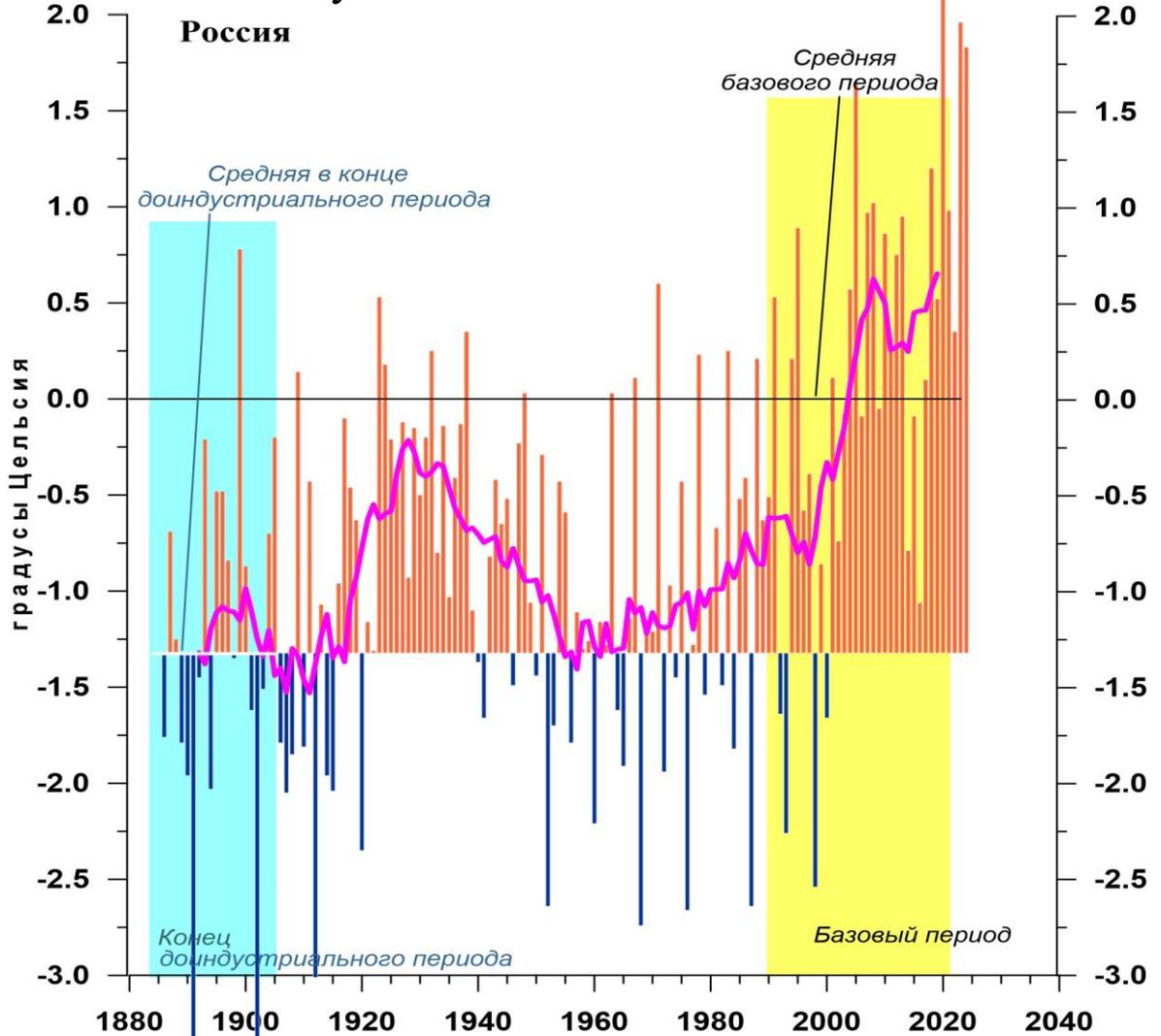


Федеральная служба  
по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды

ФГБУ «Институт Глобального Климата и Экологии»



# ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА 2024

**ОСЕНЬ: сентябрь – ноябрь**

Обзор состояния и тенденций изменения  
климата России

★  
Москва 2024

## ОГЛАВЛЕНИЕ<sup>1</sup>

ВВЕДЕНИЕ.....	3
1. ИЗМЕНЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ ПРИЗЕМНОГО ВОЗДУХА СЕВЕРНОГО ПОЛУШАРИЯ И РОССИИ ПО ДАННЫМ НАБЛЮДЕНИЙ (осенний сезон) .....	6
2. КЛИМАТИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ОСЕНИ 2024 г. НА ТЕРРИТОРИИ РОССИИ .....	7
3. ТЕНДЕНЦИИ СОВРЕМЕННЫХ ИЗМЕНЕНИЙ КЛИМАТА НА ТЕРРИТОРИИ РОССИИ В ОСЕННИЙ СЕЗОН.....	15
4. ИЗМЕНЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ И ОСАДКОВ ОСЕННЕГО СЕЗОНА В РЕГИОНАХ РОССИИ, 1936-2024 гг.....	20
5. ОЦЕНКИ ЭКСТРЕМАЛЬНОСТИ И АНОМАЛЬНОСТИ КЛИМАТА РОССИИ, 1936-2024 гг. (осенний сезон) .....	26
ВЫВОДЫ .....	29
ПРИЛОЖЕНИЕ. Климатические особенности осени 2024 г. на территории Республики Беларусь .....	31

---

<sup>1</sup> На обложке приведен ход средней сезонной аномалии температуры приземного воздуха, осредненной по территории России, за 1887 – 2024 гг. (осень)  
*Аномалия температуры рассчитана как отклонение от средней температуры за базовый период 1991-2020 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 базовых архивах ФГБУ «ИГКЭ». Архивы включают данные инструментальных наблюдений на 1383 (температура и осадки) и 3288 (только температура) станциях земного шара, в том числе 455 (702) станций стран СНГ и Балтии (из них 310 (577) станций России). В настоящем выпуске использованы данные 248 (для осадков по архиву R1383) и 396 (для температуры по архиву T3288) российских станций, по которым своевременно поступили сводки КЛИМАТ в оперативном потоке.

Под «нормой» в бюллетене понимается среднее многолетнее значение рассматриваемой климатической переменной за 1991-2020 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 превышения 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. Следует заметить, что в соответствии с Указом Президента России от 3 ноября 2018 года №632 Республика Бурятия и Забайкальский край исключены из состава СФО и переданы в ДФО.



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

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

Для температуры воздуха все данные в тексте и на картах приведены по архиву Т3288. Для осадков все оценки приведены по базовому архиву R1383.

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

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



**Рисунок 2 - Федеральные округа Российской Федерации**

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

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

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

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

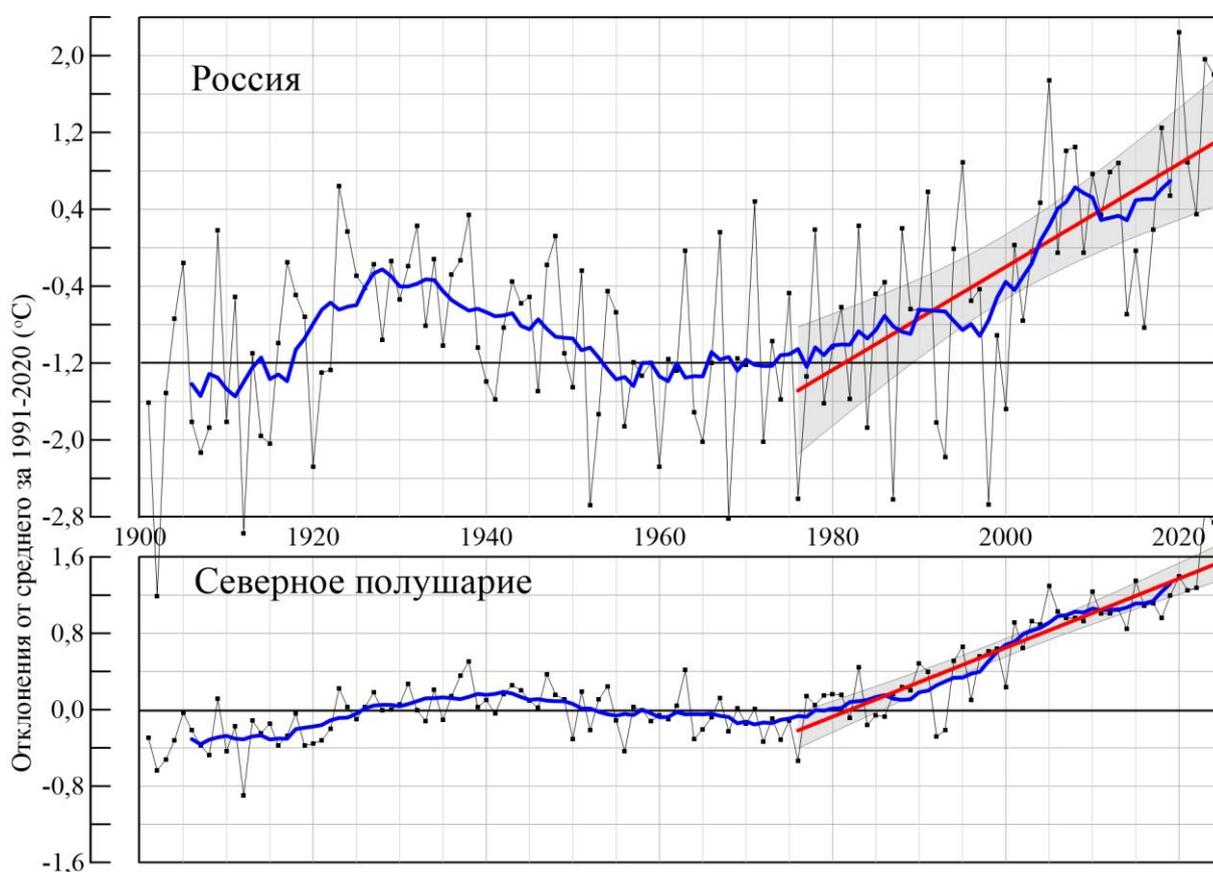
---

\* 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»: М.Ю. Бардин (руководитель), Э.Я. Ранькова, Т.В. Платова, О.Ф. Самохина, У.И. Антипина, К.С. Свистунова, Д.С. Котова

## 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 2024: сентябрь - ноябрь), 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 `scut5nh.txt` на сайте [www.cru.uea.ac.uk](http://www.cru.uea.ac.uk)). Временные ряды для территории России рассчитаны по стационарным данным о температуре приземного воздуха ФГБУ «ИГКЭ» по базовому архиву, содержащему 3288 (Т3288: начальный год 1901) станции на поверхности суши Земного шара. Представлены также линейные тренды за 1976-2024 гг.



**Рисунок 1.1** – Сезонная аномалия (осень: сентябрь - ноябрь) температуры приземного воздуха, осредненная по суше Северного полушария и территории России (1901-2024 гг.).

*Аномалии рассчитаны как отклонения от средней за базовый период 1991-2020 гг. Сглаженная кривая получена 11-летним скользящим осреднением. Показаны м.н.к. – оценка линейного тренда и 95% -я доверительная область для линии тренда за 1976-2024 гг. (доверительная область для России показана для архива Т3288). Используются данные Университета Восточной Англии (СП) и данные ФГБУ «ИГКЭ» (Россия).*

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.

Аномалия температуры воздуха над сушей СП осенью составила +1,163°C (стандартное отклонение 0,42°C) – вторая величина с 1886 г. (рекордное значение осенней аномалии температуры зафиксировано осенью 2023 года (1,285°C).

Для России в целом средняя сезонная аномалия температуры приземного воздуха составила 1,80°C при величине стандартного отклонения 1,12°C (третья в ряду с 1901 года). Оценки линейных трендов, характеризующие среднюю тенденцию изменений осенних температур за период 1976-2024 гг. в среднем для суши СП и России, приведены в табл. 1.1. Величина тренда средних по территории России осенних температур в 1,5 раза выше, чем средних по Северному полушарию. В первом десятилетии XXI века наблюдалось некоторое замедление потепления, как для Северного полушария, так и для России.

**Таблица 1.1**

Сезонные (осень: сентябрь – ноябрь) аномалии температуры приземного воздуха относительно норм базового периода 1991-2020 гг. (°C), осредненные по суше СП и России и оценки линейного тренда за период 1976-2024 гг.

Регионы	$vT_{2024}$	$s_{1991-2020}$	$b, \text{ }^\circ\text{C}/10 \text{ лет}$	$D \%$
СП	1,163	0,42	0,36	80
Россия	1,80	1,12	0,54	41

*Примечание:*  $vT$  – аномалия температуры,  $s$  - стандартное отклонение за период 1991-2020,  $b$  – коэффициент линейного тренда,  $D$  - вклад тренда в дисперсию.

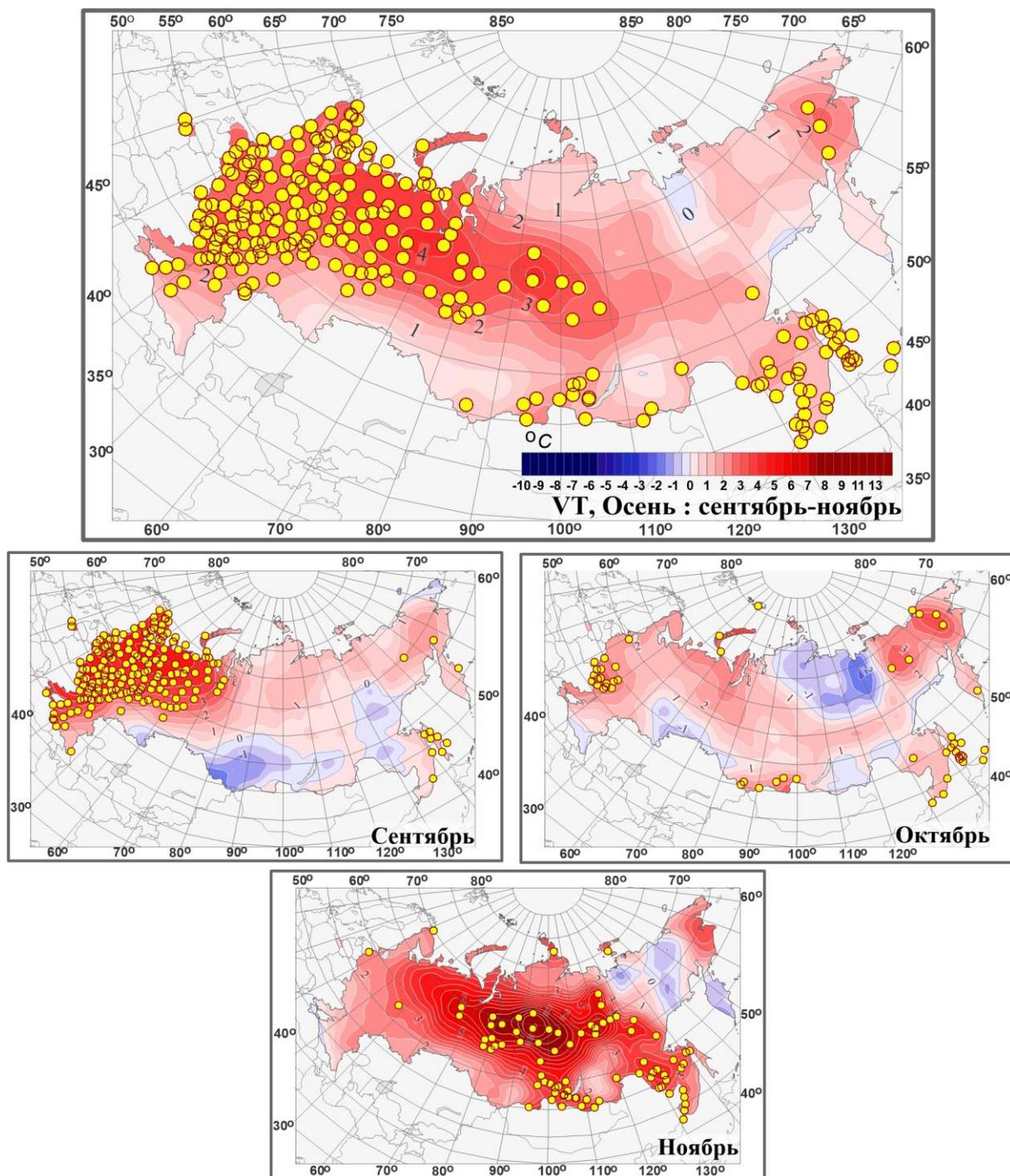
## **2. КЛИМАТИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ОСЕНИ 2024 ГГ. НА ТЕРРИТОРИИ РОССИИ**

На рис. 2.1 и 2.2 представлены карты сезонных и месячных аномалий температуры и осадков на территории России осени 2024 г. На картах указано местоположение станций с экстремумами ниже 5-го выше 95-го перцентилей. Значения аномалий, осредненных по регионам, представлены в таблицах 2.1 и 2.2.

