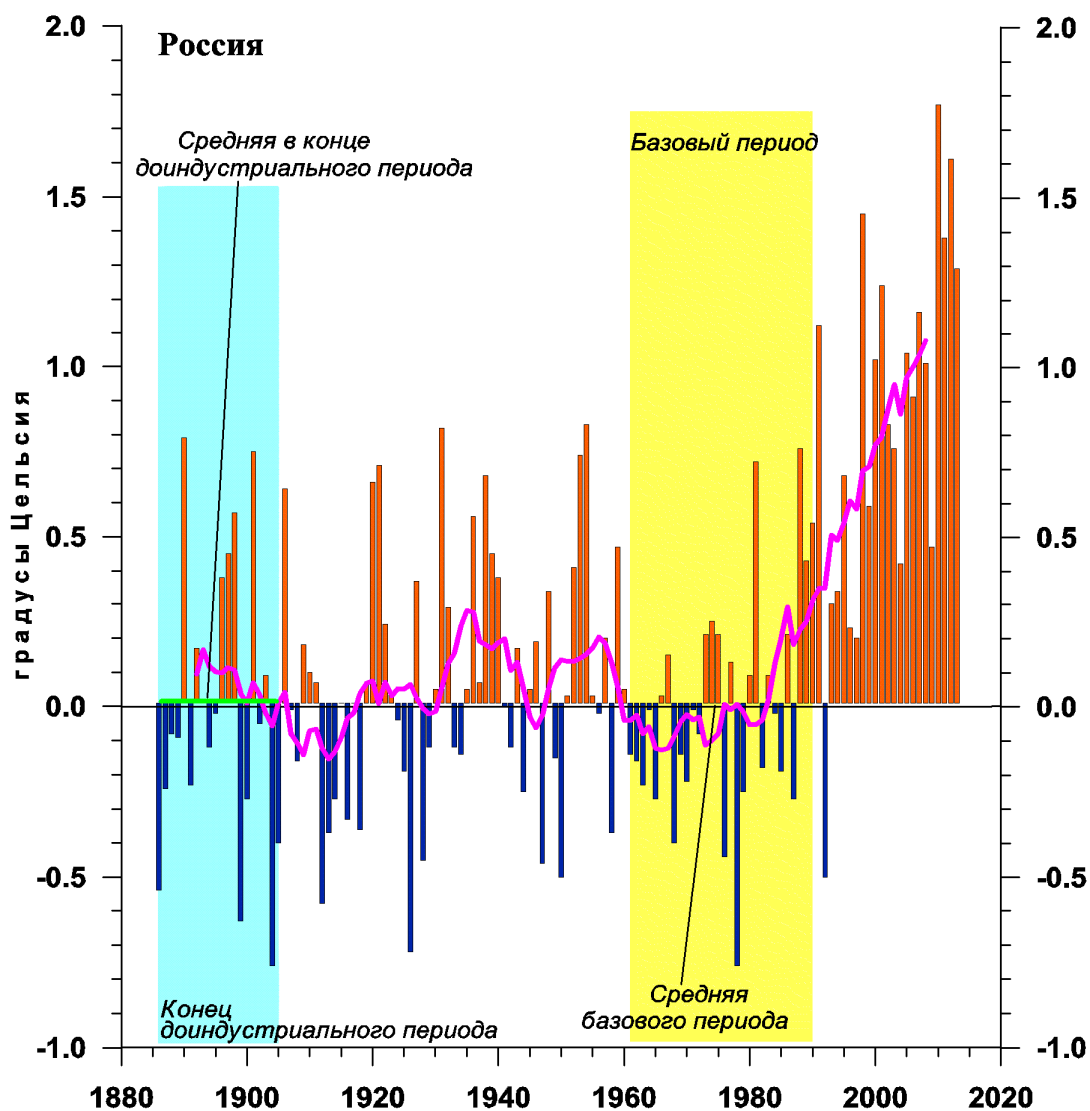


ФГБУ «Институт Глобального Климата и Экологии»



## ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА 2014

ЛЕТО: июнь – август

Обзор состояния и тенденций изменения  
климата России

★  
Москва 2014

## 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 2014 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, 1936-2014 гг.....	20
5. ОЦЕНКИ ЭКСТРЕМАЛЬНОСТИ И АНОМАЛЬНОСТИ КЛИМАТА РОССИИ, 1936-2014 гг. (летний сезон) .....	24
ВЫВОДЫ .....	28
ПРИЛОЖЕНИЕ. Климатические особенности лета 2014г. на территории Республики Беларусь .....	31

---

<sup>1</sup> На обложке приведен ход средней сезонной аномалии температуры приземного воздуха, осредненной по территории России, за 1887 – 2014 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 310 станций России). В настоящем выпуске использованы данные 254 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 наблюденного 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.

Регионально осредненные аномалии рассчитываются в два этапа. На первом этапе территория региона покрывается регулярной сеткой  $2.5^{\circ}$  широты \*  $5.0^{\circ}$  долготы, и в каждой ячейке сетки рассчитывается среднее арифметическое из попавших в эту ячейку стационарных аномалий. Затем выполняется взвешенное осреднение ячейчных средних с весами, пропорциональными площади пересечения ячейки с территорией региона.

Аналогично, для каждого региона по данным о стационарных 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"

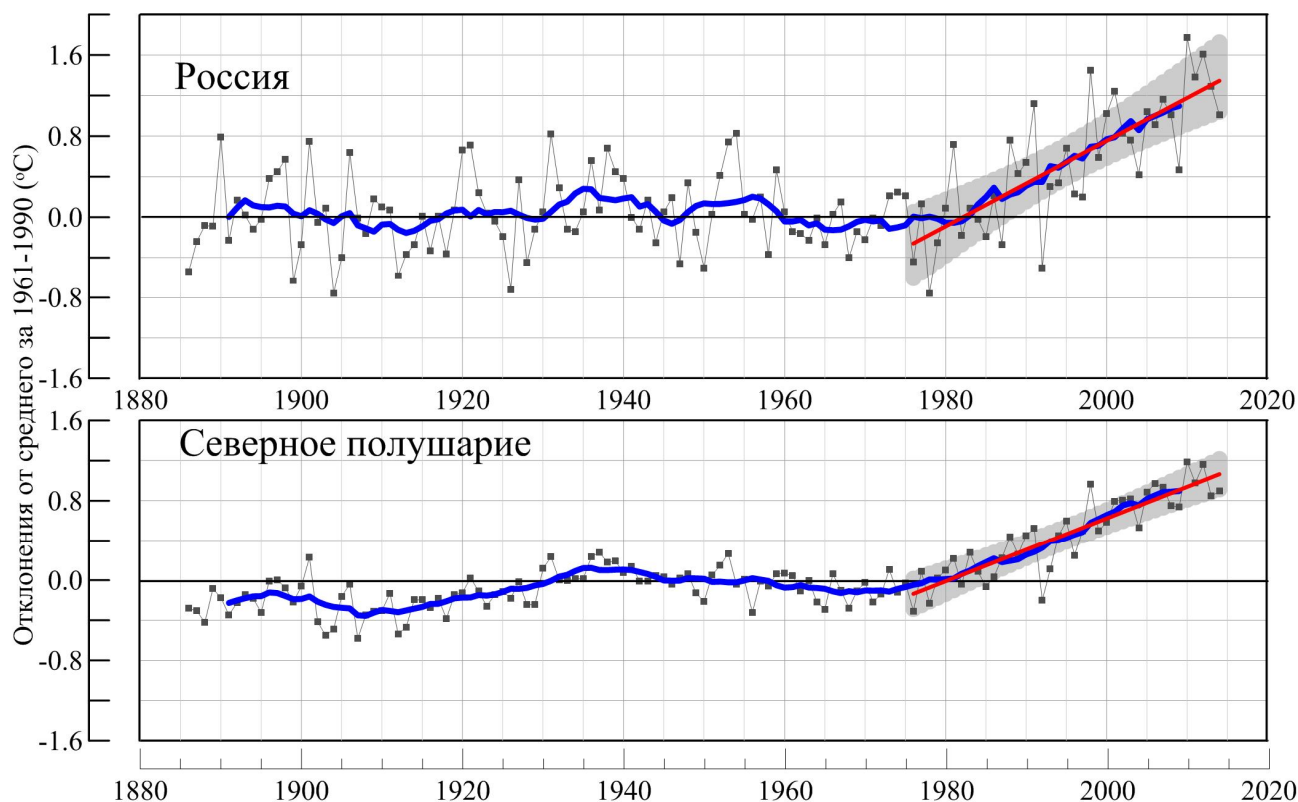
\*\* В выпуске принимали участие сотрудники Отдела мониторинга и вероятностного прогноза климата ФГБУ «ИГКЭ Росгидромета и РАН»: Г.В. Груза (руководитель), М.Ю. Бардин, Э.Я. Ранькова, Э.В. Рочева, Т.В. Платова, О.Ф. Самохина, Ю.Ю. Соколов.

Информация о засухе и засушливых явлениях подготовлена на основе материалов Центра мониторинга засухи (ЦМЗ) МСГ НГМС СНГ на базе ФГБУ «ВНИИСХМ»: руководитель А.Д. Клещенко, отв.исполнитель Т.В. Хомякова.

## 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: 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 1976-2014 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 1886-2014 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 1976-2014 гг. Использованы данные Университета Восточной Англии (СП) и данные ФГБУ «ИГКЭ Росгидромета и РАН» (Россия).*

Аномалия температуры воздуха над сушей СП летом составила  $+0.896^{\circ}\text{C}$  (при стандартном отклонении  $0.20^{\circ}\text{C}$ ) – седьмая по величине положительная аномалия с 1886 г. Шесть предыдущих максимальных значений (кроме 1998 года (аномалия

+0.967°C)) зафиксированы в последние восемь лет, из них рекордное значение – аномалия +1.188°C в 2010 году.

Для России в целом лето тоже было теплым, средняя сезонная аномалия температуры приземного воздуха составила +1.01°C при величине стандартного отклонения 0.33°C – 11-ая величина в ряду.

Оценки линейных трендов, характеризующие тенденцию изменений летних температур за период 1976-2014 гг. в среднем для СП и России, приведены в табл. 1.1. Увеличение летних температур в среднем по территории России происходит в 1.3 раза быстрее, чем по Северному полушарию. Сглаженная кривая на рис.1 показывает, что начало потепления на территории России приходится на начало 1980-х гг., а для СП в целом – на середину 1970-х гг.

**Таблица 1.1**

Сезонные (лето: июнь - август) аномалии температуры приземного воздуха относительно норм базового периода 1961-1990 гг. (°C), осредненные по суше СП и России и оценки линейного тренда за период 1976-2014

Регионы	$\nu T_{2014}$	$s_{1961-90}$	$b, \text{ }^\circ\text{C}/10 \text{ лет}$	$D \%$
СП	0.90	0.20	0.32	78
Россия	1.01	0.33	0.42	60

*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 2014 г. НА ТЕРРИТОРИИ РОССИИ

На рис. 2.1 и 2.2 представлены карты сезонных и месячных аномалий температуры и осадков на территории России летом 2014 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.** По сравнению с экстремально теплой весной (самой теплой с 1936 г.) и особенно первыми двумя ее месяцами, лето было умеренно теплым. Осредненная по территории РФ аномалия +1.01°C – 11-ая величина в ряду наблюдений с 1936 г.

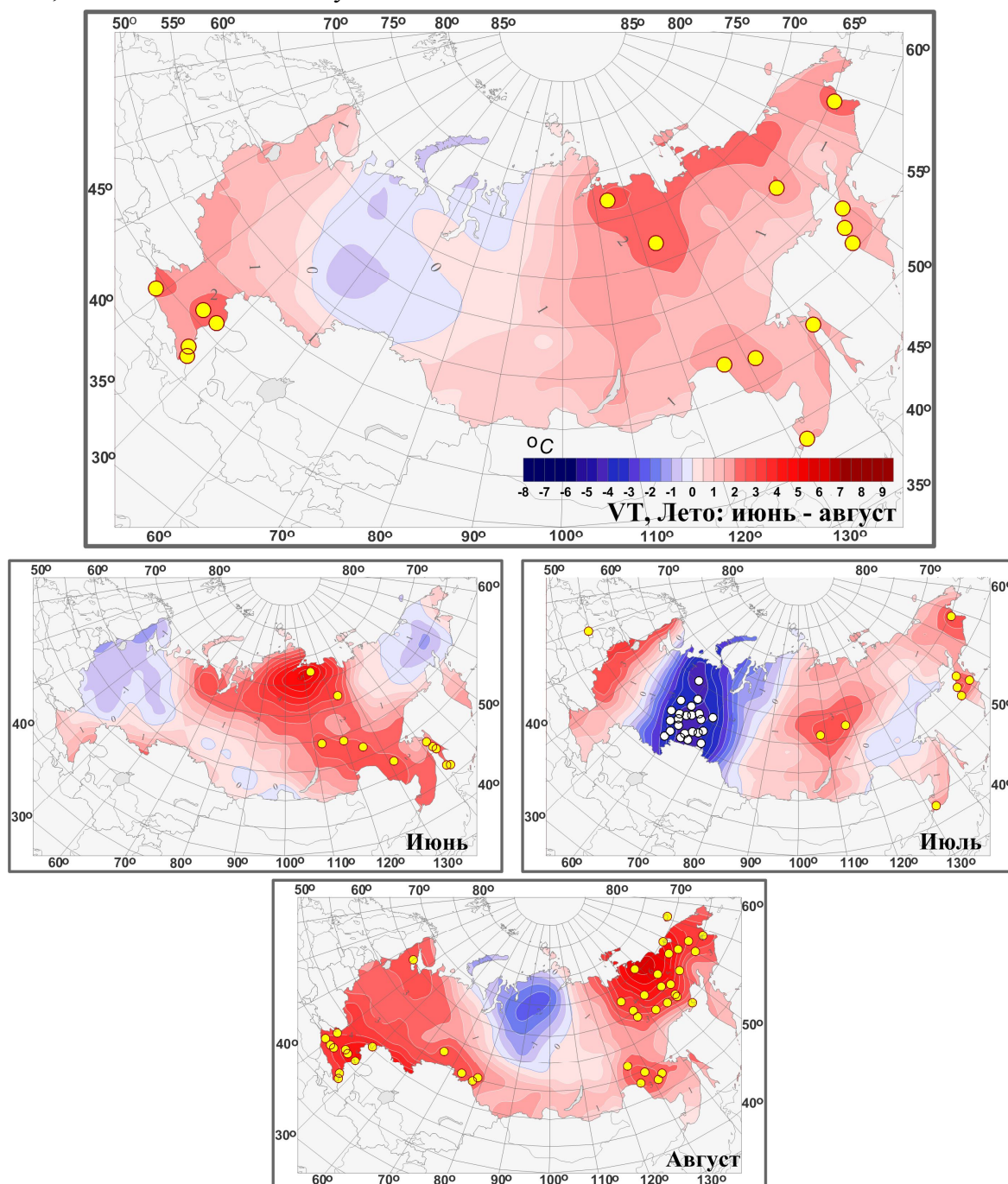
Отрицательные аномалии температуры (не превосходящие 1°C по абсолютной величине) наблюдались лишь в области, охватывающей северо-восток ЕЧР (район Печоры), Урал и большую часть Западной Сибири.

