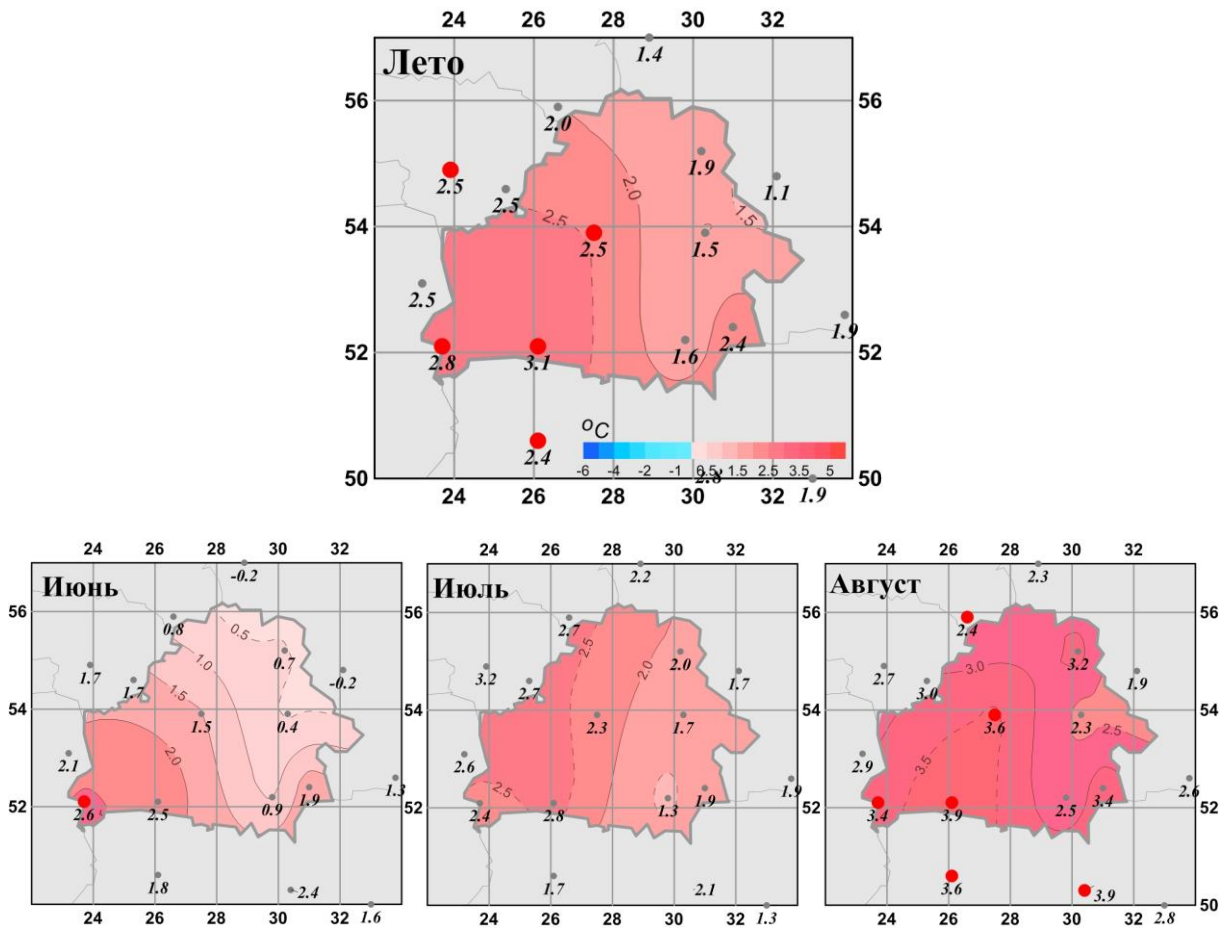
### **СЕЗОННЫЕ ОСОБЕННОСТИ ТЕМПЕРАТУРЫ И ОСАДКОВ НА ТЕРРИТОРИИ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ ЛЕТОМ 2018 г.**

В таблицах 2 и 3 приведены станционные данные о наблюдаемой температуре и осадках для каждого месяца рассматриваемого весеннего сезона и для сезона в целом, а на рисунках 1 и 2 – соответствующие этим данным распределения аномалий (поля изолиний), также для сезона и для каждого из месяцев.