**Температура воздуха.** Осредненная по РФ аномалия температуры 1,80°C – третья величина в ряду. Экстремальные условия (аномалии выше 1°C, на станциях фиксировались 95%-е экстремумы) наблюдались всюду в ЕЧР (2,43°C – максимальная величина в ряду), в Западной Сибири (2,16°C - ранг 3), в центре Средней Сибири, в Саянах, в Приморье.

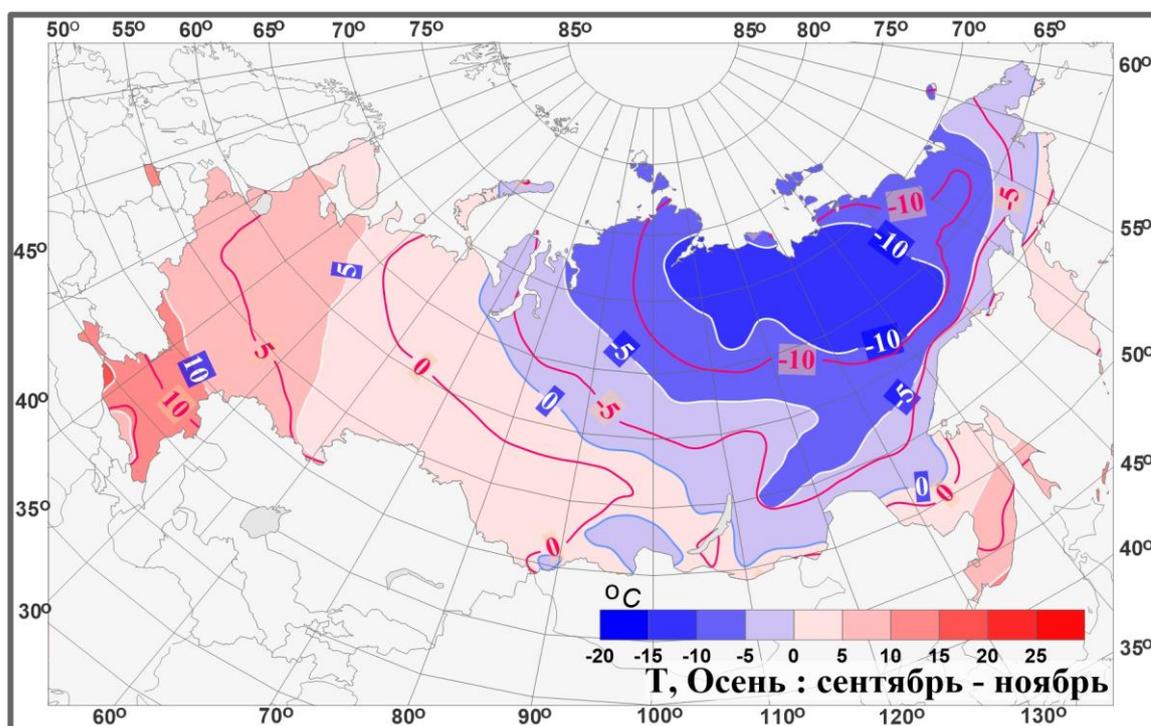
Небольшие отрицательные аномалии наблюдались лишь на побережье моря Лаптевых в районе дельты Лены.

Распределение средних сезонных температур на рис. 2.2 позволяет проследить рассмотренные особенности сезона несколько под другим углом. На большей части страны (кроме северо-востока страны) осенние изотермы располагаются севернее и восточнее своего климатического положения на 2-5° с. ш. и 5-10° в.д. На востоке Якутии, в Хабаровском крае, в Приамурье изотермы 0°C, -5°C, -10°C практически совпадают со своим климатическим положением. В Восточной Сибири изотермы -5°C и -10°C располагаются на 3-7° западнее своего климатического положения.



**Рисунок 2.1** – Поля средней сезонной и средних месячных аномалий температуры приземного воздуха (°C) на территории России осенью 2024 г. Кружками желтого цвета показано местоположение станционных экстремумов выше 95-го перцентиля.  
Аномалии рассчитаны как отклонения от среднего за базовый период 1991-2020 гг.

**Сентябрь.** Осредненная по РФ аномалия температуры  $1,35^{\circ}\text{C}$  - третья величина в ряду, а по ЕЧР  $3,54^{\circ}\text{C}$  – рекорд. Температуры выше климатической нормы с 95% экстремумами на станциях наблюдались от западных границ до течения Оби (ранги осредненных аномалий температуры по всем федеральным округам ЕЧР (кроме СКФО) от одного до четырех. В центре и на севере АЧР аномалии температуры положительные (не выше  $2^{\circ}\text{C}$ ). Отрицательные аномалии температуры наблюдались на юге Красноярского края, в Хабаровском крае, в нижнем течении Амура (аномалии до  $-1,5^{\circ}\text{C}$ ).



**Рисунок 2.2** – Поля средней сезонной температуры приземного воздуха ( $^{\circ}\text{C}$ ) на территории России осенью 2024 гг. Красные изолинии: средние изотермы за период 1991-2020 гг.

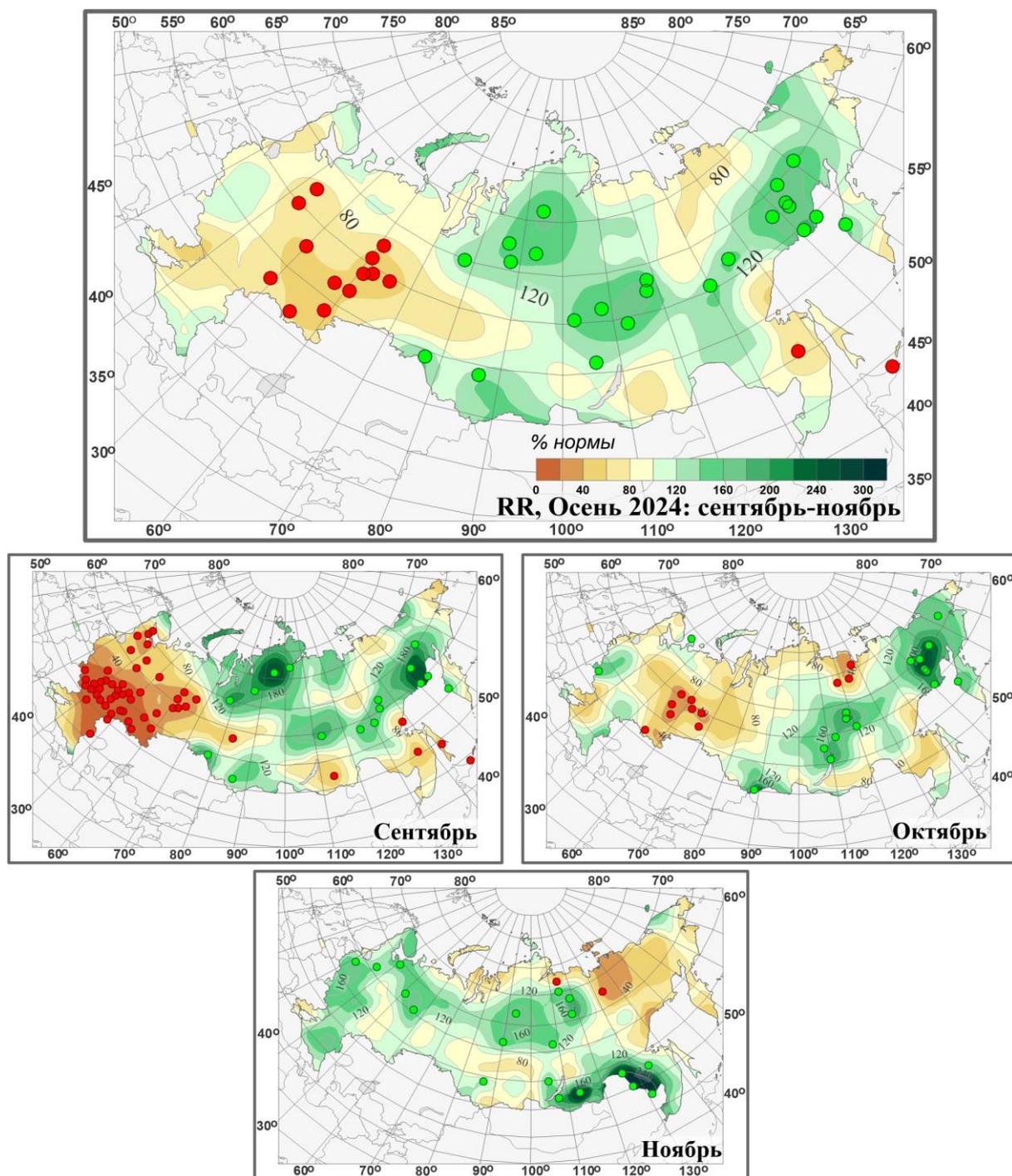
**Октябрь.** Осредненная по РФ аномалия температуры  $+0,92^{\circ}\text{C}$  – тринадцатая величина в ряду. Температуры выше климатической нормы наблюдались на большей части страны (кроме юга УФО, севера Средней Сибири, Забайкалья). Особенно тепло (на большинстве станций отмечались 95%-е экстремумы) в центре и на юго-западе ЕЧР (в ЦФО аномалия температуры составила  $1,98^{\circ}\text{C}$  – ранг 7), в Саянах, в Приморье, на северо-востоке страны.

Температуры ниже нормы наблюдались на севере Средней Сибири (аномалии на станциях до  $-2,1^{\circ}\text{C}$ ) Южном Урале, в Забайкалье.

**Ноябрь.** Осредненная по территории России аномалия  $3,13^{\circ}\text{C}$  – третья величина в ряду (после рекордно теплого ноября 2013 г. ( $4,05^{\circ}\text{C}$ ) и ноября 2020 г.), а по АЧР  $3,36^{\circ}\text{C}$  – ранг 3. Температуры выше климатической нормы наблюдались на большей части страны (кроме бассейнов рек Яна и Колыма, и Камчатки). 95%-е экстремумы наблюдались повсеместно в АЧР от течения Оби до течения Лены и Алдана.

Температуры ниже нормы наблюдались в бассейнах рек Яна и Колыма, на Камчатке.

**Атмосферные осадки.** Осредненные по РФ осадки 97% нормы. Дефицит осадков наблюдался практически всюду в ЕЧР (82% нормы), особенно сильный в ПФО (69% нормы – 11-ая самая «сухая» осень); в УФО (84% нормы - 12-ая самая «сухая» осень); а также в Приамурье и в нижнем течении Лены. Значительный избыток осадков (более 120%, на многих станциях отмечены 95%-е экстремумы) наблюдался СФО (113% нормы –ранг 5), в Магаданской области.



**Рисунок 2.3** – Поля аномалий средних сезонных и месячных сумм осадков (в процентах от нормы за 1991-2020 гг.) на территории России осенью 2024 г. (сентябрь – ноябрь). Кружками красного цвета показаны станционные экстремумы ниже 5-го перцентиля, зеленого – выше 95-го перцентиля.

**Сентябрь.** Осредненные по РФ осадки составили 85% нормы – среди шести самых «сухих», а для ЕЧР сентябрь 2024 года является самым «сухим». Дефицит осадков с 5%-ми экстремумами на станциях в ЕЧР наблюдался всюду; в СЗФО, ЦФО, ПФО количество выпавших осадков было минимальным с 1936 г.

Избыток осадков (более 120% нормы) наблюдался на большей части АЧР, особенно много в Средней Сибири (выпало 134% - ранг 4).

**Октябрь.** Осредненные по РФ осадки 95% нормы. Дефицит осадков (менее 80%, на ряде станций фиксировались 5%-е экстремумы) наблюдался в центре, на востоке ЕЧР и в Западной Сибири (в УФО осредненные осадки составили лишь 65% нормы – 5-6 величина в ранжированном по возрастанию ряду), в дельте Лены, в Приамурье.

Значительный избыток осадков (на ряде станций 95%-е экстремумы) наблюдался в центре и на востоке АЧР (в Западных Саянах, в центре Средней Сибири, в Восточной Сибири (123% нормы)).

**Ноябрь.** Осредненные по РФ осадки оставили 115% нормы. Значительный избыток осадков наблюдался в верхнем и среднем течении Амура (более 160% нормы), на севере ЕЧР (в СЗФО выпало 134% нормы – ранг 5), в центральных районах АЧР.

Дефицит осадков (менее 80%, на ряде станций фиксировались 5%-е экстремумы) наблюдался в Восточной Сибири (66% нормы), а также на севере Западной и Средней Сибири.

В таблицах 2.1 и 2.2 представлены регионально осредненные аномалии температуры и осадков, рассчитанные по значениям стационарных аномалий осеннего сезона; для характеристики масштаба аномалий приведены также средние квадратические отклонения региональных аномалий за базовый период 1991-2020 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 перцентиль, т.е. точка, отсекающая 1-ю четверть распределения) функции распределения для характеристики величины дефицита осадков, а для оценки величины избытка осадков - разности между третьим квартилем и медианой, рассчитанные для базового периода. (приводится также величина аномалии, соответствующая медиане распределения, что позволяет судить о величине асимметрии). Кроме того, в таблицах приведены значения эмпирической вероятности (вероятности неперевышения) региональных аномалий по данным за 1936-2024 годы.