На ЕЧР тепло почти везде (кроме северо-востока) аномалии температуры на станциях не превышали +2°C, лишь на некоторых станциях Южного и Северо-Кавказского ФО температура была выше 95-го перцентиля и аномалии больше +2°C. Осредненная по Северо-Кавказскому ФО летняя аномалия составила +1.96°C – вторая величина в ряду.



В АЧР тепло в юго-восточных районах Западной Сибири и далее до восточных границ страны. Особенно тепло (аномалии выше  $+2^{\circ}\text{C}$ ) на западе и севере Якутии и в некоторых районах Чукотского АО. Температуры на некоторых станциях выше 95-го перцентиля и более чем на  $+1.5^{\circ}\text{C}$  выше климатической нормы наблюдались на западе Камчатки, в Приамурье. Осредненные по регионам: Приамурье и Приморье и Восточная Сибирь аномалии температуры  $+1.51^{\circ}\text{C}$  и  $+1.49^{\circ}\text{C}$  – пятые величины в рядах.

На распределение отрицательных сезонных аномалий основное влияние оказал июль, а положительных - август.



**Рисунок 2.1** – Поля средней сезонной и средних месячных аномалий температуры приземного воздуха ( $^{\circ}\text{C}$ ) на территории России летом 2014 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 территории РФ июльская аномалия температуры  $+0.96^{\circ}\text{C}$  – 18-ая величина в ряду.

На большей части ЕЧР (исключая Южный ФО, юго-восток Приволжского ФО, северо-восток Северо-Западного ФО) наблюдались температуры немного ниже климатической нормы (аномалии ниже  $-1^{\circ}\text{C}$  - лишь Карелии и в Псковской области).

В Южном ФО, на юго-востоке Приволжского ФО, северо-востоке Северо-Западного ФО было тепло (аномалии до  $+2^{\circ}\text{C}$ ).

В АЧР было почти всюду тепло (за исключением отдельных южных районов Сибирского ФО, а также востока Якутии и большей части Чукотки). Наиболее теплые условия (аномалии от  $+2^{\circ}\text{C}$  до  $+5^{\circ}\text{C}$ ) наблюдались в северных районах АЧР: от Урала до течения Лены, и в южной части Дальневосточного ФО; на отдельных станциях температура была выше 95-го перцентиля (следует отметить Сахалин: температура выше 95-го перцентиля наблюдалась здесь почти на всех станциях).

### **Июль.**

Осредненная по территории РФ июльская аномалия температуры  $+0.25^{\circ}\text{C}$  – 32-ая величина в ряду с 1936 г., т.е. близка к медиане.

Яркая особенность июля – мощная область холода в восточной части ЕЧР, на Урале, в Западной Сибири. На большинстве станций Среднего и Южного Урала и юга Западной Сибири температуры были ниже 5-го перцентиля (наибольшая по величине аномалия зафиксирована на станции Гари Свердловской области:  $-4.7^{\circ}\text{C}$ ). Осредненная по Уральскому ФО – аномалия составила  $-2.99^{\circ}\text{C}$  – *четвертая* среди наименьших величин в ряду, а по региону Западная Сибирь аномалия  $-1.85^{\circ}\text{C}$  – десятая величина в упорядоченном по возрастанию ряду.

Небольшие отрицательные аномалии (не ниже  $-1^{\circ}\text{C}$ ) наблюдались также в южных районах Восточной Сибири и в Приамурье.

На остальной территории страны было тепло: в западной части ЕЧР аномалии достигали  $+3.5^{\circ}\text{C}$ , на АЧР аномалии в южных районах Якутии, в Корякском АО на Камчатке составили около  $+3^{\circ}\text{C}$ .

### **Август.**

Осредненная по территории РФ августовская аномалия температуры  $+1.82^{\circ}\text{C}$  – вторая величина в ряду с 1936 г. после рекордного августа 2007 года (аномалия  $+1.97^{\circ}\text{C}$ ). Тепло на ЕЧР (за исключением Новой Земли), на Южном Урале и юге Западно-Сибирской низменности, на севере Дальневосточного региона, в горах Прибайкалья и Забайкалья. Экстремально теплые условия (температуры на станциях выше 95-го перцентиля) наблюдались на юге ЕЧР (в Южном и Северо-Кавказском ФО, осредненные по этим ФО аномалии составили:  $+3.64^{\circ}\text{C}$ ,  $+3.42^{\circ}\text{C}$  – пятая и третья положительные величины в соответствующих рядах), в восточных районах Якутии, на Чукотке, в Приамурье (осредненные аномалии температуры составили по региону Приамурье и Приморье:  $+1.82^{\circ}\text{C}$  (четвертая величина в ряду) и Восточная Сибирь: и  $+2.93^{\circ}\text{C}$  – исторический *максимум* температуры августа).

Холодно было на Новой Земле, на Ямале, на территории Гыданского полуострова, на Таймыре, в западной части Среднесибирского плоскогорья;

максимальная по величине отрицательная аномалия  $-2.4^{\circ}\text{C}$  зафиксирована на станции Волочанка Таймырского АО.

**Атмосферные осадки.** В целом за сезон осредненные по территории РФ осадки соответствовали норме.

Дефицит осадков наблюдался в центральных и южных районах ЕЧР (за счет июня и в особенности июля) и далее в регионах вдоль южных границ РФ: в Саянах, в горах Забайкалья (осредненные по региону Прибайкалье и Забайкалье осадки 78% нормы – рекордная минимальная величина в ряду, дефицит осадков наблюдался в июле (значительный) и в августе); на севере дефицит осадков наблюдался в АЧР вдоль побережья Карского моря, моря Лаптевых, Восточно-Сибирского и Берингова морей.

Избыток осадков наблюдался в полосе от северо-западных границ РФ до побережья Охотского моря (на территории ЕЧР – это центральные и северные районы, в АЧР – центральные районы). Наиболее сильный избыток осадков (более полутора норм) наблюдался в среднем течении Оби, вдоль побережья Охотского моря (на ряде станций количество выпавших осадков превысило 95-ый процентиль). Следует отметить Уральский ФО: осредненные осадки составили 121% нормы (вероятность превышения 93.6%).

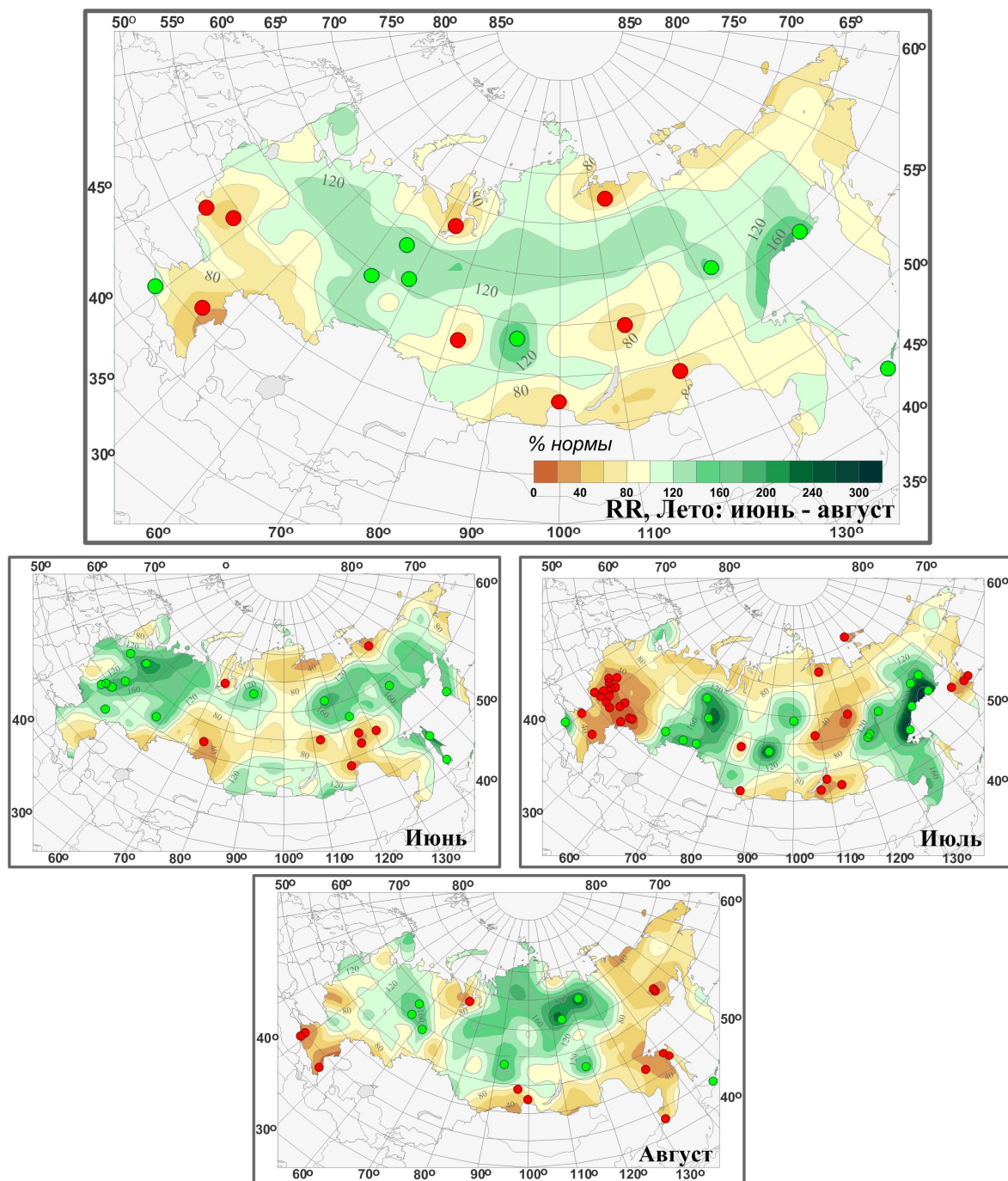
#### **Июнь.**

В среднем по территории РФ количество выпавших осадков 107% нормы – 20-ая величина в ряду.

На большей части ЕЧР (кроме восточных областей ЮФО), на Урале (кроме Южного Урала) наблюдался значительный избыток осадков (120%-200%), на ряде станций количество выпавших осадков превысило 95-ый процентиль, наибольшее количество осадков зафиксировано на станции Елатьма Рязанской области: 287% нормы. Осредненные по территории ЕЧР осадки составили 129% нормы – *четвертая* величина в ряду с 1936 г (т.е., столько или больше выпадало примерно раз в 20 лет). Значительный избыток осадков (120%-200%) наблюдался также в нижнем течении Енисея (на станции Игарка выпало 211% нормы осадков), в центральных районах Якутии, в Магаданской области, в Хабаровском крае, в западных районах Камчатки, на Сахалине (на станциях: Ноглики и Южно-Сахалинск выпало более 2,5 норм). Избыток осадков (более 120%) наблюдался, в южных районах Сибирского ФО (от Алтая до Читинской области).

Значительный дефицит осадков (40%-80%) наблюдался вдоль азиатского побережья морей Северного Ледовитого океана, в южных районах Западно-Сибирской низменности, на юге Якутии и в Амурской области, на ряде станций количество выпавших осадков было меньше 5-го процентиля.

Дефицит осадков способствовал образованию засух, в основном, средней интенсивности в Волгоградской и Ростовской областях ЮФО, в Кабардино-Балкарской республике и Ставропольском крае СКФО, Курганской и Челябинской областях УФО.



**Рисунок 2.3** – Поля аномалий средних сезонных и месячных сумм осадков (в процентах от нормы за 1961-1990 гг.) на территории России летом 2014 (июнь – август). Кружками красного цвета показаны станционные экстремумы ниже 5-го перцентилля, зеленого – выше 95-го перцентилля.

### Июль.

В среднем по территории РФ количество выпавших осадков составило 100% нормы.

На большей части ЕЧР наблюдался значительный дефицит осадков: на большинстве станций Центрального и Приволжского ФО количество выпавших осадков меньше 5-го перцентилля. Осредненные по ЕЧР осадки: 66% нормы - *четвертая* минимальная величина в ряду (меньше всего осадков на ЕЧР выпало в

Центральном ФО – 37% нормы – *вторая* минимальная величина после рекордного июля 2010 года, когда выпало 34% нормы).

Сильный дефицит осадков на ЕЧР способствовал образованию засух средней (преимущественно) и сильной интенсивностей во второй и третьей декадах июля в ряде областей ЦФО: Липецкой, Тульской, Тамбовской, Ярославской, Тверской областях; в течение всех декад месяца во многих областях Приволжского и Южного ФО и в Ставропольском крае СКФО.

На юге Сибири, в западных районах Якутии, на Камчатке наблюдался значительный дефицит осадков (80%-40%), осредненные по региону Прибайкалье и Забайкалье осадки составили 69% - *третья* из минимальных величин в ряду. Сильный дефицит осадков на юге Сибири способствовал образованию засух средней интенсивности в Бурятии, Хакасии, Алтайском крае, Новосибирской и Челябинской областях.

Дефицит осадков наблюдался вдоль всего арктического побережья.

На большей части Западной и Средней Сибири (кроме северных районов), в восточной части Дальневосточного ФО наблюдался значительный избыток осадков; на многих станциях количество выпавших осадков превысило 95-ый процентиль. Осредненные по территории региона Восточная Сибирь и по Уральскому и Дальневосточному ФО осадки составили 143%, 148%, 127% нормы – *вторая, пятая и пятая* величины в рядах.

#### **Август.**

В среднем по территории РФ количество выпавших осадков 93% нормы ;вероятность непревышения этой величины 11.5%, такой дефицит осадков в целом по России бывает приблизительно раз в 9 лет.

Дефицит осадков наблюдался в южных и юго-западных районах ЕЧР, , на Северном и Полярном Урале, в верховьях Оби, в низовьях Иртыша, на Алтае и в Саянах, в горах Забайкалья, в Хабаровском и в Приморском краях, в Амурской области, на востоке Якутии, на Чукотке, на Камчатке, в Магаданской области, .

Наиболее сильный дефицит осадков (80%-20%) наблюдался на юге ЕЧР (осредненные осадки в Южном и Северо-Кавказском ФО: 56% и 52% - вероятность непревышения этих величин 12.8% и 10.3% соответственно, то есть такой дефицит осадков наблюдается здесь раз в 9-10 лет), на Алтае, в Хабаровском крае (осредненные осадки по регионам Приамурье и Приморье и Восточная Сибирь составили 57% и 71% нормы – *третья и пятая* минимальные величины в рядах).

Дефицит осадков на юге ЕЧР совместно с экстремальными температурными условиями способствовал образованию засух (преимущественно сильной интенсивности) в Краснодарском крае и в Ростовской, Волгоградской областях ЮФО и в Ставропольском крае СКФО. Дефицит осадков на юге Сибири способствовал продолжению засух средней интенсивности в Бурятии, Хакасии, Алтайском крае, Новосибирской и Челябинской областях.

