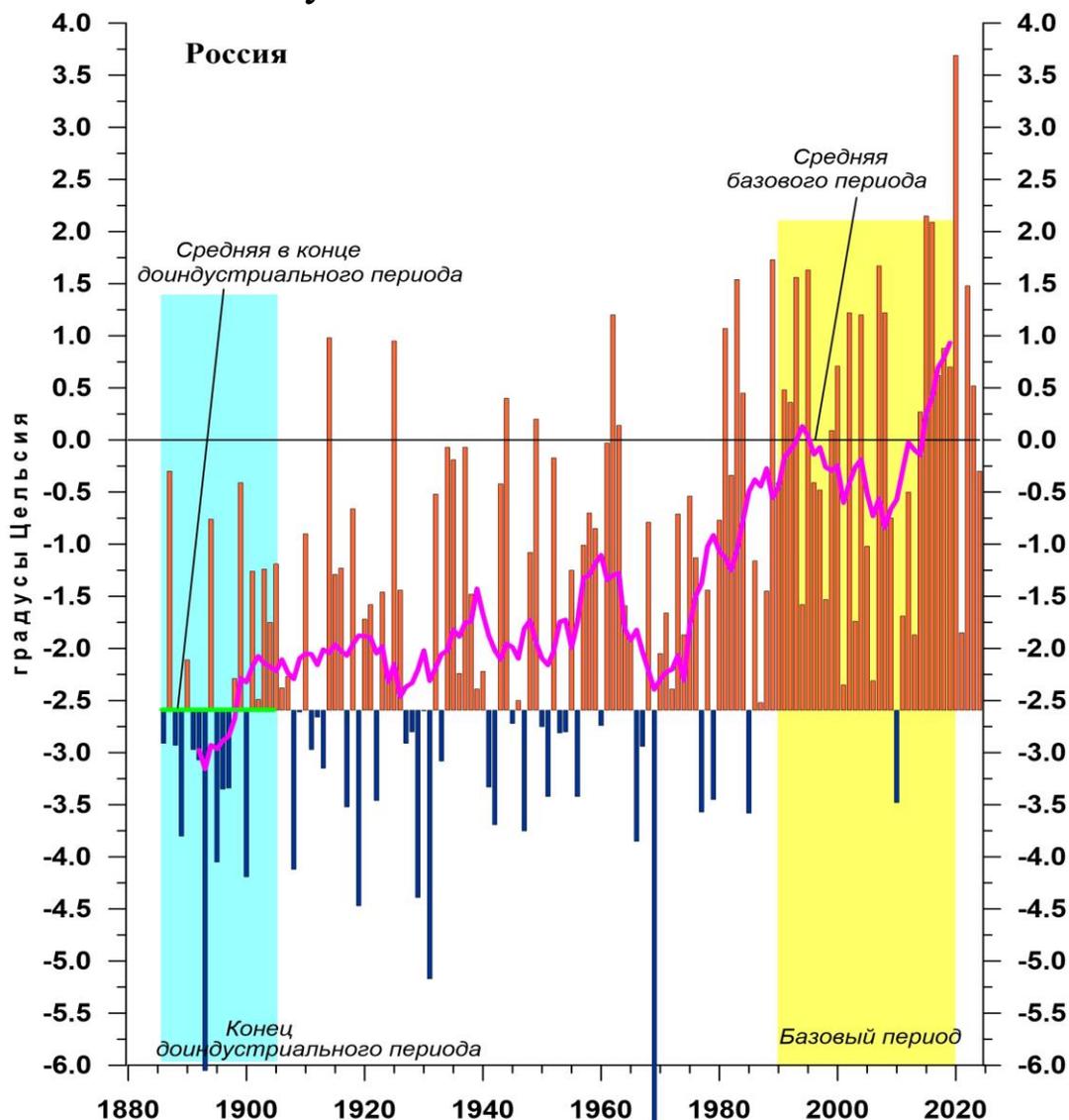


Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды

ФГБУ «Институт Глобального Климата и Экологии»



ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА 2024

ЗИМА: декабрь 2023 – февраль 2024

Обзор состояния и тенденций изменения
климата России

★
Москва 2024

ОГЛАВЛЕНИЕ¹

ВВЕДЕНИЕ.....	3
1. ИЗМЕНЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ ПРИЗЕМНОГО ВОЗДУХА СЕВЕРНОГО ПОЛУШАРИЯ И РОССИИ ПО ДАННЫМ НАБЛЮДЕНИЙ (зимний сезон).....	6
2. КЛИМАТИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ЗИМЫ 2023/24 ГГ. НА ТЕРРИТОРИИ РОССИИ	7
3. ТЕНДЕНЦИИ СОВРЕМЕННЫХ ИЗМЕНЕНИЙ КЛИМАТА НА ТЕРРИТОРИИ РОССИИ В ЗИМНИЙ СЕЗОН.....	15
4. ИЗМЕНЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ И ОСАДКОВ ЗИМНЕГО СЕЗОНА В РЕГИОНАХ РОССИИ, 1936-2024 ГГ.....	19
5. ОЦЕНКИ ЭКСТРЕМАЛЬНОСТИ И АНОМАЛЬНОСТИ КЛИМАТА РОССИИ, 1936-2024 ГГ. (ЗИМНИЙ СЕЗОН)	24
ВЫВОДЫ	27
ПРИЛОЖЕНИЕ. Климатические особенности зимы 2023/24 гг. на территории Республики Беларусь	30

¹ На обложке приведен ход средней сезонной аномалии температуры приземного воздуха, осредненной по территории России, за 1886 – 2024 гг. (зима)
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 наблюдаемого значения от нормы. Аномалии осадков рассматриваются как в отклонениях от нормы (аналогично температуре), так и в процентах от нормы, то есть как процентное отношение количества выпавших осадков к соответствующему значению нормы. Вероятность непревышения текущего значения климатической переменной (или ее аномалии) рассчитывается как доля наблюдений в прошлом, в которых значение этой переменной (или ее аномалии) было не больше текущего.

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

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

На рисунке 1.1 представлены временные ряды сезонных аномалий температуры у поверхности (зима: декабрь - февраль), 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 crut5nh.txt на сайте 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 1976-2024 гг.

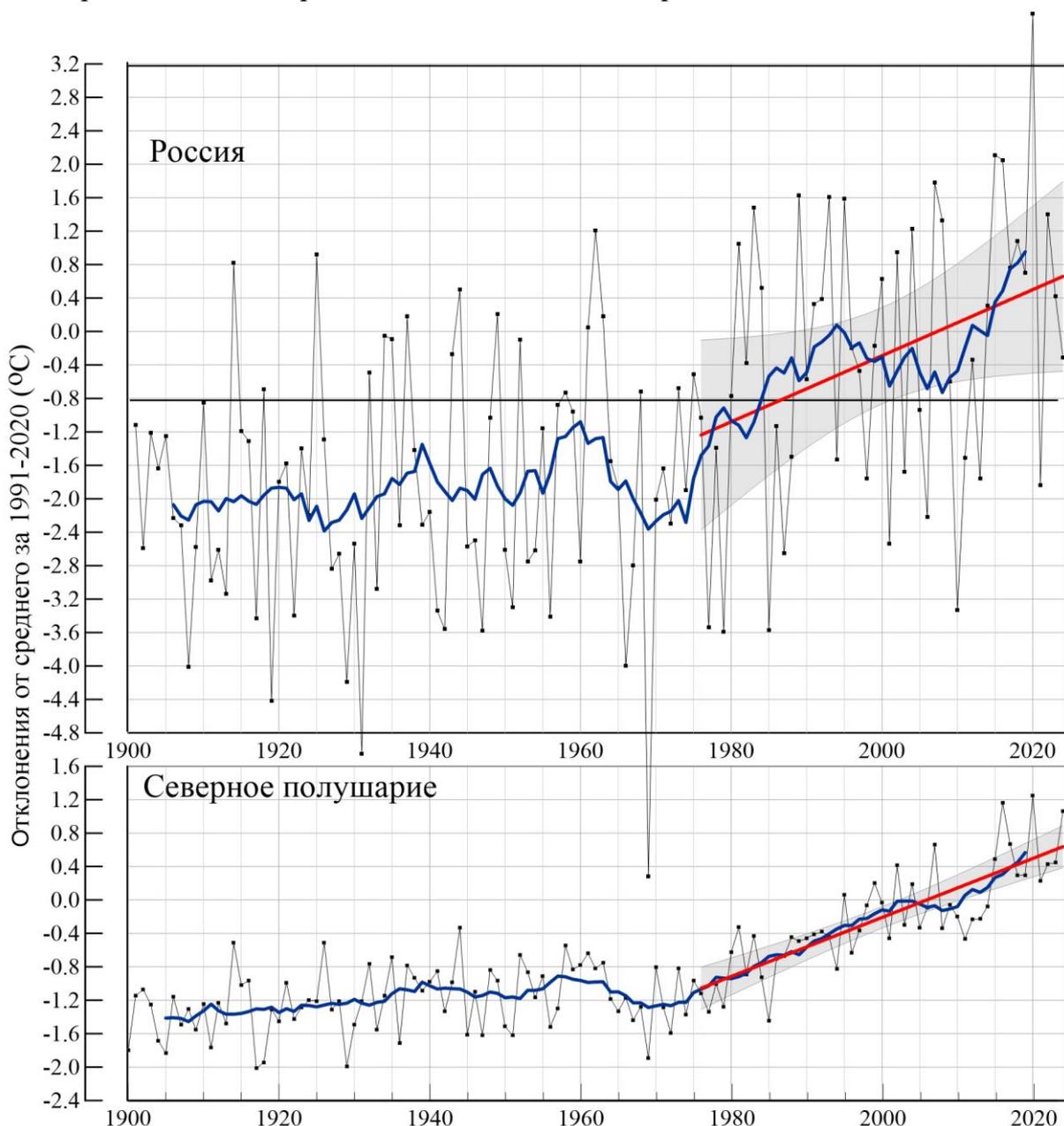


Рисунок 1.1 – Изменение зимней температуры приземного воздуха, осредненной по Северному Полушарию (суша) и территории России.

Температуры выражены как аномалии – отклонения от средней за базовый период 1991-2020 гг. Сглаженная кривая получена 11-летним скользящим осреднением. Показан линейный тренд за 1976-2024 гг с 95% -й доверительной областью. Используются данные ФГБУ «ИГКЭ» им. Израэля (Россия).

Временной ряд сезонных аномалий температуры над СП и для территории России рассчитаны по стационарным данным о температуре приземного воздуха ФГБУ «ИГКЭ» им. Израэля по базовому архиву T3288, содержащему 3288 станции (начальный год 1901) на поверхности суши Земного шара. Представлен также линейный тренд за 1976-2024 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% покрывающая истинную линию тренда.

