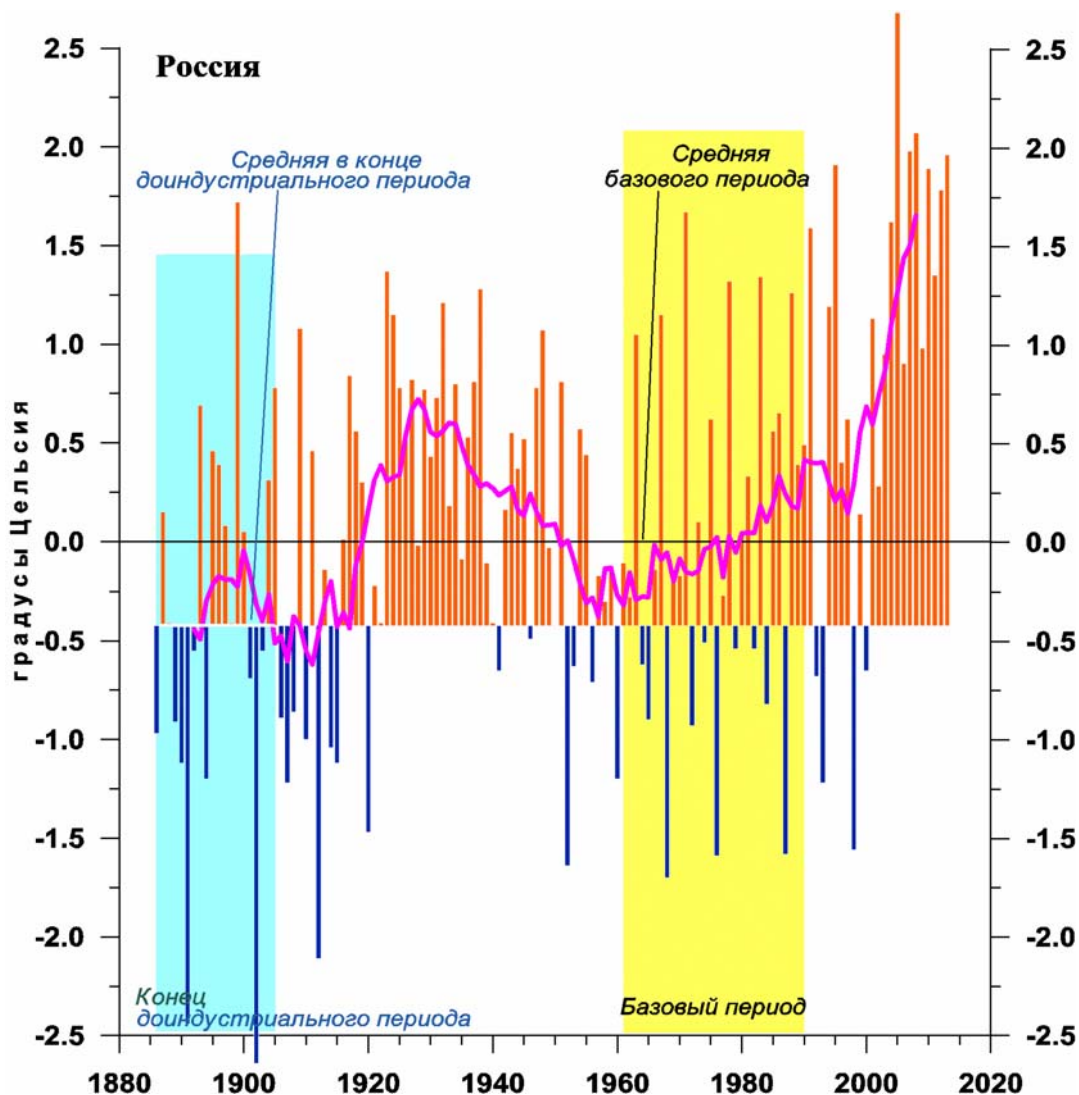


ФГБУ «Институт Глобального Климата и Экологии»



## ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА 2013

ОСЕНЬ 2013: сентябрь - ноябрь

Обзор состояния и тенденций изменения  
климата России

★  
Москва 2013

## ОГЛАВЛЕНИЕ<sup>1</sup>

ВВЕДЕНИЕ.....	3
1. ИЗМЕНЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ ПРИЗЕМНОГО ВОЗДУХА СЕВЕРНОГО ПОЛУШАРИЯ И РОССИИ ПО ДАННЫМ НАБЛЮДЕНИЙ (осенний сезон).....	5
2. КЛИМАТИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ОСЕНИ 2013 г. НА ТЕРРИТОРИИ РОССИИ .....	6
3. ТЕНДЕНЦИИ СОВРЕМЕННЫХ ИЗМЕНЕНИЙ КЛИМАТА НА ТЕРРИТОРИИ РОССИИ (осенний сезон).....	12
4. ИЗМЕНЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ И ОСАДКОВ ОСЕННЕГО СЕЗОНА В РЕГИОНАХ РОССИИ, 1936-2013 гг.....	16
5. ОЦЕНКИ ЭКСТРЕМАЛЬНОСТИ И АНОМАЛЬНОСТИ КЛИМАТА РОССИИ, 1936-2013 гг. (осенний сезон) .....	20
ВЫВОДЫ .....	23
ПРИЛОЖЕНИЕ. Климатические особенности осени 2013 г. на территории Республики Беларусь .....	26

---

<sup>1</sup> На обложке приведен ход средней сезонной аномалии температуры приземного воздуха, осредненной по территории России, за 1887 – 2013 гг. (осень)  
*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 253 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 станционных аномалий. Затем выполняется взвешенное осреднение ячейечных средних с весами, пропорциональными площади пересечения ячейки с территорией региона.

Аналогично, для каждого региона по данным о станционных нормах рассчитываются регионально осредненные нормы. Региональные средние значения

самых 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 неперевышения значения  $X_0$ , как и обеспеченностью. Региональные индексы экстремальности определяются как доля площади региона, где вероятности неперевышения  $F(X_0) \leq \alpha\%$  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»).

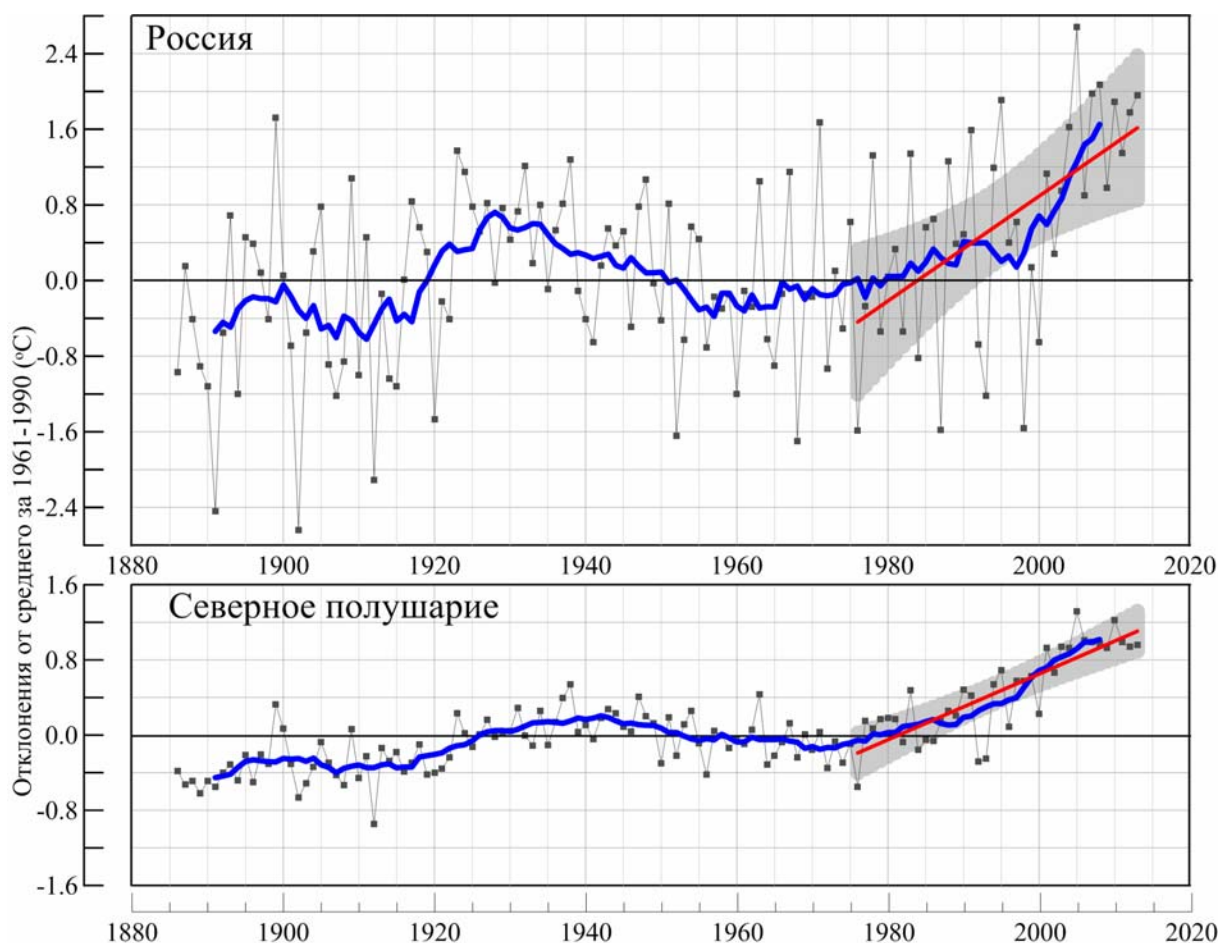
\* Раздел подготовлен в рамках программы Союзного государства "Совершенствование системы обеспечения населения и отраслей экономики Российской Федерации и Республики Беларусь информацией о сложившихся и прогнозируемых погодно-климатических условиях, состоянии и загрязнении природной среды"

\*\* 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.

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

На рисунке 1.1 представлены временные ряды сезонных аномалий температуры у поверхности (осень 2013: сентябрь-ноябрь), осредненных по континенту Северного полушария (СП) и территории России. Временной ряд сезонных аномалий температуры над СП рассчитан по среднемесячным данным Университета Восточной Англии (массив `scut3nh.txt` на сайте [www.cru.uea.ac.uk](http://www.cru.uea.ac.uk)). Временной ряд для территории России рассчитан по станционным данным о температуре приземного воздуха ФГБУ «ИГКЭ Росгидромета и РАН». Представлен также линейный тренд за 1976-2013 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 (осень: сентябрь-ноябрь) температуры приземного воздуха, осредненная по Северному полушарию (суша) и территории России за 1886-2013 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 1976-2012 гг. Использованы данные Университета Восточной Англии (СП) и данные ФГБУ «ИГКЭ Росгидромета и РАН» (Россия).*

Аномалия температуры воздуха над сушей СП осенью 2013 составила  $+0.96^{\circ}\text{C}$  (при стандартном отклонении  $0.24^{\circ}\text{C}$ ) – седьмая по величине положительная аномалия с 1886 г. (Рекордное значение аномалии среднесезонной температуры осенью зафиксировано в 2005 году -  $+1.32^{\circ}\text{C}$ .)

Средняя по России аномалия температуры приземного воздуха осенью 2013 составила  $+1.99^{\circ}\text{C}$  при величине стандартного отклонения  $0.90^{\circ}\text{C}$ , отклонение от величины тренда  $+0.37^{\circ}\text{C}$ .

Оценки линейных трендов, характеризующие среднюю тенденцию изменений осенних температур за период 1976-2013 гг. (современное глобальное потепление) в среднем для СП и России, приведены в табл. 1.1. Величина тренда средних по территории России осенних температур в полтора раза больше, чем для средних по Северному полушарию.

**Таблица 1.1**

Сезонные (осень 2013: сентябрь - ноябрь) аномалии температуры приземного воздуха относительно норм базового периода 1961-1990 гг. ( $^{\circ}\text{C}$ ), осредненные по суше СП и России и оценки линейного тренда за период 1976-2013

Регионы	$vT_{2013}$	$s_{1961-90}$	$b, ^{\circ}\text{C}/10 \text{ лет}$	$D \%$
СП	0.96	0.24	0.35	69
Россия	1.99	0.90	0.55	30

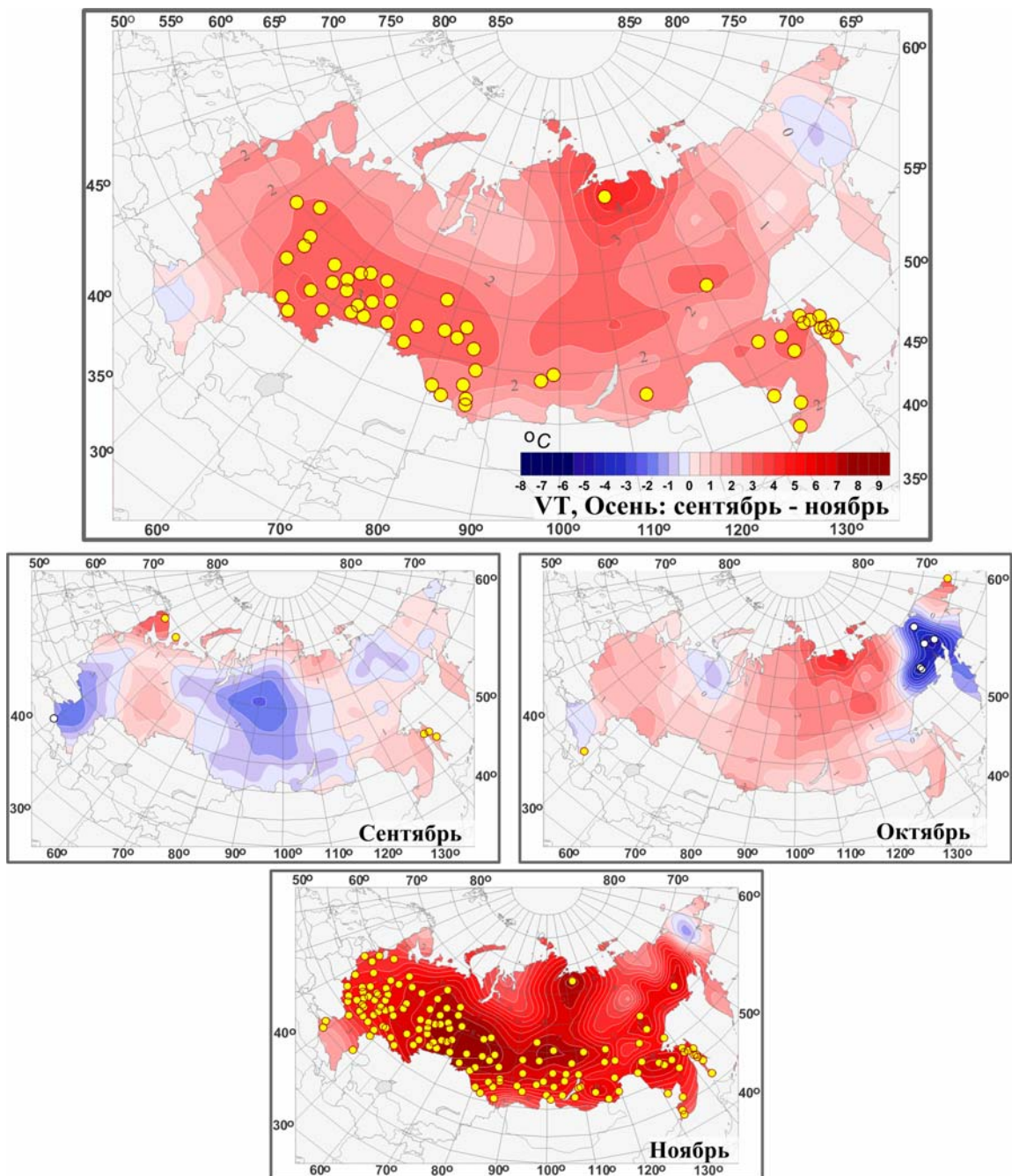
*Примечание:*  $vT$  – аномалия температуры,  $s$  - стандартное отклонение за период 1961-1990,  $b$  – коэффициент линейного тренда,  $D$  - вклад тренда в дисперсию.