Избыток осадков наблюдался в Мурманской области, в центральных и восточных районах ЕЧР, на Среднем Урале, в междуречье Оби и Лены (здесь на ряде

станций выпало более двух норм осадков). Осредненные осадки по региону Средняя Сибирь 127% 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.

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 непревышения) региональных аномалий по данным за 1936-2013 годы.

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

Как уже отмечалось выше, лето для России в целом (см. табл. 2.1) было теплым, аномалия температуры  $+1.01^{\circ}\text{C}$  – 11-ая величина в ранжированном по убыванию ряду наблюдений с 1936 года. Самым теплым был август (см. табл. 2.1.1): аномалия  $+1.82^{\circ}\text{C}$  - *вторая* величина в ранжированном по убыванию ряду (более теплым был август 2007 года: аномалия  $+1.97^{\circ}\text{C}$ ). В июне осредненная по территории России аномалия температуры составила  $+0.96^{\circ}\text{C}$  – 18-ая величина в ряду, в июле:  $+0.25^{\circ}\text{C}$  – 32-ая величина в ряду.

Осредненные по физико-географическим регионам РФ сезонные аномалии температуры все были положительными. Очень тепло в регионах: Приамурье и Приморье и Восточная Сибирь (аномалии  $+1.51^{\circ}\text{C}$  и  $+1.49^{\circ}\text{C}$ , вероятности непревышения 94.9%, то есть такие величины наблюдаются примерно один раз в 20 лет). Из ФО следует отметить Уральский ФО, где сезонная аномалия была отрицательной:  $-0.16^{\circ}\text{C}$ .

Таблица 2.1

Регионально осредненные аномалии температуры летом 2014 г.

Регионы	$vT_{2014}$	$s_{1961-90}$	$P(t \leq T_{2014})$
Российская Федерация	1.01	0.33	87.2
<b>Физико-географические регионы России</b>			
Европейская часть России	0.95	1.00	76.9
Западная Сибирь	0.10	0.80	47.4
Средняя Сибирь	1.28	0.65	91.0
Прибайкалье и Забайкалье	1.17	0.57	84.6
Приамурье и Приморье	<b>1.51</b>	0.75	<b>94.9</b>
Восточная Сибирь	<b>1.49</b>	0.56	<b>94.9</b>
<b>Федеральные округа РФ</b>			
Северо-Западный	0.58	1.17	59.0
Центральный	1.39	1.22	79.5
Приволжский	0.52	1.19	55.1
Южный	1.90	1.04	88.5
Северо-Кавказский	<b>1.96</b>	0.76	<b>98.7</b>
Уральский	-0.16	1.02	32.1
Сибирский	0.84	0.47	83.3
Дальневосточный	<b>1.56</b>	0.48	<b>97.4</b>

**Примечание:** 1. Аномалии  $vT_{2014}$  ( $^{\circ}C$ ) рассчитаны как отклонения от нормы 1961-1990 гг.;  $s$  ( $^{\circ}C$ ) – среднее квадратическое отклонение за базовый период; вероятности непревышения  $P(t \leq T_{2014})$  рассчитаны по выборке за 1936-2013 гг. и выражены в %. Выделены экстремальные значения, попадающие в 5% максимальных.

Таблица 2.1.1

Регионально осредненные аномалии температуры в летние месяцы.

Регионы	Июнь			Июль			Август		
	$vT_{2014}$	$s_{1961-90}$	$P(t \leq T_{2014})$	$vT_{2014}$	$s_{1961-90}$	$P(t \leq T_{2014})$	$vT_{2014}$	$s_{1961-90}$	$P(t \leq T_{2014})$
Российская Федерация	0.96	0.60	78.2	0.25	0.45	60.3	<b>1.82</b>	0.40	<b>98.7</b>
<b>Физико-географические регионы России</b>									
Европейская часть России	-0.07	1.50	42.3	0.17	1.30	42.3	2.75	1.25	93.6
Западная Сибирь	0.80	1.41	71.8	-1.85	1.22	11.5	1.34	1.12	85.9
Средняя Сибирь	2.21	1.19	89.7	1.15	1.04	76.9	0.43	0.92	55.1
Прибайкалье и Забайкалье	1.46	1.09	84.6	1.03	0.85	71.8	1.00	0.98	76.9
Приамурье и Приморье	<b>2.20</b>	1.20	<b>96.2</b>	0.43	0.93	60.3	<b>1.82</b>	0.79	<b>96.2</b>
Восточная Сибирь	0.54	0.97	62.8	0.96	0.74	75.6	<b>2.93</b>	0.82	<b>100.0</b>
<b>Федеральные округа РФ</b>									
Северо-Западный	-0.38	1.78	34.6	-0.12	1.57	44.9	2.26	1.26	89.7
Центральный	-0.55	1.81	33.3	2.06	1.47	80.8	2.64	1.43	93.6
Приволжский	0.02	1.81	50.0	-1.27	1.59	23.1	2.80	1.59	89.7
Южный	0.66	1.46	61.5	1.39	1.31	71.8	<b>3.64</b>	1.44	<b>94.9</b>
Северо-Кавказский	1.23	1.11	82.1	1.23	1.10	79.5	<b>3.42</b>	1.14	<b>97.4</b>
Уральский	1.21	1.64	70.5	<b>-2.99</b>	1.37	<b>3.8</b>	1.23	1.31	76.9
Сибирский	1.28	1.10	79.5	0.59	0.87	69.2	0.67	0.81	73.1
Дальневосточный	1.46	0.80	88.5	0.92	0.64	79.5	<b>2.22</b>	0.66	<b>100.0</b>



Таблица 2.2

Регионально осредненные аномалии осадков летом 2014 г.

Регионы	$\nu R_{2014}$	$RR_{2014}$	$m$	$m-q1$	$q3-m$	$P(r \leq R_{2014})$
Российская Федерация	-0.2	100	-0.8	1.4	2.6	41.0
<b>Физико-географические регионы России</b>						
Европейская часть России	-2.2	96	-1.4	1.8	6.3	41.0
Западная Сибирь	5.3	109	0.8	5.9	5.1	66.7
Средняя Сибирь	5.5	110	-0.8	2.9	5.2	69.2
Прибайкалье и Забайкалье	<b>-17.5</b>	78	-0.1	6.9	4.6	<b>0.0</b>
Приамурье и Приморье	-7.0	93	1.8	12.0	11.3	39.7
Восточная Сибирь	4.1	108	-0.1	3.6	3.8	73.1
<b>Федеральные округа РФ</b>						
Северо-Западный	8.0	112	0.2	4.9	5.9	71.8
Центральный	-11.8	83	-2.0	8.3	12.8	20.5
Приволжский	-5.7	90	-0.4	6.5	7.5	33.3
Южный	-6.1	88	-2.2	6.3	10.7	32.1
Северо-Кавказский	-15.8	74	-1.8	6.1	9.2	14.1
Уральский	13.9	121	1.4	6.9	4.6	93.6
Сибирский	-4.4	93	-0.4	3.1	4.3	7.7
Дальневосточный	1.2	102	-0.4	3.6	3.8	59.0

**Примечание:** 1. Аномалии  $\nu R_{2014}$  (мм/месяц) рассчитаны как отклонения от нормы (среднее за базовый период 1961-1990 гг.),  $RR_{2014}$  - отношение  $R_{2014}$  к норме, выраженное в %,  $q1$ ,  $q3$  и  $m$  - соответственно первый, третий квартиль и медиана аномалий (мм/месяц) за базовый период; вероятности неперевышения  $P(r \leq R_{2014})$  - рассчитаны по выборке за 1936-2013 гг. и выражены в %. Выделены экстремальные значения, попадающие в 5% максимальных.

Таблица 2.2.1

Регионально осредненные аномалии осадков в летние месяцы.

Регионы	Июнь			Июль			Август		
	$\nu R_{2014}$	$RR_{2014}$	$P(r \leq R_{2014})$	$\nu R_{2014}$	$RR_{2014}$	$P(r \leq R_{2014})$	$\nu R_{2014}$	$RR_{2014}$	$P(r \leq R_{2014})$
Российская Федерация	4.0	107	75.6	0.0	100	53.8	-5.0	93	11.5
<b>Физико-географические регионы России</b>									
Европейская часть России	<b>17.8</b>	<b>129</b>	<b>96.2</b>	<b>-23.1</b>	<b>66</b>	<b>3.8</b>	-0.9	99	55.0
Западная Сибирь	-5.3	91	23.1	18.6	128	87.2	3.3	105	53.8
Средняя Сибирь	-1.3	97	30.8	3.2	106	51.3	15.5	127	88.5
Прибайкалье и Забайкалье	-9.1	85	21.8	<b>-30.1</b>	<b>69</b>	<b>2.6</b>	-13.3	84	17.9
Приамурье и Приморье	0.6	101	53.8	27.7	124	82.1	<b>-52.2</b>	<b>57</b>	<b>2.6</b>
Восточная Сибирь	5.7	114	71.8	<b>25.0</b>	<b>143</b>	<b>98.7</b>	<b>-17.3</b>	<b>71</b>	<b>5.1</b>
<b>Федеральные округа РФ</b>									
Северо-Западный	27.3	148	93.6	-14.9	78	14.1	12.7	117	82.1
Центральный	20.3	129	84.6	<b>-50.7</b>	<b>37</b>	<b>1.3</b>	-5.3	92	39.7
Приволжский	13.4	123	80.8	-29.4	56	6.4	-1.0	98	42.3
Южный	5.7	110	64.1	-5.7	88	42.3	-18.7	56	12.8
Северо-Кавказский	-4.2	94	51.3	-13.8	76	29.5	-26.9	52	10.3
Уральский	3.7	106	60.3	<b>33.0</b>	<b>148</b>	<b>94.9</b>	6.5	110	64.1
Сибирский	-7.1	87	9.0	-9.2	88	16.7	3.0	104	52.6
Дальневосточный	2.5	105	65.4	<b>19.3</b>	<b>127</b>	<b>94.9</b>	<b>-18.6</b>	<b>74</b>	<b>3.8</b>

Количество осадков летом (табл. 2.2) в регионе Россия в целом составило 100% нормы. Дефицит осадков в регионах: ЕЧР (96% нормы, дефицит во всех федеральных округах ЕЧР, кроме Северо-Западного), в Прибайкалье и Забайкалье (78% нормы – минимальная величина в ряду), в Приамурье и Приморье (93%). Избыток осадков в регионах: Западная Сибирь (109%), Средняя Сибирь (110%), Восточная Сибирь (108%). Следует отметить Уральский ФО: осадков выпало 121% нормы, вероятность непревышения 93.6% (столько осадков бывает раз в 15лет).

### **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 1976-2014 гг. температуры приземного воздуха и атмосферных осадков на территории России для летнего сезона в целом и для каждого из месяцев лета.

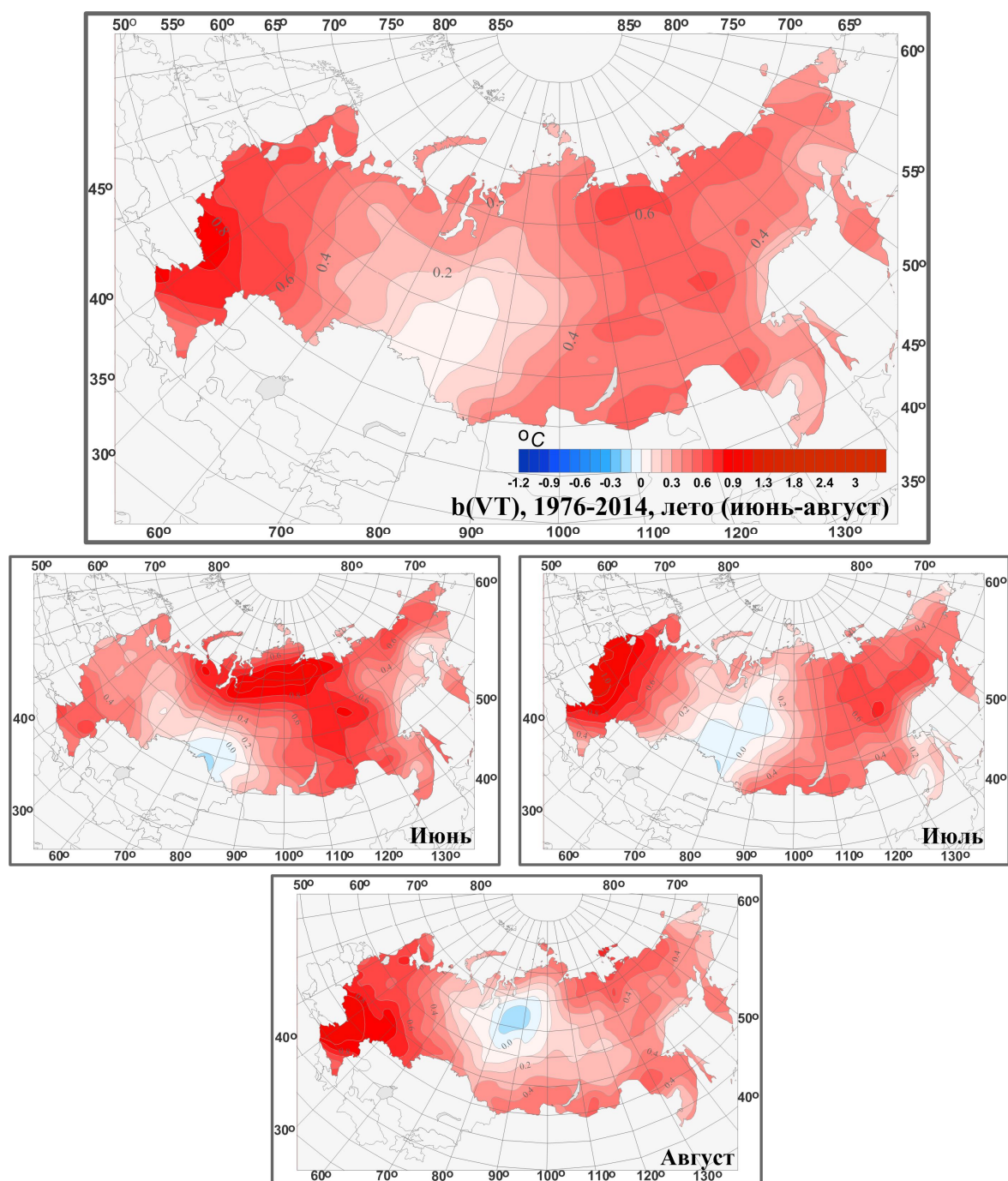
Оценки получены по стационарным временным рядам аномалий в точках расположения станций и затем картированы. Представленные поля характеризуют направление и среднюю скорость изменений температуры и осадков летнего сезона на территории России с 1976 г.

На всей территории страны в летний сезон отмечается потепление, наиболее значительное на ЕЧР (до  $+0.8^{\circ}\text{C}/10$  лет) и на севере Средней и Восточной Сибири (до  $+0.6^{\circ}\text{C}/10$  лет на побережье моря Лаптевых).