Аномалия температуры воздуха над сушей СП зимой составила +1,065°C (при стандартном отклонении 0,43°C) – третья величина в ряду с 1886 г.

Для России в целом средняя сезонная аномалия температуры приземного воздуха составила -0,31°C (ранг 33) при величине стандартного отклонения 1,62°C.

Оценки линейных трендов, характеризующие среднюю тенденцию изменений зимних температур за период 1976-2024 гг. (современное глобальное потепление) в среднем для СП и России, приведены в табл. 1.1. Тренд средних по Северному полушарию зимних температур составляет больше половины общей изменчивости (вклад в дисперсию) температуры СП и значим на 1%-м уровне. На территории России в течение периода с 1976 по 2024 гг. наблюдался очень интенсивный рост температур с середины 1970-х до начала 1990-х гг., а затем – до конца 2000-х существенное убывание зимних температур, затем - рост температуры возобновился, положительный тренд статистически значим лишь на 5%-м уровне. Для суши СП наблюдается сходная картина, но похолодание наблюдалось с первого пятилетия 21 века.

Таблица 1.1

Сезонные (зима: декабрь 2020 – февраль 2024) 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 , °C/10 лет	D %
СП	1,07	0,43	0,35	67
Россия	-0,31	1,62	0,40	11

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

2. КЛИМАТИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ЗИМЫ 2023/24гг. НА ТЕРРИТОРИИ РОССИИ

На рис. 2.1 и 2.2 представлены карты сезонной температуры и сезонных и месячных аномалий температуры (полученные по данным архива T3288), а на рисунке 2.3 – карты сезонных и месячных осадков (полученные по данным T1383) на территории России зимы 2023/24гг. На картах указано местоположение станций с экстремумами ниже 5-го выше 95-го процентилей. Значения аномалий, осредненных по регионам, представлены в таблицах 2.1 и 2.2.

Температура воздуха. Осредненная по территории РФ сезонная аномалия $-0,31^{\circ}\text{C}$ (ранг 37).

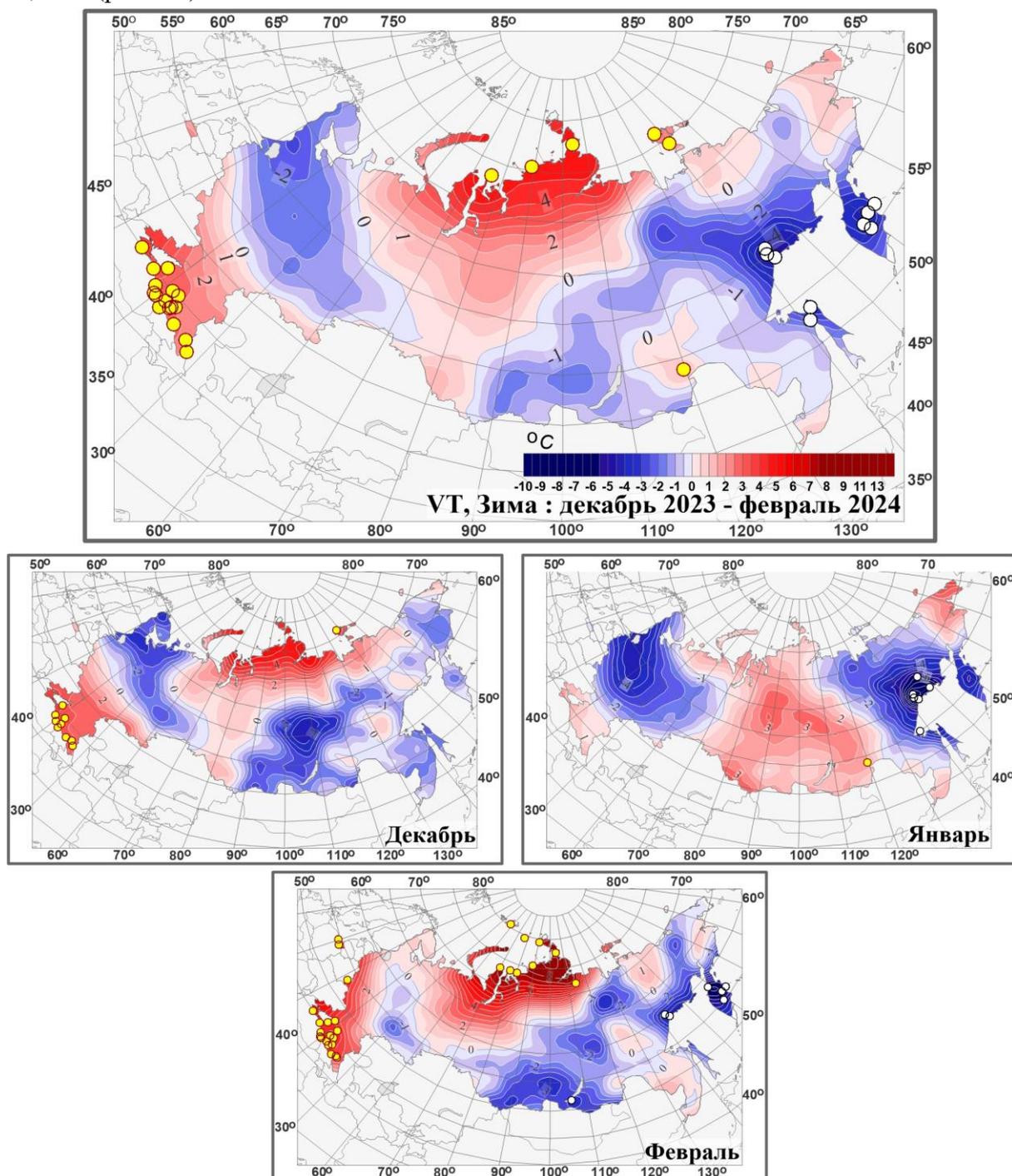


Рисунок 2.1 – Поля средней сезонной и средних месячных аномалий температуры приземного воздуха ($^{\circ}\text{C}$) на территории России зимой 2023/24гг. Кружками белого цвета показано местоположение станционных экстремумов ниже 5-го перцентиля, желтого – выше 95-го перцентиля.

Аномалии рассчитаны как отклонения от среднего за базовый период 1991-2020 гг.

Температуры ниже климатической нормы наблюдались на северо-западе, в центре и на юго-востоке ЕЧР, а также на юге СФО и большей части ДФО, на ряде станций на побережье Охотского моря отмечались 5%-е экстремумы.

Температуры выше климатической нормы наблюдались на юге ЕЧР (осредненная по СКФО аномалия: $2,39^{\circ}\text{C}$ – четвертая величина в ряду), в центре и на севере Западной и Средней Сибири (в предгорьях Кавказа и на станциях побережья Карского моря фиксировались 95%-е экстремумы).

Распределение средних сезонных температур на рис. 2.2 позволяет проследить рассмотренные особенности несколько под другим углом. На ЕЧР изотерма -5° смещена на север примерно на 1 град. с.ш. и восток на 1 град. в.д. от своего климатического положения, а изотерма -10° наоборот, смещена на запад на 3-4 град. в.д. (на юге) и на 10 град. в.д. (на северо-западе) от своего климатического положения. Изотермы -15° , -20° , -25° на юге и в центре АЧР совпадают со своим климатическим положением, а на севере смещены на восток примерно на 8-10 град. в.д. Изотермы -30° , -35° смещены на запад примерно на 3-5 град. в.д. и на юг примерно 1-3 град. с.ш. На востоке страны изотермы -30° , -25° , -20° , -15° практически совпадают со своим климатическим положением.

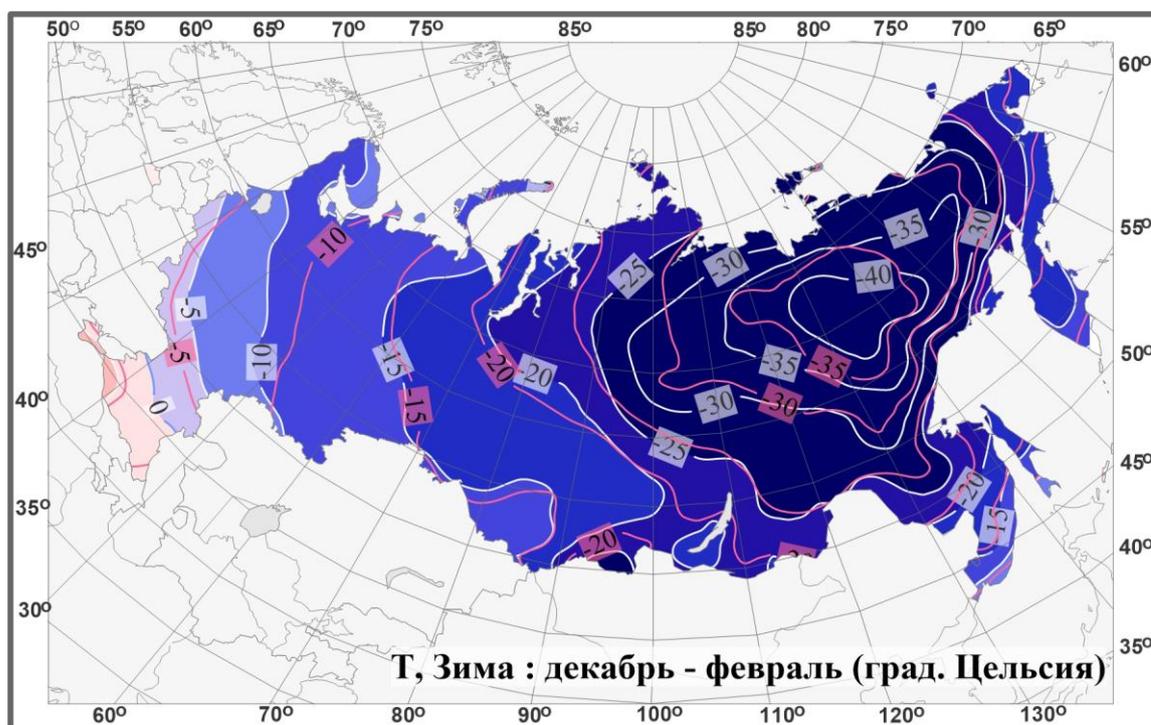


Рисунок 2.2 – Поля средней сезонной температуры приземного воздуха ($^{\circ}\text{C}$) на территории России зимой 2023/24гг. Розовые изолинии: средние изотермы за период 1991-2020 гг.

Декабрь на большей части территории РФ был холодным. Средняя по РФ аномалия составила $-0,44^{\circ}\text{C}$.

Температуры выше климатической нормы наблюдались только на юге ЕЧР (в предгорьях Кавказа отмечены 95%-е экстремумы), на севере Западной и Средней Сибири.