## 2. КЛИМАТИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ОСЕНИ 2013 г. НА ТЕРРИТОРИИ РОССИИ

На рис. 2.1 и 2.2 представлены карты сезонных и месячных аномалий температуры и осадков на территории России осенью 2013 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.** На всей территории страны (кроме южных районов Южного ФО и Чукотки) тепло. Сезонные экстремумы (температуры выше 95-го перцентилея) наблюдались в Среднем Поволжье, на Южном Урале, юге АЧР, на Сахалине. Осредненная по территории РФ осенняя аномалия  $+1.99^{\circ}\text{C}$  – третья положительная величина в ряду наблюдений с 1936 года. Осредненные по субъектам РФ температуры были среди 10-ти самых высоких (кроме региона Восточная Сибирь и Южного и Северо-Кавказского ФО). Особенно тепло в Западной Сибири и в Приамурье и Приморье (аномалии:  $2.48^{\circ}\text{C}$ ,  $2.03^{\circ}\text{C}$  – третьи максимальные значения в рядах). Следует отметить, что аномально теплая осень в целом сложилась за счет единственного месяца – ноября (он был экстремально теплым практически всюду), сентябрь был прохладным, а октябрь – лишь умеренно теплым.





**Рисунок 2.1** – Поля средней сезонной и средних месячных аномалий температуры приземного воздуха ( $^{\circ}\text{C}$ ) на территории России осенью 2013 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.*

**Сентябрь.** На территории РФ не наблюдалось значительных аномалий.

Максимально тепло было в Карелии и на Кольском полуострове (аномалия до  $+2.9^{\circ}\text{C}$ ). Очень тепло на Сахалине - на большинстве станций температура была выше 95-го перцентиля. Холодно (до  $-2.2^{\circ}\text{C}$ ) - на юге и юго-западе ЕЧР на большей части Уральского и Сибирского ФО.

**Октябрь.** Очень холодно было в Магаданской области, на западе Чукотского АО, на Камчатке, на ряде станций отмечались температуры ниже 5-го перцентиля (аномалия до  $-5^{\circ}\text{C}$ ). Небольшие отрицательные аномалии (около  $-1^{\circ}\text{C}$ ) отмечены на юге ЕЧР и на Северном Урале. Практически на всей остальной территории – тепло, особенно на севере Якутии (до  $+4.5^{\circ}\text{C}$ ).

**Ноябрь.** Осредненные по всей территории России и по регионам РФ аномалии температуры (кроме Средней Сибири, Восточной Сибири) – исторические рекорды в соответствующих рядах. Средняя по РФ аномалия  $+5.30^{\circ}\text{C}$  на  $1.6^{\circ}\text{C}$  превзошла предыдущий максимум 2010 г.:  $+3.70^{\circ}\text{C}$ . В регионах Средняя Сибирь и Восточная Сибирь ноябрь был также очень теплым: - шестой и девятый среди самых теплых осенних сезонов в данных регионах. Более чем на половине станций температура была выше 95-го перцентиля. На всей территории страны (кроме Чукотки) аномалии температуры были положительные. Максимальные (на многих станциях – рекордные) аномалии среднемесячной температуры воздуха ( $8-10^{\circ}\text{C}$ ) отмечены в Западной Сибири в верховьях Оби и Иртыша.

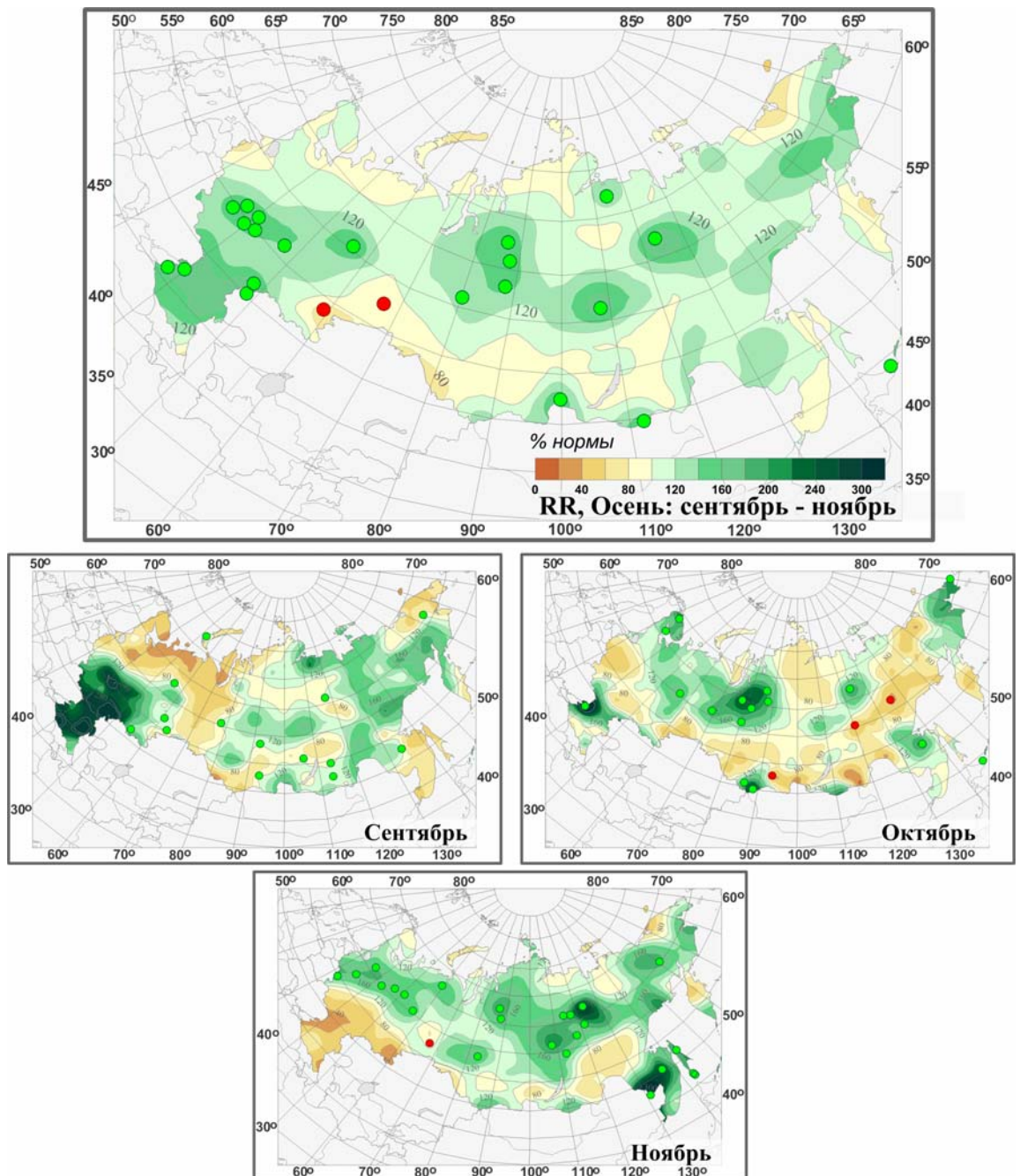
**Атмосферные осадки.** На большей части страны - избыток осадков, наибольшее количество осадков наблюдалось на ЕЧР южнее  $60^{\circ}\text{с.ш.}$ , в северных и центральных областях Западной и Средней Сибири, в Якутии: здесь местами выпало более полутора норм (в том числе, везде на ЕЧР южнее  $50^{\circ}\text{с.ш.}$ ). Сумма осадков за сезон по территории РФ составила 116% нормы (осредненная по территории аномалия  $+6.8$  мм/месяц) – вторая величина с 1936 г. (максимум осадков осенью зафиксирован в 2012 году: аномалия  $+6.9$  мм/месяц). Больше всего осадков выпало в ЕЧР (125%,  $+12.9$  мм/месяц, вторая величина в ряду), особенно в Южном ФО (158%,  $+24.6$  мм/месяц, 98.7%, ранг 2, за счет сентября и октября: в ноябре здесь наблюдался значительный дефицит осадков).

Дефицит осадков (80%-60%) наблюдался на западе страны (в основном, в Ленинградской области), в южных районах АЧР до Алтая, вдоль побережья Восточно-Сибирского моря, на Камчатке.

**Сентябрь** Сумма осадков по территории РФ составила 121% нормы ( $+10.6$  мм/месяц): 3-я величина с 1936 г. Контрастные условия увлажнения сложились на ЕЧР: Экстремальное количество осадков (более 200% нормы) выпало на ЕЧР южнее  $\sim 57^{\circ}$  с.ш., на большинстве станций здесь количество выпавших осадков превысило 95-ый перцентиль, особенно много осадков – в Южном ФО и на юге Приволжского ФО (на станции Яшкуль выпало 408% нормы осадков). В то же время севернее  $60^{\circ}\text{с.ш.}$  наблюдался значительный дефицит осадков (60-40% нормы), местами экстремальный: на отдельных станциях дефицит осадков составил менее 30% нормы и менее 5-го перцентиля.

На АЧР осадков выпало в основном больше нормы. Более 120% - в центральных районах Сибирского ФО и на большей части Дальневосточного ФО, на отдельных станциях количество выпавших осадков – около двух норм. Дефицит осадков (80%-40% нормы) наблюдался на западе Западной Сибири, на Чукотке, в Приморье, на Сахалине.





**Рисунок 2.3** – Поля аномалий средних сезонных и месячных сумм осадков (в процентах от нормы за 1961-1990 гг.) на территории России осенью 2013 (сентябрь-ноябрь). Кружками красного цвета показаны стационарные экстремумы ниже 5-го перцентиля, зеленого – выше 95-го перцентиля.

**Октябрь.** В целом по территории РФ осадков выпало незначительно больше нормы: 108%; осредненная аномалия осадков составила +3.2 мм/месяц. Избыток осадков (более 120% нормы) наблюдался в северной части ЕЧР и ЮФО, на севере Западной Сибири, в республике Алтай, в низовье Амура, на Чукотке. Больше всего осадков выпало на юге ЕЧР (в Ростове-на Дону более 4-х норм), в районе Тазовской губы (на многих станциях количество выпавших осадков здесь более 2-х норм или более 95-го перцентиля).

Дефицит осадков (80%-50% нормы) наблюдался в центральных районах ЕЧР, на большей части юга Сибири, на Таймыре, на большей части Дальневосточного ФО, на Камчатке.

**Ноябрь.** В ноябре на территории РФ наблюдался избыток осадков: месячная сумма составила 119% нормы; средняя аномалия +6.4 мм/месяц (ранг 7). На большей части страны осадки были выше нормы, причем преимущественно значительно (больше 140% нормы). На многих станциях северной части ЕЧР, в центральных районах АЧР, в Приморье выпало больше полутора норм осадков, особенно много осадков выпало в среднем течении Лены (более трех норм), в Приамурье (до пяти норм). На многих станциях наблюдались экстремумы выше 95-го перцентиля. В регионах Средняя Сибирь и Приамурье и Приморье выпало осадков: 139% нормы (аномалия +10.3 мм/месяц) и 170% нормы (+20.8 мм/месяц) – вторая и четвертая величины в соответствующих рядах.

Дефицит осадков (80%-40%) наблюдался в южных районах ЕЧР; в ЮФО выпало 48% нормы осадков. Также дефицит осадков (менее 80%) наблюдался в районах вдоль побережья моря Лаптевых и Восточно-Сибирского моря, в Забайкалье и на Камчатке.

В таблицах 2.1 и 2.2 представлены регионально осредненные аномалии температуры и осадков, рассчитанные по значениям станционных аномалий осеннего 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 осенью 2013 г.