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

Таблица 2.1

Регионально осредненные аномалии температуры осенью 2024 г.

Регионы	$\nu T_{2024}$	$s_{1991-2020}$	$P(t \leq T_{2024})$
Российская Федерация	<b>1,80</b>	<b>1,12</b>	<b>97,7</b>
<b>Физико-географические регионы России</b>			
Европейская часть России	<b>2,43</b>	<b>1,31</b>	<b>100</b>
Азиатская часть России	<b>1,57</b>	<b>1,15</b>	<b>96,6</b>
Западная Сибирь	<b>2,16</b>	<b>1,60</b>	<b>97,7</b>
Средняя Сибирь	2,03	1,53	92,0
Прибайкалье и Забайкалье	1,17	1,13	87,5
Приамурье и Приморье	1,38	0,94	94,3
Восточная Сибирь	0,86	1,37	86,4
<b>Федеральные округа РФ</b>			
Северо-Западный	<b>3,18</b>	<b>1,60</b>	<b>100</b>
Центральный	<b>2,83</b>	<b>1,44</b>	<b>100</b>
Приволжский	<b>1,82</b>	<b>1,41</b>	<b>98,9</b>
Южный	1,67	1,38	94,3
Северо-Кавказский	0,78	1,26	86,4
Уральский	<b>2,82</b>	<b>1,83</b>	<b>97,7</b>
Сибирский	1,73	1,48	92,0
Дальневосточный	1,16	1,03	94,3

**Примечание:** 1. Аномалии  $\nu T_{2024}$  ( $^{\circ}\text{C}$ ) рассчитаны как отклонения от нормы 1991-2020 гг.;  $s$  ( $^{\circ}\text{C}$ ) – среднее квадратическое отклонение за базовый период; вероятности превышения  $P(t \leq T_{2024})$  рассчитаны по выборке за 1936-2019 гг. и выражены в %.

Как уже отмечалось выше, аномалии температуры осенью для России в целом, в ЕЧР и АЧР (см. табл. 2.1) составили 1,80 $^{\circ}\text{C}$ , 2,43 $^{\circ}\text{C}$ , 1,57 $^{\circ}\text{C}$  – третья, максимальная и четвертая величины в соответствующих рядах. Во всех регионах и федеральных округах температуры были выше климатической нормы.

Очень теплые условия осенью наблюдались в регионе Западная Сибирь (2,16 $^{\circ}\text{C}$  – ранг 3), в СЗФО (3,18 $^{\circ}\text{C}$  – ранг 1), ЦФО (2,83 $^{\circ}\text{C}$  – ранг 1), ПФО (1,82 $^{\circ}\text{C}$  – ранг 2), в УФО (2,82 $^{\circ}\text{C}$  – ранг 3).

Из месяцев выделяются сентябрь (1,35 $^{\circ}\text{C}$  – ранг 3) и ноябрь (3,13 $^{\circ}\text{C}$  – ранг 3) (см. табл. 2.1.1). В сентябре экстремально тепло в ЕЧР (3,54 $^{\circ}\text{C}$  – ранг 1), особенно в СЗФО (4,49 $^{\circ}\text{C}$  – ранг 1), ЦФО (4,55 $^{\circ}\text{C}$  – ранг 1), ЮФО (2,80 $^{\circ}\text{C}$  – ранг 3); а также в УФО (2,18 $^{\circ}\text{C}$  – ранг 5).

В ноябре экстремально тепло в АЧР (3,36 $^{\circ}\text{C}$  – ранг 3), особенно тепло в регионе Средняя Сибирь (5,46 $^{\circ}\text{C}$  – ранг 4), в ДФО (2,38 $^{\circ}\text{C}$  – ранг 5).

Таблица 2.1.1

Регионально осредненные аномалии температуры в осенние месяцы

Регионы	Сентябрь			Октябрь			Ноябрь		
	$vT_{2024}$	$S_{1991-2020}$	$P(t \leq T_{2024})$	$vT_{2024}$	$S_{1991-2020}$	$P(t \leq T_{2024})$	$vT_{2024}$	$S_{1991-2020}$	$P(t \leq T_{2024})$
Российская Федерация	<b>1,35</b>	<b>0,88</b>	<b>97,7</b>	0,92	1,20	86,4	<b>3,13</b>	<b>2,20</b>	<b>97,7</b>
<b>Физико-географические регионы России</b>									
Европейская часть России	<b>3,54</b>	<b>1,30</b>	<b>100</b>	1,21	1,47	86,4	2,53	2,63	94,3
Азиатская часть России	0,52	0,92	83,0	0,81	1,30	83,0	<b>3,36</b>	<b>2,33</b>	<b>97,7</b>
Западная Сибирь	1,15	1,50	81,8	1,05	1,77	79,5	4,28	3,35	94,3
Средняя Сибирь	0,24	1,26	64,8	0,36	1,95	62,5	<b>5,46</b>	<b>3,10</b>	<b>96,6</b>
Прибайкалье и Забайкалье	-0,07	1,05	67,0	0,70	1,62	78,4	2,89	2,43	93,2
Приамурье и Приморье	0,24	0,93	69,3	0,80	1,17	83,0	3,10	2,15	96,6
Восточная Сибирь	0,71	1,08	86,4	1,12	1,65	89,8	0,80	2,48	83,0
<b>Федеральные округа РФ</b>									
Северо-Западный	<b>4,49</b>	<b>1,38</b>	<b>100</b>	1,61	1,87	86,4	3,42	3,13	90,9
Центральный	<b>4,55</b>	<b>1,60</b>	<b>100</b>	1,98	1,59	93,2	1,97	2,88	84,1
Приволжский	2,33	1,45	96,6	0,68	1,57	80,7	2,45	3,04	88,6
Южный	<b>2,80</b>	<b>1,73</b>	<b>97,7</b>	0,91	1,65	80,7	1,31	2,66	75,0
Северо-Кавказский	1,77	1,53	89,8	-0,01	1,54	67,0	0,58	2,25	55,7
Уральский	<b>2,18</b>	<b>1,63</b>	<b>95,5</b>	1,15	2,09	76,1	5,13	3,68	94,3
Сибирский	-0,09	1,30	46,6	0,85	1,73	78,4	4,41	3,10	94,3
Дальневосточный	0,42	0,89	77,3	0,70	1,24	77,3	<b>2,38</b>	<b>1,97</b>	<b>95,5</b>

Количество выпавших осенью в РФ в целом осадков (табл. 2.2) составило 97% нормы. На ЕЧР преобладал дефицит осадков (выпало 82% от нормы), наиболее сильный дефицит наблюдался в ПФО: выпало 69% нормы – это 11-ая самая «сухая» осень. В Средней Сибири (СФО) – сильный избыток осадков (125% (113%) нормы – максимальная (пятая) величина в ряду). Из месяцев особо выделяется «сухой» сентябрь в ЕЧР (38% нормы) – минимальная величина в ряду; дефицит наблюдался во всех федеральных округах ЕЧР, особенно сильный в СЗФО (58%), ЦФО (17%), ПФО (13%) – осредненные по этим федеральным округам осадки – минимальные величины в соответствующих рядах.

Значительный избыток осадков наблюдался в сентябре - в Средней Сибири (134% нормы – ранг 4), в ноябре – в СЗФО (134% - ранг 5).

Таблица 2.2

Регионально осредненные аномалии осадков осенью 2024 г.

Регионы	$\nu R_{2024}$	$RR_{2024}$	$m$	$m-q1$	$q3-m$	$P(r \leq R_{2024})$
Российская Федерация	-1,3	97	-0,1	-1,4	2,0	37,5
<b>Физико-географические регионы России</b>						
Европейская часть России	-9,2	82	-0,3	2,8	4,7	13,6
Азиатская часть России	1,8	105	-0,3	1,9	2,5	79,5
Западная Сибирь	-3,6	91	0,3	4,2	3,6	28,4
Средняя Сибирь	<b>8,9</b>	<b>125</b>	<b>-0,1</b>	<b>2,7</b>	<b>2,8</b>	<b>100</b>
Прибайкалье и Забайкалье	1,8	106	0,0	2,1	2,6	70,5
Приамурье и Приморье	-2,9	94	1,0	6,3	2,5	29,5
Восточная Сибирь	2,4	106	-0,4	2,6	3,6	78,4
<b>Федеральные округа РФ</b>						
Северо-Западный	-6,9	88	2,1	9,2	3,1	20,5
Центральный	-9,1	83	0,7	8,5	7,3	28,4
Приволжский	-14,1	69	1,0	8,9	5,5	10,2
Южный	-7,1	83	-1,1	8,7	12,4	35,2
Северо-Кавказский	-0,4	100	-2,7	6,6	10,0	51,1
Уральский	-6,9	84	0,1	4,9	3,9	12,5
Сибирский	<b>4,9</b>	<b>113</b>	<b>0,6</b>	<b>1,7</b>	<b>2,2</b>	<b>95,5</b>
Дальневосточный	2,1	105	-0,6	1,7	3,1	77,3

**Примечание:** 1. Аномалии  $\nu R_{2024}$  (мм/месяц) рассчитаны как отклонения от нормы (среднее за базовый период 1991-2020 гг.),  $RR_{2024}$  - отношение  $R_{2024}$  к норме, выраженное в %,  $q1$ ,  $q3$  и  $m$  - соответственно первый, третий квартиль и медиана аномалий (мм/месяц) за базовый период; вероятности непревышения  $P(r \leq R_{2024})$  - рассчитаны по выборке за 1936-2018 гг. и выражены в %. Выделены экстремальные значения, попавшие в 5% максимальных.

Таблица 2.2.1

Регионально осредненные аномалии осадков в осенние месяцы.

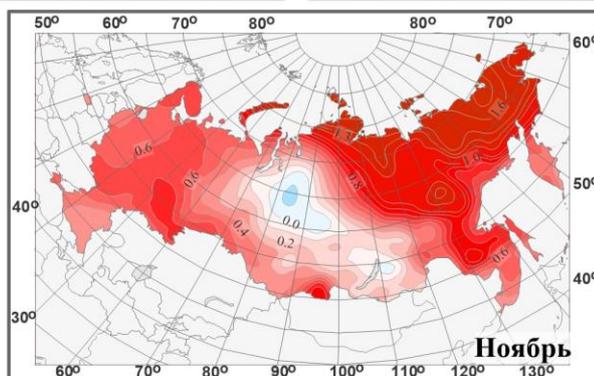
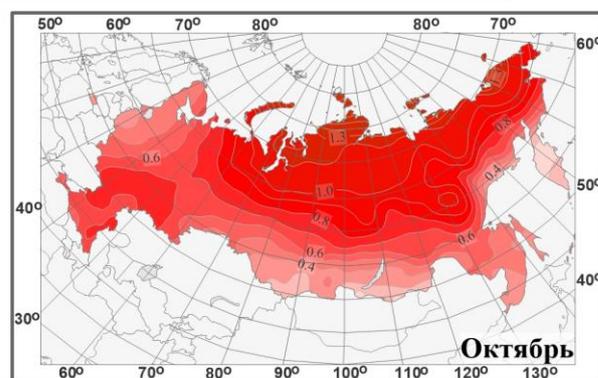
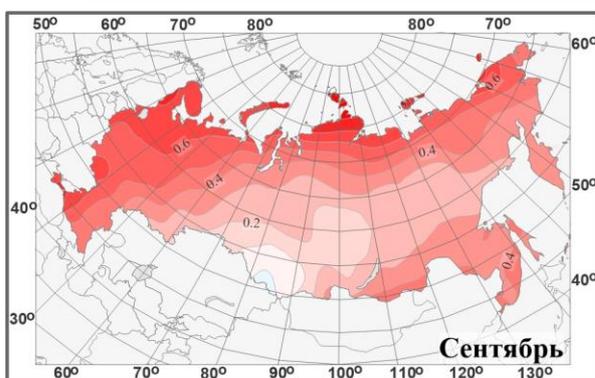
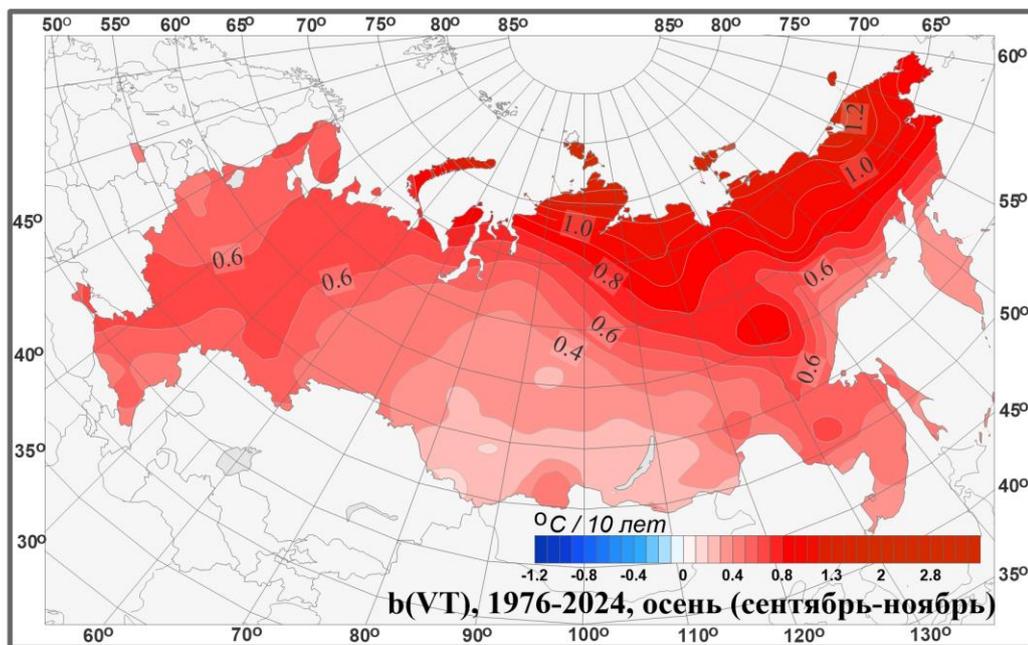
Регионы	Сентябрь			Октябрь			Ноябрь		
	$vR_{2024}$	$RR_{2024}$	$P(r \leq R_{2024})$	$vR_{2024}$	$RR_{2024}$	$P(r \leq R_{2024})$	$vR_{2024}$	$RR_{2024}$	$P(r \leq R_{2024})$
Российская Федерация	-7,6	85	5,7	-2,2	95	47,7	5,6	115	89,9
<b>Физико-географические регионы России</b>									
Европейская часть России	<b>-32,3</b>	<b>38</b>	<b>0</b>	-9,2	83	26,61	13,4	129	87,5
Азиатская часть России	2,4	104	59,1	0,6	102	71,6	2,4	107	79,5
Западная Сибирь	-5,3	88	20,5	-10,3	77	17,0	3,7	110	77,3
Средняя Сибирь	<b>15,7</b>	<b>134</b>	<b>96,6</b>	5,4	113	89,8	6,2	119	92,0
Прибайкалье и Забайкалье	-1,1	97	44,3	2,9	111	70,5	3,4	115	85,2
Приамурье и Приморье	-17,2	79	12,5	-7,1	87	47,7	15,6	150	88,6
Восточная Сибирь	8,6	118	80,7	10,1	123	93,2	-12,1	66	17,0
<b>Федеральные округа РФ</b>									
Северо-Западный	<b>-24,4</b>	<b>58</b>	<b>0</b>	-13,3	78	20,5	<b>16,9</b>	<b>134</b>	<b>95,5</b>
Центральный	<b>-45,9</b>	<b>17</b>	<b>0</b>	-1,8	96	60,2	17,0	179	83,0
Приволжский	<b>-39,9</b>	<b>13</b>	<b>0</b>	-8,4	83	30,7	5,1	113	59,1
Южный	-25,1	42	10,2	-7,0	85	50,0	11,0	128	70,5
Северо-Кавказский	-8,9	83	31,8	-11,1	78	36,4	20,4	139	78,4
Уральский	-9,8	81	12,5	<b>-17,1</b>	<b>65</b>	<b>5,7</b>	6,1	117	76,1
Сибирский	7,3	116	84,1	3,0	107	69,3	4,3	111	86,4
Дальневосточный	2,2	104	53,4	3,6	109	83,0	0,6	102	69,3