Январь. Осредненная в целом по России аномалия температуры составила $-0,42^{\circ}\text{C}$. Температуры ниже климатической нормы наблюдались всюду в ЕЧР ($-1,63^{\circ}\text{C}$) кроме юга, в Якутии, Хабаровском крае, на Камчатке, на Сахалине (на ряде станций Хабаровского отмечались 5%-е экстремумы холода).

Температуры выше климатической нормы наблюдались в СФО и в Забайкалье (аномалии до +3°C), а также на Чукотке, в ЮФО, востоке СЗФО.

Февраль. Осредненная в целом по России аномалия температуры составила -0,08°C. Температуры ниже климатической нормы наблюдались в центре и на юго-востоке ЕЧР, на юге Западной и Средней Сибири, в центре Якутии, в Хабаровском крае, в Магаданской области, на Камчатке (аномалии на Камчатке до -7,7°C, на ряде станций Хабаровского края и Камчатки фиксировались 5%-е экстремумы).

Температуры выше климатической нормы наблюдались на западе и юге ЕЧР (осредненная по СКФО аномалия: 3,54°C – пятая величина в ряду, на многих станциях в предгорьях Кавказа фиксировались 95%-е экстремумы), на севере Западной и Средней Сибири (на станциях побережья Карского моря отмечены 95%-е экстремумы).

Атмосферные осадки. Осредненные осадки за зимний сезон в целом по РФ составили 111% нормы (8-11 величина в ряду), а по ЕЧР 124% нормы – третья величина в ряду. Избыток осадков наблюдался в центре и на юге ЕЧР (в ЦФО выпало 146% нормы – вторая величина в ряду) и на юге Западной Сибири, на Алтае и в Саянах (на многих станциях отмечались 95%-е экстремумы); а также в нижнем течении Амура, на востоке Якутии.

Дефицит осадков наблюдался преимущественно на севере страны (кроме побережья Восточно-Сибирского моря), на Камчатке, в Приморье.

Декабрь 2023 г. Осредненные по РФ осадки 120% нормы (ранг 4), а по ЕЧР – 139% - ранг 2. Значительный избыток осадков (более 120%, на ряде станций отмечались 95%-е экстремумы) наблюдался в ЦФО (180% - ранг 3) и в СКФО (187% - ранг 4); а также в южных районах АЧР и на востоке Якутии. Дефицит осадков (менее 80% нормы) наблюдался на северо-востоке ЕЧР, севере Западной Сибири, на Среднесибирском плоскогорье, на Чукотке.

Январь. Осредненные по РФ осадки: 107% нормы. Избыток осадков (более 120%) наблюдался на юге ЕЧР, на юге Западной и Средней Сибири (на Ишимской равнине и Барабинской низменности), на Алтае, в Чукотском АО.

Дефицит осадков (менее 80% нормы) наблюдался на Таймыре, на Северо-Сибирской низменности, в Хабаровском крае, в дельте Амура, на Камчатке и на Сахалине, а также в районе Байкала (на ряде станций отмечались 5%-е экстремумы осадков). Небольшой дефицит осадков наблюдался на севере ЕЧР.

Февраль. Осредненные по РФ осадки 103% нормы. Избыток осадков (более 120%) наблюдался на западе и в центре ЕЧР, на юге Западной Сибири, на Алтае, в среднем и нижнем течении Амура, а также на востоке Якутии.

Дефицит осадков (менее 80% нормы) наблюдался на северо-востоке ЕЧР, на севере Западной Сибири, в районе Байкала, на севере ДФО (исключая восток Якутии).

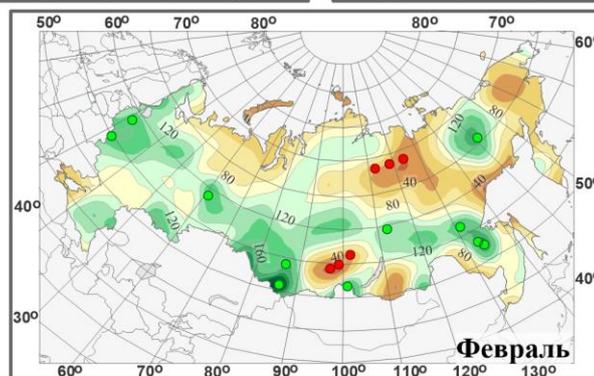
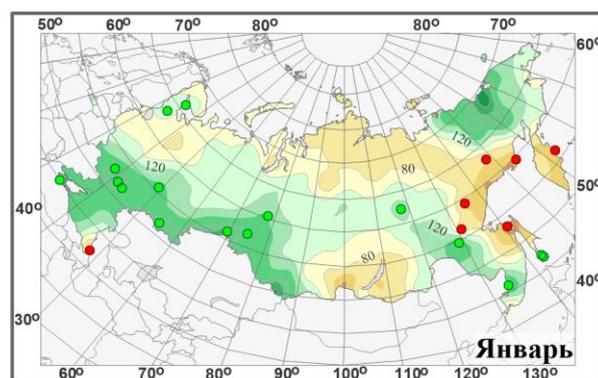
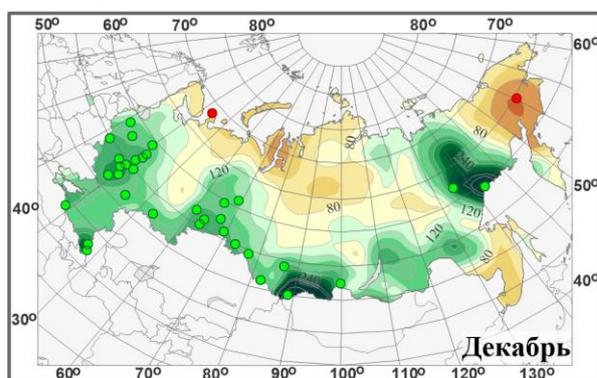
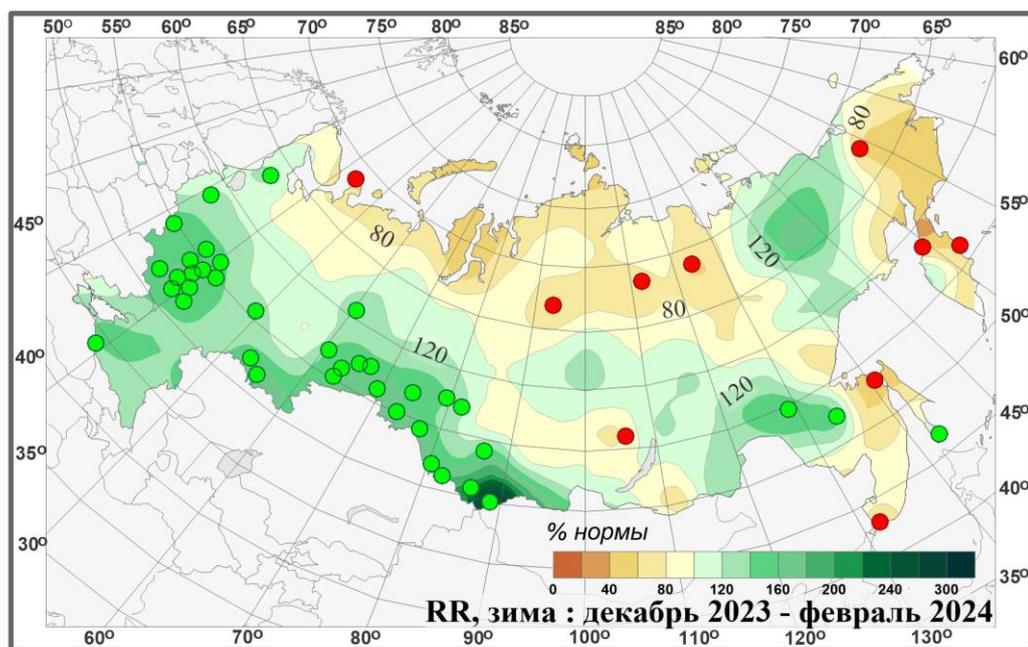


Рисунок 2.3 – Поля аномалий средних сезонных и месячных сумм осадков (в процентах от нормы за 1991-2020 гг.) на территории России зимы 2023/24гг. (декабрь 2023 г. – февраль 2024 г.). Кружками красного цвета показаны станционные экстремумы ниже 5-го перцентиля, зеленого – выше 95-го перцентиля.

В таблицах 2.1 и 2.2 представлены регионально осредненные аномалии температуры и осадков, рассчитанные по значениям станционных аномалий зимнего 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 1936-2020 годы.

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

Как уже отмечалось выше, осредненная по России зимняя аномалия температуры (см. табл. 2.1) составила $-0,31^{\circ}\text{C}$.

Таблица 2.1

Регионально осредненные аномалии температуры зимой 2023/24гг. (оценки базового архива Т3288 ИГКЭ)

Регионы	νT_{2024}	$s_{1991-2020}$	$P(t \leq T_{2022})$
Российская Федерация	-0,31	1,62	63,6
Физико-географические регионы России			
Европейская часть России	-0,13	2,07	60,2
Азиатская часть России	-0,38	1,65	61,4
Западная Сибирь	0,79	2,77	72,7
Средняя Сибирь	-0,20	2,57	62,5
Прибайкалье и Забайкалье	-0,70	1,97	56,8
Приамурье и Приморье	-0,51	1,37	65,9
Восточная Сибирь	-1,41	1,41	28,4
Федеральные округа РФ			
Северо-Западный	-0,62	2,59	56,8
Центральный	-0,13	2,22	61,4
Приволжский	-0,78	2,40	55,7
Южный	2,22	1,82	89,8
Северо-Кавказский	2,39	1,46	96,6
Уральский	0,96	2,95	73,9
Сибирский	0,00	2,73	64,8
Дальневосточный	-0,88	1,14	53,4

Примечание: Аномалии νT_{2024} ($^{\circ}\text{C}$) рассчитаны как отклонения от нормы 1991-2020 гг.; s ($^{\circ}\text{C}$) – среднее квадратическое отклонение за базовый период; вероятности неперевышения $P(t \leq T_{2024})$ рассчитаны по выборке за 1936-2022 гг. и выражены в %. Выделены экстремальные значения, попавшие в 5% максимальных. **Таблица 2.1.1**

Регионально осредненные аномалии температуры в зимние месяцы.