В отдельные летние месяцы наибольшее потепление наблюдается на ЕЧР в июле (на западе до  $+1^{\circ}\text{C}/10$  лет) и в августе (в южных районах  $+0.9^{\circ}\text{C}/10$  лет), в АЧР: в июне (в Якутии до  $+0.8^{\circ}\text{C}/10$  лет).

Для всех трех летних месяцев в Сибири отмечается область незначительного похолодания, смещающаяся с юга, от границы с Казахстаном, в июне на север, в часть Западно-Сибирской низменности от слияния Оби с Иртышом до Среднесибирского плоскогорья между  $65-70^{\circ}$ с.ш. Эта перемещающаяся область похолодания проявляется для сезона в целом в виде области слабого потепления (от 0 до  $+0.2^{\circ}\text{C}/10$  лет) в Западной и Средней Сибири.

Тренд средней по России летней температуры за период 1976-2014 гг. положителен: он составляет  $+0.42^{\circ}\text{C}/10$  лет, объясняет 60% 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.



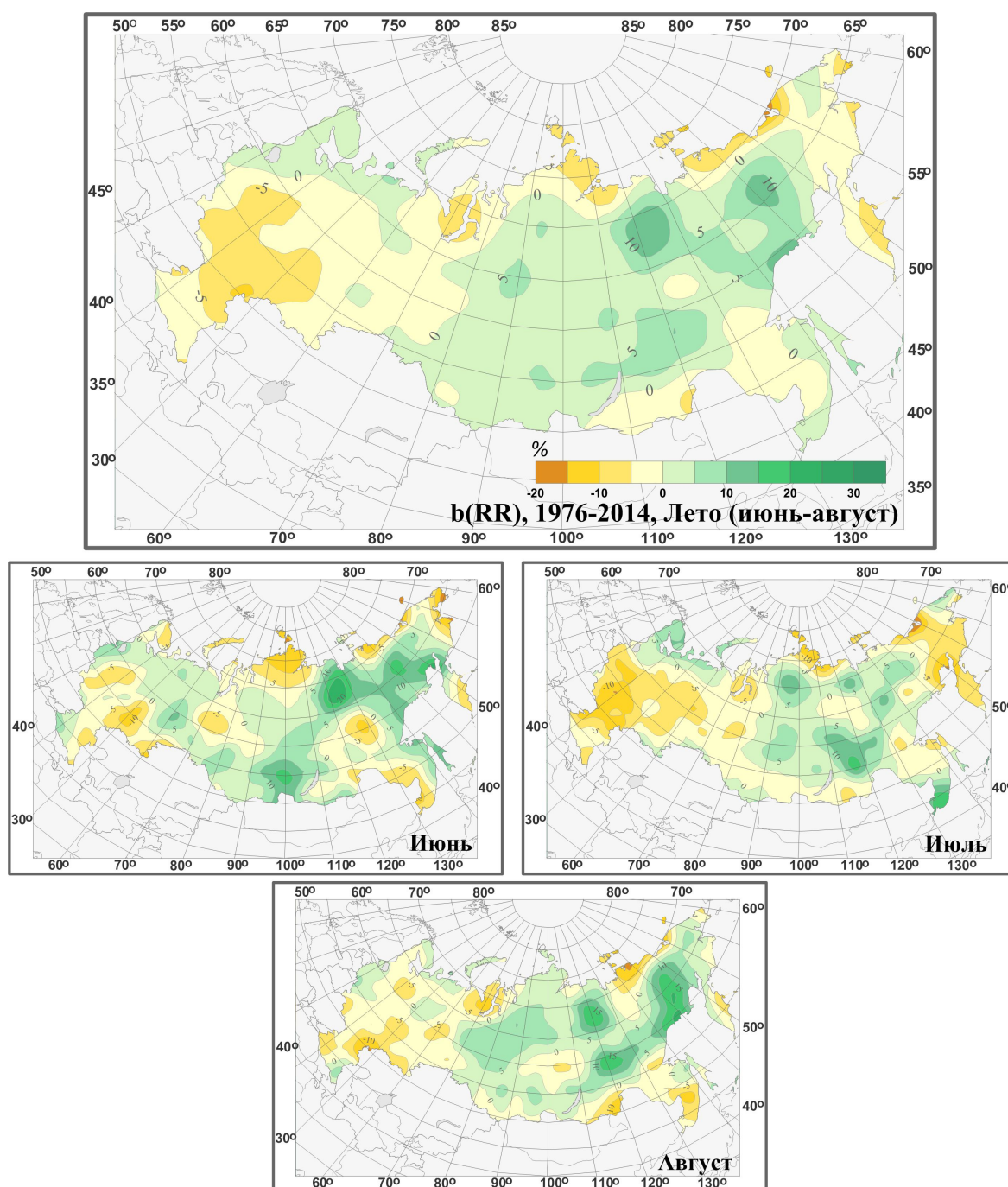
**Рисунок 3.1** – Распределение локальных коэффициентов линейного тренда сезонных и месячных аномалий температуры ( $^{\circ}\text{C}/10$  лет) на территории России по данным за 1976-2014 (лето)

В изменении сумм осадков в течение всего летнего сезона (рис. 3.3) преобладает тенденция к их слабому уменьшению на ЕЧР (центральные и южные области), и к увеличению в АЧР (кроме арктического побережья, Камчатки и Чукотки).

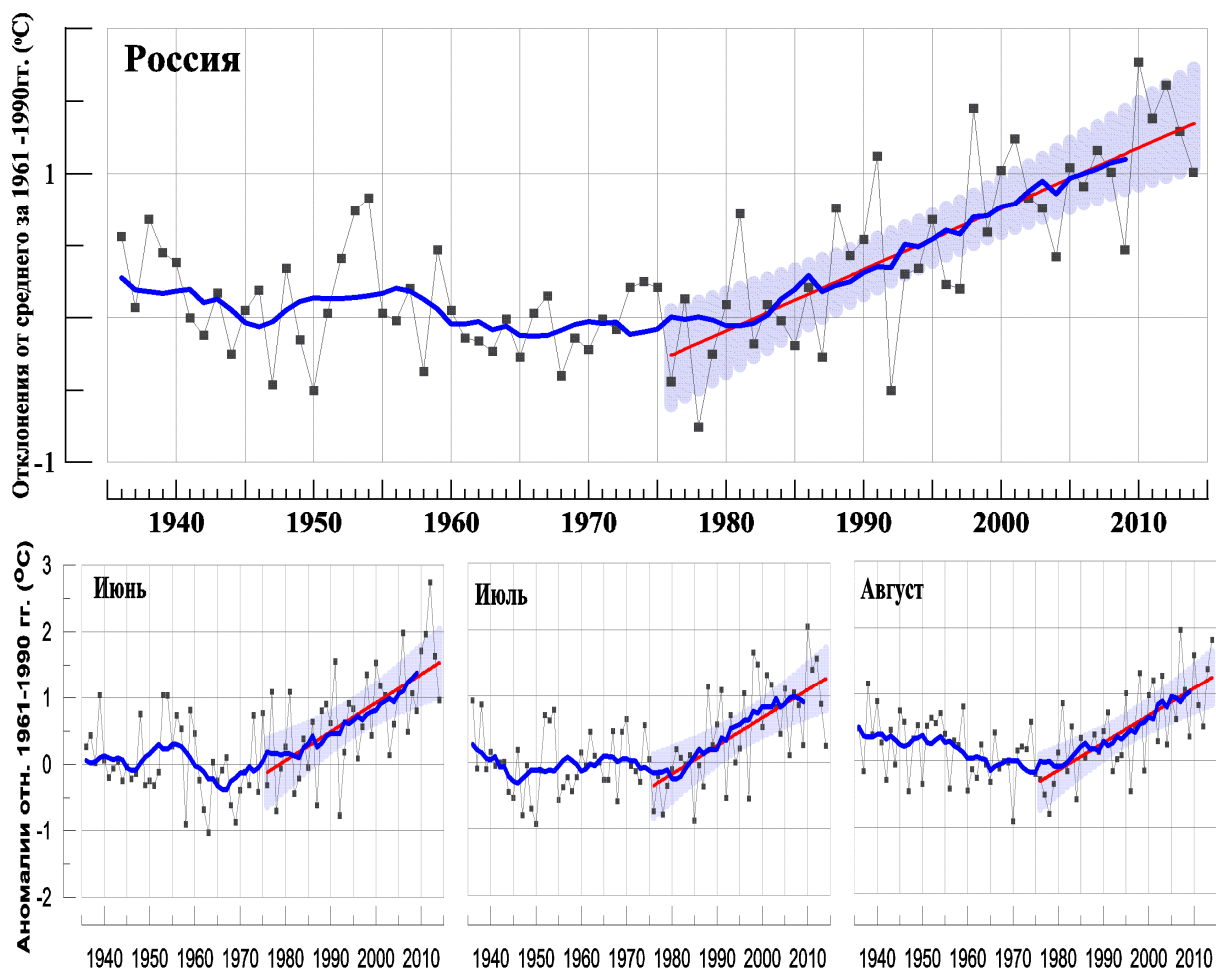
Наиболее интенсивное уменьшение осадков отмечается в июле: на ЕЧР (кроме северных районов) и в Западной Сибири, на Таймыре, на Чукотке и в Магаданской области, на Камчатке и в Хабаровском крае (до  $10\%/10$  лет). В июне и августе эта тенденция выражена слабее.

Тенденция к увеличению осадков на АЧР наиболее выражена в июне и августе (Якутия и Магаданская область: до 20%/10 лет). На севере ЕЧР заметно убывание осадков в июле.

Тренды сумм осадков за период с 1936 г., в целом для России, сезонных и каждого месяца, незначимы: объясняют не более 4% 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.



**Рисунок 3.2** – Распределение локальных коэффициентов линейного тренда сезонных и месячных аномалий осадков (% нормы /10 лет) на территории России по данным за 1976-2014 (лето).



**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 1976-2014 гг. Показана 95% -я доверительная область для линии тренда.

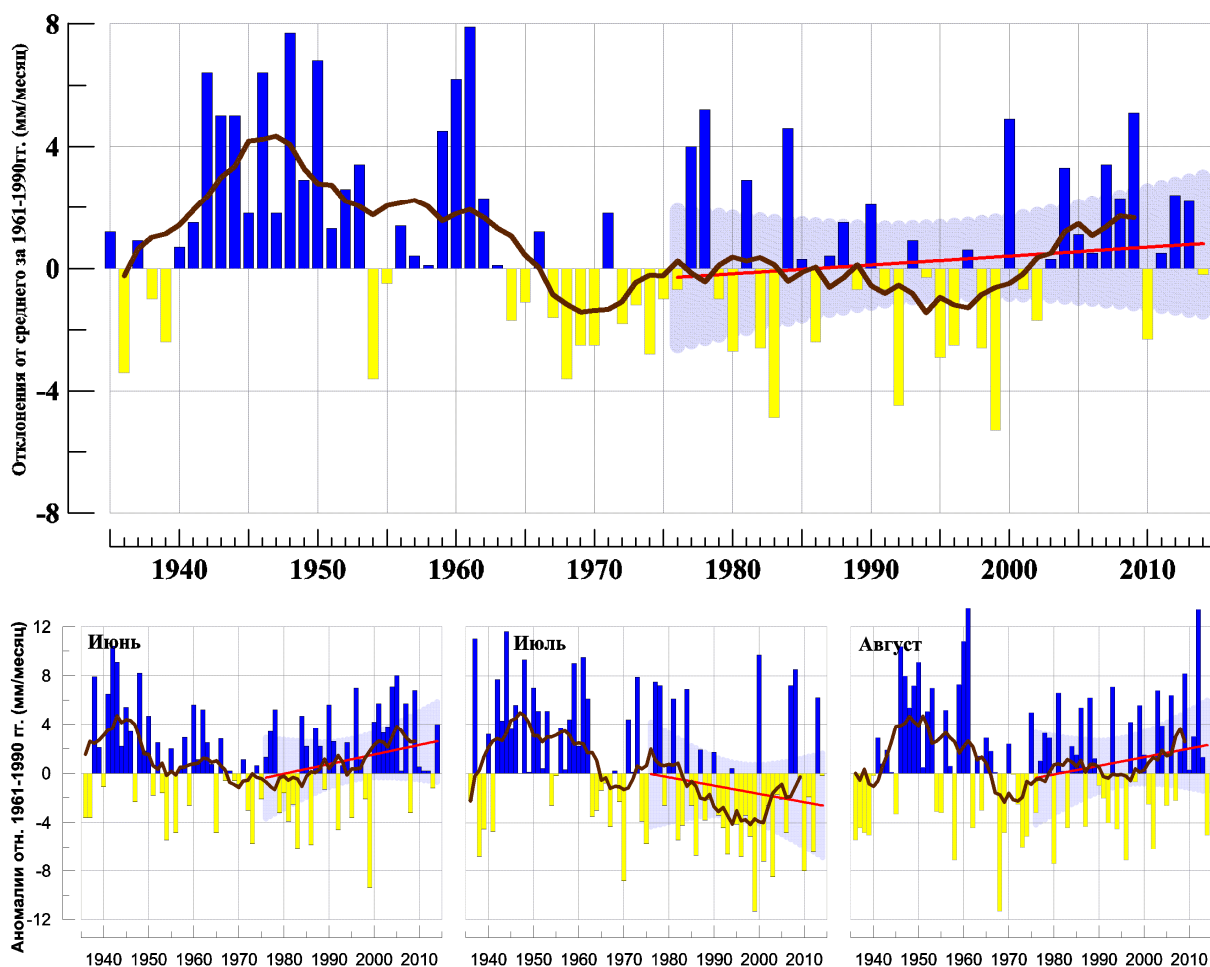
**Таблица 3.1**

Оценки линейного тренда температуры приземного воздуха и суммы осадков, осредненных по территории России и за летний сезон, за 1976-2014 гг.