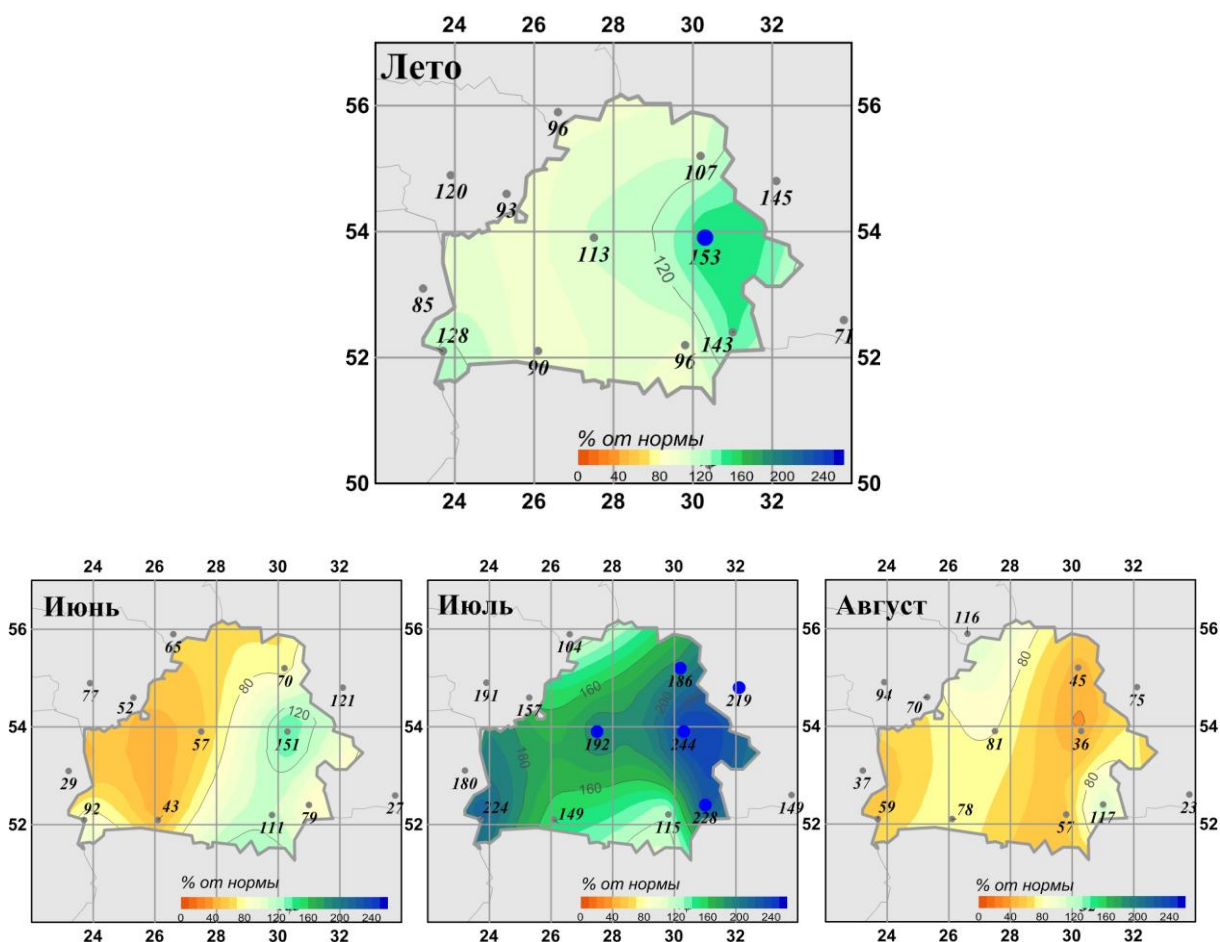
**Таблица 2**

Характеристики температурного режима на станциях Беларуси летом 2018 г.