Регионы	Декабрь			Январь			Февраль		
	νT_{2023}	$S_{1991-2020}$	$P(t \leq T_{2023})$	νT_{2024}	$S_{1991-2020}$	$P(t \leq T_{2024})$	νT_{2024}	$S_{1991-2020}$	$P(t \leq T_{2024})$
Российская Федерация	-0,44	2,19	51,1	-0,42	2,07	62,5	-0,08	2,31	69,3
Физико-географические регионы России									
Европейская часть России	-0,02	2,99	55,7	-1,63	2,52	44,3	1,26	3,56	79,5
Азиатская часть России	-0,59	2,18	47,7	0,03	2,25	65,9	-0,58	2,22	60,2
Западная Сибирь	0,48	3,78	61,4	0,79	3,68	63,6	1,11	3,99	76,1
Средняя Сибирь	-1,11	3,62	43,2	1,11	3,73	71,6	-0,60	3,32	62,5
Прибайкалье и Забайкалье	-1,57	2,40	34,1	1,52	2,69	86,4	-2,04	2,67	44,3
Приамурье и Приморье	-1,01	1,69	42,0	-0,52	2,15	63,6	0,00	2,10	70,5
Восточная Сибирь	-0,34	2,47	53,4	-2,26	1,74	23,9	-1,60	2,78	35,2
Федеральные округа РФ									
Северо-Западный	-1,50	3,66	42,0	-1,62	3,07	38,6	1,28	4,22	69,3
Центральный	0,73	3,43	64,8	-2,99	2,94	34,1	1,86	3,84	80,7
Приволжский	0,07	3,36	54,5	-2,11	3,22	37,5	-0,31	3,84	61,4
Южный	2,93	2,64	88,6	0,43	2,65	61,4	3,31	3,24	93,2
Северо-Кавказский	3,11	2,26	96,6	0,52	1,83	67,0	3,54	2,56	95,5
Уральский	0,54	4,10	58,0	-0,02	3,85	56,8	2,36	4,49	84,1
Сибирский	-0,95	3,89	46,6	1,89	3,89	78,4	-0,95	3,38	55,7
Дальневосточный	-0,67	1,65	38,6	-0,88	1,63	52,3	-1,07	1,93	46,6

Осредненные по всем регионам сезонные аномалии температуры (кроме Западной Сибири) были отрицательные. Из федеральных округов сезонные аномалии температуры были отрицательные в СЗФО, ЦФО, ПФО и ДФО.

В ЮФО, СКФО, УФО и СФО сезонные аномалии температуры были положительные. Особенно выделяется СКФО: сезонная аномалия составила 2,39°C – ранг 4.

В целом по РФ во все месяцы сезона аномалия температуры были отрицательными. Хотя в среднем по регионам и федеральным округам в зимние месяцы крупных отрицательных аномалий температуры не наблюдалось, в ЕЧР наиболее холодным был январь (аномалия -1,63°C), а в АЧР – декабрь (-0,59°C) и февраль (-0,58°C).

Особо выделяется СКФО, где все три месяца зимы были «теплыми», особенно декабрь (3,11°C – ранг 4) и февраль (3,54°C – ранг 5).

Зимой (табл. 2.2) в РФ в целом количество выпавших осадков составило 111% - ранг 8-11, а по ЕЧР – 124% нормы – третья величина в ряду. Особенно много осадков выпало в ЦФО: 146% (ранг 2). В регионах: Средняя Сибирь, Приамурье и Приморье, Восточная Сибирь, а также в ДФО осадков выпало меньше нормы.

Таблица 2.2

Регионально осредненные аномалии осадков зимой 2023/24гг.

Регионы	νR_{2024}	RR_{2024}	m	$m-q1$	$q3-m$	$P(r \leq R_{2024})$
Российская Федерация	2,8	111	-0,50	0,98	1,58	92,0
Физико-географические регионы России						
Европейская часть России	9,4	124	-1,05	2,15	5,27	97,7
Азиатская часть России	0,2	101	-0,35	0,92	1,32	64,8
Западная Сибирь	5,7	122	0,10	3,10	2,40	94,3
Средняя Сибирь	-0,3	98	-0,05	1,40	1,55	53,4
Прибайкалье и Забайкалье	0,4	105	-0,50	0,78	1,60	67,0
Приамурье и Приморье	-1,7	88	-0,15	3,25	2,35	53,4
Восточная Сибирь	-4,4	76	-0,45	2,32	2,92	12,5
Федеральные округа РФ						
Северо-Западный	0,0	100	0,00	3,85	4,08	65,9
Центральный	19,4	146	-1,10	5,38	8,12	98,9
Приволжский	10,1	127	0,95	6,88	4,40	93,2
Южный	15,5	139	1,40	10,18	4,65	93,2
Северо-Кавказский	15,7	152	-1,65	9,63	7,72	92,0
Уральский	3,7	113	-0,10	2,10	3,28	92,0
Сибирский	2,8	111	-0,55	1,15	2,48	87,5
Дальневосточный	-2,2	86	0,00	2,25	1,58	21,6

Примечание: Аномалии νR_{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 неперевышения $P(r \leq R_{2024})$ - рассчитаны по выборке за 1936-2020 гг. и выражены в %. Выделены экстремальные значения, попавшие в 5% максимальных.

Таблица 2.2.1

Регионально осредненные аномалии осадков в зимние месяцы.

Регионы	Декабрь 2023г.			Январь			Февраль		
	νR_{2023}	RR_{2023}	$P(r \leq R_{2023})$	νR_{2024}	RR_{2024}	$P(r \leq R_{2024})$	νR_{2024}	RR_{2024}	$P(r \leq R_{2024})$
Российская Федерация	5,9	120	96,6	1,9	107	80,7	0,8	103	75,0
Физико-географические регионы России									
Европейская часть России	16,9	139	98,9	7,4	118	93,2	3,7	111	77,3
Азиатская часть России	1,4	106	70,2	-0,3	98	53,4	-0,3	98	63,6
Западная Сибирь	7,5	124	93,1	5,6	121	84,1	5,0	122	87,5
Средняя Сибирь	-1,4	94	40,2	0,6	103	60,2	-0,2	99	63,6
Прибайкалье и Забайкалье	3,6	120	87,4	-1,5	89	28,4	-0,7	95	48,9
Приамурье и Приморье	-2,4	89	49,4	-2,0	89	60,2	-0,9	93	60,2
Восточная Сибирь	-1,0	98	46,0	-6,5	71	6,8	-5,6	73	15,9
Федеральные округа РФ									
Северо-Западный	0,6	102	67,8	-5,5	87	38,6	4,6	114	79,5
Центральный	36,8	180	97,7	10,6	124	83,0	10,0	127	85,2
Приволжский	13,6	134	94,3	15,4	140	94,3	1,5	104	67,0
Южный	28,1	162	93,1	23,9	157	93,2	-5,4	84	38,6
Северо-Кавказский	40,4	187	96,6	-4,8	87	48,9	11,5	129	83,0
Уральский	6,1	119	89,7	4,3	114	84,1	0,5	102	72,7
Сибирский	3,1	110	78,2	2,1	109	72,7	4,1	118	89,8
Дальневосточный	-0,7	97	47,1	-2,9	85	17,0	-3,1	82	21,6

Из месяцев в целом по РФ особенно много осадков выпало в декабре: 120% нормы – четвертая величина в ряду. Особенно много осадков выпало в ЕЧР: 139% нормы (ранг 2), а из федеральных округов выделяются ЙФО (180% - ранг 3) и СКФО (187% - ранг 4).

В январе и феврале в среднем по регионам и федеральным округам в зимние месяцы значительного избытка и сильного дефицита осадков не наблюдалось,

3. ТЕНДЕНЦИИ СОВРЕМЕННЫХ ИЗМЕНЕНИЙ КЛИМАТА НА ТЕРРИТОРИИ РОССИИ В ЗИМНИЙ 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 зимнего сезона в целом и для каждого из месяцев зимы.

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 зимнего сезона на территории России с 1976 г.

Зимние температуры растут везде в ЕЧР, в АЧР везде, кроме юга Сибирского ФО.

Наибольшее потепление отмечается в декабре на западе ЕЧР и в северных районах страны (всюду на севере, кроме нижнего течения Лены) и в январе – на северо-западе ЕЧР и в Средней Сибири; и местами достигает $+1,3^{\circ}\text{C}/10$ лет. В феврале наиболее интенсивное на западе ЕЧР и в центральных и северных районах АЧР (до $+1,6^{\circ}\text{C}/10$ лет на Таймыре).

Область похолодания зимой наблюдается в южных районах АЧР (проявилась впервые несколько лет назад) и достигает $-0,1^{\circ}\text{C}/10$ лет; похолодание здесь наблюдается в основном для декабря (на юге Западной Сибири и в бассейне верхнего течения Лены: до $-0,6^{\circ}\text{C}/10$ лет) и января (в Западной Сибири: до $-0,3^{\circ}\text{C}/10$ лет).

Кроме того, область небольшого похолодания и очень слабого потепления ($-0,3^{\circ}\text{C}/10$ лет) зимой наблюдается на востоке Якутии и на севере Камчатского края за счет большой области похолодания в Восточной Сибири в январе (до $-0,7^{\circ}\text{C}/10$ лет), и области очень слабого потепления и некоторого похолодания в Восточной Сибири – в феврале (до $-0,5^{\circ}\text{C}/10$ лет).

В изменении сезонных сумм осадков (рис. 3.2) преобладает рост; можно выделить несколько крупных областей заметного роста: в ЕЧР на северо-западе (максимумы – для всех зимних месяцев), в Прикаспии (в декабре и феврале); в АЧР в районе Байкала и на севере Средней Сибири (для всех зимних месяцев), вдоль тихоокеанского побережья (в декабре).

Из месяцев особо выделяется февраль: рост осадков особенно заметен на большей части ЕЧР и Западной Сибири, на Северо-Сибирской низменности, в бассейне Лены.

Область убывания осадков зимой - Восточная Сибирь.