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

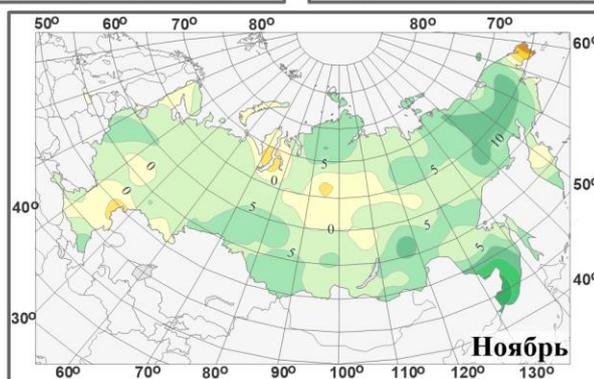
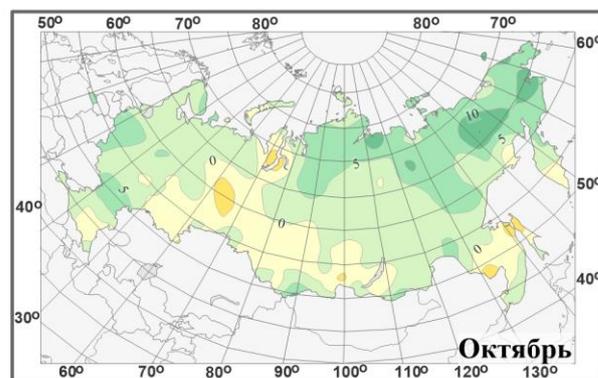
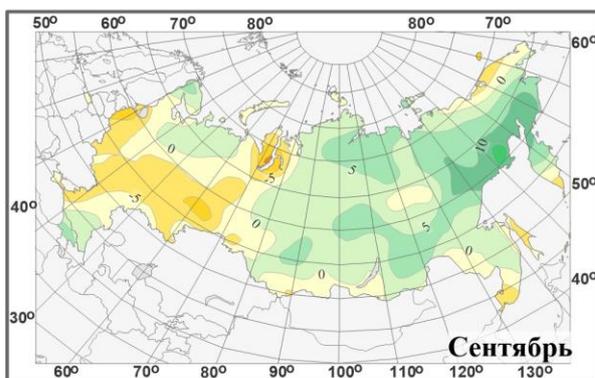
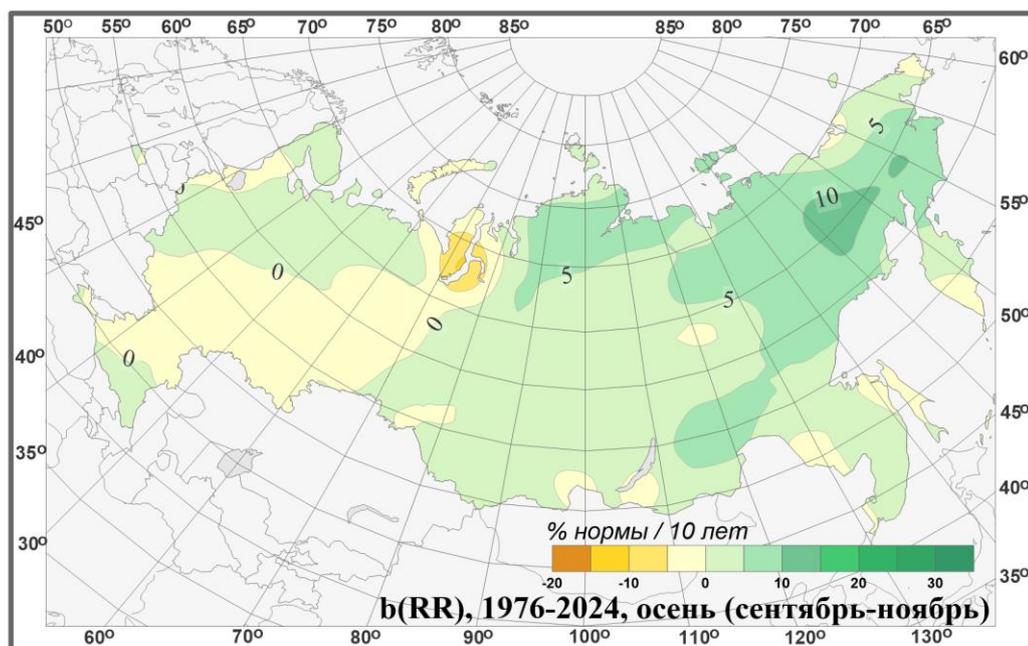
В этом разделе рассматриваются основные тенденции в изменении метеорологических величин с начала современного потепления, т.е. с середины 1970-х гг. На рис. 3.1 и 3.2 представлено географическое распределение коэффициента линейного тренда за 1976-2024 гг.: температуры приземного воздуха и атмосферных 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 со скоростью более +0,4°C в ЕЧР (до +0,7°C/10 лет в центральных областях) и на севере и востоке АЧР до +1,4°C/10 лет в Восточной Сибири и до +1,9°C/10 лет на островах Северной Земли, в основном, за счет октября и ноября).



**Рисунок 3.1** – Распределение локальных коэффициентов линейного тренда сезонных и месячных аномалий температуры ( $^{\circ}\text{C}/10$  лет) на территории России по данным за 1976-2024 (осень)



**Рисунок 3.2** – Распределение локальных коэффициентов линейного тренда сезонных и месячных аномалий осадков (% нормы / 10 лет) на территории России по данным за 1976-2024 (осень).

В полосе от Обской губы до Забайкалья наблюдается минимальный рост температуры (+0,1 - +0,3°C/10 лет) за счет отрицательного тренда температуры в ноябре (до -0,1°C/10 лет в центре области).

Наиболее значительное увеличение температуры происходит в октябре – тренд от +0,4°C до +1,7°C/10 лет на материковой части территории страны (до +2,2°C/10 лет –

на Северной Земле), а также в ноябре – на материковой части в Восточной Сибири от +0,6°C до +2,0°C/10 лет (до +2,5°C/10 лет – на Северной Земле). Важная отличительная особенность изменений температуры в ноябре – наличие упомянутой выше области с отрицательным трендом в центре АЧР и в районе Байкала.

По сравнению с прошлым 2023 годом осенью уменьшилась с минимальным ростом осадков (в полосе от Обской губы до Забайкалья).

На большей части страны осенью (рис. 3.2) тенденции к изменению выпадений осадков не обнаруживаются.

Тенденция к увеличению осадков осенью (+5 мм/10 лет - +10 мм/10 лет) просматривается в восточных районах страны – здесь во все месяцы сезона наблюдаются районы, где происходит рост осадков (более +5 мм/10 лет). Кроме того, тенденция к увеличению осадков (более +5 мм/10 лет) наблюдается в октябре - в отдельных районах юга и запада европейской части РФ, в ноябре – на юге Западной Сибири.

Уменьшение осадков наблюдается в сентябре – в центре ЕЧР и на юге Западной Сибири (более -5 мм/10 лет).

По сравнению с прошлым 2023 годом из-за дефицита осадков в сентябре увеличилась интенсивность уменьшения осадков на ЕЧР .

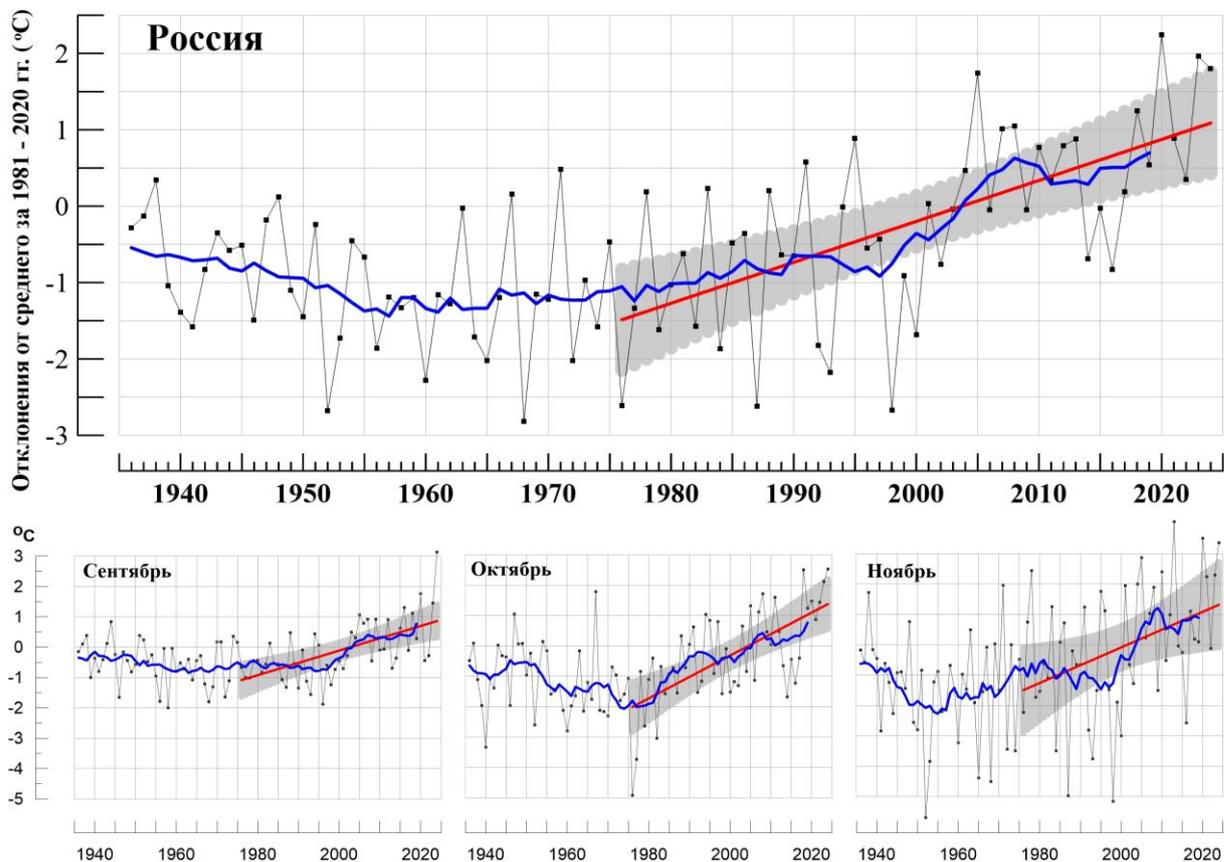
В таблице 3.1 приведены оценки линейного тренда температуры и осадков осеннего сезона и каждого его месяца для территории РФ в целом, а на рис. 3.3 и 3.4 приведены средние сезонные и средние месячные аномалии температуры и осадков, осредненные по территории РФ.

**Таблица 3.1**

Оценки линейного тренда температуры приземного воздуха и суммы осадков, осредненных по территории России и за осенний сезон, за 1976-2024 гг.

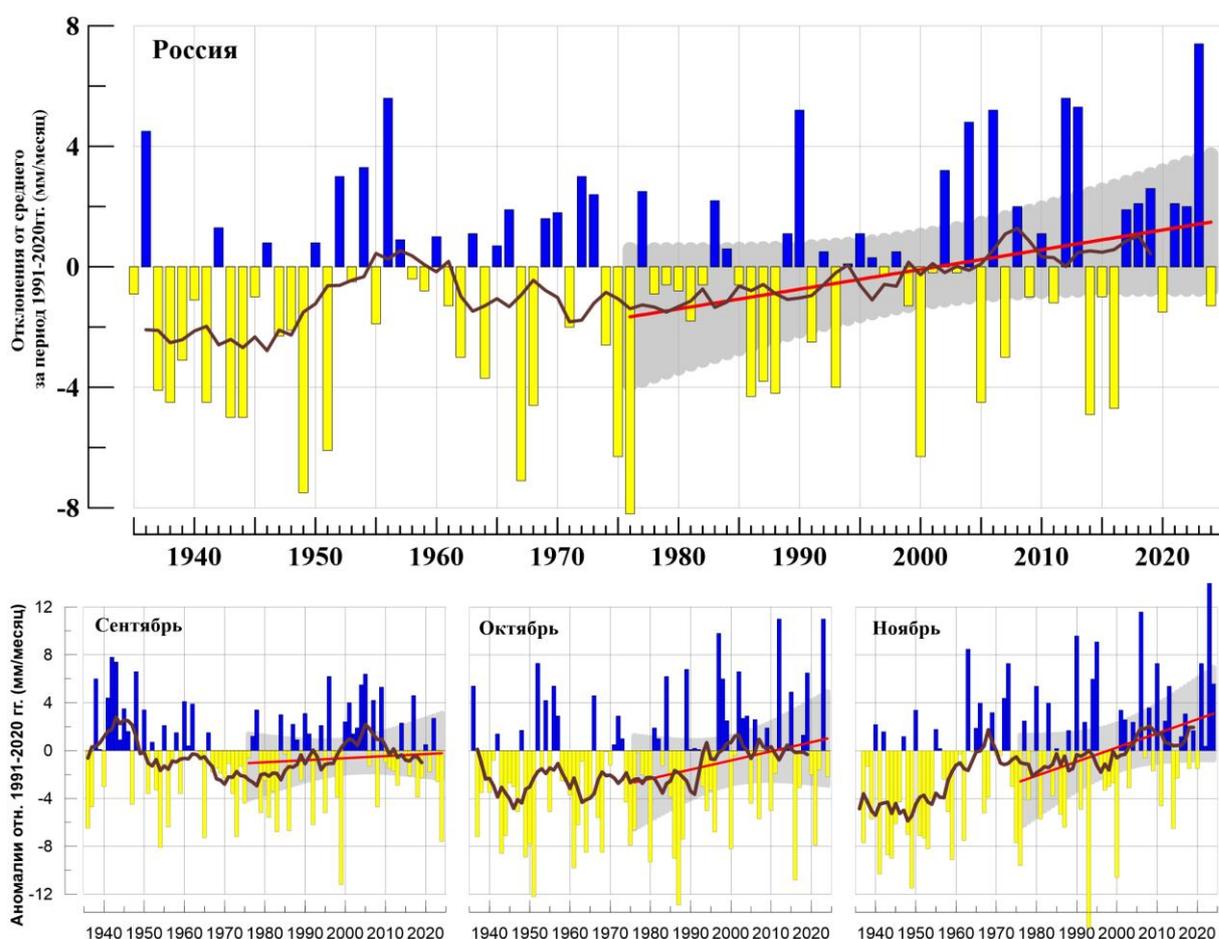
*b* – коэффициенты линейного тренда, *D* - вклад тренда в дисперсию ряда.