	<i>Витебск</i>	<i>Минск</i>	<i>Могилев</i>	<i>Брест</i>	<i>Пинск</i>	<i>Василевичи</i>	<i>Гомель</i>
	<b>26666</b>	<b>26850</b>	<b>26863</b>	<b>33008</b>	<b>33019</b>	<b>33038</b>	<b>33041</b>
а) температура (град. Цельсия)							
<i>Лето</i>	<b>17.30</b>	<b>17.60</b>	<b>17.33</b>	<b>19.07</b>	<b>19.03</b>	<b>18.20</b>	<b>18.83</b>
Июнь	16.6	17.7	16.6	19.4	19.0	18.0	19.2
Июль	19.0	19.6	19.0	20.4	20.4	19.4	20.3
Август	19.1	20.1	18.6	20.8	20.8	19.6	20.9
б) аномалия температуры (град. Цельсия)							
<i>Лето</i>	<b>1.94</b>	<b>2.48</b>	<b>1.46</b>	<b>2.82</b>	<b>3.06</b>	<b>1.55</b>	<b>2.37</b>
Июнь	0.65	1.54	0.40	2.65	2.47	0.86	1.86
Июль	1.95	2.29	1.68	2.38	2.79	1.34	1.87
Август	3.22	3.60	2.30	3.44	3.91	2.45	3.38



**Рисунок 1** - Средние сезонные и средние месячные аномалии температуры ( $^{\circ}\text{C}$ ) приземного воздуха на территории республики Беларусь летом. Аномалии рассчитаны относительно периода 1961-1990 гг. Цифрами приведены значения аномалий температуры (в градусах Цельсия) на станциях. Красными кружками показаны станционные экстремумы – выше 95-го процентиля



**Рисунок 2** - Средние сезонные и месячные аномалии атмосферных осадков (% от нормы) на территории республики Беларусь летом.

Аномалии рассчитаны относительно периода 1961-1990 гг. Цифрами приведены значения аномалий температуры (в градусах Цельсия) и осадков (в % от нормы) на станциях.

Синими кружками показаны станционные экстремумы – выше 95-го перцентиля

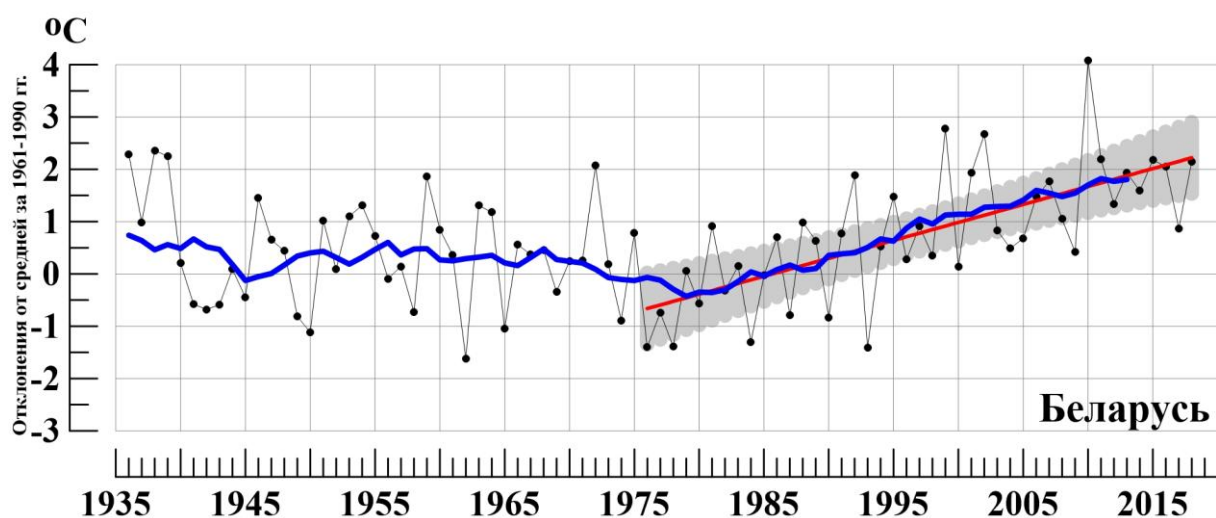
**Таблица 3**

Характеристики режима осадков на станциях Беларуси летом 2018 г.

	<i>Витебск</i>	<i>Минск</i>	<i>Могилев</i>	<i>Брест</i>	<i>Пинск</i>	<i>Василевичи</i>	<i>Гомель</i>
	26666	26850	26863	33008	33019	33038	33041
<b>а) Сумма осадков (мм/месяц)</b>							
<i>Лето</i>	87.3	91.7	117.3	97.0	65.0	77.3	107.7
Июнь	55	47	122	66	34	88	67
Июль	174	169	207	180	111	102	187
Август	33	59	23	45	50	42	69
<b>б) Аномалия сумм осадков / (мм/месяц)</b>							
<i>Лето</i>	5.67	10.60	40.87	21.03	-7.53	-3.23	32.43
Июнь	-23.4	-35.7	41.4	-5.5	-45.2	8.6	-17.4
Июль	80.5	80.9	122.2	99.8	36.7	13.3	104.9
Август	-40.1	-13.4	-41.0	-31.2	-14.1	-31.6	9.8