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

Регион Российская Федерация	Температура		Осадки	
	$b$ $^{\circ}\text{C}/10$ лет	$D$ , %	$b$ мм/мес/10 лет	$D$ , %
<b>Лето</b>	0.42	60	0.3	1
Июнь	0.43	39	0.8	4
Июль	0.42	42	-0.7	2
Август	0.41	48	0.7	3





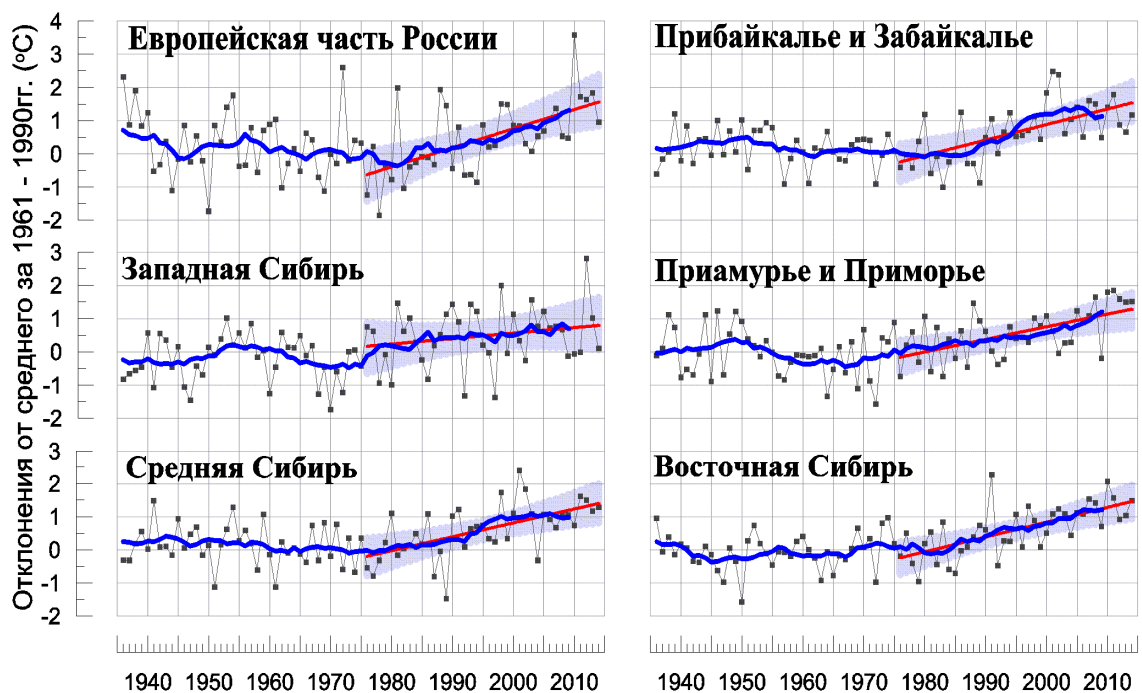
**Рисунок 3.4** – То же, что на рис. 3.3, но для атмосферных осадков (мм/мес).

#### **4. ИЗМЕНЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ И ОСАДКОВ ЛЕТНЕГО СЕЗОНА В РЕГИОНАХ РОССИИ ЗА ПЕРИОД 1936-2014 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 – 2014 гг. На всех рисунках показаны линейные тренды за 1976-2014 гг., рассчитанные методом наименьших квадратов. Величины трендов и объясненные трендами доли дисперсии рядов представлены в таблице 4.1.

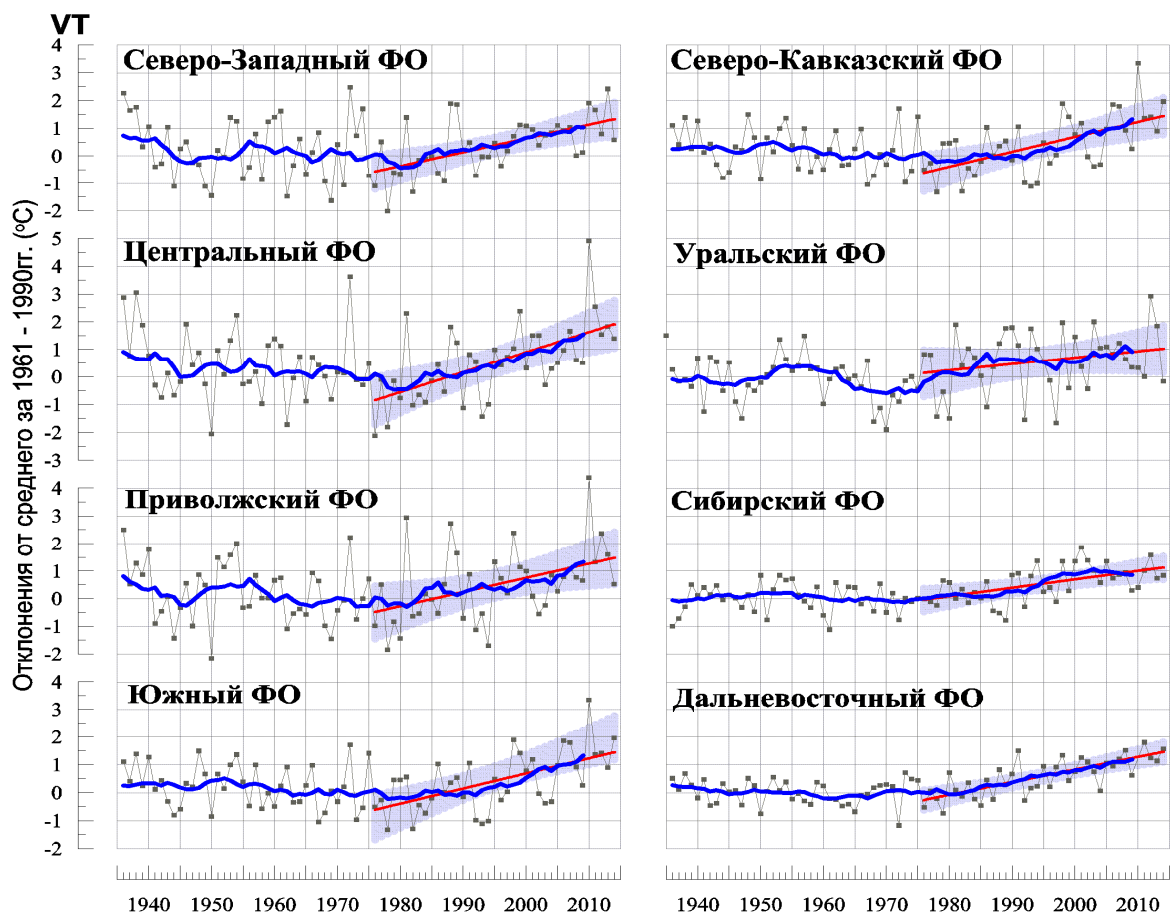
Во всех регионах в среднем за период 1976-2014 гг. наблюдается выраженное потепление летних сезонов. Исключение составляют Западная Сибирь (и Уральский ФО), где эта тенденция в 2-3 раза слабее, чем в других регионах (Таблица 4.1), и статистически незначима (ср. также соответствующую область минимума сезонного потепления на рис.3.1). В большинстве регионов между 1940 – 1960 гг. наблюдался максимум температуры, который, однако, не достигал современного уровня.





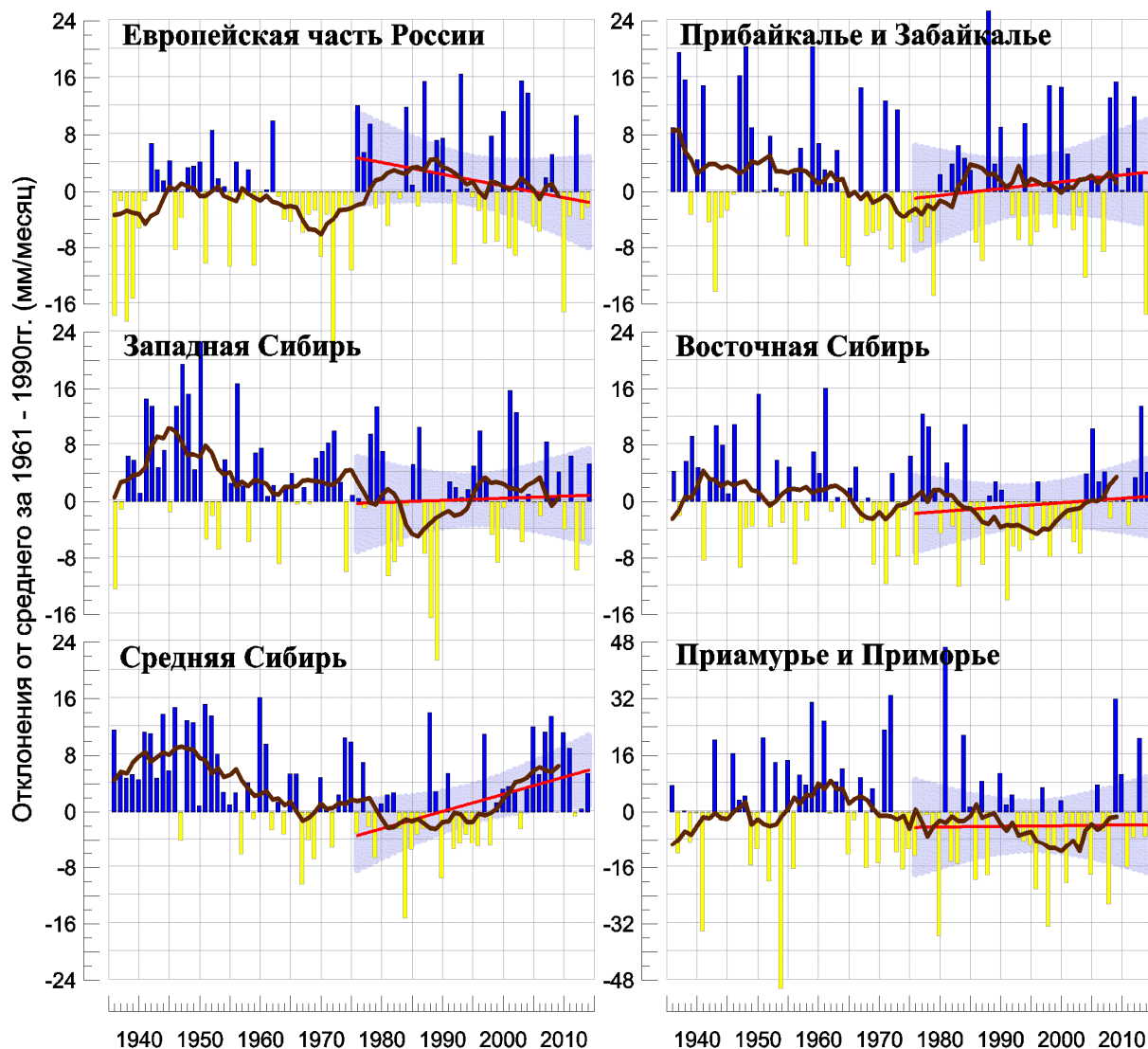
**Рисунок 4.1** - Сезонные аномалии температуры приземного воздуха ( $^{\circ}\text{C}$ ), осредненные по территории физико-географических регионов РФ (лето).

*Аномалии рассчитаны как отклонения от среднего 1961-1990 гг. Сглаженная кривая получена 11-летним скользящим осреднением. Линейный тренд получен по данным за 1976-2014 гг. Показана 95% -я доверительная область для линии тренда.*



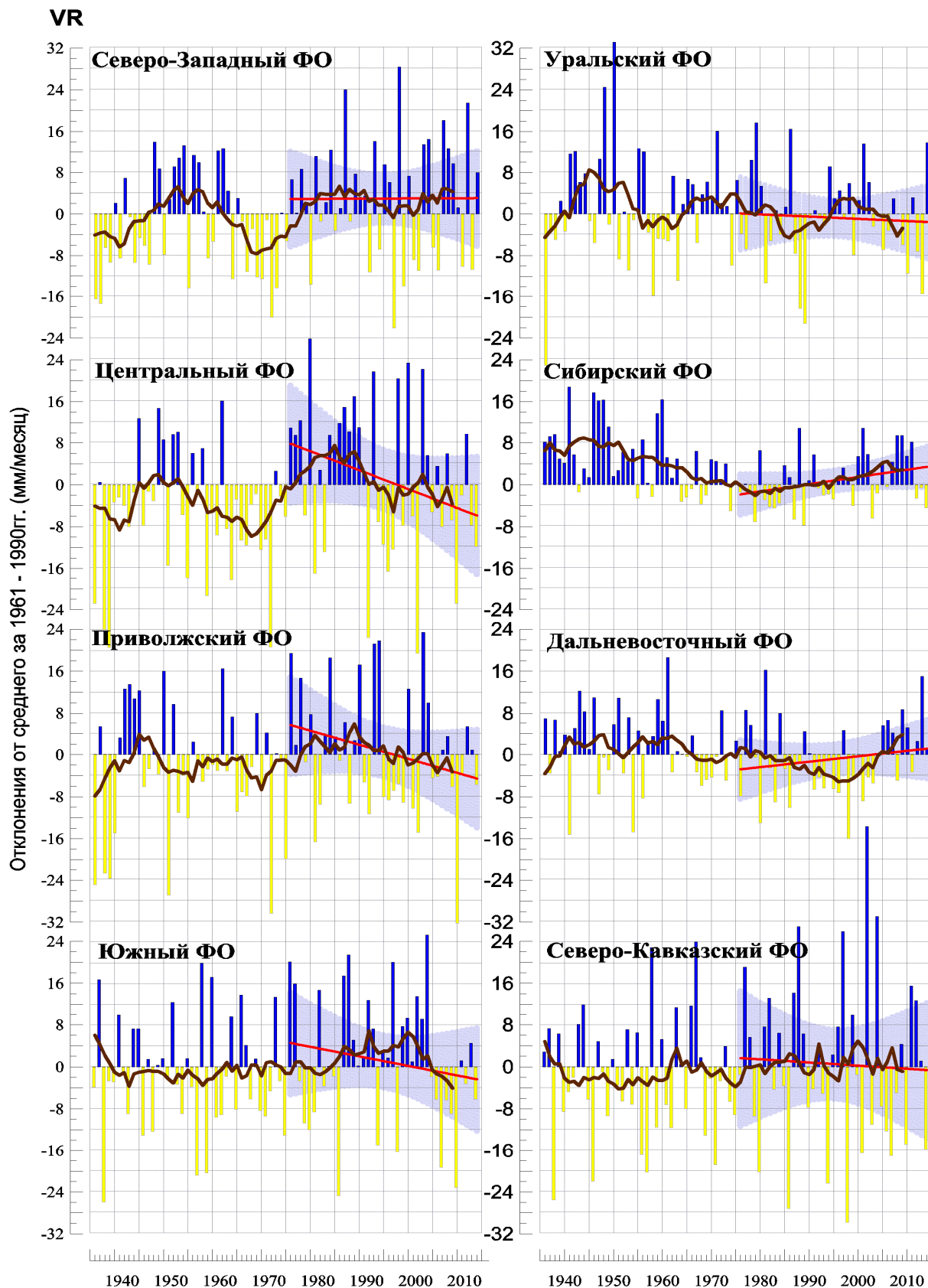
**Рисунок 4.2** - Сезонные аномалии температуры приземного воздуха ( $^{\circ}\text{C}$ ), осредненные по территории федеральных округов РФ (лето). *Условные обозначения см. на рис. 4.1*

В изменениях регионально осредненных аномалий осадков летнего сезона (рис. 4.2, 4.3) монотонных тенденций за период современного потепления (с 1976 г.) четко не прослеживается, кроме региона Средняя Сибирь (и Сибирского ФО), где тенденция к увеличению осадков значима на уровне 5%.



**Рисунок 4.3** - Сезонные аномалии месячных сумм осадков (мм/месяц), осредненные по территории регионов РФ (лето).

*Условные обозначения см. на рис. 4.1.*



**Рисунок 4.4** - Сезонные аномалии месячных сумм осадков (мм/месяц), осредненные по территории федеральных округов РФ (лето). Условные обозначения см. на рис. 4.1.