Регион Российская Федерация	Температура		Осадки	
	<i>b</i> °C/10 лет	<i>D</i> , %	<i>b</i> мм/мес/10 лет	<i>D</i> , %
<b>Осень</b>	0,54	41	0,7	8
Сентябрь	0,41	37	0,2	0
Октябрь	0,71	43	0,8	4
Ноябрь	0,58	15	1,2	9



**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 1991-2020 гг. Сглаженная кривая получена 11-летним скользящим осреднением. Линейный тренд получен по данным за 1976-2024 гг. Показана 95% -я доверительная область для линии тренда.*



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

#### **4. ИЗМЕНЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ И ОСАДКОВ ОСЕННЕГО СЕЗОНА В РЕГИОНАХ РОССИИ ЗА ПЕРИОД 1936-2024 гг.**

В разделе анализируется характер изменения регионально-осредненных температур и осадков для физико-географических регионов России и Федеральных округов. На рис. 4.1 – 4.5 приведены временные ряды осредненных по регионам аномалий средней месячной температуры приземного воздуха (°C) и месячных сумм осадков (мм/месяц) осеннего сезона за 1936 – 2024 гг. На всех рисунках показаны линейные тренды за 1976-2024 гг., рассчитанные методом наименьших квадратов. Величины трендов и объясненные трендами доли дисперсии рядов представлены в таблице 4.1.

Таблица 4.1

Оценки линейного тренда осредненных по территории России среднесезонных аномалий температуры приземного воздуха и сумм осадков за 1976-2024 гг. (осенний сезон),

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

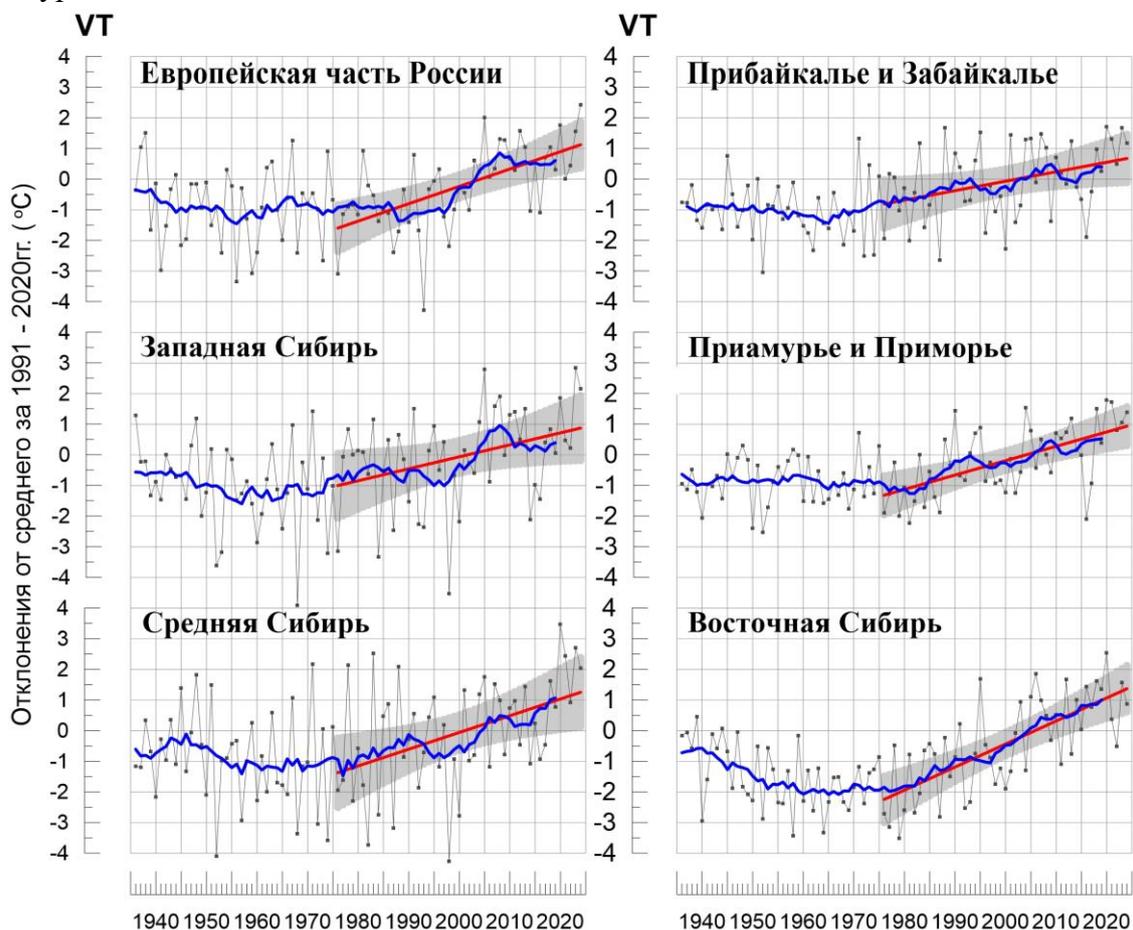
	Температура		Осадки		
	$b$ °C/10 лет	$D$ , %	$b$ мм/мес/10 лет	$b$ , %/10 лет	$D$ , %
Россия	0,54	41	0,7	1,5	8
<b>Физико-географические регионы России</b>					
Европейская часть России	0,57	37	0,1	0,2	0
Азиатская часть России	0,53	35	0,9	2,2	18
Западная Сибирь	0,39	12	0,2	0,4	0
Средняя Сибирь	0,55	20	1,2	3,4	17
Прибайкалье и Забайкалье	0,31	14	0,8	2,9	7
Приамурье и Приморье	0,47	36	-0,3	-0,5	0
Восточная Сибирь	0,75	51	1,9	4,8	23
<b>Федеральные округа РФ</b>					
Северо-Западный	0,59	30	0,8	1,4	2
Центральный	0,59	35	0,2	0,4	0
Приволжский	0,56	29	-0,9	-2,0	2
Южный	0,54	31	0,2	0,4	0
Северно-Кавказский	0,47	29	0,7	1,6	1
Уральский	0,48	15	-0,3	-0,6	0
Сибирский	0,34	10	0,9	2,3	10
Дальневосточный	0,63	52	1,1	2,8	21

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. Во всех регионах, наблюдались периоды замедление роста температуры: с конца 1980-х по 2000-е, а также - в начале 2010-х, кроме Восточной Сибири (сглаженная кривая на рис. 4.1 и 4.2).

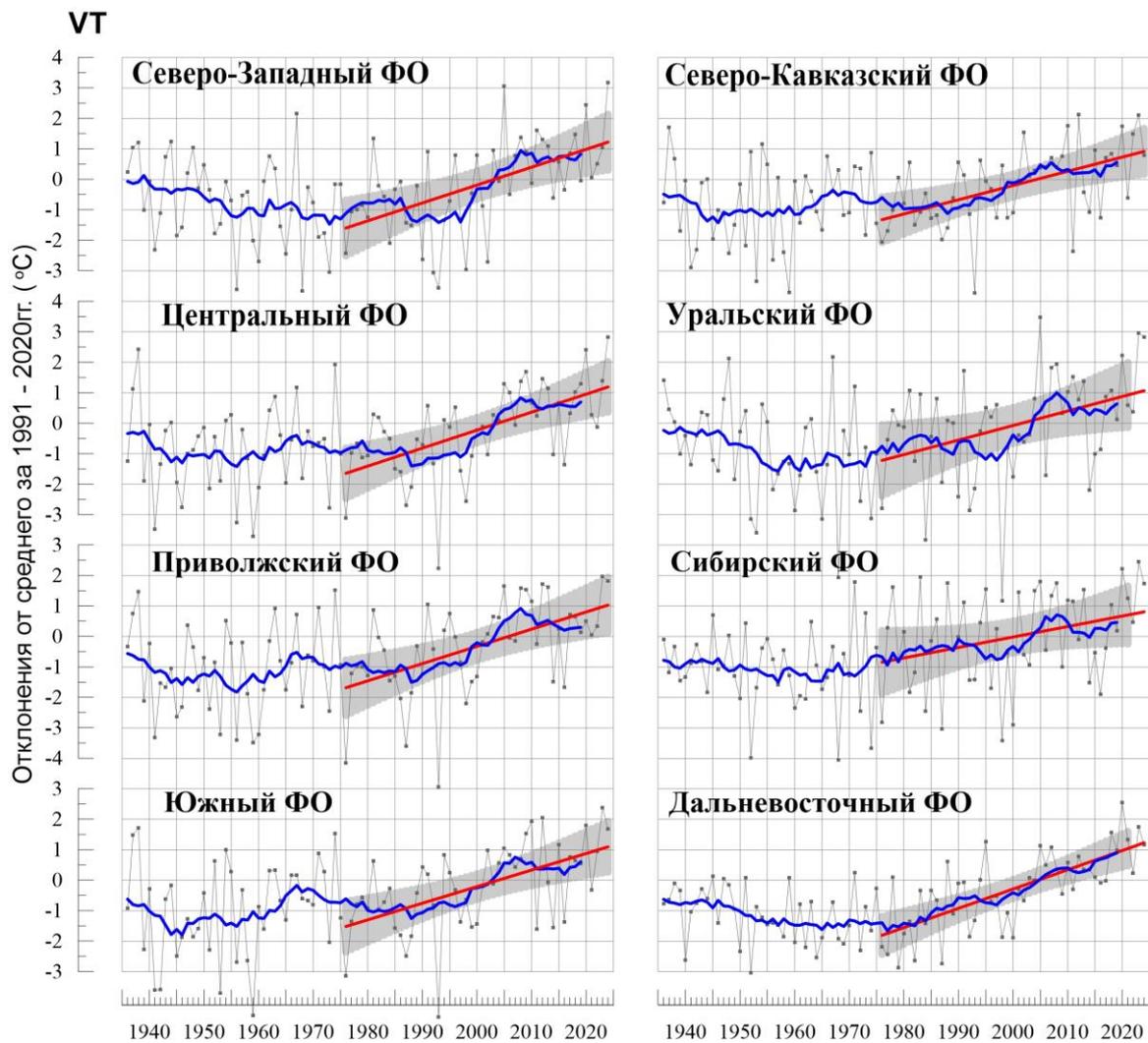
Наиболее заметен рост температуры в Восточной Сибири и в Европейской части России и в (превышает полградуса за 10 лет). В этих регионах, а также в Средней Сибири и в Приамурье и Приморье, вклад тренда в дисперсию ряда позволяет говорить о значимости тенденции увеличения температуры на 1% уровне.

По сравнению с периодом 1976-2023 гг. оценки линейного тренда осенью изменились (в пределах 0,01°C-0,04°C / 10 лет) из-за очень теплой осени; исключение – Восточная Сибирь, где оценки линейного тренда уменьшились на 0,02°C / 10 лет из-за достаточно прохладной осени.

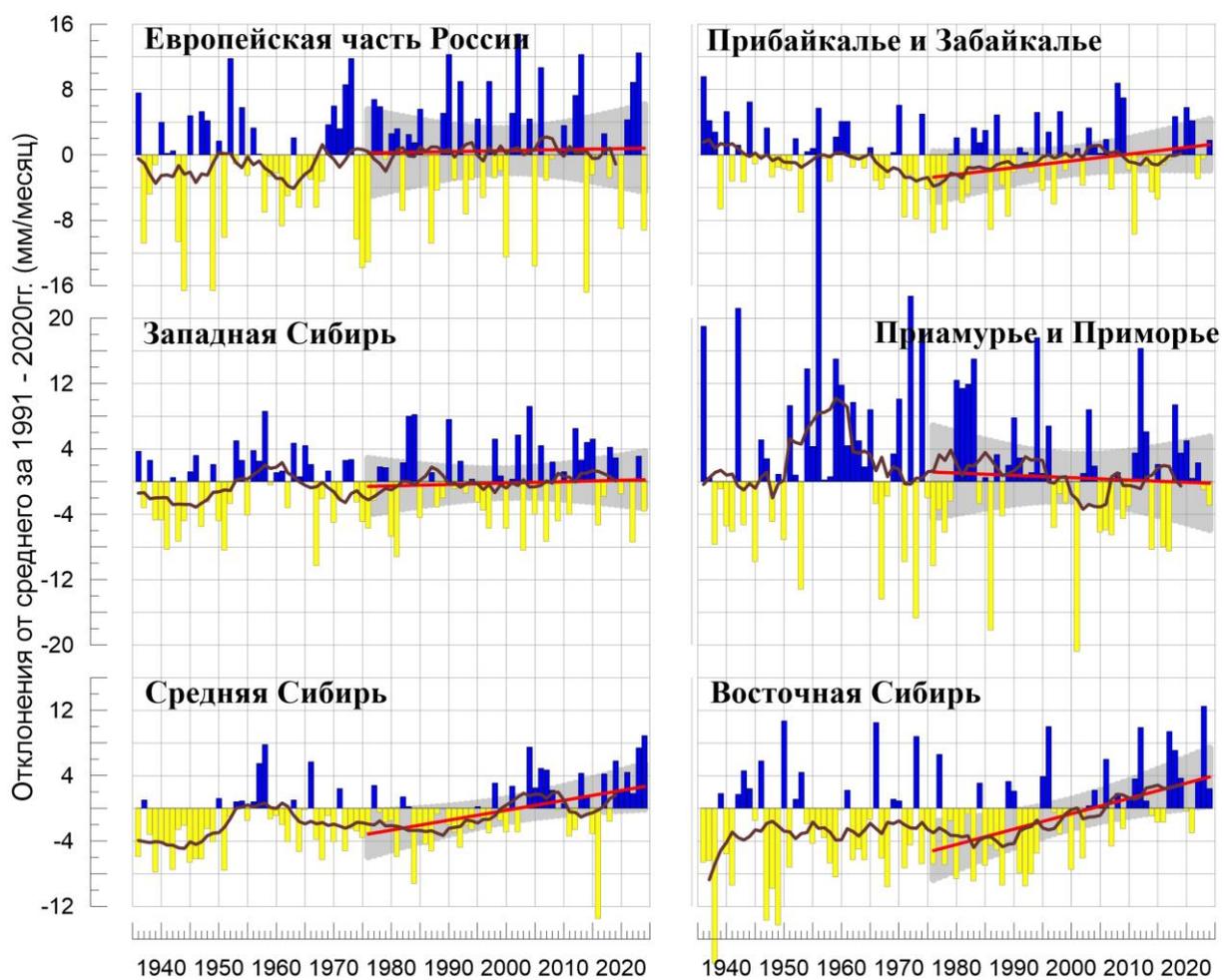
Монотонная тенденция увеличения осадков (рис. 4.3, 4.4) за период современного потепления (с 1976 г.) прослеживается в регионах: Восточная Сибирь (тренд +1,9 мм/10 лет (4,8%/ лет) объясняет 23% изменчивости ряда), в Средней Сибири и в Дальневосточном ФО, где наблюдается увеличение осадков и тренд значим на уровне 1%.