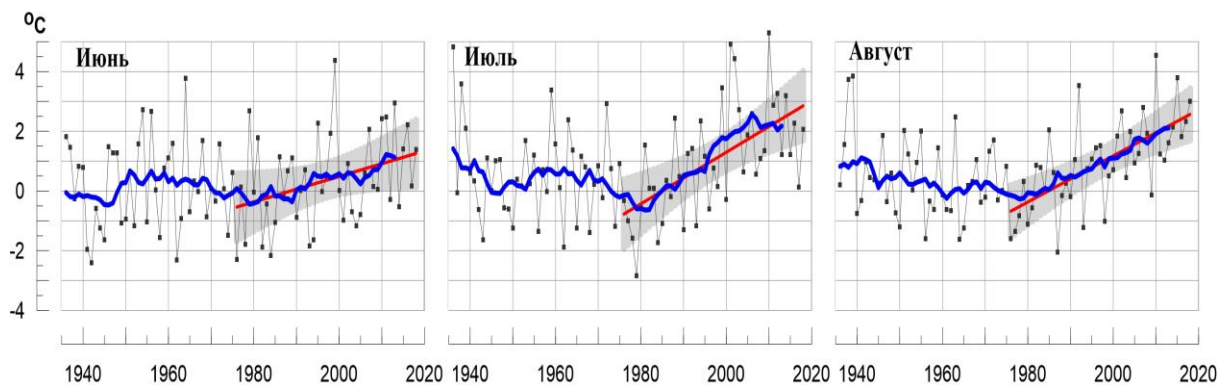
в) Относительная аномалия сумм осадков (% от нормы)							
Лето	107	113	153	128	90	96	143
Июнь	70	57	151	92	43	111	79
Июль	186	192	244	224	149	115	228
Август	45	81	36	59	78	57	117

На рисунках 3-6 показаны временные ряды осредненных по территории Беларуси сезонных и месячных аномалий температуры воздуха и осадков с 1936 по 2018 гг. В таблицах 4 и 5 приведены аномалии температуры и осадков, а также оценки трендов, в среднем по всей территории республики Беларусь.



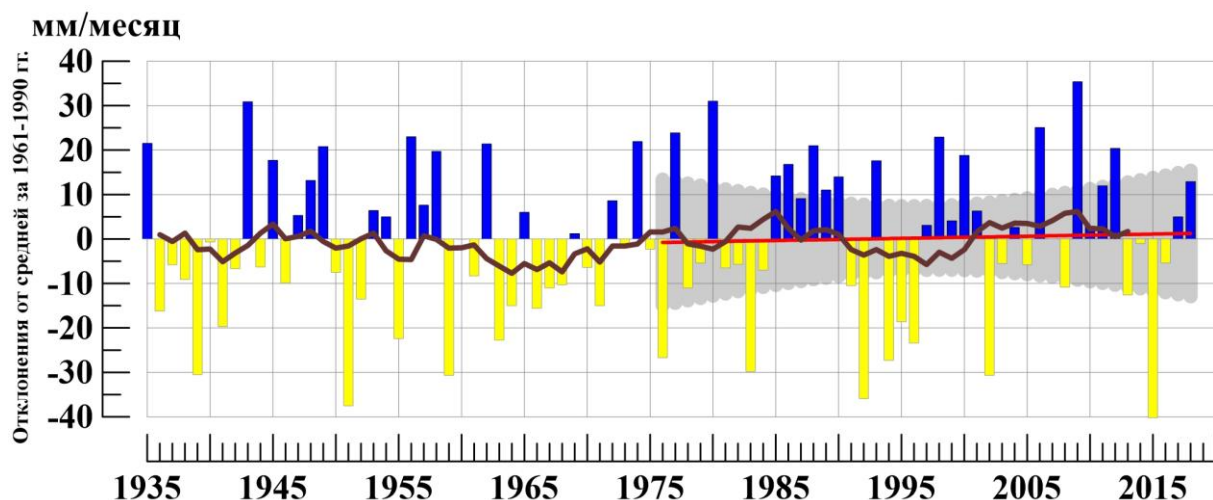
**Рисунок 3** - Сезонные (июнь - август) аномалии температуры приземного воздуха ( $^{\circ}\text{C}$ ), осредненные по территории Республики Беларусь.