Регионы	$\nu T_{2013}$	$s_{1961-90}$	$P(t \leq T_{2013})$
Российская Федерация	<b>1.99</b>	<b>0.90</b>	<b>97.4</b>
<b>Физико-географические регионы России</b>			
Европейская часть России	1.90	1.04	89.6
Западная Сибирь	<b>2.48</b>	<b>1.54</b>	<b>97.4</b>
Средняя Сибирь	2.39	1.80	89.6
Прибайкалье и Забайкалье	2.10	1.23	90.9
Приамурье и Приморье	<b>2.03</b>	<b>0.89</b>	<b>97.4</b>
Восточная Сибирь	1.07	0.94	64.9
<b>Федеральные округа РФ</b>			
Северо-Западный	2.10	1.24	92.2
Центральный	1.92	1.13	90.9
Приволжский	<b>2.53</b>	<b>1.25</b>	<b>97.4</b>
Южный	0.67	1.05	67.5
Северо-Кавказский	0.19	0.85	51.9
Уральский	2.45	1.64	92.2
Сибирский	2.27	1.49	92.2
Дальневосточный	1.71	1.01	92.2

**Примечание:** 1. Аномалии  $\nu T_{2013}$  ( $^{\circ}C$ ) рассчитаны как отклонения от нормы 1961-1990 гг.;  $s$  ( $^{\circ}C$ ) – среднее квадратическое отклонение за базовый период; вероятности непревышения  $P(t \leq T_{2013})$  рассчитаны по выборке за 1936-2012 гг. и выражены в %. Выделены экстремальные значения, попадающие в 5% максимальных.

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), а для характеристики масштаба изменчивости с учетом выраженной асимметрии распределения осадков абсолютные величины разности между медианой и первым и третьим квартилями аномалий, рассчитанные для базового периода. Кроме того, в таблицах приведены значения эмпирической вероятности (вероятности неперевышения) региональных аномалий по данным за 1936-2012 годы.

**Таблица 2.2**

Регионально осредненные аномалии осадков, осенью 2013 г.

Регионы	$\nu R_{2013}$	$RR_{2013}$	$m$	$m-q1$	$q3-m$	$P(r \leq R_{2013})$
Российская Федерация	<b>6.8</b>	<b>116</b>	0.3	2.2	2.1	<b>98.7</b>
<b>Физико-географические регионы России</b>						
Европейская часть России	<b>12.9</b>	<b>125</b>	0.4	5.9	4.4	<b>98.7</b>
Западная Сибирь	3.4	108	0.4	3.0	2.1	76.6
Средняя Сибирь	6.4	119	0.0	2.1	1.8	92.2
Прибайкалье и Забайкалье	0.8	103	-0.3	2.5	3.5	46.8
Приамурье и Приморье	6.3	111	-0.2	5.1	8.0	75.3
Восточная Сибирь	4.5	112	-1.6	1.9	5.2	76.6
<b>Федеральные округа РФ</b>						
Северо-Западный	2.8	105	0.0	3.6	3.0	68.8
Центральный	19.9	138	-2.7	5.0	12.9	93.5
Приволжский	15.0	131	0.7	7.5	4.9	94.8
Южный	<b>24.6</b>	<b>158</b>	-1.3	5.9	8.2	<b>98.7</b>
Северо-Кавказский	12.3	122	-0.2	6.7	8.3	74.0
Уральский	6.9	115	-0.8	4.5	5.3	84.4
Сибирский	3.4	110	0.2	2.0	2.5	76.6
Дальневосточный	4.8	112	0.2	2.6	2.7	92.2

**Примечание:** 1. Аномалии  $\nu R_{2013}$  (мм/месяц) рассчитаны как отклонения от нормы (среднее за базовый период 1961-1990 гг.),  $RR_{2013}$  - отношение  $R_{2013}$  к норме, выраженное в %,  $q1$ ,  $q3$  и  $m$  – соответственно первый, третий квартиль и медиана аномалий (мм/месяц) за базовый период; вероятности неперевышения  $P(r \leq R_{2013})$  – рассчитаны по выборке за 1936-2012 гг. и выражены в %. Выделены экстремальные значения, попадающие в 5% максимальных.

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

Осень для России в целом (см. табл. 2.1) была очень теплой, аномалия температуры +1.99°C – третья положительная величина в ранжированном по убыванию ряду наблюдений с 1936 года (вероятность неперевышения этой аномалии 97.4%). В сентябре аномалия температуры составила -0.08°C (ранг 55), в октябре - +0.81°C (ранг 30). В ноябре экстремально тепло: аномалия температуры составила +5.30°C –

исторический максимум (до ноября 2013 года самым экстремальным ноябрем был ноябрь 2010 года с осредненной по территории РФ аномалией  $+3.70^{\circ}\text{C}$ ).

Аномалии температуры были положительными для всех регионов страны (при этом аномалии по модулю выше стандартного отклонения), наиболее теплой осень была в регионах: Западная Сибирь, Приамурье и Приморье (аномалии  $+2.48^{\circ}\text{C}$  и  $+2.03^{\circ}\text{C}$  – третьи положительные величины в рядах).

В регионе Россия в целом осенью (табл. 2.2) аномалия осадков составила  $+6.8$  мм/месяц (относительная аномалия 116% нормы) – вторая величина в ряду наблюдений. Аномалии осадков, осредненные по территории РФ в сентябре октябре и в ноябре составили  $+10.6$  мм/месяц (121% нормы),  $+3.2$  мм/месяц (108%),  $+6.4$  мм/месяц (119%) – соответственно третья, 26-я и седьмая положительные величины в рядах.

Во всех регионах РФ осенью аномалии осадков были положительные. В ЕЧР ( $+12.9$  мм/месяц (125%)) - сезонная аномалия осадков была второй положительной величиной в ряду (максимум выпадения осадков зафиксирован в 2002 году ( $+15.4$  мм/месяц (130%)). Из федеральных округов следует отметить Южный ФО, аномалия осадков составила здесь  $24.6$  мм/месяц (158%) – вторая положительная величина в ряду (максимум выпадения осадков наблюдался здесь в 1992 году: аномалия  $+25.7$  мм/месяц (160%)).

### **3. ТЕНДЕНЦИИ СОВРЕМЕННЫХ ИЗМЕНЕНИЙ КЛИМАТА НА ТЕРРИТОРИИ РОССИИ (осенний 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 1976-2013 гг. температуры приземного воздуха и атмосферных осадков на территории России для осеннего сезона в целом и для каждого из месяцев осени.

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 осеннего сезона на территории России с 1976 г.

Среднесезонные осенние температуры растут на всей территории страны; наиболее значительный рост наблюдается в Среднем Поволжье и на Южном Урале (до  $+1.2^{\circ}\text{C}/10$  лет), в Восточной Сибири ( $+0.6^{\circ}\text{C}$  -  $+1.2^{\circ}\text{C}/10$  лет, за счет октября и ноября).

В полосе от Обской губы до Байкала рост температуры минимальный (до  $+0.2^{\circ}\text{C}/10$  лет за счет уменьшения температуры здесь в ноябре (до  $-0.6^{\circ}\text{C}/10$  лет в центре области).

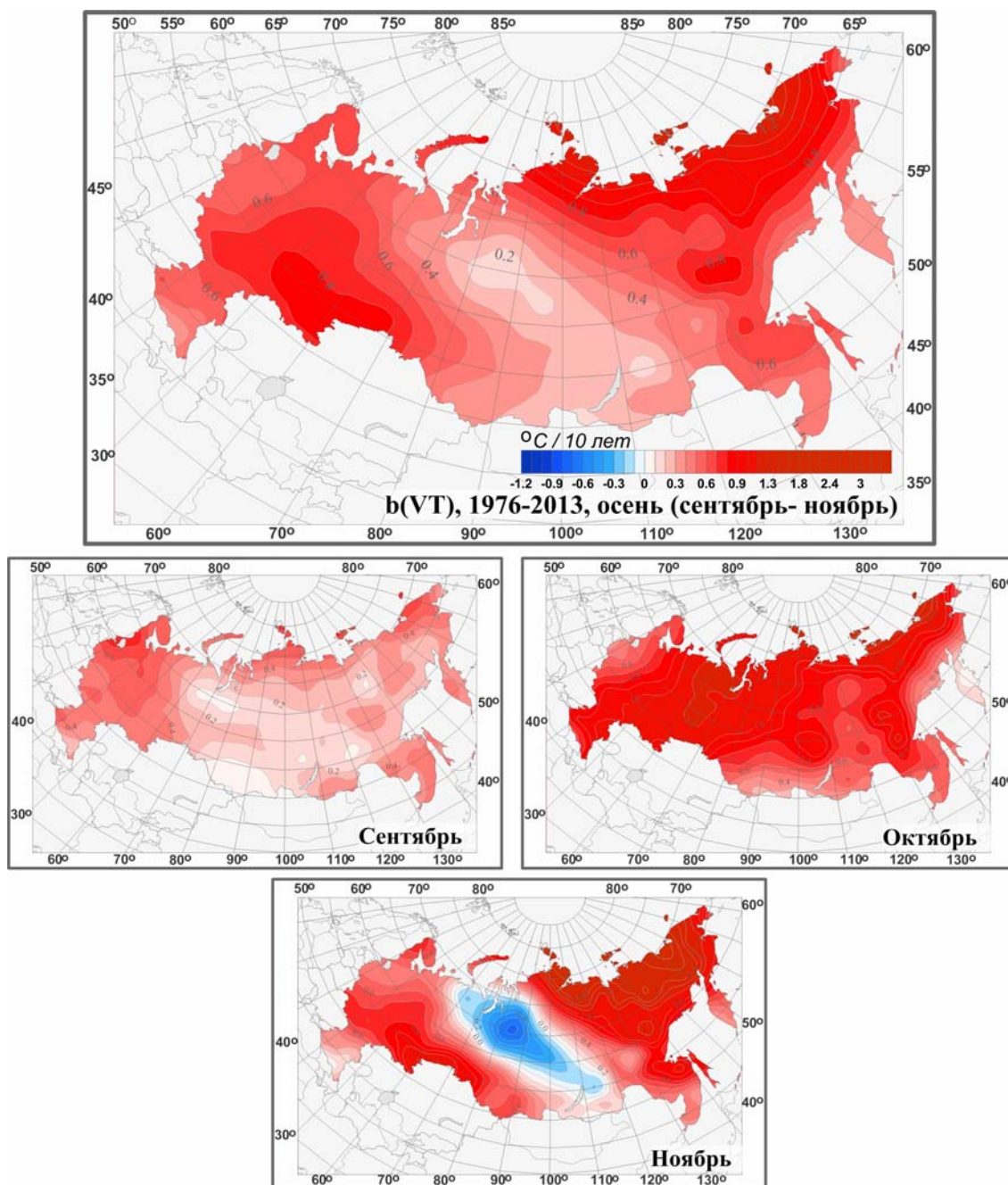
Наиболее значительное увеличение температуры происходит в октябре – тренд от  $+0.6^{\circ}\text{C}$  до  $+1.2^{\circ}\text{C}/10$  лет на всей территории страны, а также в ноябре – в Восточной Сибири от  $+0.6^{\circ}\text{C}$  до  $+1.6^{\circ}\text{C}/10$  лет.

На большей части страны осенью (рис. 3.2) тенденции к изменению выпадений осадков не обнаруживаются. Тенденция к увеличению осадков (около  $+5$  мм/10 лет) просматривается в восточных районах страны – здесь во все месяцы сезона наблюдаются районы, где происходит рост осадков (более  $+10$  мм/10 лет).

В Приамурье осенью (за счет сентября и октября) наблюдается уменьшение осадков.

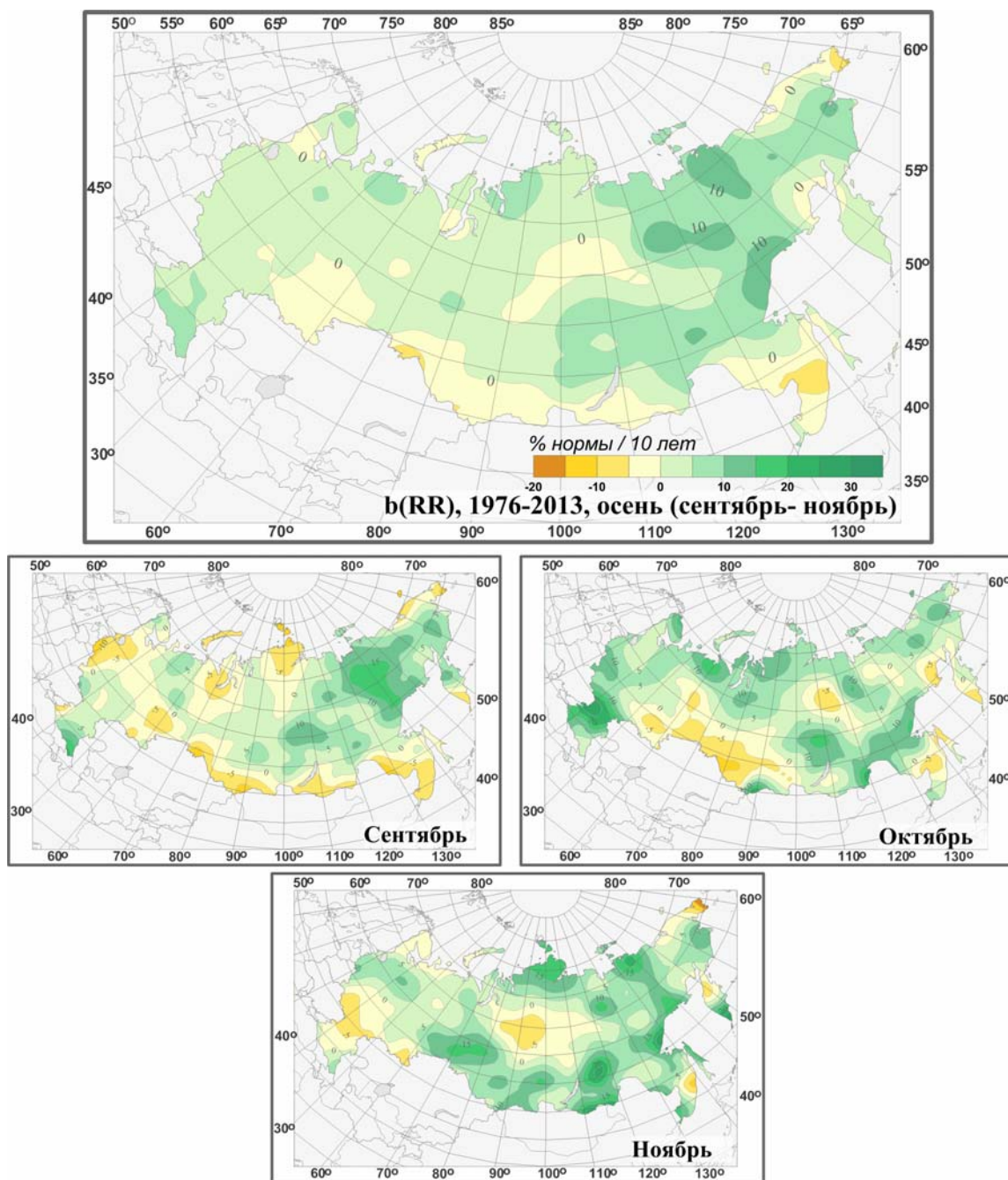
Тенденция к увеличению осадков (более +10 мм/10 лет) наблюдается в октябре западе и юге европейской части РФ.