Таблица 4.1

Оценки линейного тренда осредненных по территории России среднесезонных аномалий температуры приземного воздуха и сумм осадков за 1976-2014 гг. (летний сезон),

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

Регионы	Температура		Осадки		
	$b$ °C/10 лет	$D$ , %	$b$ мм/мес/10 лет	$b$ , %/10 лет	$D$ , %
Россия	0.42	60	0.3	0.5	1
<b>Физико-географические регионы России</b>					
Европейская часть России	0.58	37	-1.6	-2.6	5
Западная Сибирь	0.17	4	0.3	0.6	0
Средняя Сибирь	0.42	35	2.4	4.5	17
Прибайкалье и Забайкалье	0.47	40	0.9	1.2	1
Приамурье и Приморье	0.38	36	0.2	0.2	0
Восточная Сибирь	0.45	45	0.6	1.2	1
<b>Федеральные округа РФ</b>					
Северо-Западный	0.50	35	0.0	0.1	0
Центральный	0.73	36	-3.6	-5.0	8
Приволжский	0.52	19	-2.7	-4.6	6
Южный	0.75	42	-1.8	-3.7	3
Северно-Кавказский	0.54	35	-0.6	-1.0	0
Уральский	0.23	6	-0.4	-0.7	0
Сибирский	0.31	31	1.4	2.1	9
Дальневосточный	0.45	57	1.0	1.6	3

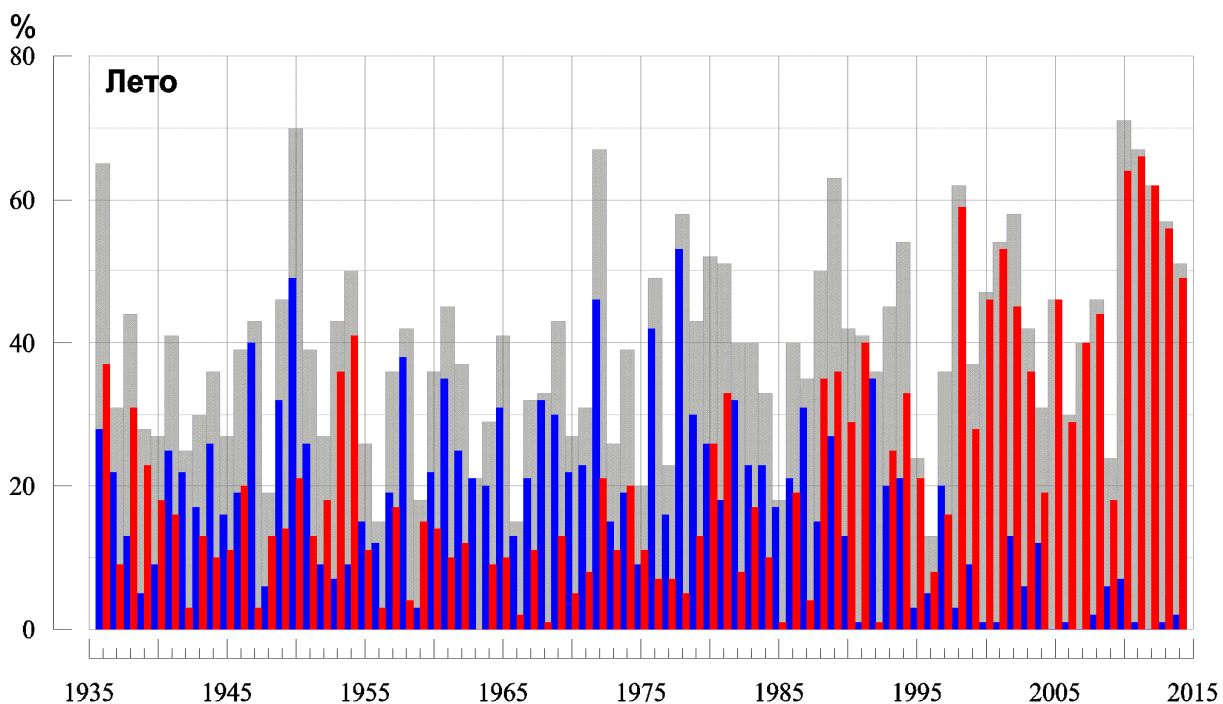
## 5. ОЦЕНКИ ЭКСТРЕМАЛЬНОСТИ И АНОМАЛЬНОСТИ КЛИМАТА РОССИИ, 1936-2014 гг. (летний сезон)

В разделе приведены некоторые индексы экстремальности и аномальности для летнего сезона в целом по территории России за период 1936 -2014 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 2014 года 49% площади территории России были заняты крупными положительными аномалиями (выше 80-го перцентиля), тогда как площадь областей отрицательных аномалий (ниже 20-го перцентиля) составила лишь 2% (рис. 5.1). В изменении площади под крупными положительными аномалиями тренд за период 1976-2014 составляет 11.8%/10 лет (доля объясненной трендом дисперсии ряда 51%). Суммарная площадь с крупными аномалиями обоих знаков в целом после середины 1970-х гг. несколько выше, чем в предыдущий период; однако, явного роста после 1976 г. не наблюдается.

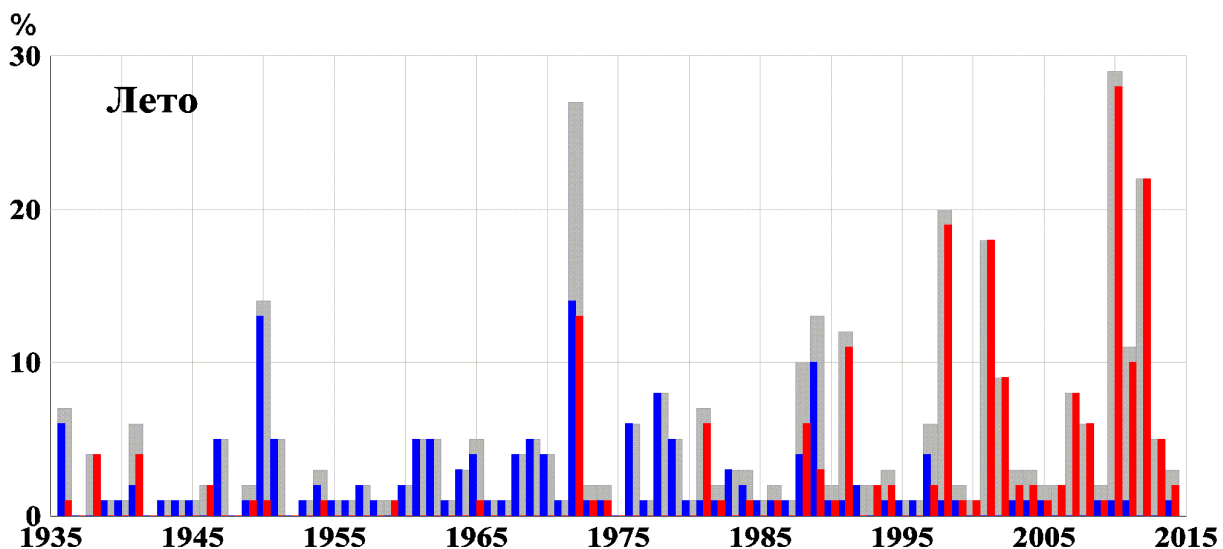
На рис.5.2 представлены ряды доли площади под экстремальными (выше  $+2\sigma$  и ниже  $-2\sigma$ ) аномалиями сезонной температуры (в предположении гауссовости

распределения это соответствует вероятности примерно 2.3% процента для каждого хвоста распределения).



**Рисунок 5.1** – Доля площади РФ (в процентах) с крупными сезонными аномалиями температуры, 1936-2014 гг. (лето):

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

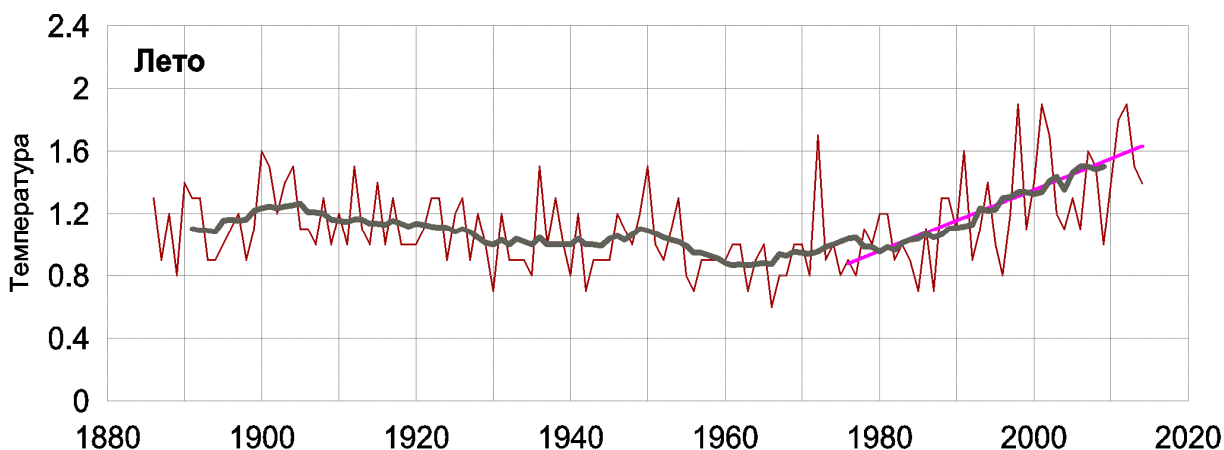


**Рисунок 5.2** - Доля площади РФ (в процентах) с экстремальными (сезонная аномалия меньше  $-2\sigma$ : синие столбики, больше  $+2\sigma$ : красные столбики; суммарная площадь с этими аномалиями: серые столбики) аномалиями температуры летом, 1936-2014 гг. Базовый период для расчета статистик: 1961-1990 гг.

Летом 2014 года доля площади РФ, занятая экстремально теплыми аномалиями (выше  $+2\sigma$ ) составила 2%, а экстремально холодными аномалиями (ниже  $-2\sigma$ ) –1%. Экстремально холодные летние сезоны наблюдались: в 1950 (13% площади под



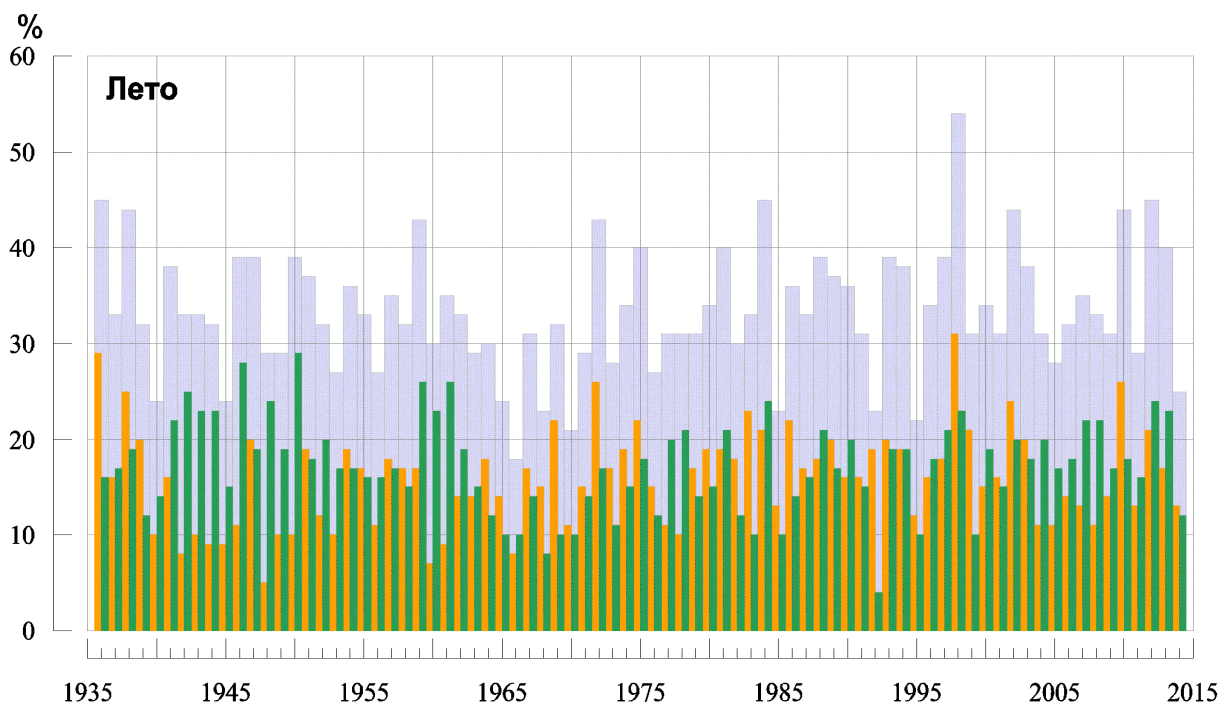
аномалиями ниже  $-2\sigma$ , в 1972 (14%), в 1989 (10%). После 1997 г. преобладают экстремумы тепла, в том числе: в 2010 (28% площади под аномалиями выше  $+2\sigma$ ), в 2012 (22%), в 1998 (19%), в 2001 (18%), в 1972 г. (13%), в 1991 (11%)..



**Рисунок 5.3.** - Индекс аномальности (индекс Багрова) температурного режима на территории России летом 1886-2014 гг.

Анализ изменений индекса аномальности Багрова (рис. 5.3) показывает, что с 1970-х гг. аномальность температурного режима на территории РФ в летний сезон растет – тренд за 1976-2014 гг. объясняет 37% общей дисперсии ряда.

**Осадки.** Летом 2014 года площадь, занятая экстремальными аномалиями осадков меньше 20-го перцентиля, составила 13%, а занятая аномалиями больше 80-го перцентиля - 12% (рис. 5.4).



**Рисунок 5.4** – Доля площади РФ (в процентах) с крупными сезонными аномалиями осадков, 1936-2013 гг. (лето):

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



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 процентиля. Явного роста суммарной площади с крупными аномалиями после 1976 г. не наблюдается.

## ВЫВОДЫ

1. Лето 2014 г. было умеренно теплым, осредненная по территории РФ летняя аномалия  $+1.01^{\circ}\text{C}$  – 11-ая величина в ряду наблюдений с 1936 г.

Положительные аномалии наблюдались на всей территории РФ, кроме области, охватывающей северо-восток ЕЧР, Северный и Средний Урал, юго-запад и север Западной Сибири (аномалии не ниже  $-1^{\circ}\text{C}$ ). Наибольшие положительные аномалии: выше  $+1.5^{\circ}\text{C}$ , на ряде станций температура выше 95-го перцентиля, - наблюдались на юге ЕЧР: в Южном и Северо-Кавказском ФО (осредненная по Северо-Кавказскому ФО сезонная аномалия составила  $+1.96^{\circ}\text{C}$  – вторая величина с 1936 г.), а также на западе и севере Якутии, на Камчатке, в Приамурье (осредненная по региону Восточная Сибирь аномалия температуры  $+1.49^{\circ}\text{C}$  – пятая величина в ряду).

2. Температурный режим не был однороден в течение сезона. Область отрицательных сезонных аномалий сложилась за счет июля и (на севере Западной Сибири) августа.

*Июнь*: осредненная по территории РФ аномалия температуры  $+0.96^{\circ}\text{C}$  – 18-ая величина в ряду наблюдений с 1936г.