*Аномалии рассчитаны как отклонения от среднего 1961-1990 гг. Сглаженная кривая получена 11-летним скользящим осреднением. Линейный тренд проведен по данным за 1976-2018 гг.*

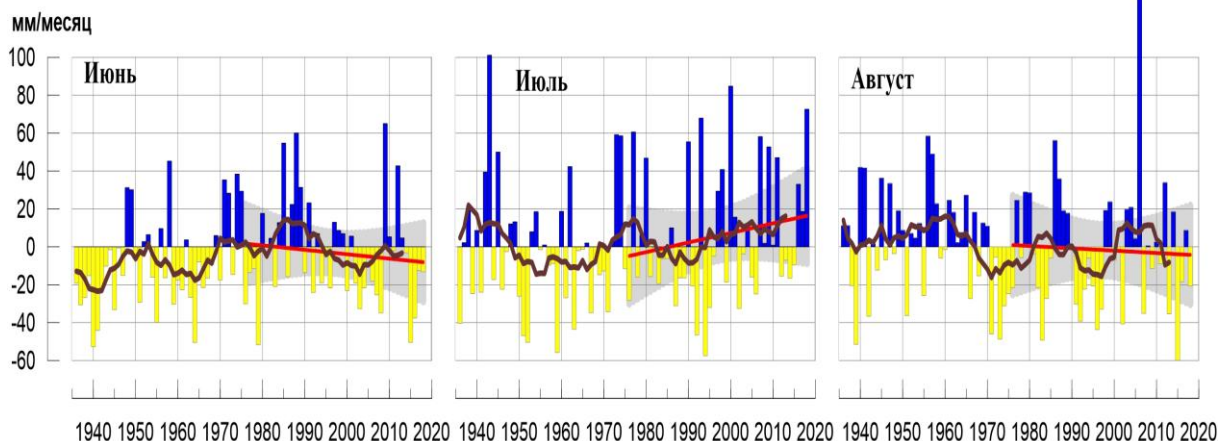


**Рисунок 4** - Средние месячные аномалии температуры приземного воздуха ( $^{\circ}\text{C}$ ), осредненные по территории Республики Беларусь.

*Условные обозначения см. на рисунке 3.*



**Рисунок 5** - Сезонные (июнь - август) аномалии месячных сумм осадков (мм/месяц), осредненные по территории Республики Беларусь.  
Условные обозначения см. на рис. 3



**Рисунок 6** - Средние месячные аномалии атмосферных осадков (мм/месяц), осредненные по территории Республики Беларусь.  
Условные обозначения см. на рисунке 3.

**Таблица 4**

Осредненные аномалии температуры и осадков по территории республики Беларусь за летний сезон и в отдельные месяцы сезона.

	$vT_{2018}$	s	$P(t \leq T_{2018})$	$RR_{2018}$	$vR_{2018}$	s	$P(r \leq R_{2018})$
<b>Лето</b>	2.15	0.91	90.2	93	12.9	15.9	75.6
Июнь	1.38	1.49	74.4	83	-13.2	28.1	48.8
Июль	2.07	1.38	78.0	186	72.6	30.3	97.6
Август	2.99	1.10	93.9	70	-20.7	26.9	28.0

**Примечание:** Аномалии  $vT_{2018}$  ( $^{\circ}C$ ),  $vR_{2017}$  (мм/месяц) рассчитаны как отклонения от нормы (среднее за период 1961-1990 гг.), s ( $^{\circ}C$ , мм/месяц), – среднее квадратическое отклонение

**Таблица 5**

Оценки линейного тренда 1976-2018 гг. в среднем по Республике Беларусь

Сезон	Температура		Осадки	
	<i>b</i> <sub>1976-2018</sub> °C/10 лет	<i>D</i> <sub>1976-2018</sub> %	<i>b</i> <sub>1976-2018</sub> мм/мес/10лет	<i>D</i> <sub>1976-2018</sub> %
<i>Лето</i>	<b>0.68</b>	<b>48</b>	<b>0.5</b>	<b>0</b>
Июнь	0.43	12	-2.3	1
Июль	0.86	35	5.0	3
Август	0.77	42	-1.2	0