Тенденция к уменьшению осадков в сентябре наблюдается на западе ЕЧР (около -5 мм/10 лет), в октябре - на Южном Урале и юге Западной Сибири (менее -5 мм/10 лет), в ноябре – в центре ЕЧР и в центре АЧР (около -5 мм/10 лет).



**Рисунок 3.1** – Распределение локальных коэффициентов линейного тренда сезонных и месячных аномалий температуры (°C/10 лет) на территории России по данным за 1976-2013 (осень)





**Рисунок 3.2** – Распределение локальных коэффициентов линейного тренда сезонных и месячных аномалий осадков (% нормы /10 лет) на территории России по данным за 1976-2013 (осень).

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

Тренд средней по России осенней температуры за период 1976-2013 гг. положителен: он составляет  $0.55^{\circ}\text{C}/10$  лет, объясняет 30% межгодовой изменчивости (табл. 3.1): тренд значим на 1%-м уровне. Рост температуры за период с 1976 по 2013 гг. выражен во все месяцы сезона (рис. 3.3), особенно в октябре:  $0.79$  градуса за 10 лет; тренд значим на уровне 1%. Начало потепления для октября - середина 1970-х гг. (с

1993 г. наблюдался примерно 10-летний период отсутствия роста), для сентября и ноября начало потепления – вторая половина 1990-х гг.

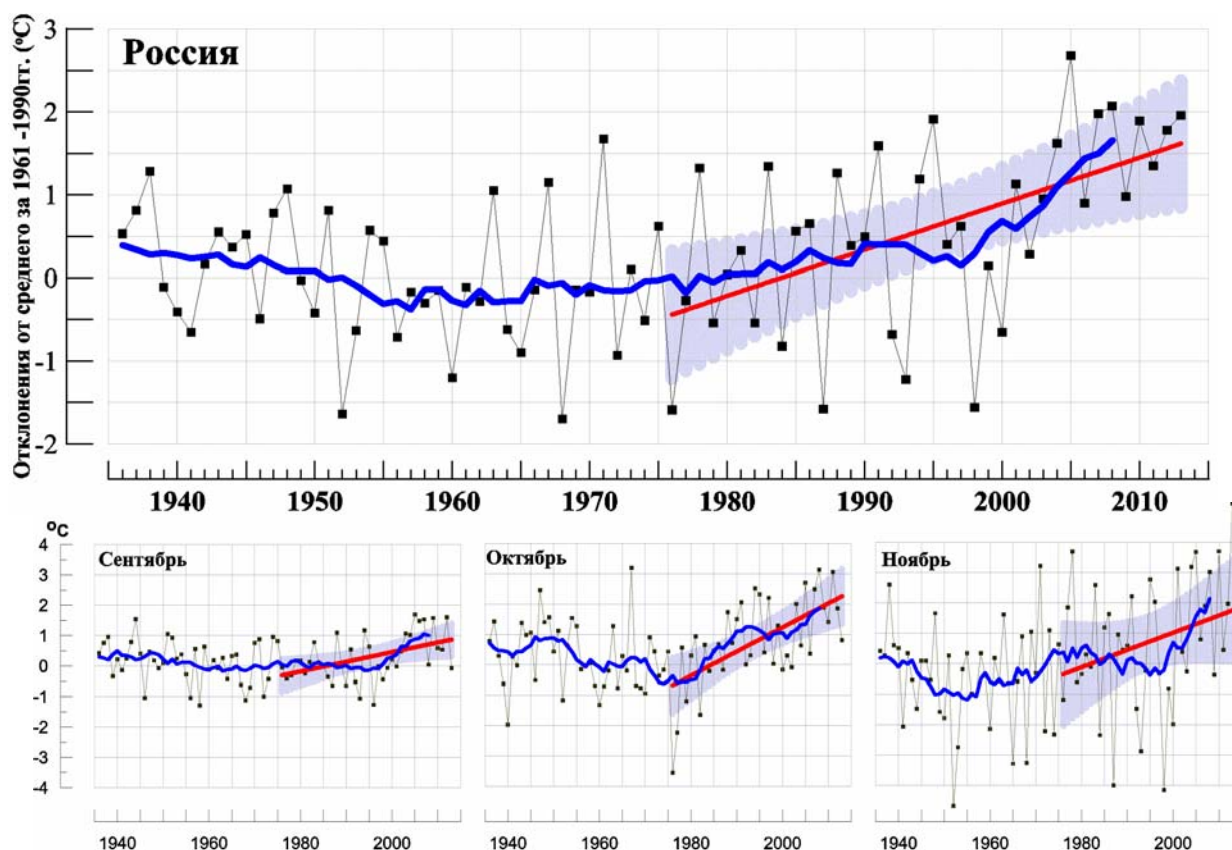
**Таблица 3.1**

Оценки линейного тренда температуры приземного воздуха и суммы осадков, осредненных по территории России и за осенний сезон, за 1976-2013 гг.

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

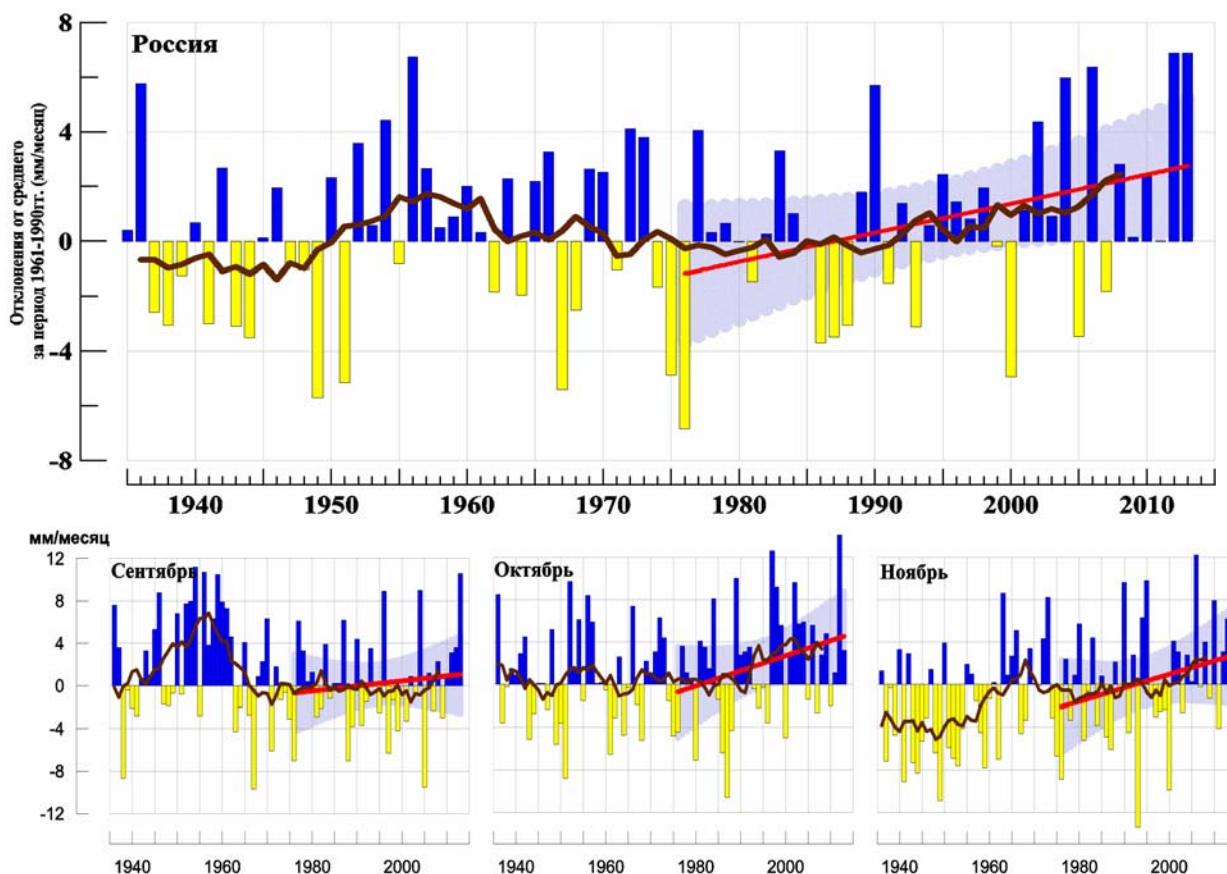
Регион Российская Федерация	Температура		Осадки	
	<i>b</i> °C/10 лет	<i>D</i> , %	<i>b</i> мм/мес/10 лет	<i>D</i> , %
Осень	0.55	30	1.1	13
Сентябрь	0.32	22	0.5	1
Октябрь	0.79	38	1.4	8
Ноябрь	0.57	8	1.3	6

Тренд сезонных сумм осадков для России в целом составляет 1.1 мм/мес/10 лет и объясняет 13% межгодовой изменчивости. В октябре и в ноябре на территории России наблюдается некоторая тенденция увеличения осадков, тренды не значимы.



**Рисунок 3.3** – Аномалия средней сезонной (вверху) и для месяцев сезона температуры приземного воздуха (°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 1976-2013 гг. Показана 95% -я доверительная область для линии тренда.*



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

#### 4. ИЗМЕНЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ И ОСАДКОВ ОСЕННЕГО СЕЗОНА РЕГИОНАХ РОССИИ, 1936-2013 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) осеннего сезона за 1936 – 2013 гг. На всех рисунках показаны линейные тренды за 1976-2013 гг., рассчитанные методом наименьших квадратов. Величины трендов и объясненные трендами доли дисперсии рядов представлены в таблице 4.1.

Основная особенность изменения осенней температуры (рис. 4.1, 4.2) – рост температуры наблюдается во всех регионах. Но начало роста во всех регионах разный: в Европейской части России и в Западной Сибири – конец 1990-х гг., в Средней Сибири и в Восточной Сибири – середина 1970-х гг., в Прибайкалье и Забайкалье – середина 1960-х гг., в Приамурье и Приморье – середина 1980-х гг.. В Прибайкалье и Забайкалье в Приамурье и Приморье, а также, в Сибирском ФО с начала 1990-х гг. рост температуры практически не наблюдается.

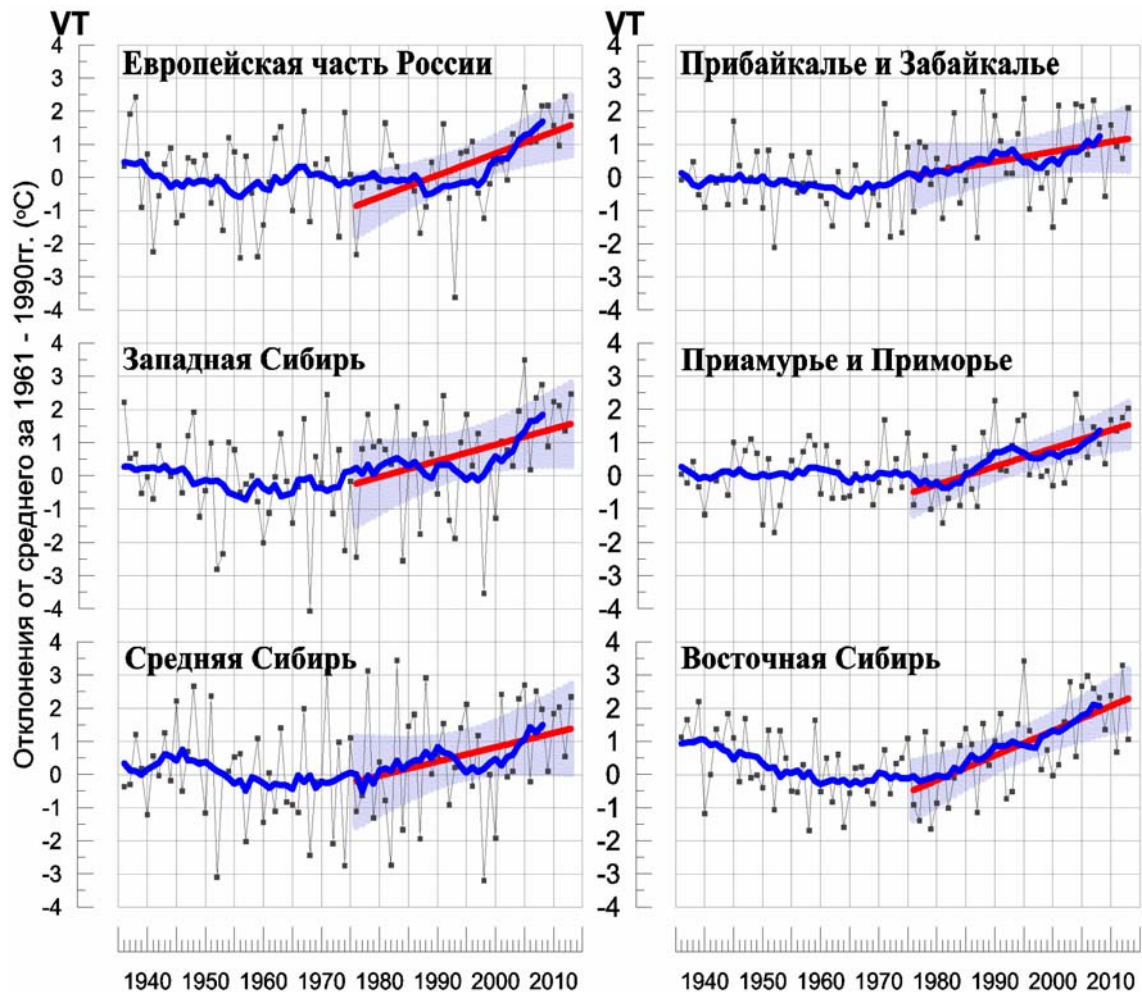
Наиболее заметен рост температуры в Европейской части России, в Приамурье и Приморье и в Восточной Сибири (превышает полградуса за 10 лет). В этих регионах,