На большей части ЕЧР и на Чукотке наблюдались температуры немного ниже климатической нормы (аномалии не ниже  $-1^{\circ}\text{C}$ ). В АЧР было тепло в северных районах АЧР: от Урала до течения Лены (до  $+5^{\circ}\text{C}$  на побережье моря Лаптевых), и в южной части Дальневосточного ФО

*Июль*: осредненная по территории РФ аномалия температуры  $+0.25^{\circ}\text{C}$  – 32-ая величина в ряду.

Яркая особенность июля – большая область холода в восточной части ЕЧР, на Урале, в Западной Сибири. На большинстве станций Среднего и Южного Урала и юга Западной Сибири температуры были ниже 5-го перцентиля (аномалии до  $-4.7^{\circ}\text{C}$ ). Осредненная по Уральскому ФО аномалия составила  $-2.99^{\circ}\text{C}$  – *четвертая* среди наименьших величин в ряду наблюдений с 1936 г. Тепло было в западной части ЕЧР (аномалии до  $+3.5^{\circ}\text{C}$ ), на большей части АЧР (аномалии в южных районах Якутии, в Корьякском АО на Камчатке - около  $+3^{\circ}\text{C}$ ).

*Август* был экстремально теплым: осредненная по территории РФ аномалия температуры  $+1.82^{\circ}\text{C}$  – вторая величина с 1936 г.

Экстремально теплые условия (температуры на большинстве станций выше 95-го перцентиля) наблюдались на юге ЕЧР: осредненные аномалии по Южному и Северо-Кавказскому ФО составили:  $+3.64^{\circ}\text{C}$ ,  $+3.42^{\circ}\text{C}$  – *пятая* и *третья* величины в соответствующих рядах, в восточных районах Якутии, на Чукотке, в Приамурье. Осредненная аномалия температуры по региону Восточная Сибирь составила  $+2.93^{\circ}\text{C}$ : максимум в ряду наблюдений; в Приамурье и Приморье и аномалия  $+1.82^{\circ}\text{C}$  – четвертая величина с 1936 г..

Холодно было в северной части Средней Сибири (аномалии до  $-2.4^{\circ}\text{C}$ ), на Новой Земле.

3. Осредненные по территории России осадки составили 100% нормы.

Дефицит осадков наблюдался в центральных и южных районах ЕЧР, в Саянах, в горах Забайкалья (осредненные по региону Прибайкалье и Забайкалье осадки: 78% нормы – *рекордная минимальная* величина в ряду), вдоль побережья Карского моря, моря Лаптевых, Восточно-Сибирского и Берингова морей.

Избыток осадков наблюдался от северо-западных границ РФ до побережья Охотского моря (на территории ЕЧР – это центральные и северные районы, в АЧР – центральные районы). Наиболее сильный избыток осадков (более полутора норм) наблюдался в среднем течении Оби, вдоль побережья Охотского моря.

4. Режим выпадения осадков был неоднороден в течение месяцев сезона. Из особенностей отдельных месяцев следует отметить сильный дефицит осадков на юге ЕЧР в июле и в меньшей степени в августе, который вызвал ряд засух сильной и средней интенсивностей в ряде областей ЦФО, а также Приволжского и Южного ФО и в Ставропольском крае СКФО, где в августе дефицит осадков усугубился экстремальными температурными условиями.

*Июнь.* В среднем по территории РФ количество выпавших осадков составило 107% нормы – 20-ая величина в ряду.

Значительный избыток осадков наблюдался на большей части ЕЧР, на Урале (120%-200: осредненные по территории ЕЧР осадки составили 129% нормы – *четвертая* величина в ряду. Значительный избыток осадков (120%-200%) наблюдался также в восточных регионах АЧР.

Значительный дефицит осадков (40%-80%) наблюдался вдоль азиатского побережья морей Северного Ледовитого океана, на южном Урале, в южных районах Западно-Сибирской низменности, на юге Якутии и в Амурской области.

Засухи, в основном, средней интенсивности наблюдались на фоне дефицита осадков в ряде областей ЮФО, СКФО и УФО.

*Июль.* В среднем по территории РФ количество выпавших осадков - 100% нормы, но на больших территориях наблюдался как сильный дефицит, так и сильный избыток осадков .

На ЕЧР выпало всего 66% нормы осадков (*четвертый* из самых сухих июлей для ЕЧР с 1936 г.), на большинстве станций Центрального и Приволжского ФО количество выпавших осадков меньше 5-го перцентиля. Меньше всего осадков на ЕЧР выпало в Центральном ФО – 37% нормы – *вторая* минимальная величина. Значительный дефицит осадков в Прибайкалье и Забайкалье: осредненные по региону осадки составили 69% - *третья* минимальная величина в ряду.

В Западной Сибири и в восточной части Дальневосточного ФО (особенно на побережье Охотского моря) наблюдался значительный избыток осадков; на многих станциях количество выпавших осадков превысило 95-ый перцентиль. Осредненные по региону Восточная Сибирь осадки составили 143%, нормы – *вторая* величина в ряду.

*Август* в целом по России был довольно сухим (93% нормы осадков: вероятность непревышения этой аномалии лишь 11.5%). Сухо было на Дальнем Востоке (особенно в Приамурье и Приморье: 57% нормы осадков, *третий* самый сухой август с 1936 г.), а в целом по ДВ ФО – 74% нормы (4-й наиболее сухой август). По-

прежнему сухо на юге ЕЧР (ЮФО, СКФО: 56% и 52% нормы осадков). Значительное увлажнение наблюдалось лишь на севере и в центре Западной и Средней Сибири, севере ЕЧР.

5. Доля площади территории России, занятая крупными положительными среднесезонными аномалиями (выше 80-го перцентиля), составила 49%, а для областей крупных отрицательных аномалий (ниже 20-го перцентиля) эта доля составила лишь 2%. Тренд доли площади под крупными положительными аномалиями за период 1976-2014 составляет 11.8%/10 лет (доля объясненной трендом дисперсии ряда 51%).

Доли площади под экстремальными положительными (выше  $+2\sigma$ ) и отрицательными (ниже  $-2\sigma$ ) соответствовали ожидаемым при случайном их осуществлении.

## 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 2014



## ВВЕДЕНИЕ

В настоящем Приложении<sup>\*</sup> приводится информация о состоянии приземного климата (температура приземного воздуха и атмосферные осадки) летом 2014 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 погодных-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 2013 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 широты на 5 градусов долготы), и в каждой ячейке сетки рассчитывается «ячеечное»

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

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 2014 г.

В таблицах 2 и 3 приведены станционные данные о наблюдаемой температуре и осадках для каждого месяца рассматриваемого летнего 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. В таблицах 4 и 5 приведены аномалии температуры и осадков, а также оценки трендов, в среднем по всей территории республики Беларусь.

**Летом** (рис. 1) на всей территории республики было тепло, аномалии от +1.38°C (в Василевичах) до +3.32°C (в Пинске). Осредненная по территории республики сезонная аномалия температуры +1.59°C – 14-ая положительная величина в ряду.

**Таблица 2**

Характеристики температурного режима на станциях Беларуси летом 2014 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>18.40</b>	<b>18.50</b>	<b>18.03</b>	<b>18.97</b>	<b>19.33</b>	<b>18.83</b>	<b>19.70</b>
Июнь	15.7	15.8	15.4	16.2	16.7	16.6	17.2
Июль	20.7	20.8	20.2	21.7	21.9	20.7	21.7
Август	18.8	18.9	18.5	19.0	19.4	19.2	20.2
б) аномалия температуры (град. Цельсия)							
<i>Лето</i>	<b>2.11</b>	<b>1.84</b>	<b>1.43</b>	<b>1.59</b>	<b>2.32</b>	<b>1.38</b>	<b>1.94</b>
Июнь	-0.25	-0.36	-0.80	-0.55	0.17	-0.54	-0.14
Июль	3.65	3.49	2.88	3.68	4.29	2.64	3.27
Август	2.92	2.40	2.20	1.64	2.51	2.05	2.68

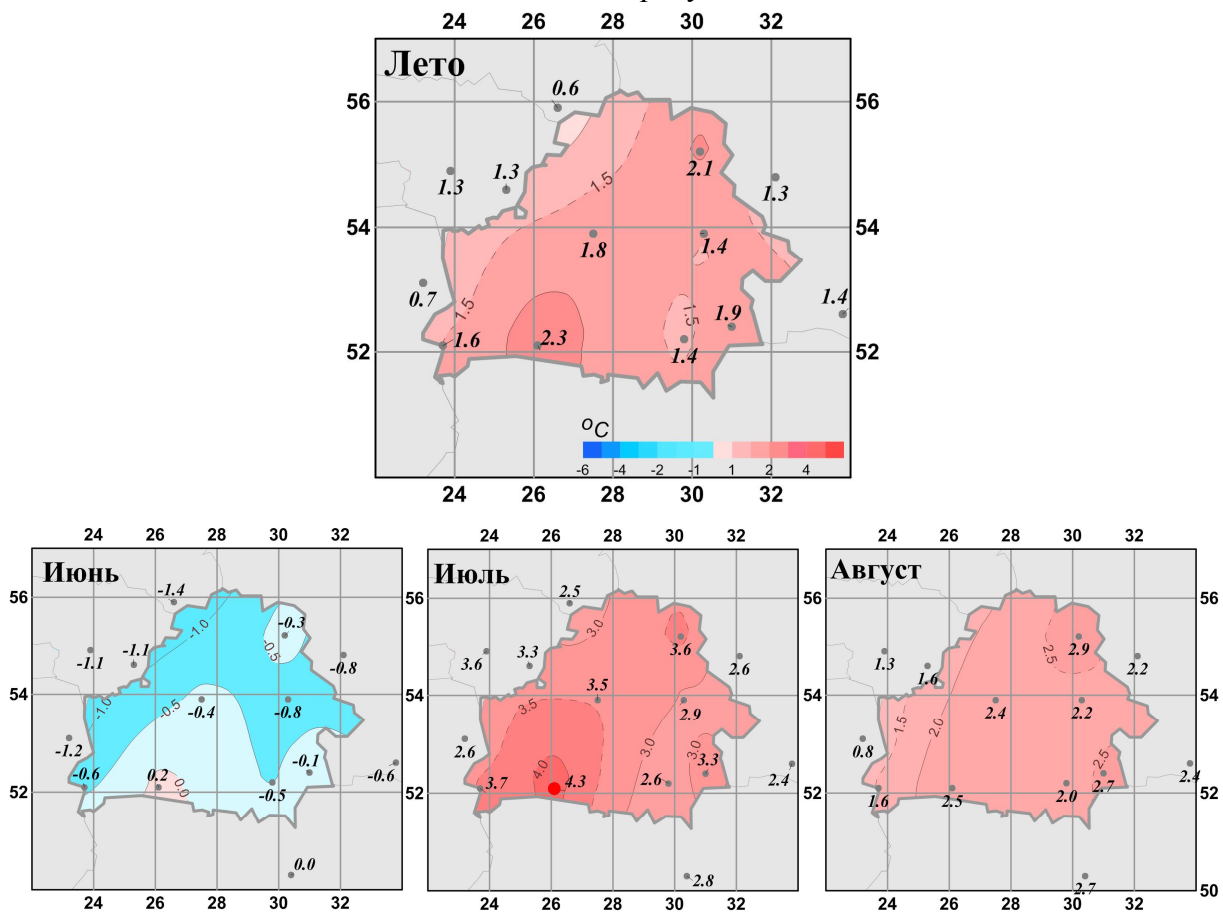
Июнь достаточно холодный месяц в сезоне, аномалии температуры от -0.80°C (в Могилеве) до +0.17°C (в Пинске).

Июль – очень теплый месяц в сезоне. Осредненная по территории республики июльская аномалия +3.19°C – девятая величина в ряду. Аномалии температуры на



станциях от +2.64°C (в Василевичах) до +4.29°C (в Пинске, среднемесячная температура (+21.9°C) здесь выше 95-го перцентиля).

Август – также теплый месяц. Осредненная по территории республики аномалия +2.14°C – восьмая положительная величина в ряду.



**Рисунок 1** - Средние сезонные и средние месячные аномалии температуры (°C) приземного воздуха на территории республики Беларусь летом 2014 г.

*Аномалии рассчитаны относительно периода 1961-1990 гг. Цифрами приведены значения аномалий температуры (в градусах Цельсия) на станциях. Красными кружками показаны стационарные экстремумы – выше 95-го перцентиля*

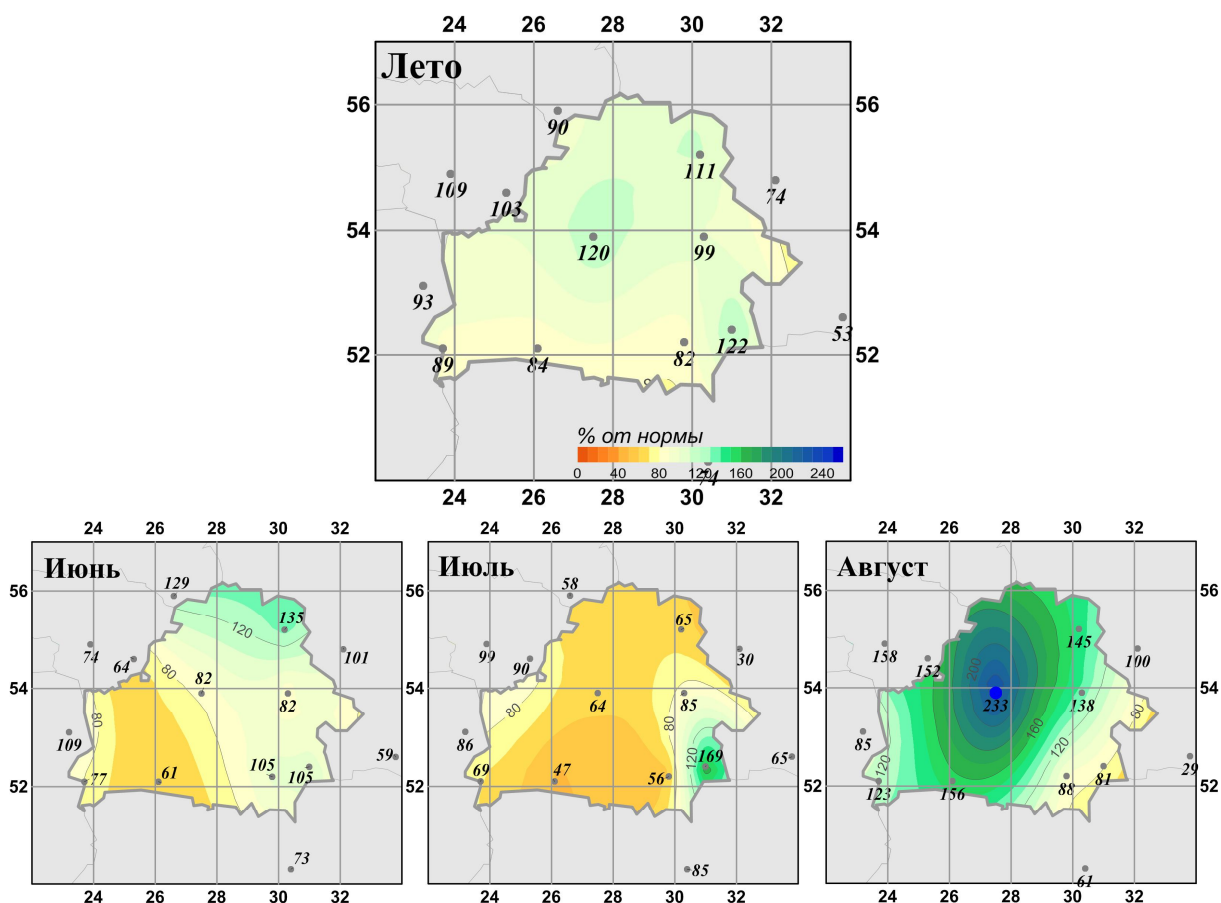
**Летом** (рис. 2) на юге республики осадков выпало меньше нормы (меньше всего в Василевичах – 82% нормы), на остальной территории осадков наблюдался небольшой избыток осадков (больше всего в Гомеле – 122% нормы).