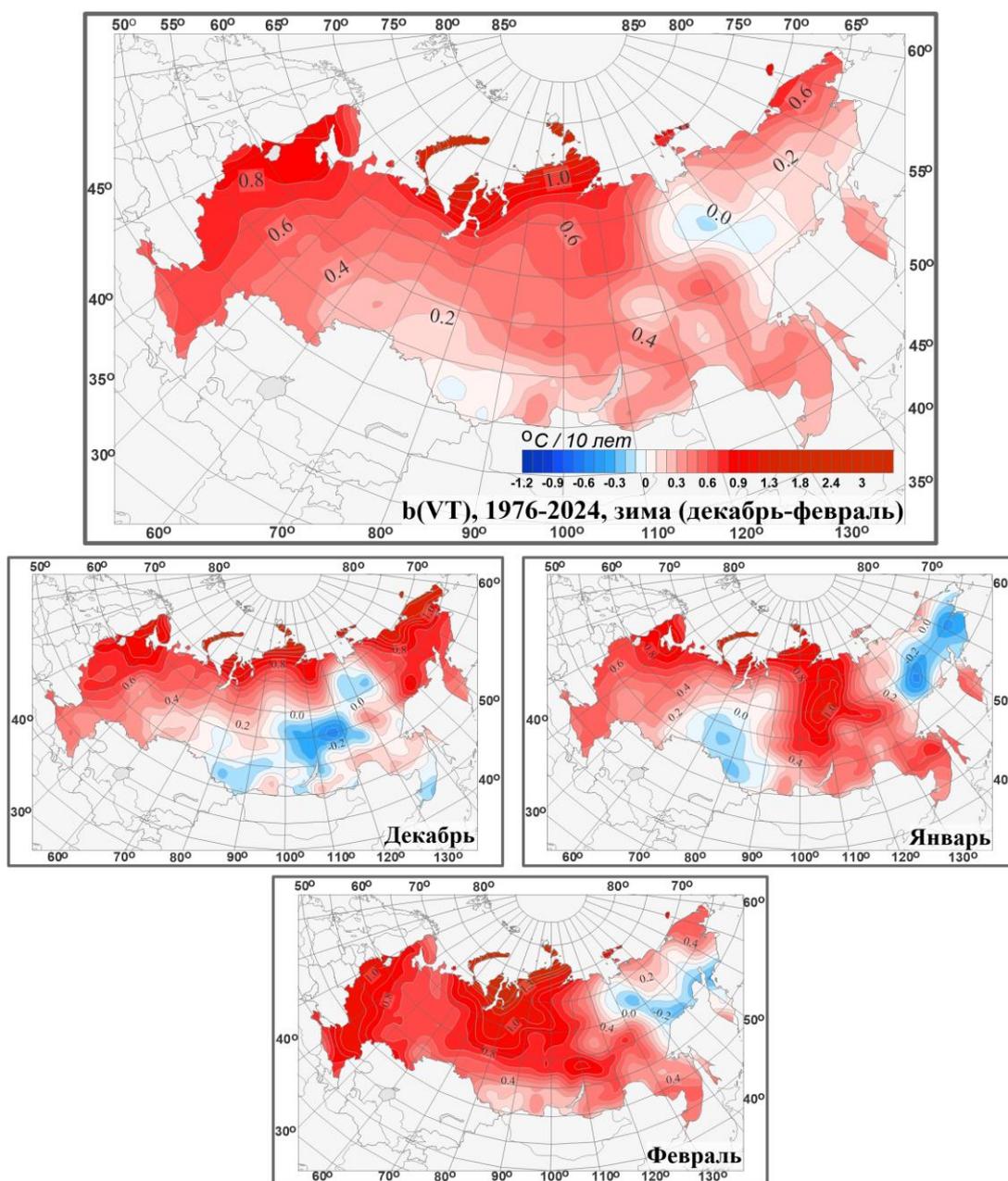


Рисунок 3.1 – Распределение локальных коэффициентов линейного тренда сезонных и месячных аномалий температуры ($^{\circ}\text{C}/10$ лет) на территории России по данным за 1976-2024 (зима)

Убывание сезонных осадков в северо-восточных регионах АЧР происходит за счет всех месяцев сезона. В декабре происходит убывание осадков в среднем течении Амура, в январе – в Саянах.

В таблице 3.1 приведены оценки линейного тренда температуры и осадков зимнего сезона и каждого его месяца для территории РФ в целом. Тренд средней по России зимней температуры за период 1976-2024 гг. положителен: он составляет $0,40^{\circ}\text{C}/10$ лет, объясняет лишь 11% межгодовой изменчивости (табл. 3.1). Как видно из рис. 3.3, рост средней по РФ зимней температуры наблюдался в период с 1970 до середины 1990-х гг., затем температуры последовательно уменьшаются до конца 2000-

х, после чего произошло возобновление потепления. В основном за такое поведение сезонных температур отвечает февраль. Тренд среднесезонной температуры за период с 1976 г. значим на 5%-ом уровне значимости, а февральской температуры - значим на 1%-ом уровне значимости; тренды декабрьской и январьской температур незначимы на фоне межгодовой изменчивости.

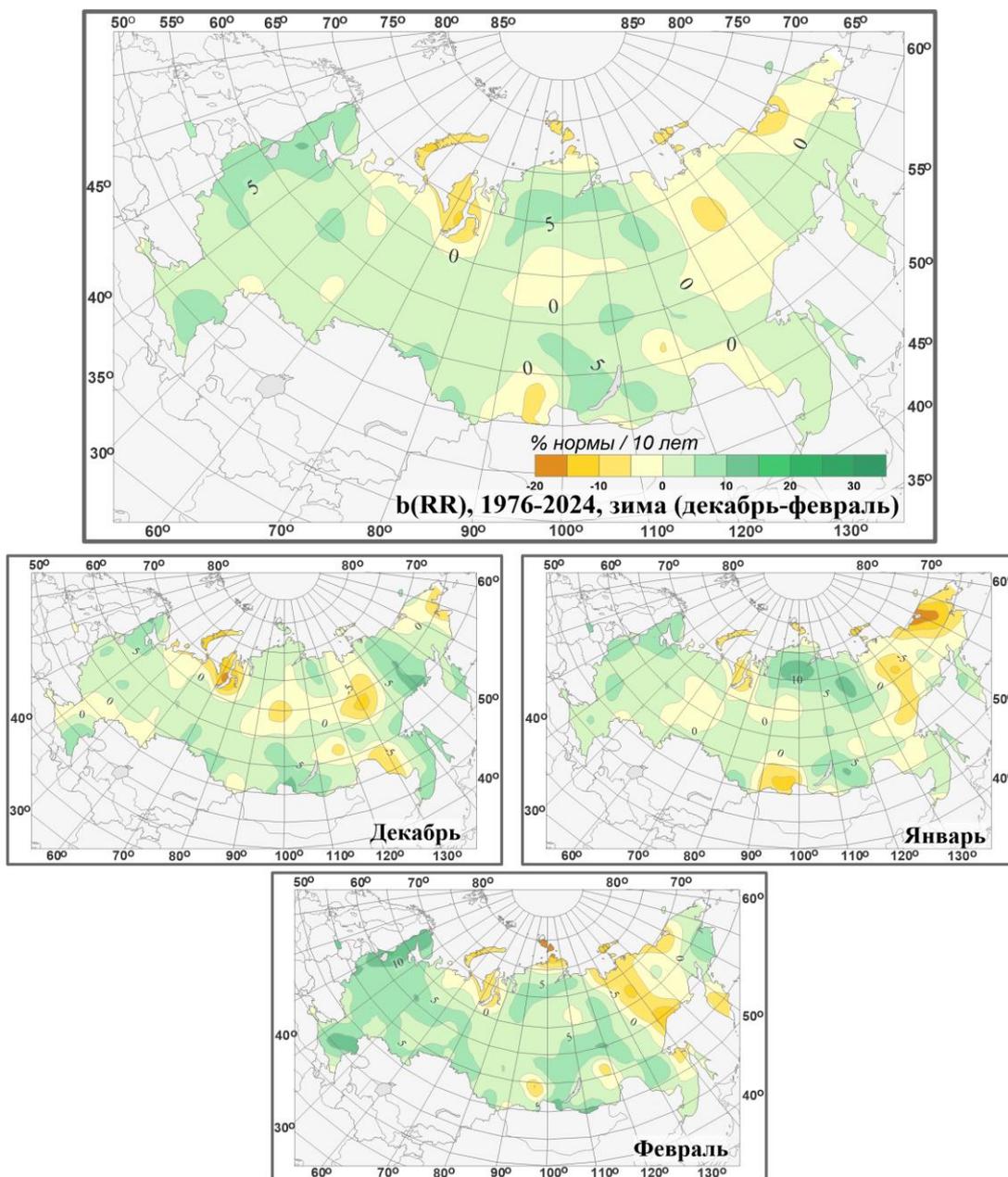


Рисунок 3.2 – Распределение локальных коэффициентов линейного тренда сезонных и месячных аномалий осадков (% нормы /10 лет) на территории России по данным за 1976-2024 (зима).

Таблица 3.1

Оценки линейного тренда температуры приземного воздуха и суммы осадков, осредненных по территории России и за зимний 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> , %
Зима	0,40	11	0,6	18
Декабрь	0,32	5	0,7	7
Январь	0,35	5	0,4	4
Февраль	0,54	14	0,8	13

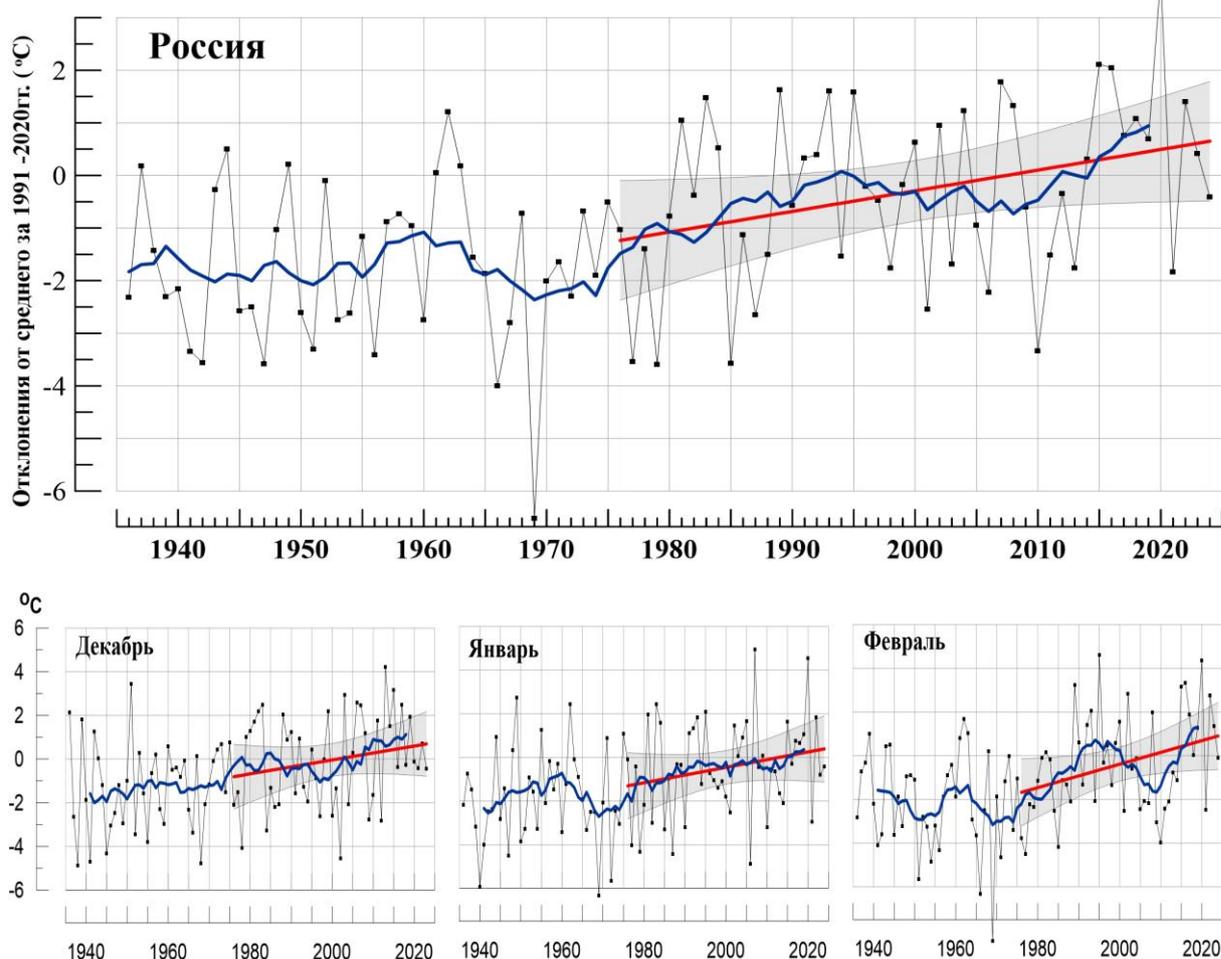


Рисунок 3.3 – Аномалия средней сезонной (вверху) и для месяцев сезона температуры приземного воздуха (°C) осредненная по территории РФ.