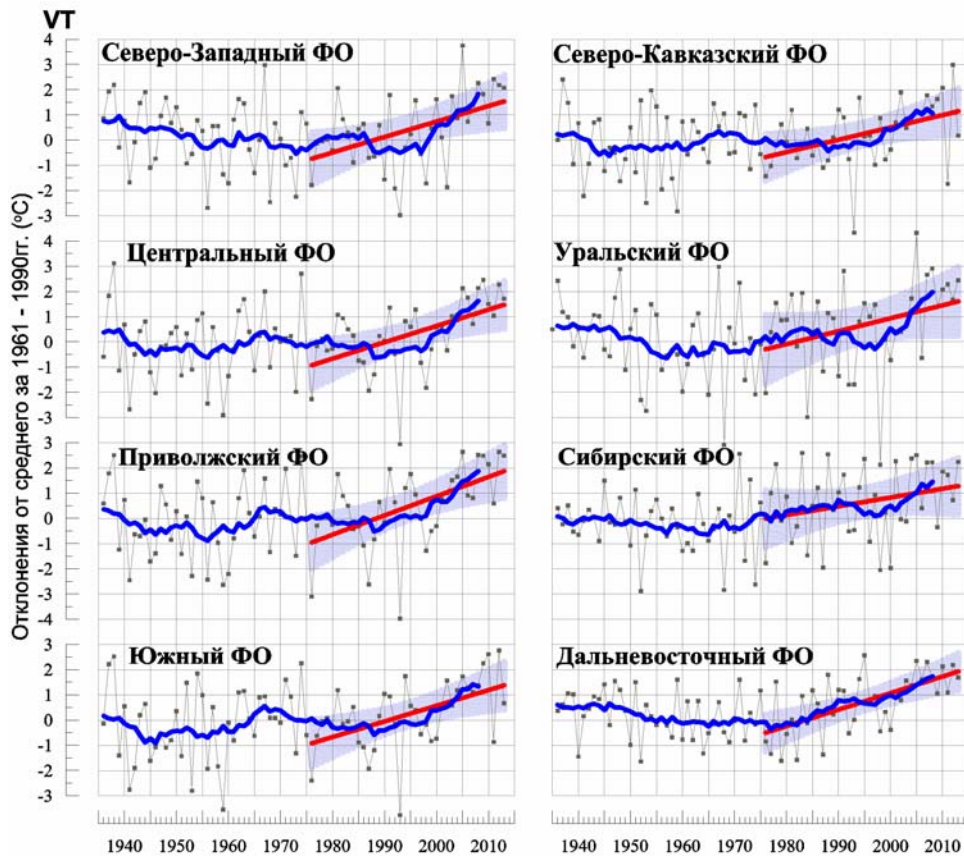
вклад тренда в дисперсию ряда позволяет говорить о значимости тенденции увеличения температуры на 1% уровне.

Монотонная тенденция изменения осадков (рис. 4.3, 4.4) за период современного потепления (с 1976 г.) прослеживается в регионах: Средняя Сибирь, Прибайкалье и Забайкалье, Восточная Сибирь (Дальневосточный ФО), где наблюдается увеличение осадков и тренд значим на уровне 5%. Значительный рост осадков осенью происходит в регионе Восточная Сибирь (тренд +2.1 мм/10 лет объясняет 18% изменчивости ряда).

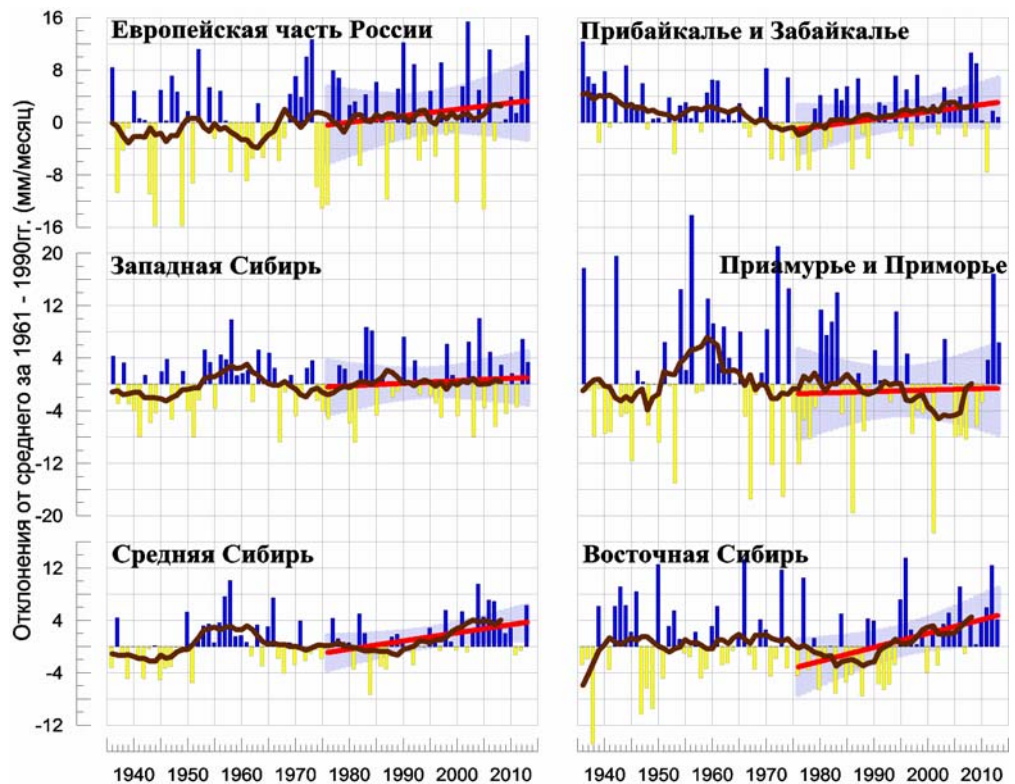
В Приволжском ФО наблюдается небольшое уменьшение осадков за период 1976-2013гг., но тренд не значим.



**Рисунок 4.1** - Сезонные аномалии температуры приземного воздуха ( $^{\circ}\text{C}$ ), осредненные по территории физико-географических регионов РФ (осень). Аномалии рассчитаны как отклонения от среднего 1961-1990 гг. Сглаженная кривая получена 11-летним скользящим осреднением. Линейный тренд получен по данным за 1976-2013 гг. Показана 95% -я доверительная область для линии тренда.



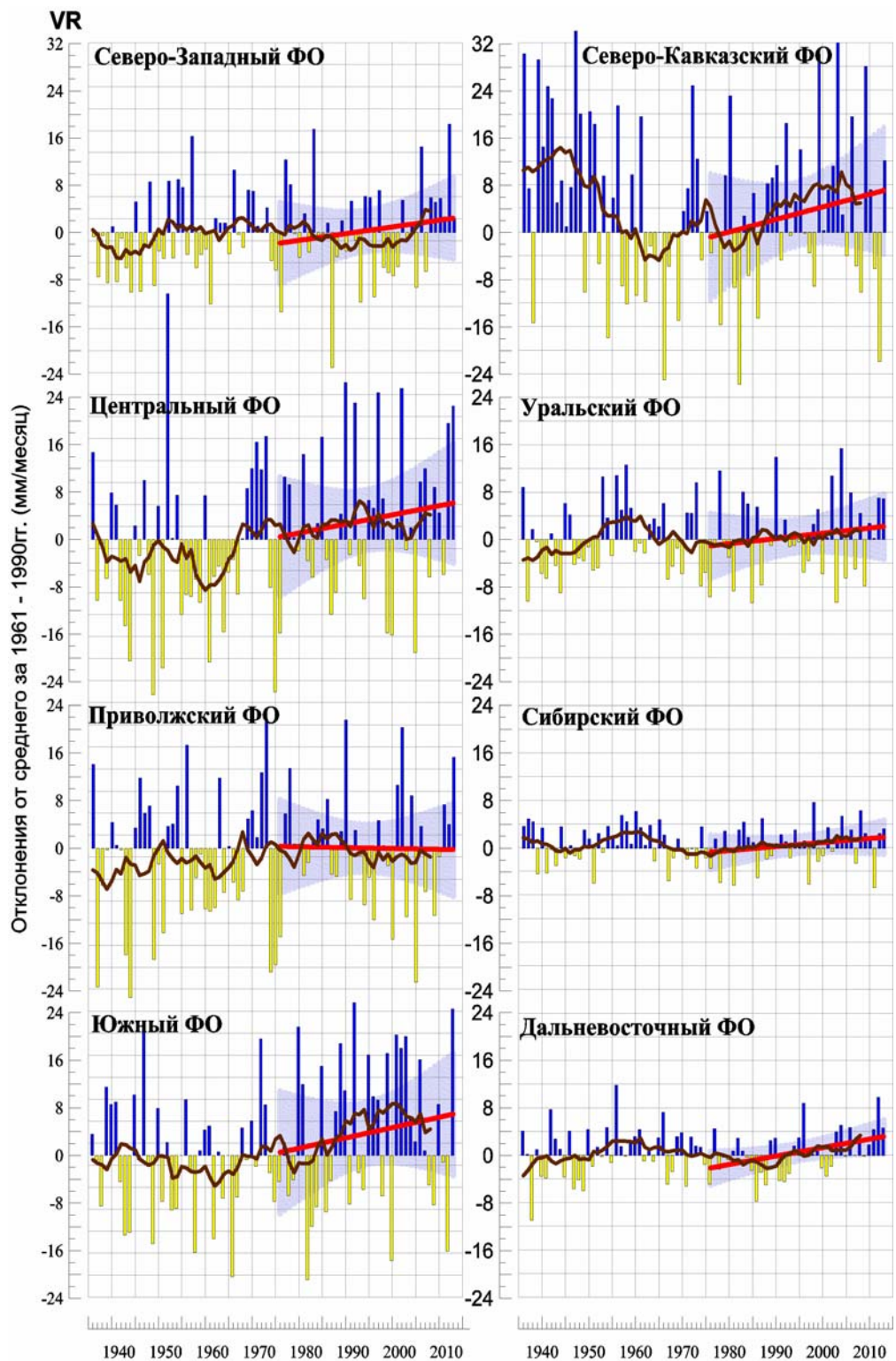
**Рисунок 4.2** - Сезонные аномалии температуры приземного воздуха ( $^{\circ}\text{C}$ ), осредненные по территории федеральных округов РФ (осень). Условные обозначения см. на рис. 4.1



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

Условные обозначения см. на рис. 4.1.





**Рисунок 4.4** - Сезонные аномалии месячных сумм осадков (мм/месяц), осредненные по территории федеральных округов РФ (осень). 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 1976-2013 гг.

(осень: сентябрь – ноябрь),

$b$  – 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	0.55	30	1.1	2.4	13
<b>Физико-географические регионы России</b>					
Европейская часть России	0.66	31	1.0	1.9	2
Западная Сибирь	0.48	11	0.4	0.9	1
Средняя Сибирь	0.43	8	1.2	3.7	16
Прибайкалье и Забайкалье	0.30	8	1.1	4.0	7
Приамурье и Приморье	0.55	37	0.2	0.5	0
Восточная Сибирь	0.75	38	2.1	5.6	18
<b>Федеральные округа РФ</b>					
Северо-Западный	0.62	22	1.2	2.1	2
Центральный	0.66	28	1.4	2.8	2
Приволжский	0.77	30	-0.1	-0.3	0
Южный	0.62	26	1.7	4.1	2
Северно-Кавказский	0.49	19	2.1	3.8	3
Уральский	0.51	10	0.9	2.0	2
Сибирский	0.35	7	0.7	2.0	5
Дальневосточный	0.66	39	1.4	3.6	18

## 5. ОЦЕНКИ ЭКСТРЕМАЛЬНОСТИ И АНОМАЛЬНОСТИ КЛИМАТА РОССИИ, 1936-2013 гг. (осенний сезон)

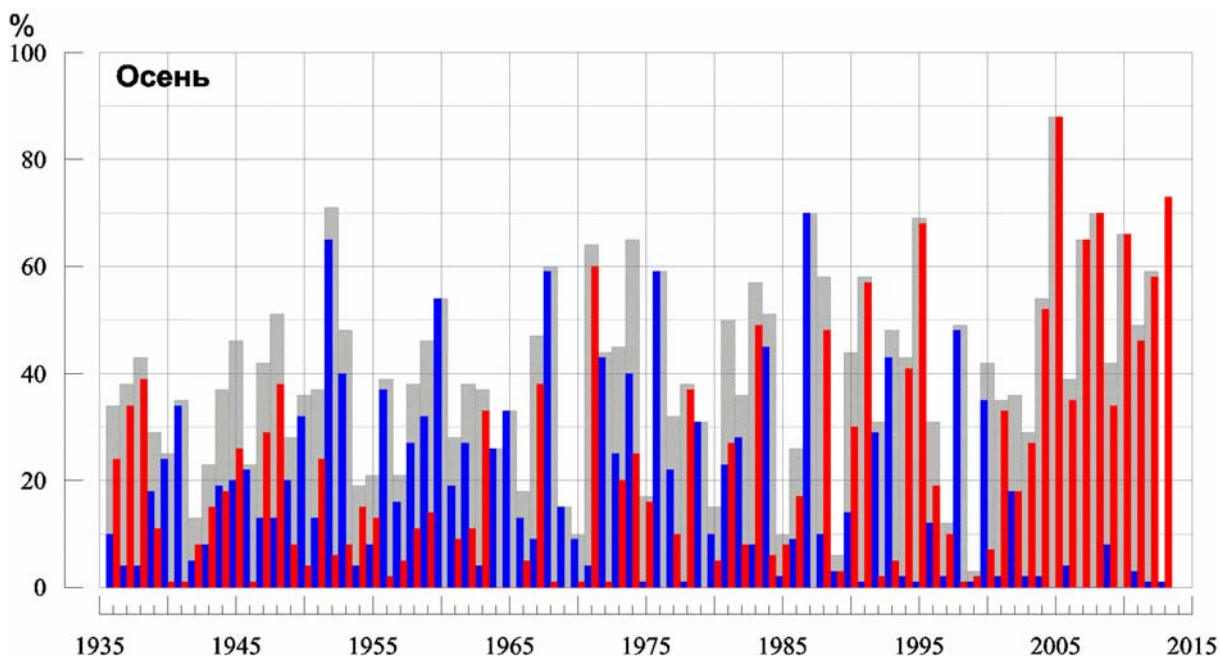
В разделе приведены некоторые индексы экстремальности и аномальности для осеннего сезона в целом по территории России за период 1936 -2013 гг. (рис. 5.1. – 5.4). В качестве индексов экстремальности рассматриваются доли площади под крупными аномалиями температуры и осадков (вероятности не превышения ниже 20-го и выше 80-го процентилей), а также экстремальными (абсолютная величина превосходит 2 стандартных отклонения) аномалиями температуры.