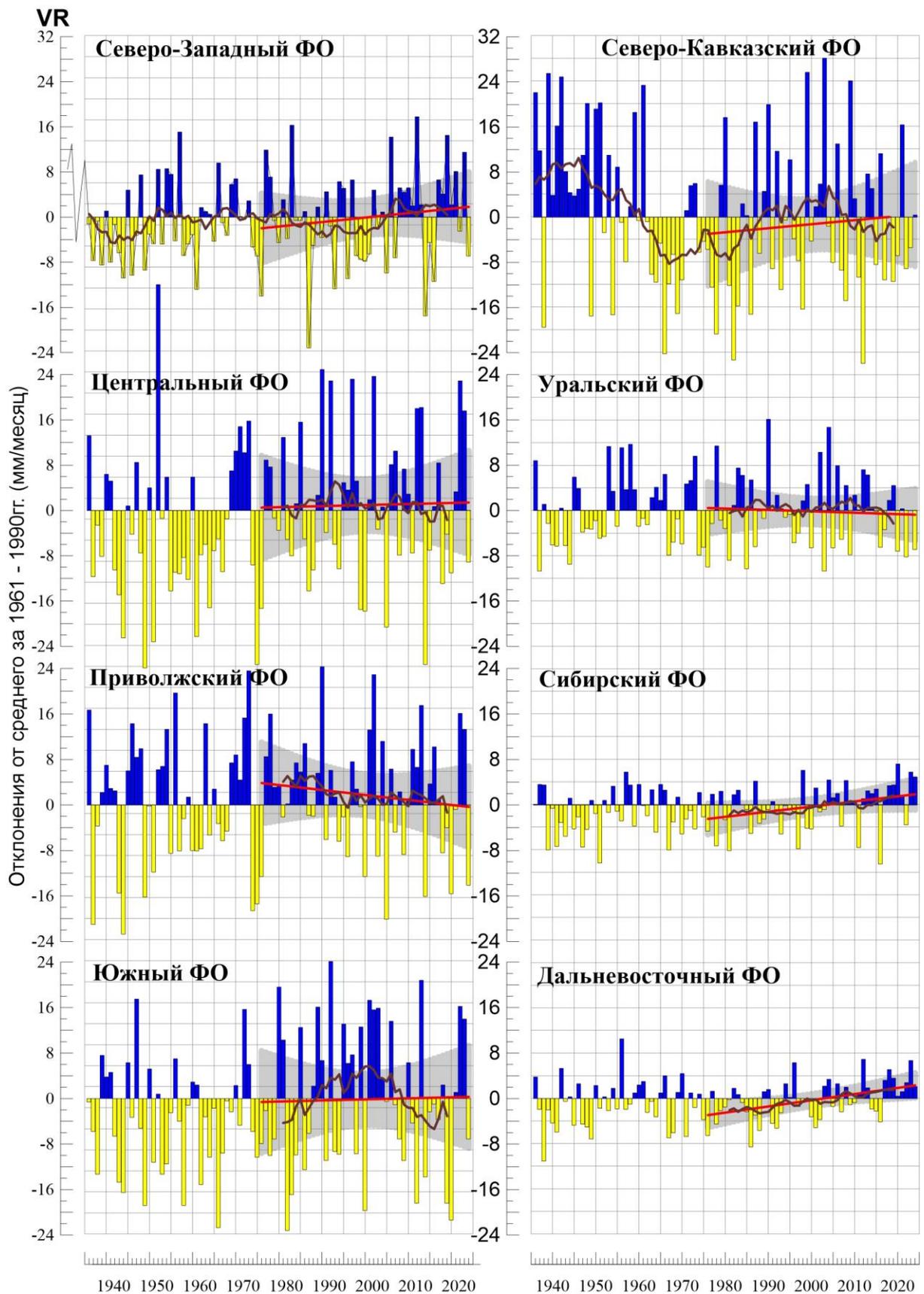
**Рисунок 4.1** - Сезонные аномалии температуры приземного воздуха ( $^{\circ}\text{C}$ ), осредненные по территории физико-географических регионов РФ, осень 1936-2024 гг. Аномалии рассчитаны как отклонения от среднего 1991-2020 гг. Сглаженная кривая получена 11-летним скользящим осреднением. Линейный тренд получен по данным за 1976-2024гг. Показана 95% -я доверительная область для линии тренда (по архиву T3288).



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



**Рисунок 4.3** - Сезонные аномалии месячных сумм осадков (мм/месяц), осредненные по территории регионов РФ, осень 2024 г.  
*Условные обозначения см. на рис. 4.1.*

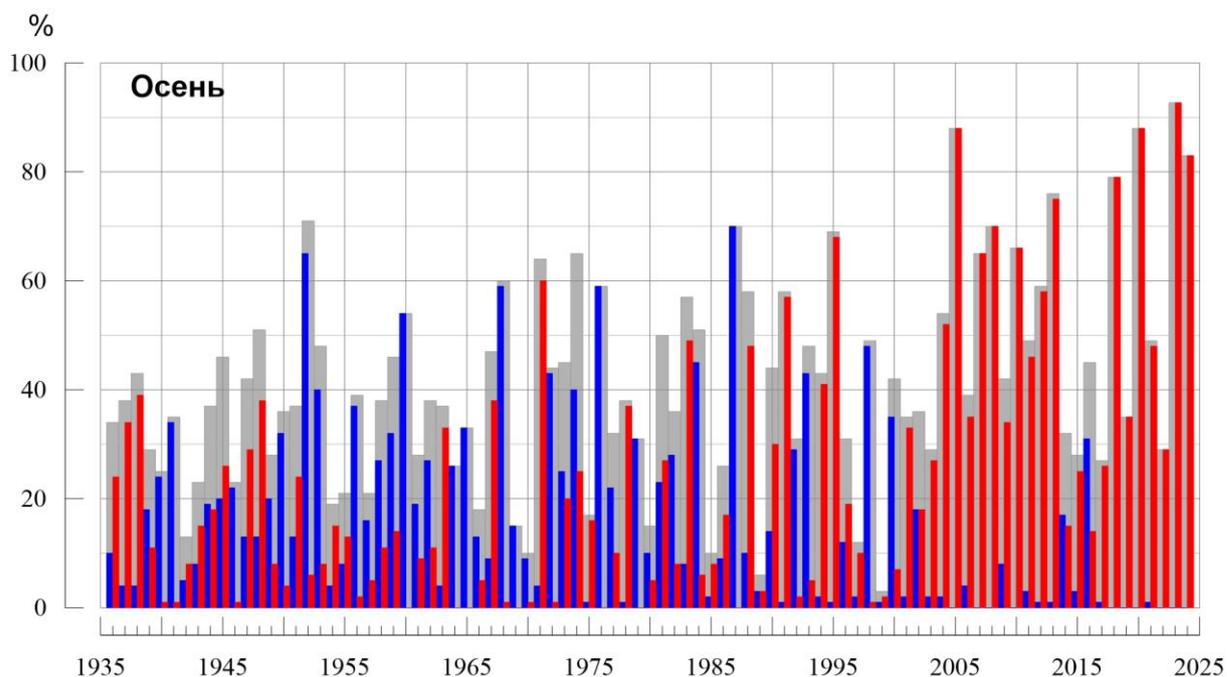


**Рисунок 4.4** – То же, что на рис.4.3, но для федеральных округов

## 5. ОЦЕНКИ ЭКСТРЕМАЛЬНОСТИ И АНОМАЛЬНОСТИ КЛИМАТА РОССИИ, 1936-2024 гг. (осенний сезон)

В разделе приведены некоторые индексы экстремальности и аномальности для осеннего сезона в целом по территории России за период 1936 -2024 гг. (рис. 5.1. – 5.4). В качестве индексов экстремальности рассматриваются доли площади под крупными аномалиями температуры и осадков (вероятности непревышения ниже 20% и выше 80%), а также экстремальными (абсолютная величина превосходит 2 стандартных отклонения) аномалиями температуры.

**Температура.** Осенью 2024 г. (рис. 5.1) площадь, занятая крупными положительными аномалиями, составляла 83% (ранг 3), крупных отрицательных аномалий не наблюдалось. С 1976 г. (начало глобального потепления) наблюдается увеличение площади под крупными положительными аномалиями, тренд за период 1976-2024 составляет 5,0% (доля объясненной трендом дисперсии ряда 28%).



**Рисунок 5.1** – Доля площади РФ (в процентах) с крупными сезонными аномалиями температуры, 1936-2024 гг. (осень):

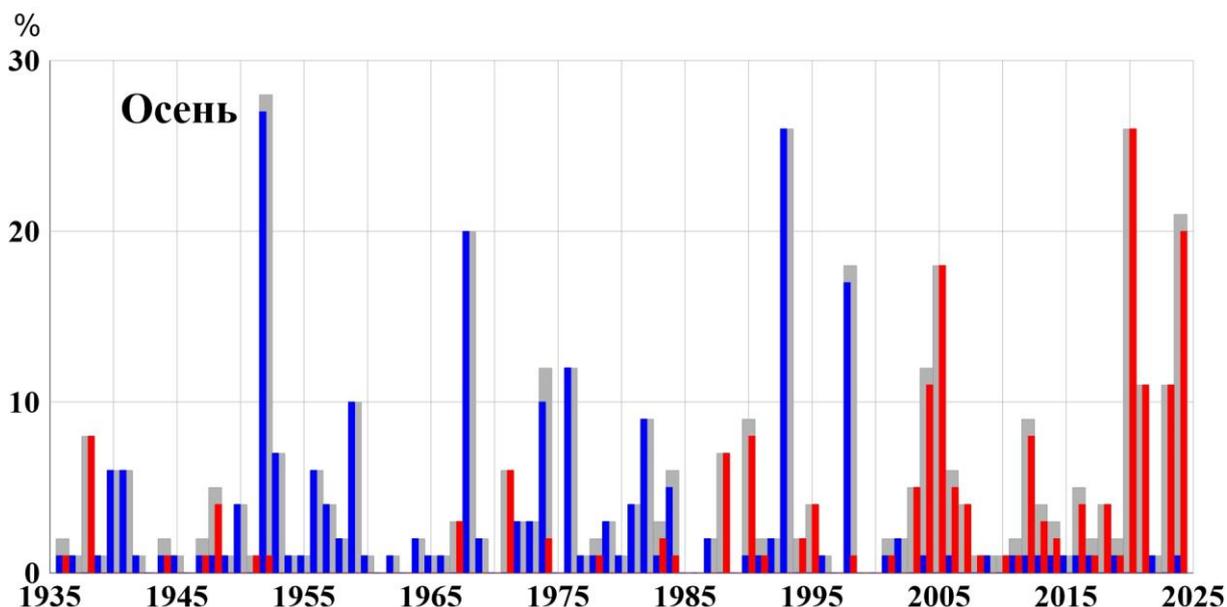
- ниже 20-го перцентиля, ■ выше 80-го перцентиля,
- суммарная площадь с крупными аномалиями обоих знаков.

На рис.5.2 представлены ряды доли площади под экстремальными (выше  $+2\sigma$  и ниже  $-2\sigma$ ) аномалиями сезонной температуры (в предположении гауссовости распределения это соответствует вероятности примерно 2,3% процента для каждого хвоста распределения).

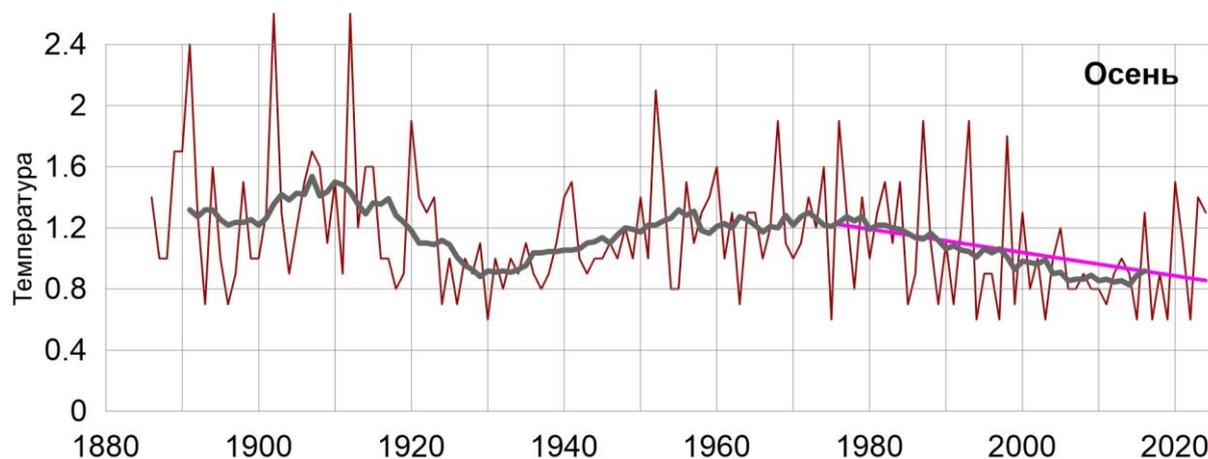
Осенью 2024 года доля площади под экстремальными отрицательными аномалиями составила 1%, доля площади под экстремальными положительными аномалиями – 20% (ранг 2), самым экстремальным теплым осенним сезоном была осень 2020 г.: 26% площади страны было занято аномалиями выше  $+2\sigma$ .

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%, это последний год, когда экстремумы холода преобладали).

С 1976 г. (начало глобального потепления) наблюдается увеличение площади под экстремальными положительными аномалиями, тренд за период 1976-2024 составляет 1.5% (доля объясненной трендом дисперсии ряда 14%).