Аномалии рассчитаны как отклонения от среднего 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.

Зимние осадки в целом по России довольно устойчиво растут с 1970-х гг.; тренд значим на уровне 1%, значим тренд осадков и в феврале (на уровне 5%). Однако очень значительны колебания с периодом в несколько десятилетий, особенно выраженные в 30-е – 60-е годы, а в декабре и феврале значительные колебания прослеживаются и в дальнейшем.

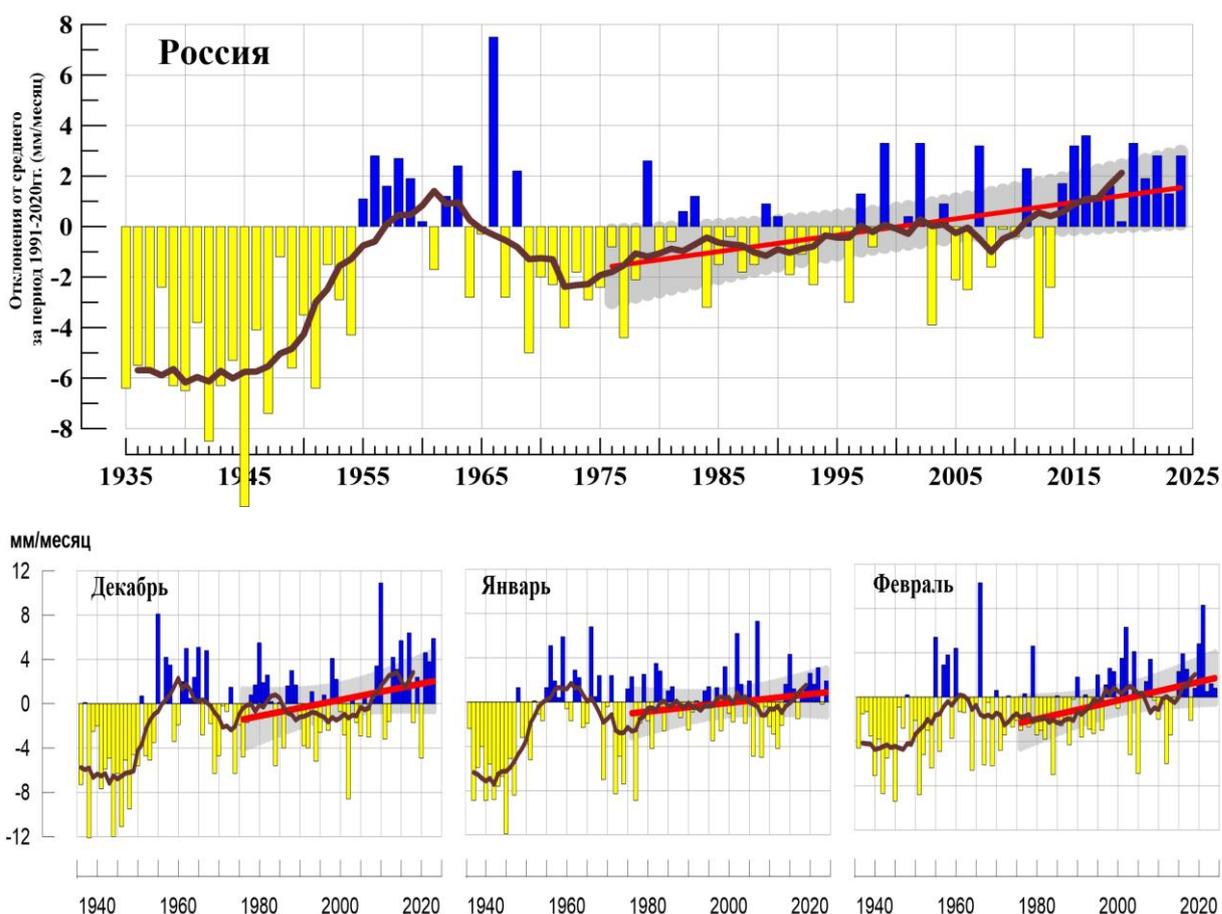


Рисунок 3.4 – То же, что на рис. 3.3, но для атмосферных осадков (мм/мес).

4. ИЗМЕНЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ И ОСАДКОВ ЗИМНЕГО 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 – 4.4 приведены временные ряды осредненных по регионам аномалий средней месячной температуры приземного воздуха ($^{\circ}\text{C}$) и месячных сумм осадков (мм/месяц) зимнего 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. В таблице 4.1 приведены оценки линейных трендов регионально осредненных значений температуры и осадков за 1976-2024 гг. для физико-географических регионов и федеральных округов РФ.

Характер изменения зимней температуры в регионах и федеральных округах (рис. 4.1, 4.2) имеет ряд общих черт. Везде наблюдается рост температуры, начиная с 1970-1975 гг. и до конца 1980-х – середины 1990-х гг. Позднее во многих физико-географических регионах прослеживается уменьшение зимних температур. В Южном

ФО, Северо-Кавказском ФО и Уральском ФО заметного уменьшения зимних температур не наблюдалось. В середине 2000-х рост температуры во всех регионах восстановился.

По сравнению с периодом 1976-2023 гг. за счет прохладной зимы 2023/24 гг. во всех регионах и федеральных округах (кроме ЮФО, СКФО и УФО) коэффициенты линейного тренда немного (на 0,02-0,05°C / 10 лет) уменьшились.

Для осадков региональные оценки сезонных трендов по сравнению с периодом 1976-2023 гг. немного увеличились на ЕЧР в целом и в федеральных округах ЕЧР (кроме СЗФО). В АЧР региональные оценки сезонных трендов остались на прежнем уровне.

Тренд осадков для всех регионов и ФО (кроме Восточной Сибири) положителен. Вклад региональных трендов в суммарную изменчивость почти везде статистически незначим (на 5%-ом уровне), за исключением региона Прибайкалье и Забайкалье и Северо-Западного ФО и ЕЧР (тренды значимы на уровне 1%).

Таблица 4.1

Оценки линейного тренда осредненных по территории России среднесезонных аномалий температуры приземного воздуха и сумм осадков за 1976-2024 гг. (зимний сезон), *b* – коэффициенты линейного тренда, *D* - вклад тренда в дисперсию ряда.

Регионы	Температура		Осадки		
	<i>b</i> °C/10 лет	<i>D</i> , %	<i>b</i> мм/мес/10 лет	<i>b</i> , %/10 лет	<i>D</i> , %
Россия	0,40	11	0,6	2,7	18
Физико-географические регионы России					
Европейская часть России	0,63	16	1,4	3,6	16
Азиатская часть России	0,31	7	0,4	2,0	9
Западная Сибирь	0,33	3	0,7	2,7	5
Средняя Сибирь	0,40	5	0,5	2,9	8
Прибайкалье и Забайкалье	0,28	5	0,5	4,4	14
Приамурье и Приморье	0,33	10	0,4	2,5	2
Восточная Сибирь	0,22	6	-0,2	-1,0	1
Федеральные округа РФ					
Северо-Западный	0,74	14	1,8	4,6	20
Центральный	0,72	17	1,9	4,5	10
Приволжский	0,46	7	0,7	1,9	2
Южный	0,62	21	0,7	1,8	2
Северно-Кавказский	0,54	28	1,3	4,4	6
Уральский	0,46	5	0,6	2,1	3
Сибирский	0,30	3	0,7	3,2	11
Дальневосточный	0,28	12	0,1	0,9	1