**Температура.** Осенью 2013 гг. (рис. 5.1) площадь, занятая крупными положительными аномалиями составляла 75%, отрицательными аномалиями - 1%. С 1976 г. (начало глобального потепления) наблюдается увеличение площади под крупными положительными аномалиями, тренд за период 1976-2013 составляет 13.3% (доля объясненной трендом дисперсии ряда 33%).

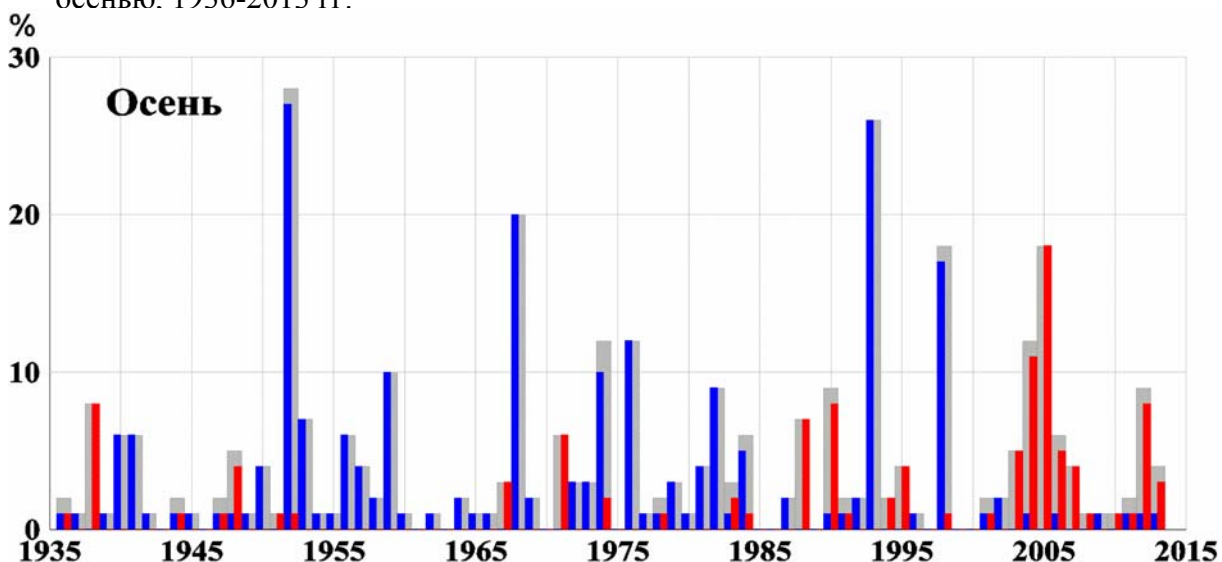
На рис.5.2 представлены ряды доли площади под экстремальными (выше  $2\sigma$  и ниже  $-2\sigma$ ) аномалиями сезонной температуры (в предположении гауссовости распределения это соответствует вероятности примерно 2.3% процента для каждого хвоста распределения).

Осенью 2013 года доля площади под экстремальными положительными аномалиями составила 3%, под отрицательными – 1% площади страны. Наиболее

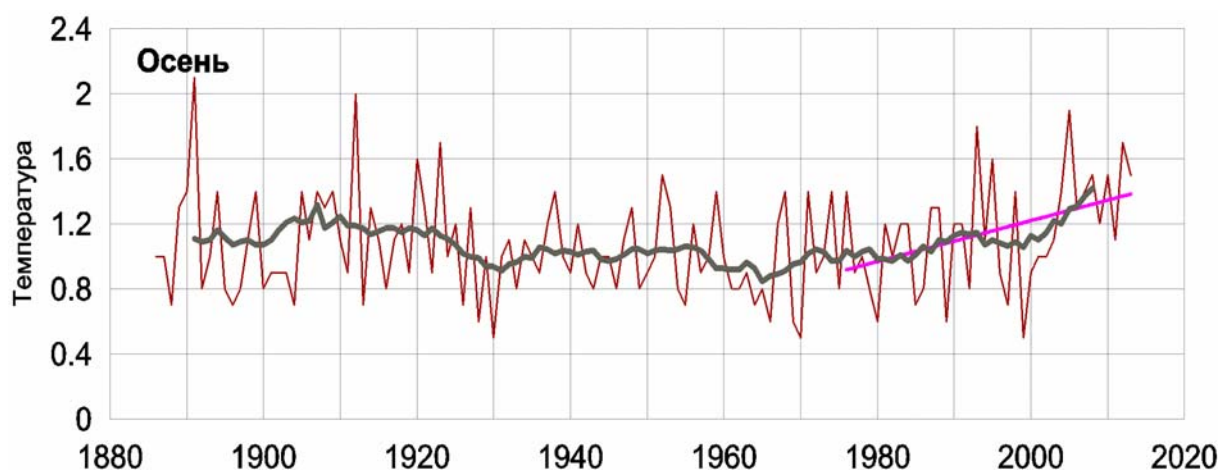
экстремальные теплые осенние сезоны наблюдались: в 2004 г. (11% площади занято экстремальными аномалиями), в 2005 (18% - наиболее экстремально жаркий осенний сезон), в 2012 (8%), в 1990 (8%), в 1938 (8%). Экстремально холодные осенние сезоны наблюдались: в 1952 (27% площади занято экстремальными аномалиями, наиболее экстремально холодный осенний сезон), в 1968 (20%), в 1976 (12%), в 1982 (9%), в 1993 (26%), в 1998 (17%). За последние десять лет в пяти годах площади под экстремумами тепла были больше 4%, последний год, когда экстремумы холода преобладали - 1998.



**Рисунок 5.1** - Доля площади РФ (в процентах) с крупными аномалиями (ниже 20-го перцентиля: синие столбики, выше 80-го перцентиля: красные столбики, суммарная площадь с крупными аномалиями: серые столбики) температуры осенью. 1936-2013 гг.



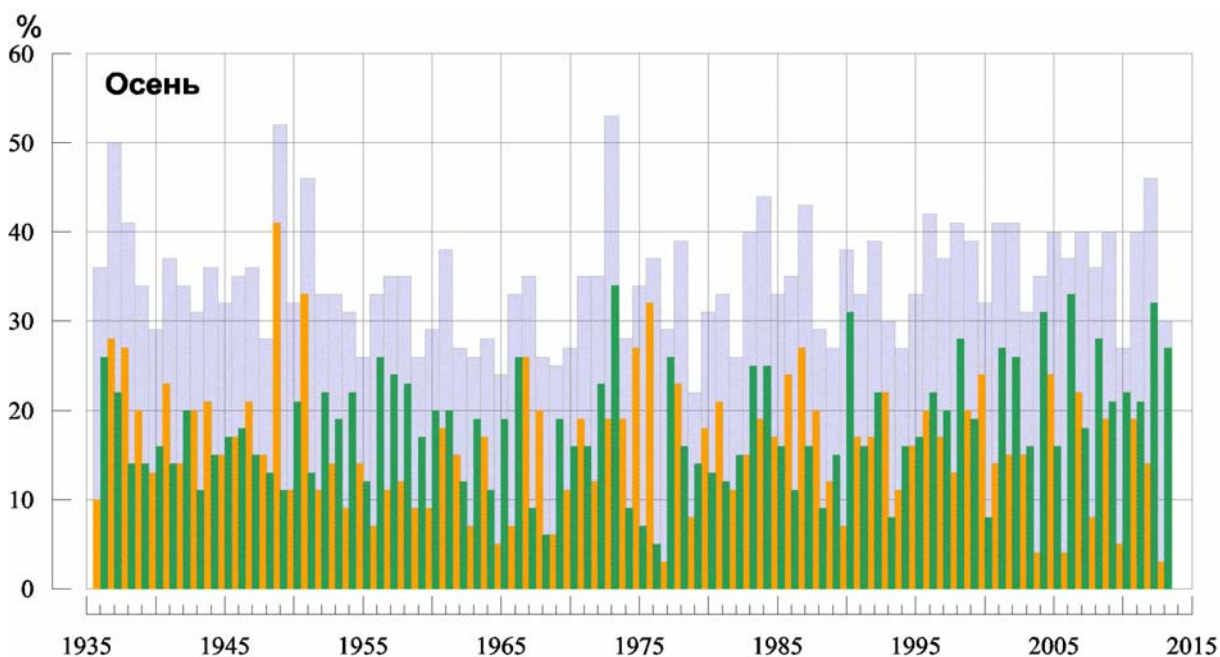
**Рисунок 5.2** - Доля площади РФ (в процентах) с экстремальными (сезонная аномалия меньше  $-2\sigma$ : синие столбики, больше  $+2\sigma$ : красные столбики; суммарная площадь с этими аномалиями: серые столбики) аномалиями температуры осенью, 1936-2013 гг. Базовый период для расчета статистик: 1961-1990 гг.



**Рисунок 5.3.** - Индекс аномальности (индекс Багрова) температурного режима на территории России осенью 1886-2013 гг.

Анализ изменений индекса аномальности Багрова (рис. 5.3) показывает, что с начала 1980-х гг. аномальность температурного режима на территории РФ в осенний сезон растет – тренд объясняет 17% общей дисперсии ряда за 1976-2013 гг.

**Осадки.** Осенью 2013 г. площадь, занятая крупными аномалиями больше 80 процентиля (рис. 5.4) составила 27%, ниже 20-го процентиля – 3%. С 1976 г. наблюдается увеличение площади под аномалиями выше 80-го процентиля, тренд за период 1976-2013 составляет +3.1%/10 лет (доля объясненной трендом дисперсии ряда 23%: тренд значим на уровне 1%) и незначимое уменьшение площади под аномалиями ниже 20-го процентиля, тренд за период 1976-2013 составляет -1.7%/10 лет (доля объясненной трендом дисперсии ряда 7%).



**Рисунок 5.4** - Доля площади РФ (в процентах) с крупными аномалиями осадков (ниже 20-го процентиля: желтые столбики, выше 80-го процентиля: зеленые столбики, суммарная площадь с крупными аномалиями: серые столбики) осенью, 1936-2013 гг.

## ВЫВОДЫ

1. Осень 2013 г. в России была очень теплой: в среднем по территории РФ аномалия температуры приземного воздуха составила  $+1.99^{\circ}\text{C}$  ( $s = 0.90^{\circ}\text{C}$ ) – третья положительная величина в ряду. Особенно тепло в Западной Сибири и в Приамурье и Приморье (аномалии:  $2.48^{\circ}\text{C}$ ,  $2.03^{\circ}\text{C}$  – также третьи максимальные значения в рядах).

На всей территории страны (кроме южных районов Южного ФО и Чукотки) аномалии температуры были положительными. Сезонные экстремумы (температуры выше 95-го перцентиля) наблюдались в Среднем Поволжье, на Южном Урале, юге АЧР.

2. Температурный режим был неоднороден в течение сезона.

*В сентябре* осредненная по территории страны аномалия температуры составила  $-0.08^{\circ}\text{C}$ . На территории РФ наблюдалось чередование отрицательных и положительных аномалий температуры. Наиболее холодные условия на юге и юго-западе ЕЧР, а также на большей части Уральского и Сибирского ФО (аномалии около  $-2^{\circ}\text{C}$ ).

*В октябре* на большей части страны тепло, особенно в АЧР (в Якутии аномалии  $+3^{\circ}\text{C}$  -  $+4^{\circ}\text{C}$ ). Очень холодно в Магаданской области, на западе Чукотки, на Камчатке (аномалии до  $-5.7^{\circ}\text{C}$ , на ряде станций температура ниже 5-го перцентиля); температуры немного ниже нормы (аномалии около  $-1^{\circ}\text{C}$ ) на юге ЕЧР и на Северном Урале.

*В ноябре* на всей территории страны (кроме Чукотки) аномалии температуры были положительные. Больше чем на половине станций РФ температура была выше 95-го перцентиля. Наибольшие аномалии (около  $+8^{\circ}\text{C}$ ) в верховьях Оби и Иртыша. Осредненные по РФ и регионам РФ аномалии температуры (кроме регионов: Средняя Сибирь, Восточная Сибирь) – исторические рекорды в соответствующих рядах.

3. Осредненная по территории России аномалия осадков составила  $+6.84$  мм/месяц (116% нормы) – вторая положительная величина (разность между максимумом выпадения осадков (осенью 2012 года) и аномалией осадков в 2013 году составляет лишь  $0.04$  мм/месяц). Больше всего осадков выпало в ЕЧР и в Южном ФО (аномалии  $+12.9$  мм/месяц и  $+24.6$  мм/месяц - вторые положительные величины в рядах), в Дальневосточном ФО ( $+4.6$  мм/месяц, ранг 9).

Дефицит осадков (80%-60%) наблюдался на западе страны (в основном, в Ленинградской области), а также вдоль побережья Белого, Баренцева, Карского, Чукотского морей, в южных районах АЧР, на Камчатке.

4. Режим выпадения осадков был неоднороден в течение сезона, хотя избыток осадков преобладал.

*В сентябре* экстремальное количество осадков (более 140% нормы) выпало в Южном ФО и на юге Приволжского ФО (на отдельных станциях до четырех норм). Много осадков (более 120%) выпало в центральных районах Сибирского ФО и на большей части Дальневосточного ФО (за исключением Чукотки, Приморья и Сахалина), на отдельных станциях количество выпавших осадков – около двух норм.