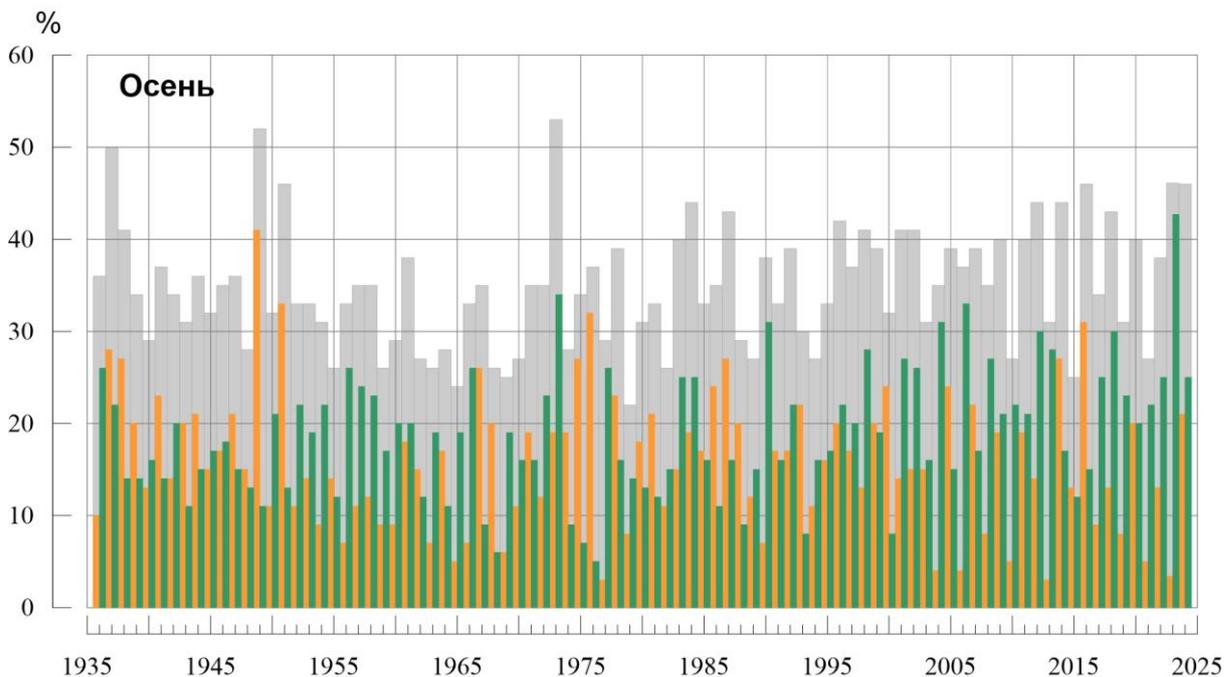
**Рисунок 5.2** - Доля площади РФ (в процентах) с экстремальными (сезонная аномалия меньше  $-2\sigma$ : синие столбики, больше  $+2\sigma$ : красные столбики; суммарная площадь с этими аномалиями: серые столбики) аномалиями температуры осенью, 1936-2024 гг. Базовый период для расчета статистик: 1991-2020 гг.



**Рисунок 5.3.** - Индекс аномальности (индекс Багрова) температурного режима на территории России осенью 1886-2024 гг.

Индекс аномальности Багрова в 2024 году составил 1.3 единиц. Анализ изменений индекса аномальности Багрова (рис. 5.3) показывают наличие долгопериодных колебаний.

**Осадки.** Осенью 2024 г. площадь, занятая крупными аномалиями выше 80 перцентиля (рис. 5.4) составила 25%, ниже 20-го перцентиля – 21%. С 1976 г. наблюдается увеличение площади под аномалиями выше 80-го перцентиля, тренд за период 1976-2024 составляет +2,4%/10 лет (доля объясненной трендом дисперсии ряда 21%: тренд значим на уровне 1%) и незначимое уменьшение площади под аномалиями ниже 20-го перцентиля, тренд за период 1976-2024 составляет -1,1%/10 лет (доля объясненной трендом дисперсии ряда 5%).



**Рисунок 5.4** – Доля площади РФ (в процентах) с крупными сезонными аномалиями осадков, 1936-2024 гг. (осень):

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

## ВЫВОДЫ

1. Осень для Северного полушария в целом была экстремально теплой: аномалия температуры воздуха над сушей СП  $+1,163^{\circ}\text{C}$  (при стандартном отклонении  $0,42^{\circ}\text{C}$ ) - вторая величина с 1886 г., значение аномалии температуры выше, ожидаемому при потеплении: отклонение от линейного тренда  $+0,445^{\circ}\text{C}$ .

2. Осень в целом по РФ была теплой, осредненная по территории РФ сезонная аномалия  $1,80^{\circ}\text{C}$  – третья величина в ряду. Экстремальные условия (аномалии выше  $1^{\circ}\text{C}$ , на станциях фиксировались 95%-е экстремумы) наблюдались всюду в ЕЧР ( $2,43^{\circ}\text{C}$  – максимальная величина в ряду), в Западной Сибири ( $2,16^{\circ}\text{C}$  - ранг 3), в центре Средней Сибири, в Саянах, в Приморье. Небольшие отрицательные аномалии наблюдались лишь на побережье моря Лаптевых в районе дельты Лены.

3. Доля площади территории России, занятая крупными положительными аномалиями (выше 80-го перцентиля), составила 83% (ранг 3); площади под экстремальными положительными аномалиями (выше  $2\sigma$ ) составила 20% (ранг 2), индекс аномальности Багрова в 2024 году составил 1,3 единиц.

4. Из месяцев выделяются *сентябрь* (в среднем по РФ аномалия  $1,35^{\circ}\text{C}$  – ранг 3), особенно тепло на ЕЧР ( $3,54^{\circ}\text{C}$  – ранг 1) и в УФО ( $2,18^{\circ}\text{C}$  – ранг 5); и *ноябрь* (в среднем по РФ аномалия  $3,13^{\circ}\text{C}$  – ранг 3), особенно тепло в АЧР ( $3,36^{\circ}\text{C}$  – ранг 3).

5. В *октябре* осредненная по РФ аномалия температуры  $+0,92^{\circ}\text{C}$  – тринадцатая величина в ряду. 95%-е экстремумы отмечались в центре и на юго-западе ЕЧР, в Саянах, в Приморье, на северо-востоке страны. Температуры ниже нормы наблюдались на севере Средней Сибири (аномалии на станциях до  $-2,1^{\circ}\text{C}$ ) Южном Урале, в Забайкалье.

6. Осенью количество выпавших в целом по РФ осадков составило 97% нормы. Дефицит осадков наблюдался практически всюду в ЕЧР (82% нормы) и в УФО (84% нормы); а также в Приамурье и в нижнем течении Лены. Значительный избыток осадков наблюдался СФО (113% нормы – ранг 5), в Магаданской области.

6. Осенью площадь, занятая крупными аномалиями осадков выше 80 перцентиля составила 25%, ниже 20-го перцентиля – 21%.

7. Из месяцев особо выделяется «сухой» сентябрь в ЕЧР (38% нормы) – минимальная величина в ряду; дефицит наблюдался во всех федеральных округах ЕЧР, особенно сильный в СЗФО (58%), ЦФО (17%), ПФО (13%) – осредненные по этим федеральным округам осадки – минимальные величины в соответствующих рядах.

Значительный избыток осадков наблюдался в сентябре - в Средней Сибири (134% нормы – ранг 4), в ноябре – в СЗФО (134% - ранг 5).

8. В целом по России линейный тренд осенней температуры воздуха за период 1976-2024 гг. составил  $+0,54^{\circ}\text{C}/10$  лет при вкладе тренда в дисперсию ряда 41%, что значительно выше, чем в среднем для суши Северного полушария ( $+0,36^{\circ}\text{C}/10$  лет. дисперсия ряда 80%). Среднесезонные осенние температуры растут со скоростью более  $+0,4^{\circ}\text{C}$  в ЕЧР (до  $+0,7^{\circ}\text{C}/10$  лет в центральных областях) и на севере и востоке АЧР до  $+1,4^{\circ}\text{C}/10$  лет в Восточной Сибири и до  $+1,9^{\circ}\text{C}/10$  лет на островах Северной Земли, в основном, за счет октября и ноября).

В полосе от Обской губы до Забайкалья наблюдается минимальный рост температуры (+0,1 - +0,3°C/10 лет) за счет отрицательного тренда температуры в ноябре (до -0,1°C/10 лет в центре области).

Наиболее значительное увеличение температуры происходит в октябре – тренд от +0,4°C до +1,7°C/10 лет на материковой части территории страны (до +2,2°C/10 лет – на Северной Земле), а также в ноябре – на материковой части в Восточной Сибири от +0,6°C до +2,0°C/10 лет (до +2,5°C/10 лет – на Северной Земле). Важная отличительная особенность изменений температуры в ноябре – наличие упомянутой выше области с отрицательным трендом в центре АЧР и в районе Байкала.

Региональные средние осенние температуры с конца 1970 г. растут во всех регионах. Во всех регионах наблюдались периоды замедления роста температуры: с конца 1980-х по 2000-е, а также - в начале 2010-х, кроме Восточной Сибири.

10. Тренд осенних сумм осадков для России в целом положителен: составляет +1,5% /10 лет, объясняет 8% межгодовой изменчивости.

Рост осадков осенью происходит в регионах Восточная Сибирь (+4,8%/10 лет, 23%), Средняя Сибирь (+3,4%/10 лет, 17%) и Дальневосточном ФО (+2,8%/10 лет, 21%). В остальных регионах вклад тренда в общую изменчивость осадков незначителен.

## ПРИЛОЖЕНИЕ

Федеральная служба  
по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды

ФГБУ «Институт Глобального климата и экологии»

# Обзор состояния и тенденций изменения климата на территории Республики Беларусь



## ВВЕДЕНИЕ

В настоящем Приложении\* приводится информация о состоянии приземного климата (температура приземного воздуха и атмосферные осадки) осенью 2017 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 1991-2020 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 2017 гг. (доля значений временного ряда, меньших либо равных текущему значению).

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

---

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

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

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

### СЕЗОННЫЕ ОСОБЕННОСТИ ТЕМПЕРАТУРЫ И ОСАДКОВ НА ТЕРРИТОРИИ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ ОСЕНЬЮ 2017 г.

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.

Таблица 2

Характеристики температурного режима на станциях Беларуси осенью 2024 г.

	<i>Витебск</i>	<i>Минск</i>	<i>Брест</i>	<i>Пинск</i>	<i>Василевичи</i>	<i>Гомель</i>
	<b>26666</b>	<b>26850</b>	<b>33008</b>	<b>33019</b>	<b>33038</b>	<b>33041</b>
а) температура (град. Цельсия)						
<i>Осень</i>	<b>9,20</b>	<b>9,20</b>	<b>10,33</b>	<b>10,10</b>	<b>9,43</b>	<b>10,33</b>
Сентябрь	17,1	17,2	18,2	18,6	17,6	19,2
Октябрь	8,0	7,8	9,3	8,6	8,3	9,4
Ноябрь	2,5	2,6	3,5	3,1	2,4	2,4
б) аномалия температуры (град. Цельсия)						
<i>Осень</i>	<b>2,77</b>	<b>2,27</b>	<b>1,75</b>	<b>2,03</b>	<b>2,04</b>	<b>2,75</b>
Сентябрь	4,78	4,51	4,3	5	4,49	5,52
Октябрь	1,69	1,08	0,88	0,69	1,01	1,97
Ноябрь	1,83	1,21	0,06	0,4	0,62	0,77

2.17    1.77    2.21    2.15    1.93    2.31

Таблица 3

Характеристики режима осадков на станциях Беларуси осенью 2024 г.

	<i>Витебск</i>	<i>Минск</i>	<i>Брест</i>	<i>Пинск</i>	<i>Василевичи</i>	<i>Гомель</i>
	<b>26666</b>	<b>26850</b>	<b>33008</b>	<b>33019</b>	<b>33038</b>	<b>33041</b>
<b>а) Сумма осадков (мм/месяц)</b>						
<i>Осень</i>	<b>58,0</b>	<b>36,0</b>	<b>57,0</b>	<b>29,7</b>	<b>37,3</b>	<b>31,7</b>
Сентябрь	24	19	89	26	17	3
Октябрь	71	47	61	42	69	55
Ноябрь	79	42	21	21	26	37
<b>б) Аномалия сумм осадков / (мм/месяц)</b>						
<i>Осень</i>	<b>-5,0</b>	<b>-16,2</b>	<b>11,3</b>	<b>-18,3</b>	<b>-15,1</b>	<b>-20,5</b>
Сентябрь	-39,1	-33,5	33,2	-27	-39,9	-49,5
Октябрь	3,3	-7,3	18,3	-4,3	14	-3,8
Ноябрь	20,7	-7,8	-17,5	-23,5	-19,3	-8,1
<b>в) Относительная аномалия сумм осадков (% от нормы)</b>						
<i>Осень</i>	<b>92</b>	<b>69</b>	<b>125</b>	<b>62</b>	<b>71</b>	<b>60</b>
Сентябрь	38	36	159	49	30	6
Октябрь	105	87	143	91	125	94
Ноябрь	136	84	55	47	57	82