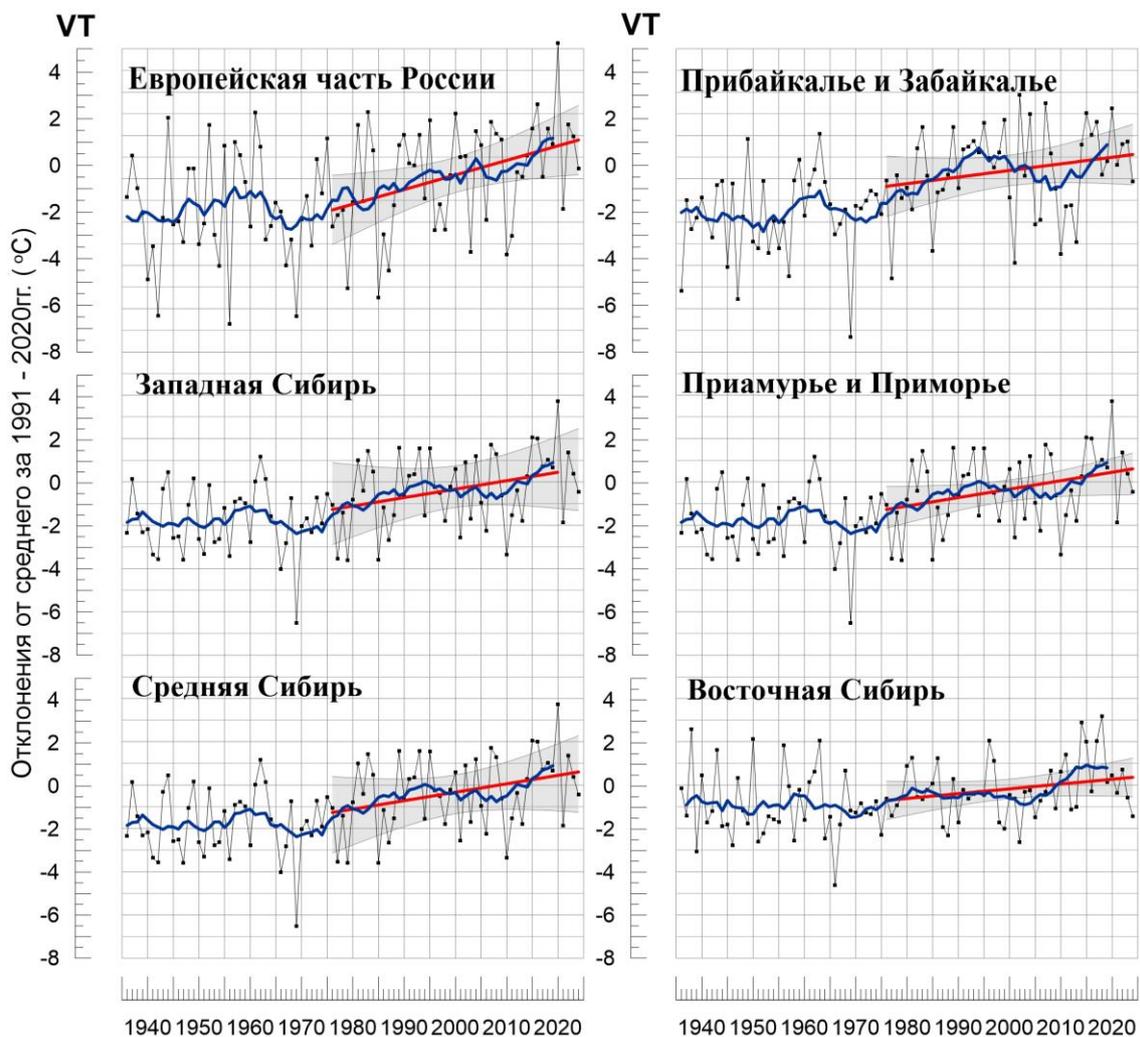


Рисунок 4.1 - Сезонные аномалии температуры приземного воздуха ($^{\circ}\text{C}$), осредненные по территории физико-географических регионов РФ, зима 2023/24 гг. Аномалии рассчитаны как отклонения от среднего 1991-2020 гг. Сглаженная кривая получена 11-летним скользящим осреднением. Линейный тренд получен по данным за 1976-2024 гг. Показана 95% -я доверительная область для линии тренда.

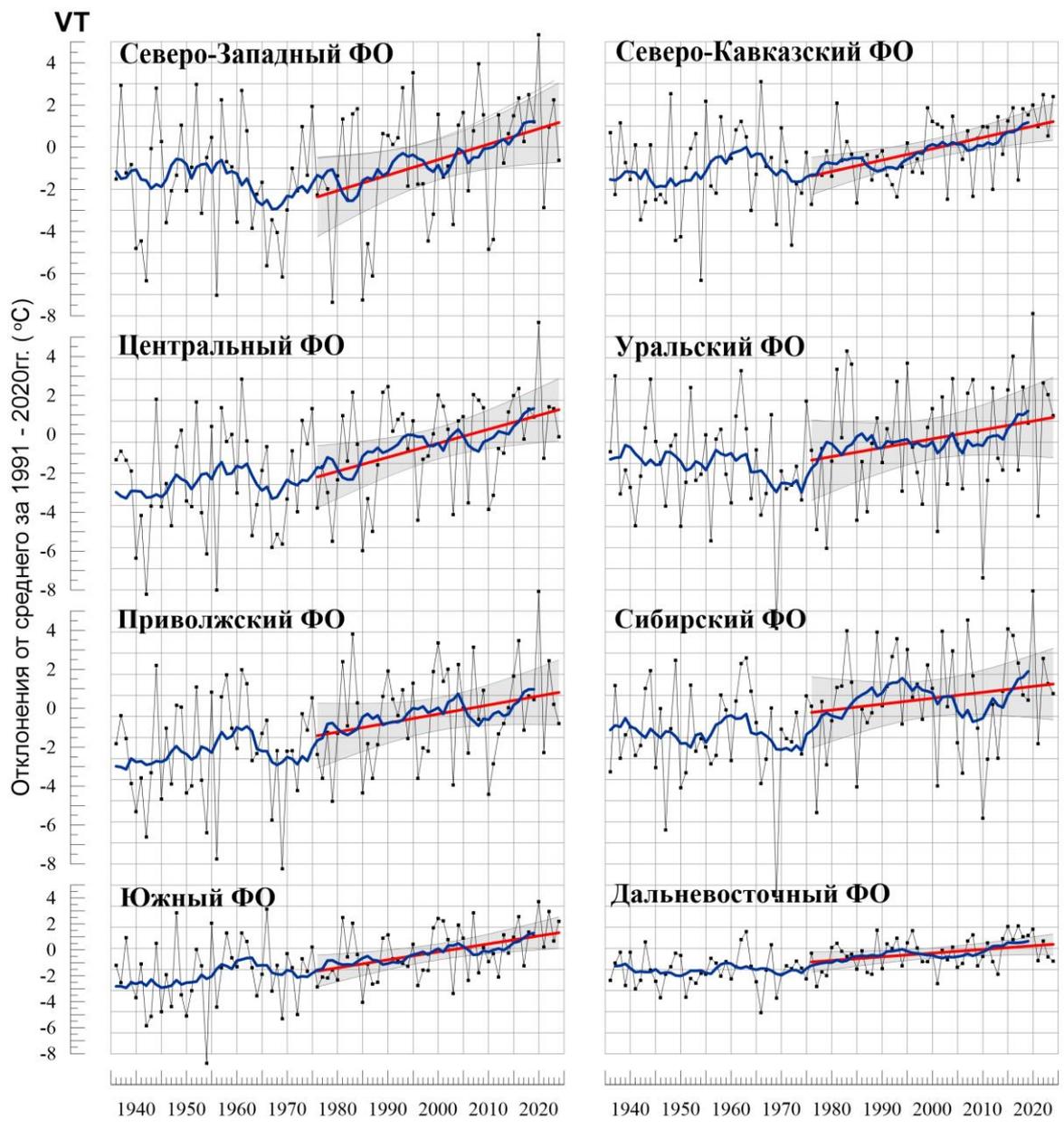


Рисунок 4.2 – То же, что на рис.4.1, но для федеральных округов

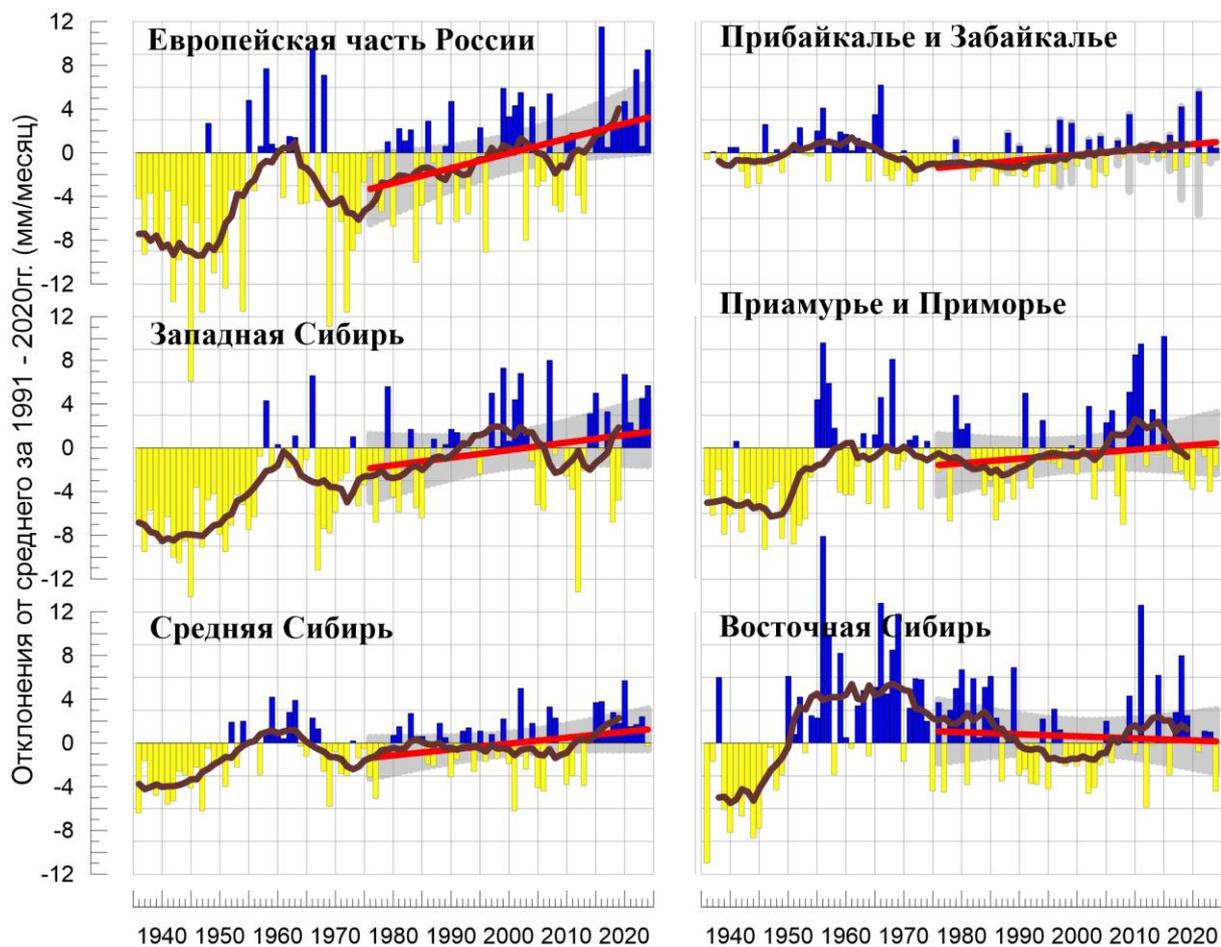


Рисунок 4.3 - Сезонные аномалии месячных сумм осадков (мм/месяц), осредненные по регионам РФ, зима 2023/24г.

Условные обозначения см. на рис. 4.1.