В июне на большей части республики осадков выпало меньше или около нормы (меньше всего осадков выпало в Пинске – 48 мм / месяц (61% нормы)), на северо-востоке республики осадков выпало больше нормы (в Витебске выпало 106 мм / месяц (135%)).

В июле на большей части республики (кроме юго-востока) наблюдался дефицит осадков (так в Пинске выпало лишь 47% нормы). На юго-востоке республики (В Гомеле) осадков выпало 139 мм/месяц – 169% нормы)

В августе на большей части республики наблюдался значительный избыток осадков (в Минске выпало 233% нормы, количество выпавших здесь осадков

превысило 95-ый процентиль). Лишь на юго-востоке (в Василевичах и в Гомеле) наблюдался небольшой дефицит осадков.



**Рисунок 2** - Средние сезонные и месячные аномалии атмосферных осадков (% от нормы) на территории республики Беларусь летом 2014 г.

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

*Красным кружком показан стационарный экстремум – ниже 5-го процентиля*

**Таблица 3**

Характеристики режима осадков на станциях Беларуси летом 2014 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>	<i>91.0</i>	<i>97.7</i>	<i>75.3</i>	<i>68.0</i>	<i>61.0</i>	<i>66.0</i>	<i>90.0</i>
<i>Июнь</i>	106	68	66	55	48	83	89
<i>Июль</i>	61	56	72	55	35	50	139
<i>Август</i>	106	169	88	94	100	65	42
<b>б) Аномалия сумм осадков / (мм/месяц)</b>							
<i>Лето</i>	<i>9.3</i>	<i>16.6</i>	<i>-1.1</i>	<i>-8.0</i>	<i>-11.5</i>	<i>-14.6</i>	<i>16.8</i>
<i>Июнь</i>	27.6	-14.7	-14.6	-16.5	-31.2	3.6	4.6
<i>Июль</i>	-32.5	-32.1	-12.8	-25.2	-39.3	-38.7	56.9
<i>Август</i>	32.9	96.6	24.0	17.8	35.9	-8.6	-11.2

в) Относительная аномалия сумм осадков (% от нормы)							
<i>Лето</i>	<i>111</i>	<i>120</i>	<i>99</i>	<i>89</i>	<i>84</i>	<i>82</i>	<i>122</i>
Июнь	135	82	82	77	61	105	105
Июль	65	64	85	69	47	56	169
Август	145	233	138	123	156	88	81

Таблица 4

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

	$\nu T_{2014}$	s	$\nu R_{2014}$	s
<i>Лето</i>	<i>1.59</i>	<i>0.91</i>	<i>-1.0</i>	<i>15.9</i>
Июнь	-0.53	1.49	-3.2	28.1
Июль	3.19	1.38	-16.6	30.3
Август	2.14	1.10	18.5	26.9

**Примечание:** Аномалии  $\nu T_{2014}$  ( $^{\circ}\text{C}$ ),  $\nu R_{2014}$  (мм/месяц) рассчитаны как отклонения от нормы (среднее за период 1961-1990 гг.), s ( $^{\circ}\text{C}$ , мм/месяц), – среднее квадратическое отклонение

Таблица 5

Оценки линейного тренда 1976-2014 гг. в среднем по Республике Беларусь

Сезон	Температура		Осадки	
	$b_{1976-2014}$ $^{\circ}\text{C}/10$ лет	$D_{1976-2014}$ %	$b_{1976-2014}$ мм/мес/10лет	$D_{1976-2014}$ %
<i>Лето</i>	<i>0.74</i>	<i>46</i>	<i>1.7</i>	<i>1</i>
Июнь	0.41	9	1.1	0
Июль	1.09	43	2.6	1
Август	0.72	34	1.8	0

На рисунках 3, 4 показаны временные ряды осредненных по территории Беларуси сезонных и месячных аномалий температуры воздуха и осадков с 1936 по 2014 гг.

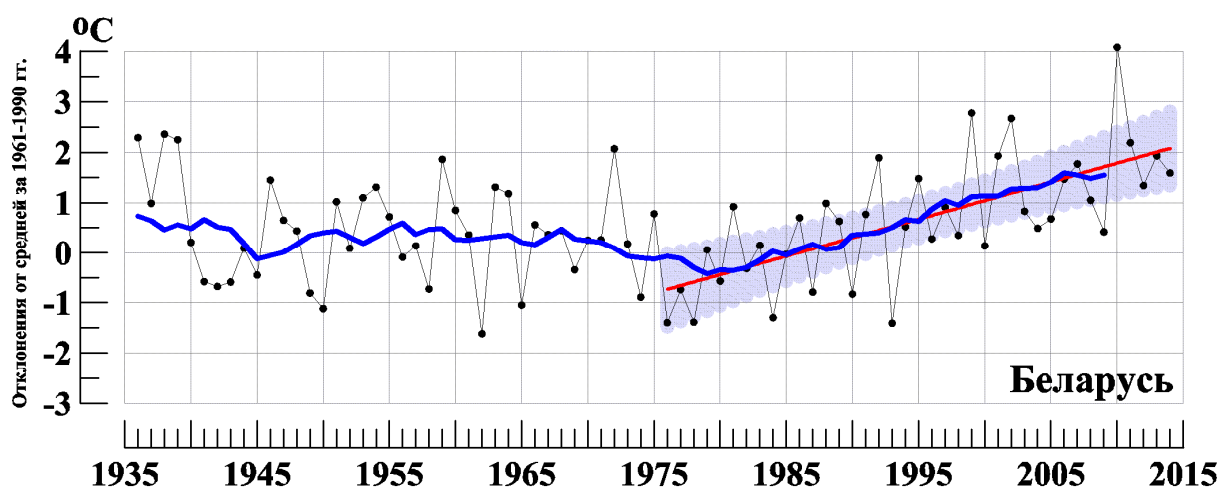
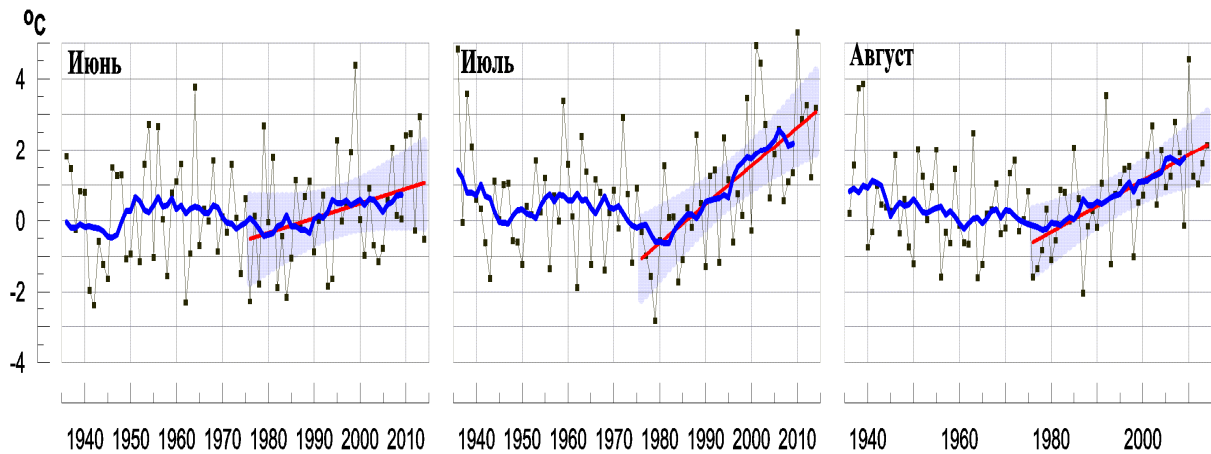
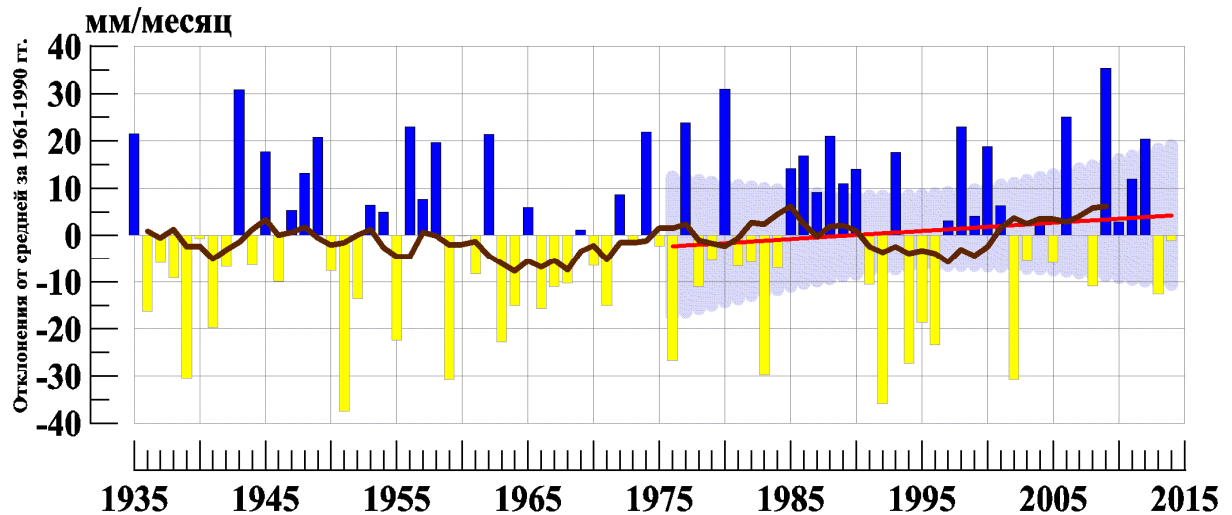


Рисунок 3 - Сезонные (июнь - август) аномалии температуры приземного воздуха ( $^{\circ}\text{C}$ ), осредненные по территории Республики Беларусь.

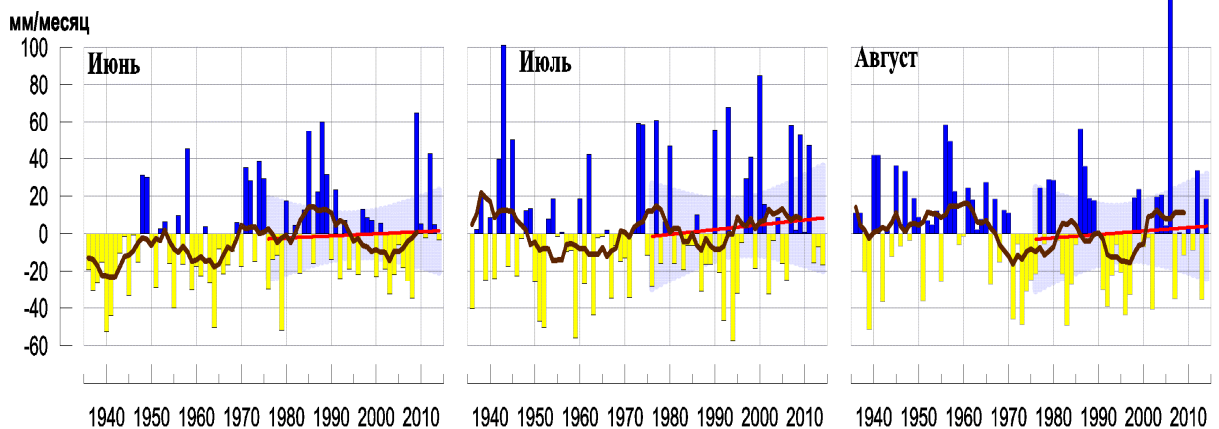
Аномалии рассчитаны как отклонения от среднего 1961-1990 гг. Сглаженная кривая получена 11-летним скользящим осреднением. Линейный тренд проведен по данным за 1976-2014 гг.



**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.



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

Тренд летних температур, в среднем по территории Беларуси, составил  $+0.74^{\circ}\text{C}/10$  лет (ответствен за 46% дисперсии). Во все месяцы сезона тренд положителен. Наибольшее потепление наблюдается в июле: тренд составил  $+1.09^{\circ}\text{C}/10$  лет (ответствен за 43% дисперсии ряда) и в августе ( $+0.72^{\circ}\text{C}/10$  лет, 34%).

В изменении регионально осредненных осадков сезонный тренд составил  $1.7$  мм/месяц/10 лет (ответствен за 1% дисперсии). Вклад трендов осадков в суммарную изменчивость за сезон и за все месяцы сезона статистически незначим даже на 5%-ом уровне значимости.

## **ВЫВОДЫ**

1. Лето в Беларуси было теплым, аномалии от  $+1.38^{\circ}\text{C}$  (в Василевичах) до  $+3.32^{\circ}\text{C}$  (в Пинске). Осредненная по территории республики сезонная аномалия температуры  $+1.59^{\circ}\text{C}$  – 14-ая положительная величина в ряду. Июнь – достаточно холодный месяц в сезоне, в июле и августе – среди десяти самых теплых с соответствующих рядов..

2. В среднем по Беларуси осадки составили 99% нормы ( $-1.0$  мм/месяц). В июне и, особенно, в июле на большей части республики наблюдался дефицит осадков (в июле в Пинске выпало лишь 47%). В августе на большей части республики наблюдался избыток осадков (в Минске выпало более двух месячных норм).

3. В среднем по территории Беларуси отмечается тенденция к потеплению, как в среднем за сезон (линейный тренд составил  $0.74^{\circ}\text{C}/10$  лет, ответствен за 46% дисперсии), так и в отдельные летние месяцы. Наибольшее потепление наблюдается в июле: тренд составил  $+1.09^{\circ}\text{C}/10$  лет (ответствен за 43% дисперсии ряда).

В изменении регионально осредненных осадков сезонный тренд составил  $1.7$  мм/месяц/10 лет (ответствен за 1% дисперсии). Увеличение осадков наблюдается и в отдельные месяцы сезона, но вклад трендов осадков в суммарную изменчивость за сезон и за все месяцы сезона статистически незначим даже на 5%-ом уровне значимости.