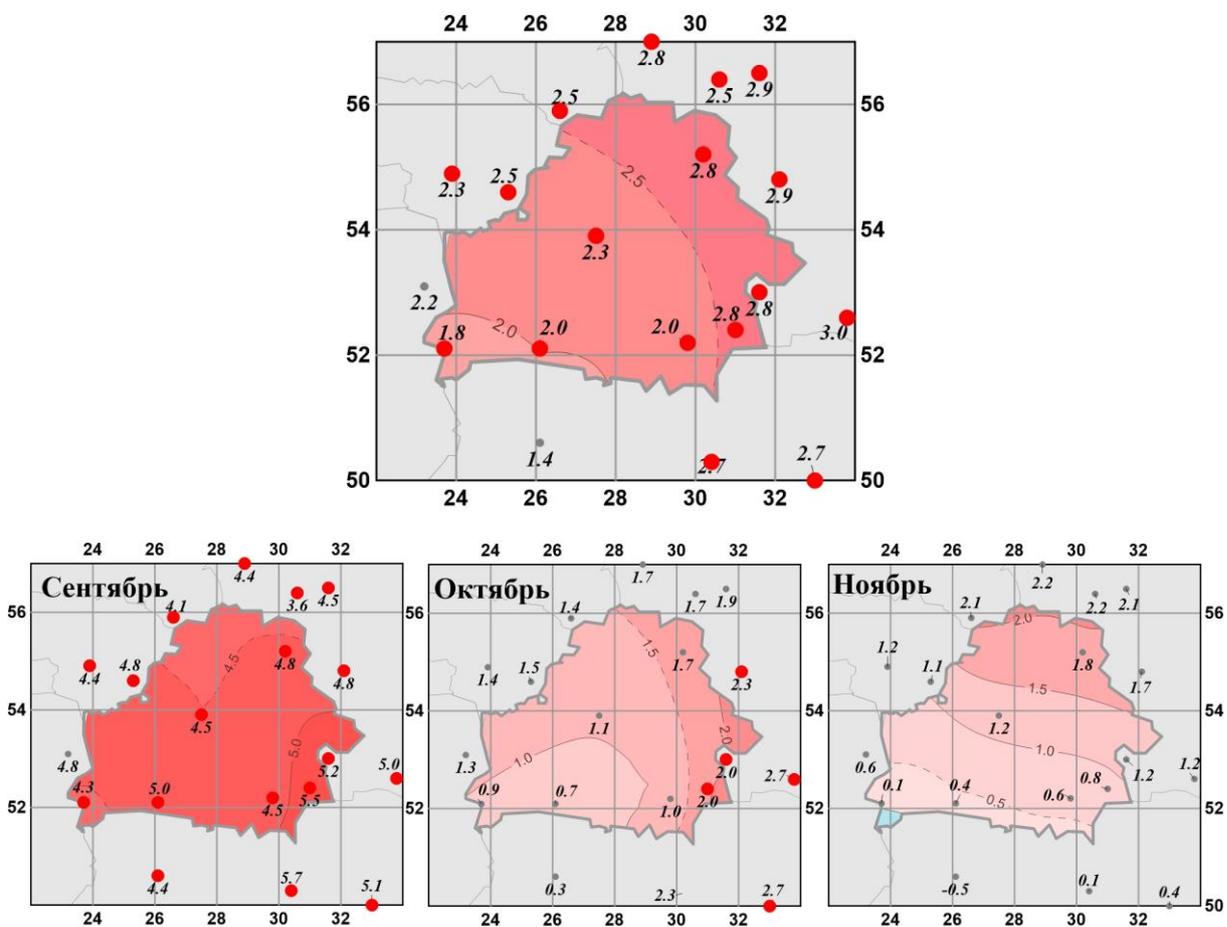
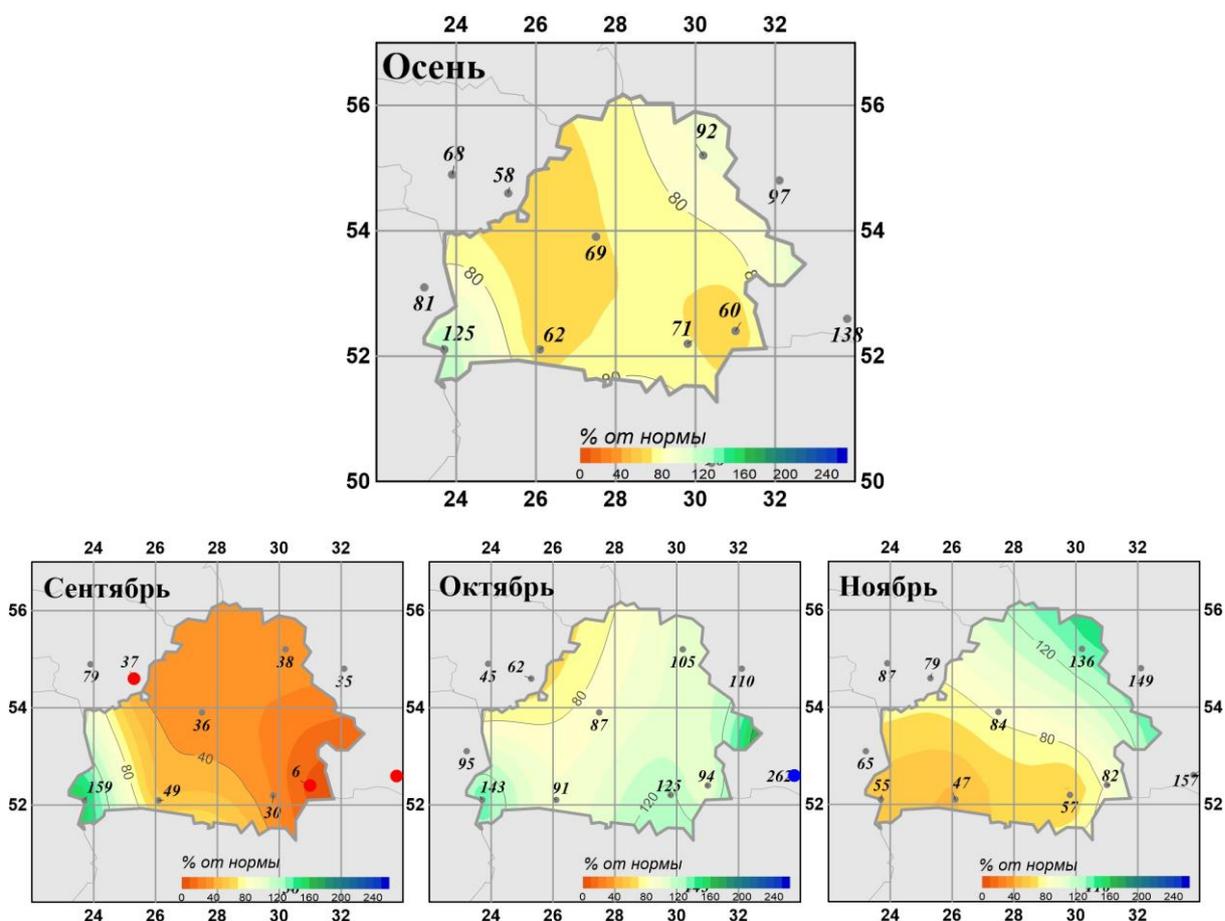


Рисунок 1 - Средние сезонные и средние месячные аномалии температуры (°C) приземного воздуха на территории республики Беларусь осенью.

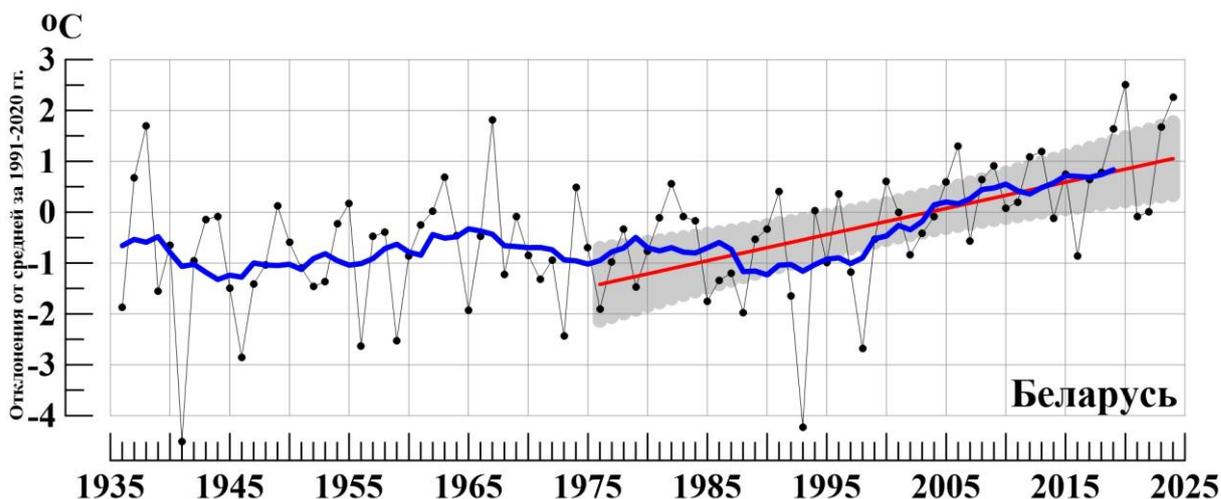
Аномалии рассчитаны относительно периода 1991-2020 гг. Цифрами приведены значения аномалий температуры (в градусах Цельсия) на станциях.



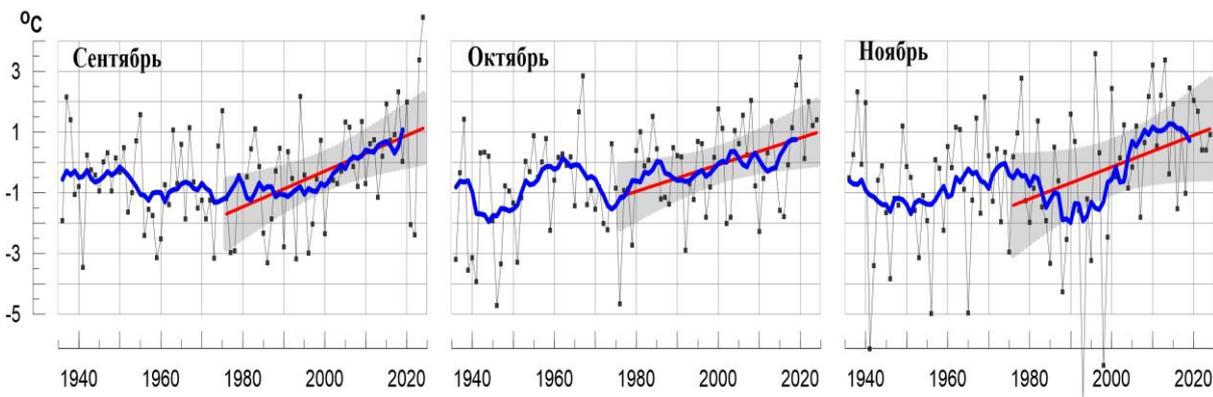
**Рисунок 2** - Средние сезонные и месячные аномалии атмосферных осадков (% от нормы) на территории республики Беларусь осенью.

Аномалии рассчитаны относительно периода 1991-2020 гг. Цифрами приведены значения аномалий температуры (в градусах Цельсия) и осадков (в % от нормы) на станциях. Красными кружками показаны станции с экстремумами – ниже 5-го перцентилей

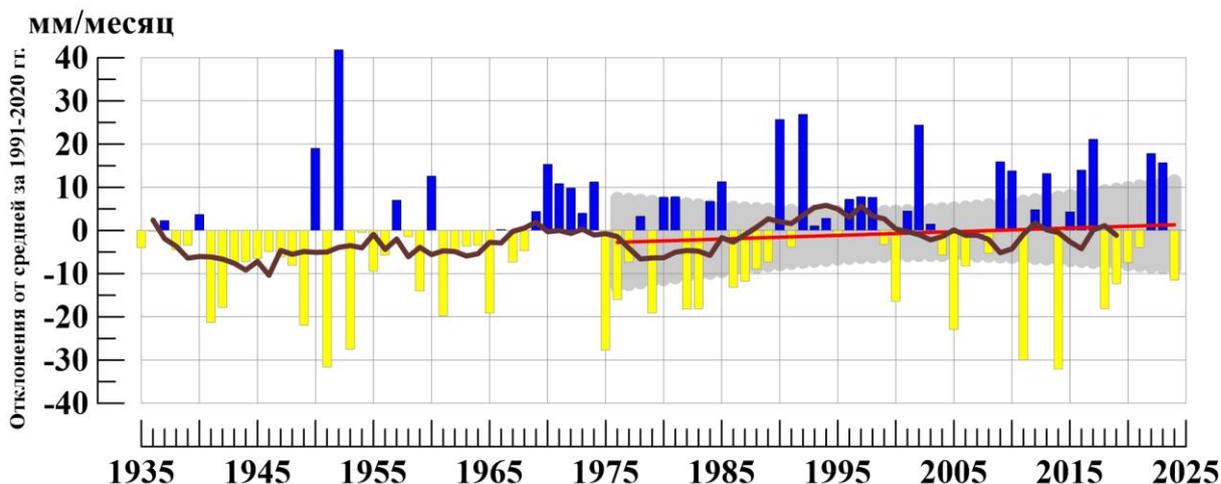
На рисунках 3-6 показаны временные ряды осредненных по территории Беларуси сезонных и месячных аномалий температуры воздуха и осадков с 1936 по 2024 гг. В таблицах 4 и 5 приведены аномалии температуры и осадков, а также оценки трендов, в среднем по всей территории республики Беларусь.



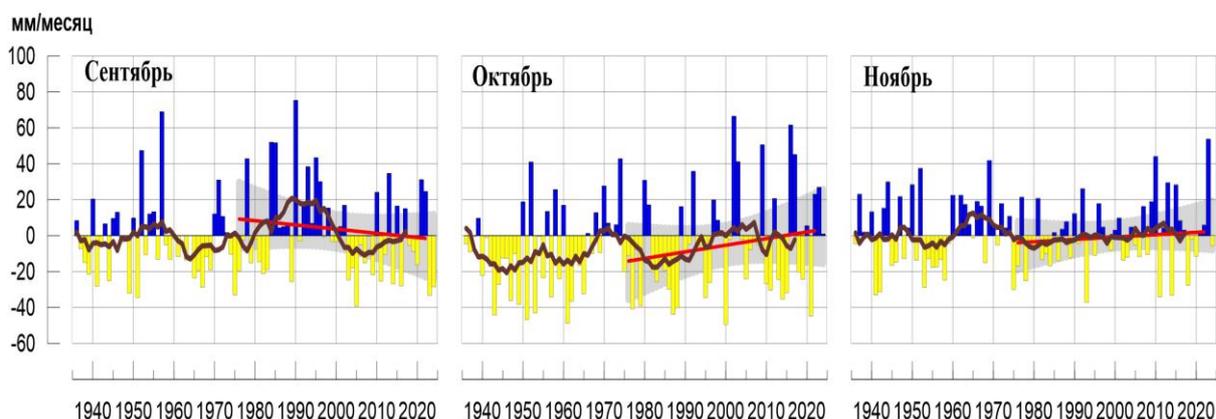
**Рисунок 3** - Сезонные (сентябрь - ноябрь) аномалии температуры приземного воздуха ( $^{\circ}\text{C}$ ), осредненные по территории Республики Беларусь.  
*Аномалии рассчитаны как отклонения от среднего 1991-2020 гг. Сглаженная кривая получена 11-летним скользящим осреднением. Линейный тренд проведен по данным за 1976-2024гг.*



**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.

**Таблица 4**

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

	$\nu T_{2024}$	s	$\nu R_{2024}$	s
<b>Осень</b>	<b>2,26</b>	<b>1,31</b>	<b>-11,5</b>	<b>14,7</b>
Сентябрь	4,77	1,42	-28,5	21,4
Октябрь	1,40	1,54	0,8	30,7
Ноябрь	0,92	2,65	-5,7	19,4

**Примечание:** Аномалии  $\nu T_{2024}$  ( $^{\circ}C$ ).  $\nu R_{2024}$  (мм/месяц) рассчитаны как отклонения от нормы (средние за период 1991-2020 гг.). s ( $^{\circ}C$ . мм/месяц). – среднее квадратическое отклонение

**Таблица 5**

Оценки линейного тренда 1976-2024 гг. в среднем по Республике Беларусь

Сезон	Температура		Осадки	
	$b_{1976-2024}$ $^{\circ}C/10$ лет	$D_{1976-2024}$ %	$b_{1976-2024}$ мм/мес/10лет	$D_{1976-2024}$ %
<b>Осень</b>	<b>0,51</b>	<b>35</b>	<b>0,8</b>	<b>1</b>
Сентябрь	0,59	23	-2,3	2
Октябрь	0,44	16	3,7	3
Ноябрь	0,52	10	1,3	1