Значительный дефицит осадков (80%-40%) - на севере ЕЧР и в Западной Сибири, на Алтае, на Чукотке, в Приморье, на Сахалине.



*В октябре* избыток осадков наблюдался на большей части ЕЧР (за исключением центральных районов), в Западной и Средней Сибири, в республике Алтай, в низовье Амура, на Чукотке (на юге ЕЧР, в бассейне Енисея на многих станциях количество выпавших осадков более 2-х норм (более 95-го перцентиля)).

Дефицит осадков (80%-50% нормы) наблюдался в центральных районах ЕЧР, на Южном Урале, на большей части юга Сибири, на Таймыре, на юге и востоке Якутии, на Камчатке.

*В ноябре* избыточное увлажнение преобладает. Избыток осадков наблюдался северной части ЕЧР, в центральных районах АЧР, в Приамурье и в Приморье (в среднем течении Лены выпало более трех норм, в Приамурье - до пяти месячных норм). Осредненные по регионам Средняя Сибирь и Приамурье и Приморье аномалии осадков: 140% нормы и 170% нормы – вторая и четвертая положительные величины в соответствующих рядах.

Сильный дефицит осадков (до 40% нормы) наблюдался в южных районах ЕЧР, дефицит осадков наблюдался в районах вдоль побережья моря Лаптевых и Восточно-Сибирского моря, в Забайкалье и на Камчатке.

5. В целом по России линейный тренд осенней температуры воздуха за период 1976-2013 гг. составил  $+0.55^{\circ}\text{C}/10$  лет при вкладе тренда в дисперсию ряда 30%, что значительно выше, чем в среднем для суши Северного полушария ( $+0.35^{\circ}\text{C}/10$  лет, дисперсия ряда 69%). Основные тенденции климатических изменений температуры в осенний сезон: температуры растут на всей территории страны; наиболее значительный рост наблюдается в Среднем Поволжье и на Южном Урале, в Восточной Сибири (более  $+0.8^{\circ}\text{C}/10$  лет). В полосе от Обской губы до Байкала рост температуры минимальный.

Наиболее значительное увеличение температуры происходит в октябре – тренд от  $+0.6^{\circ}\text{C}$  до  $+1.2^{\circ}\text{C}/10$  лет на всей территории страны, а также в ноябре – в Восточной Сибири от  $+0.6^{\circ}\text{C}$  до  $+1.6^{\circ}\text{C}/10$  лет.

В ноябре в полосе от Северного Урала до Байкала тренд температуры отрицательный (до  $-0.6^{\circ}\text{C}/10$  лет).

Региональные средние осенние температуры с конца 1970 г. растут во всех регионах. В Прибайкалье и Забайкалье в Приамурье и Приморье, а также, в Сибирском ФО с начала 1990-х гг. рост температуры практически не наблюдается.

7. Тренд осенних сумм осадков для России в целом положителен: составляет  $+1.1\%/10$  лет, объясняет 13% межгодовой изменчивости.

Рост осадков осенью происходит в регионе Средняя Сибирь (тренд  $+3.7\%/10$  лет объясняет 16% изменчивости ряда), В Прибайкалье и Забайкалье ( $+4.0\%/10$  лет, 7%), в Восточной Сибири ( $+5.6\%/10$  лет, 18%) и Дальневосточном ФО ( $+3.5\%/10$  лет, 18%). В остальных регионах вклад тренда в общую изменчивость осадков незначителен.

8. Осенью 2013 г. площади, занятые крупными отрицательными (меньше 20-го перцентиля) и положительными (больше 80-го перцентиля) аномалиями температуры составили 1% и 75% соответственно, экстремальные (превышающие по абсолютной величине 2 стандартных отклонения) аномалии наблюдались на относительно

небольшой части территории: площадь под экстремально холодными аномалиями составила 1%, под экстремально теплыми – 3%.

С начала 1980-х гг. аномальность температурного режима (индекса аномальности Багрова) на территории РФ в осенний сезон растет – тренд объясняет 17% общей дисперсии ряда за 1976-2013 гг.

Осенью 2013 г. площади, занятые крупными отрицательными (меньше 20-го перцентиля) и положительными (больше 80-го перцентиля) аномалиями осадков составили 3% и 27% соответственно.

С 1976 года наблюдается увеличение площади под аномалиями выше 80-го перцентиля, тренд за период 1976-2013 составляет +3.1%/10 лет (доля объясненной трендом дисперсии ряда 23%).

## 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

## ОСЕНЬ 2013



## ВВЕДЕНИЕ

В настоящем Приложении\* приводится информация о состоянии приземного климата (температура приземного воздуха и атмосферные осадки) осенью 2013 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 2012 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»

---

\* 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 ОСЕНЬЮ 2013 г.

Осенью 2013 гг. сезонная аномалия температуры воздуха, осредненная по территории Беларуси, составила +1.86°С (четвертая положительная величина в ранжированном по убыванию ряду наблюдений с 1936 г.), аномалия осадков 16.3 мм/месяц (ранг 9).

В таблицах 2 и 3 приведены станционные данные о наблюдаемой температуре и осадках для каждого месяца рассматриваемого осеннего 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.

**Таблица 2**

Характеристики температурного режима на станциях Беларуси осенью 2013 г.

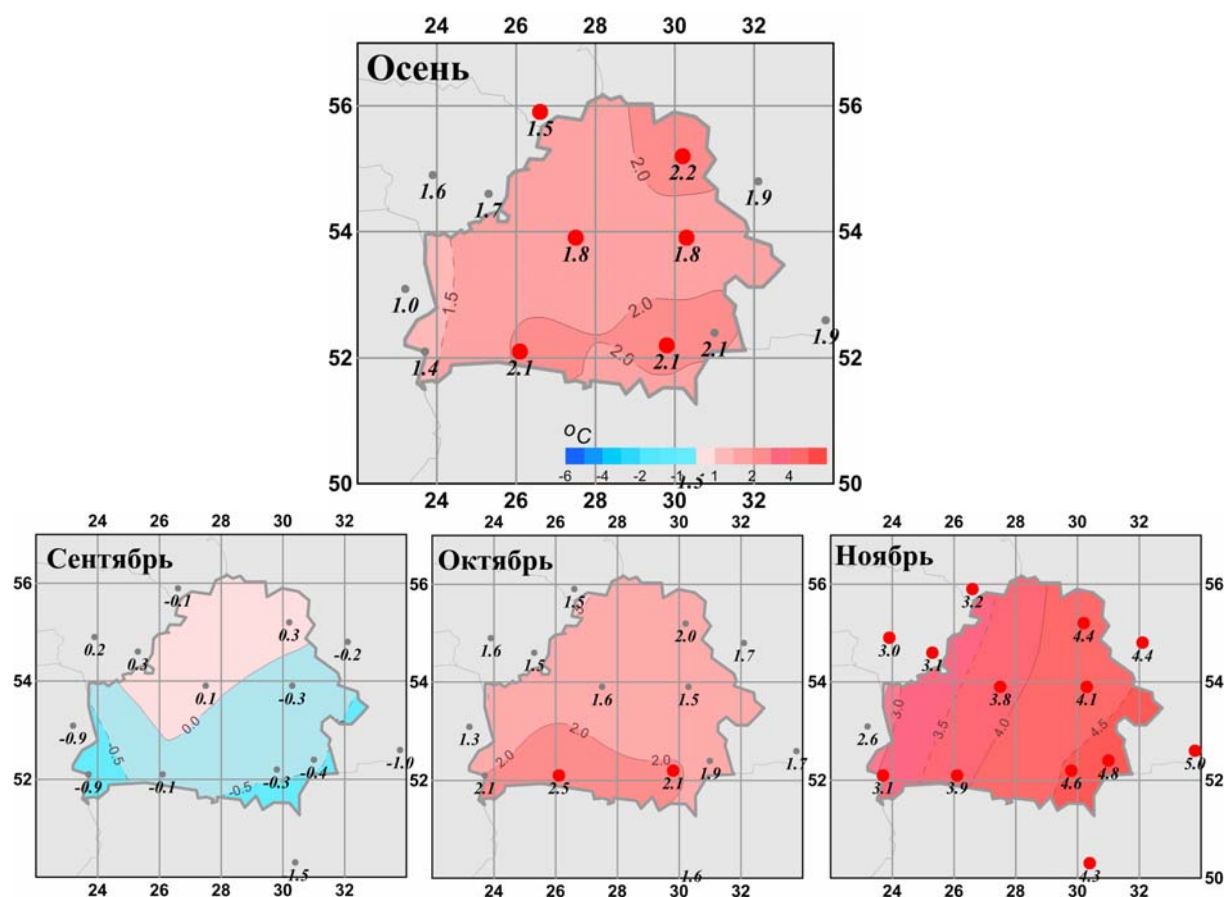
	<i>Витебск</i>	<i>Минск</i>	<i>Могилев</i>	<i>Брест</i>	<i>Пинск</i>	<i>Василевичи</i>	<i>Гомель</i>
	<b>26666</b>	<b>26850</b>	<b>26863</b>	<b>33008</b>	<b>33019</b>	<b>33038</b>	<b>33041</b>
а) температура (град. Цельсия)							
<i>Осень 2013</i>	<i>7.7</i>	<i>8.1</i>	<i>7.6</i>	<i>9.3</i>	<i>9.3</i>	<i>8.9</i>	<i>8.8</i>
Сентябрь	11.3	11.8	11.2	12.2	12.5	12.1	12.2
Октябрь	7.6	7.9	7.3	10.0	9.7	8.9	8.6
Ноябрь	4.3	4.6	4.3	5.8	5.8	5.8	5.7
б) аномалия температуры (град. Цельсия)							
<i>Осень 2013</i>	<i>2.23</i>	<i>1.84</i>	<i>1.84</i>	<i>1.43</i>	<i>2.09</i>	<i>2.10</i>	<i>2.11</i>
Сентябрь	0.33	0.07	-0.35	-0.88	-0.06	-0.34	-0.36
Октябрь	1.99	1.62	1.50	2.06	2.45	2.06	1.93
Ноябрь	4.36	3.84	4.12	3.10	3.87	4.58	4.75



Таблица 3

Характеристики режима осадков на станциях Беларуси осенью 2013 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>
<b>а) Сумма осадков (мм/месяц)</b>							
<i>Осень 2013</i>	<b>73.0</b>	<b>60.0</b>	<b>67.0</b>	<b>53.3</b>	<b>62.7</b>	<b>75.7</b>	<b>63.0</b>
Сентябрь	73	47	74	99	95	101	85
Октябрь	31	28	31	17	28	48	41
Ноябрь	115	105	96	44	65	78	63
<b>б) Аномалия сумм осадков / (мм/месяц)</b>							
<i>Осень 2013</i>	<b>17.0</b>	<b>6.8</b>	<b>18.0</b>	<b>9.1</b>	<b>15.4</b>	<b>29.5</b>	<b>18.1</b>
Сентябрь	8.2	-13.2	19.8	47.8	42.2	51.3	37.1
Октябрь	-17.1	-18.9	-13.7	-17.8	-18.6	7.6	-1.9
Ноябрь	60.0	52.6	47.9	-2.8	22.6	29.5	19.1
<b>в) Относительная аномалия сумм осадков (% от нормы)</b>							
<i>Осень 2013</i>	<b>131</b>	<b>113</b>	<b>137</b>	<b>120</b>	<b>133</b>	<b>164</b>	<b>140</b>
Сентябрь	113	78	136	193	180	203	177
Октябрь	64	60	69	49	60	119	96
Ноябрь	209	201	199	94	153	161	144

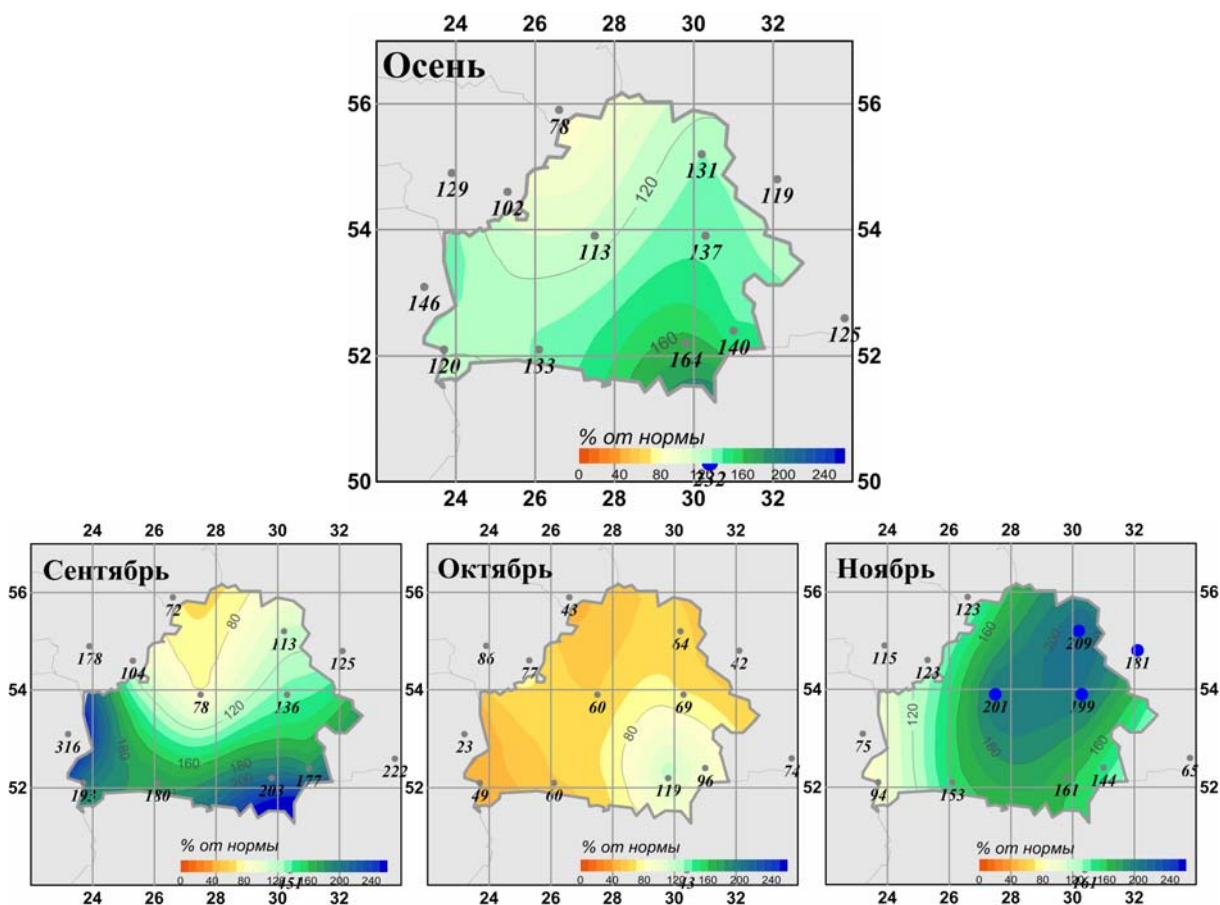


**Рисунок 1** - Средние сезонные и средние месячные аномалии температуры ( $^{\circ}\text{C}$ ) приземного воздуха на территории республики Беларусь осенью 2013 г.

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 процентиля

**Осенью** (рис. 1) на территории Республики Беларусь температуры на всех станциях (кроме Бреста) были выше 95-го перцентиля, аномалии от +1.43°C (Брест, юго-запад республики) до +2.23°C (Витебск, северо-восток). Сентябрь – прохладный месяц в сезоне, аномалии от -0.88°C (Брест) до +0.33°C (Витебск). Октябрь – среди девяти самых теплых месяцев в ряду наблюдений с 1936 г., на всех станциях аномалии больше, чем +1.5°C. Ноябрь – второй самый теплый сезон в ряду (самым теплым ноябрь был в 1996 г., аномалия +4.21°C), на всех станциях температуры были выше 95-го перцентиля.

**Осенью** (рис. 2) осадков на всей территории республики выпало больше нормы. Как уже отмечалось выше, осень 2013 г. среди девяти самых влажных сезонов в ряду. Аномалии от 113% нормы (Минск) до 164% (Василевичи). Сентябрь – среди девяти самых влажных месяцев в ряду. Избыток осадков наблюдался в южной части республики (до двух норм в Василевичах). В октябре на всех станциях (кроме станции Василевичи) отмечался дефицит осадков (в Пинске и Минске выпало лишь 60% нормы). Ноябрь – среди пяти самых влажных месяцев в ряду, В Минске, в Могилеве, в Витебске выпало более 95-перцентиля осадков (около двух норм).



**Рисунок 2** - Средние сезонные и месячные аномалии атмосферных осадков (% от нормы) на территории республики Беларусь осенью 2013 г. 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 стационарные экстремумы – выше 95-го перцентиля

**Таблица 4**

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

	$\nu T_{2013}$	s	$\nu R_{2013}$	s
<b>Осень 2013</b>	<b>1.86</b>	<b>0.92</b>	<b>16.3</b>	<b>12.7</b>
Сентябрь	-0.27	1.40	34.6	26.4
Октябрь	1.84	1.46	-13.1	23.5
Ноябрь	4.00	1.88	27.3	16.3

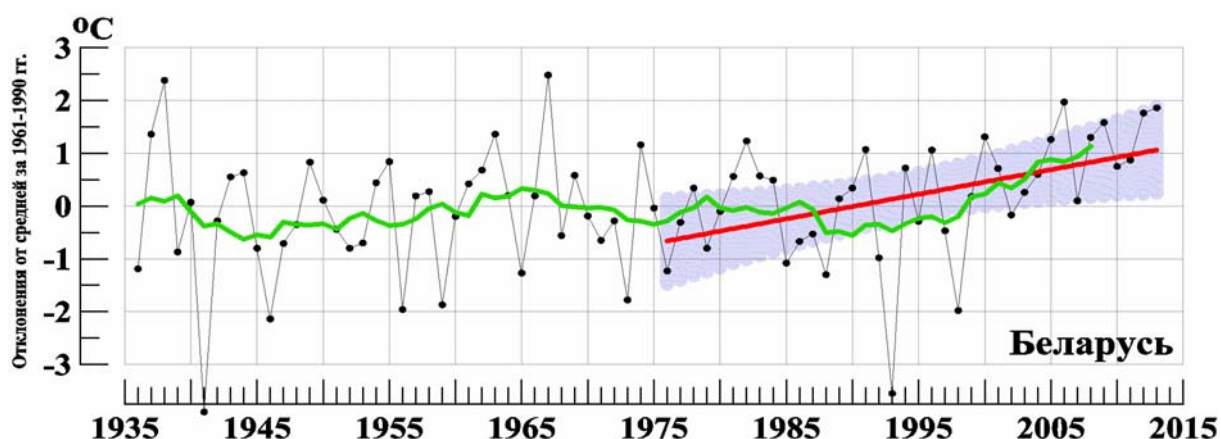
**Примечание:** Аномалии  $\nu T_{2013}$  ( $^{\circ}C$ ),  $\nu R_{2012}$  (мм/месяц) рассчитаны как отклонения от нормы (среднее за период 1961-1990 гг.), s ( $^{\circ}C$ , мм/месяц), – среднее квадратическое отклонение

**Таблица 5**

Оценки линейного тренда 1976-2013 гг. в среднем по Республике Беларусь

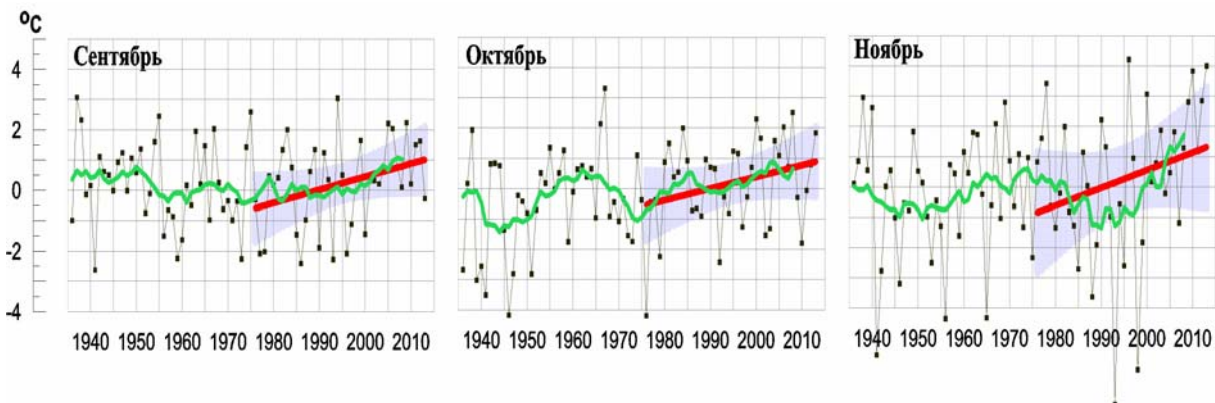
Сезон	Температура		Осадки	
	$b_{1976-2013}$ $^{\circ}C/10$ лет	$D_{1976-2013}$ %	$b_{1976-2013}$ мм/мес/10лет	$D_{1976-2013}$ %
<b>Осень 2013</b>	<b>0.46</b>	<b>21</b>	<b>1.8</b>	<b>2</b>
Сентябрь	0.43	11	-3.3	2
Октябрь	0.38	8	5.4	5
Ноябрь	0.58	6	3.3	4

На рисунках 3, 4 показаны временные ряды осредненных по территории Беларуси сезонных и месячных аномалий температуры воздуха и осадков с 1936 по 2013 гг.



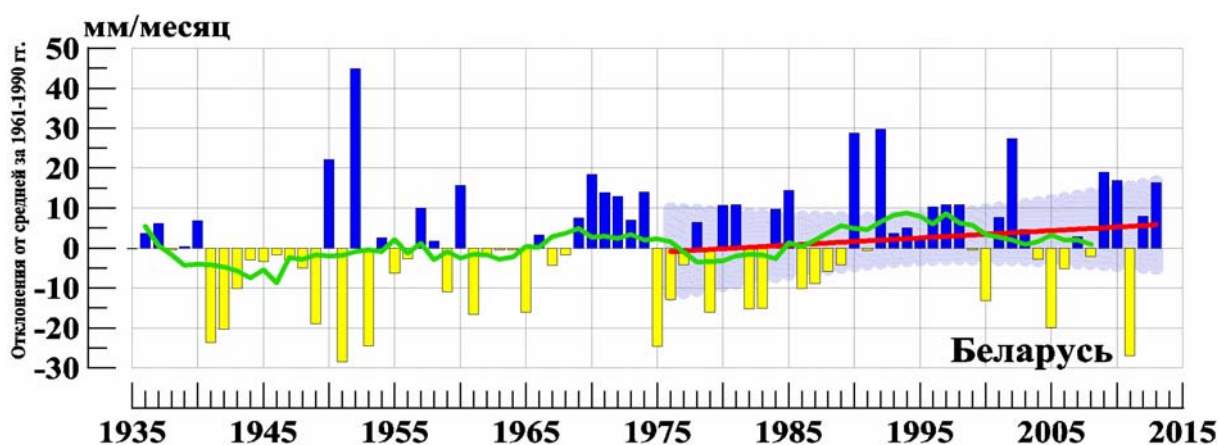
**Рисунок 3** - Сезонные (сентябрь-ноябрь) аномалии температуры приземного воздуха ( $^{\circ}C$ ), осредненные по территории Республики Беларусь.

Аномалии рассчитаны как отклонения от среднего 1961-1990 гг. Сглаженная кривая получена 11-летним скользящим осреднением. Линейный тренд проведен по данным за 1976-2013 гг.



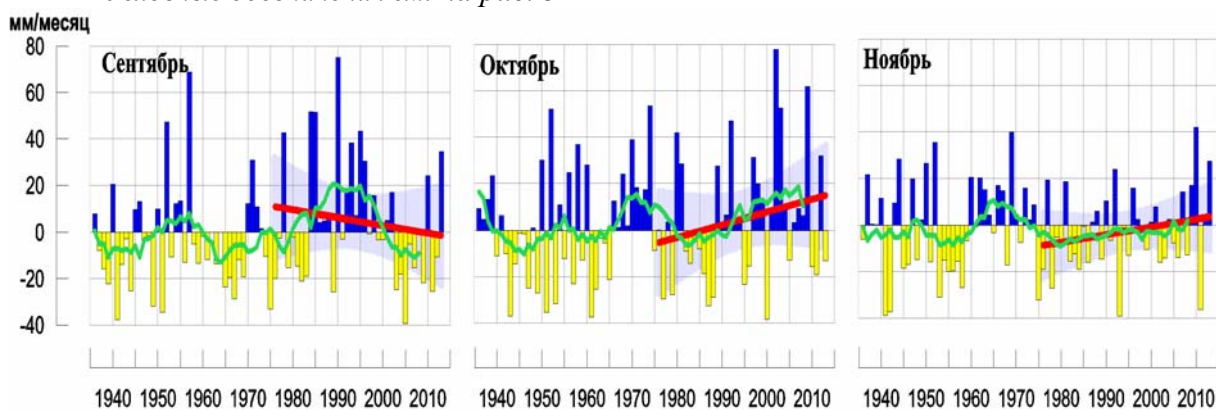
**Рисунок 4** - Средние месячные аномалии температуры приземного воздуха ( $^{\circ}\text{C}$ ), осредненные по территории Республики Беларусь.

Условные обозначения см. на рисунке 3.



**Рисунок 5** - Сезонные (сентябрь – ноябрь) 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.

Тренд осенних температур, в среднем по территории Беларуси, составил  $+0.46^{\circ}\text{C}/10$  лет (ответствен за 21% дисперсии). Во все месяцы сезона тренд положителен. Наибольшее потепление наблюдается в ноябре: тренд составил  $+0.58^{\circ}\text{C}/10$  лет (ответствен за 6% дисперсии ряда).

В изменении регионально осредненных осадков сезонный тренд составил 1.8

мм/месяц/10 лет (ответствен за 2% дисперсии, тренд не значим даже на уровне 5%). В сентябре тренд отрицательный, в октябре и ноябре тренд осадков положительный, во все месяцы осени тренд не значим даже на 5%-ом уровне значимости.

## **ВЫВОДЫ**

1. В среднем по Беларуси сезонная аномалия температуры воздуха составила  $+1.86^{\circ}\text{C}$  - четвертая положительная величина в ранжированном по убыванию ряду наблюдений с 1936 г. Тепло было в октябре (аномалия  $+1.86^{\circ}\text{C}$ , ранг 9) и в ноябре (осредненная по территории республики аномалия  $+4.00^{\circ}\text{C}$ , ранг 2). Сентябрь – прохладный месяц в сезоне (аномалия  $-0.27^{\circ}\text{C}$ , ранг 53).

2. В среднем по Беларуси сезонная аномалия осадков составила 16.3 мм/месяц (ранг 9), на всей территории республики выпало выше нормы осадков. Много осадков выпало в сентябре в южной части республики (до двух норм), сентябрь вошел в девять самых влажных месяцев в ряду. Очень влажно было в ноябре – пятый самый влажный месяц в ряду, особенно много осадков выпало в центральных и северо-восточных районах республики (В Минске, в Могилеве, в Витебске выпало более 95-процентиля осадков (около двух норм)).

3. В среднем по территории Беларуси отмечается тенденция к потеплению, как в среднем за сезон (линейный тренд составил  $0.46^{\circ}\text{C}/10$  лет, ответствен за 21% дисперсии), так и в отдельные осенние месяцы. Наибольшее потепление наблюдается в ноябре: тренд составил  $+0.58^{\circ}\text{C}/10$  лет (ответствен за 6% дисперсии ряда).

В целом для Беларуси отмечается слабая тенденция к увеличению осадков, линейный тренд составил 1.8 мм/месяц/10 лет (ответствен за 2% дисперсии), рост осадков отмечается в октябре и ноябре, в сентябре отмечается уменьшение осадков. За сезон в целом и во все месяцы осени тренд осадков не значим даже на 5%-ом уровне значимости.