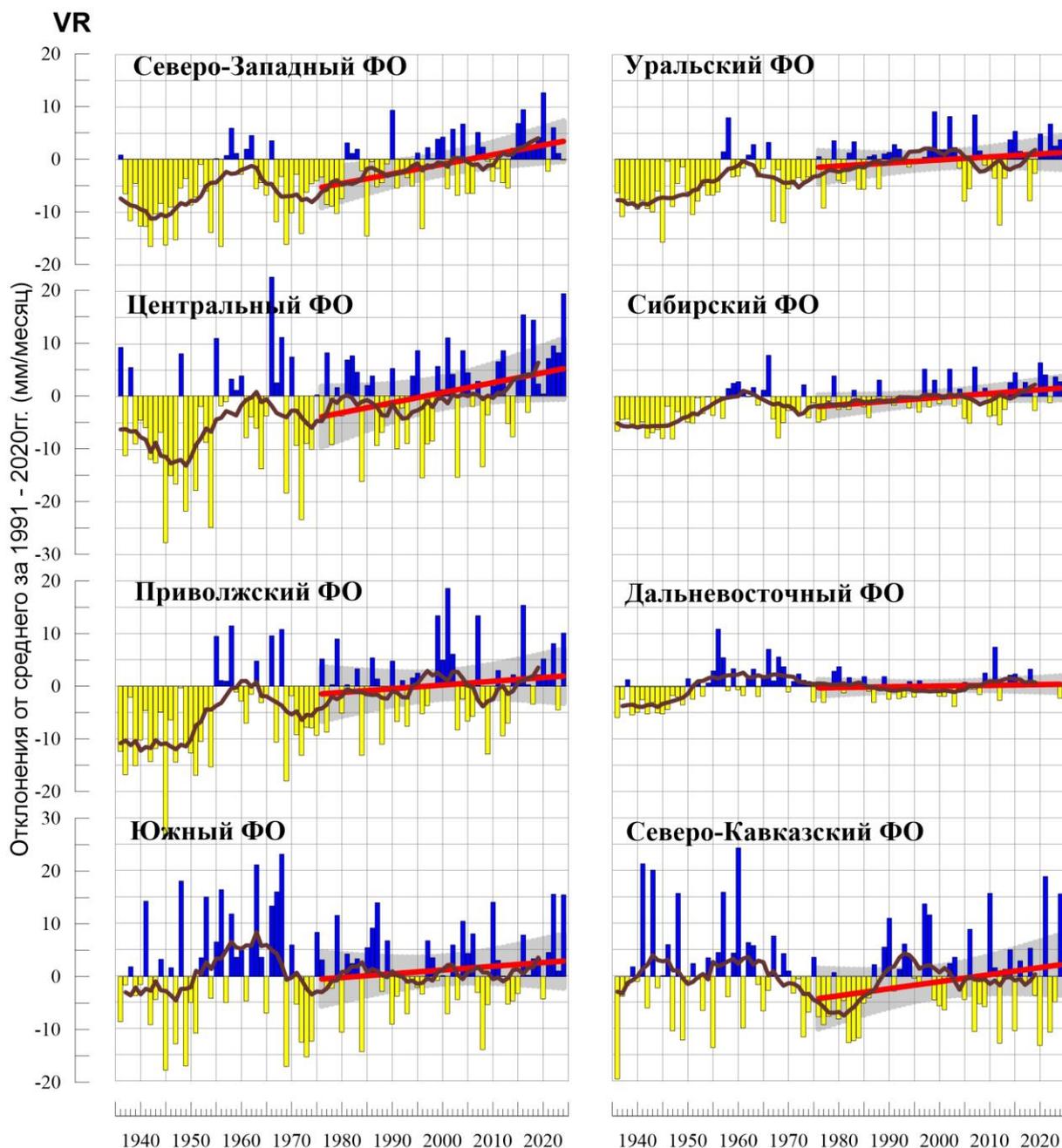


Рисунок 4.4 – То же, что на рис.4.3, но по территории федеральных округов

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

В разделе приведены некоторые индексы экстремальности и аномальности для зимнего 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 превышения ниже 20% и выше 80%), а также экстремальными (абсолютная величина превосходит 2 стандартных отклонения) аномалиями температуры.

Температура. Зимой 2023/24гг. (рис. 5.1) площадь, занятая крупными отрицательными аномалиями (ниже 20-го перцентиля) составила 5%, положительными аномалиями - 11%. В период до 1975 года на территории РФ преобладали крупные отрицательные аномалии (зимой 1969 года доля площади с крупными отрицательными аномалиями составила 82%). После 1980 г. напротив, преобладают площади с крупными положительными аномалиями (тренд за период 1976-2024 составляет 3.5%/10 лет и объясняет 17% дисперсии ряда).

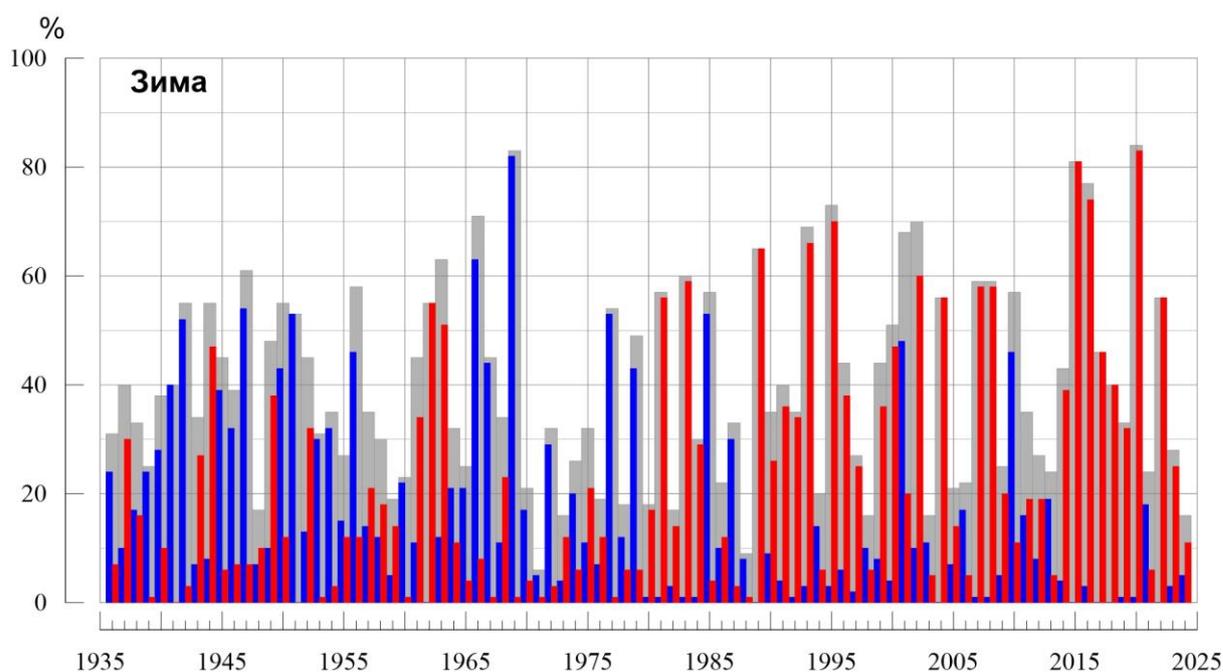


Рисунок 5.1 – Доля площади РФ (в процентах) с крупными сезонными аномалиями температуры, 1936-2024 гг. (зима):

■ 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 2σ и ниже -2σ) аномалиями сезонной температуры (в предположении гауссовости распределения это соответствует примерно 2.3% процента для каждого хвоста распределения).

Зимой 2023/24гг. не наблюдались территорий, занятыми экстремальными отрицательными аномалиями и экстремальными положительными аномалиями.

На графике (рис.5.2) хорошо прослеживаются экстремально холодные зимы: 1966 (21% площади занято экстремальными аномалиями), 1969 (50%), 1979 (12%), 2010 (13%). С начала 1980-х гг. преобладают положительные экстремумы. Большие площади под экстремальными положительными аномалиями зимой наблюдались в 2020 (44%), в 2002 (19%) и в 2007 (13%).

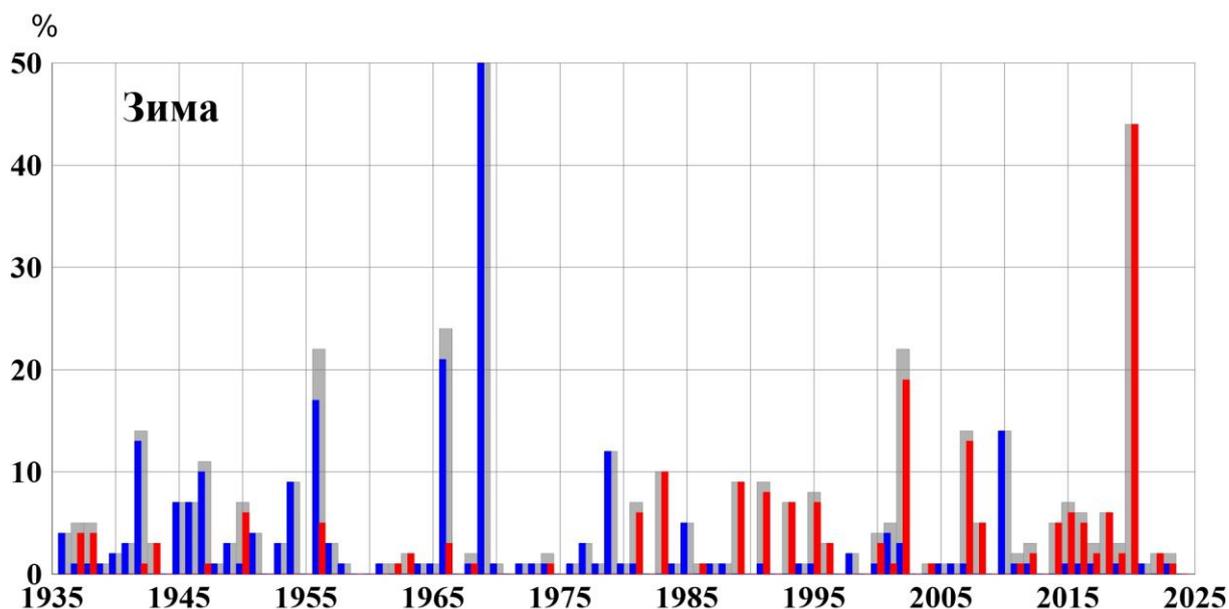


Рисунок 5.2 - Доля площади РФ (в процентах) с экстремальными (сезонная аномалия меньше -2σ : синие столбики, больше $+2\sigma$: красные столбики; суммарная площадь с этими аномалиями: серые столбики) аномалиями температуры зимой, 1936-2024 гг. Базовый период для расчета статистик: 1991-2020 гг.

Индекс аномальности Багрова (рис. 5.3) зимой составил 0,7 единицы. Анализ изменений индекса аномальности Багрова показывает, что с начала 1970-х гг. аномальность температурного режима на территории РФ в зимний сезон очень слабо убывает – тренд объясняет 2% общей дисперсии ряда за период 1976-2024 гг.

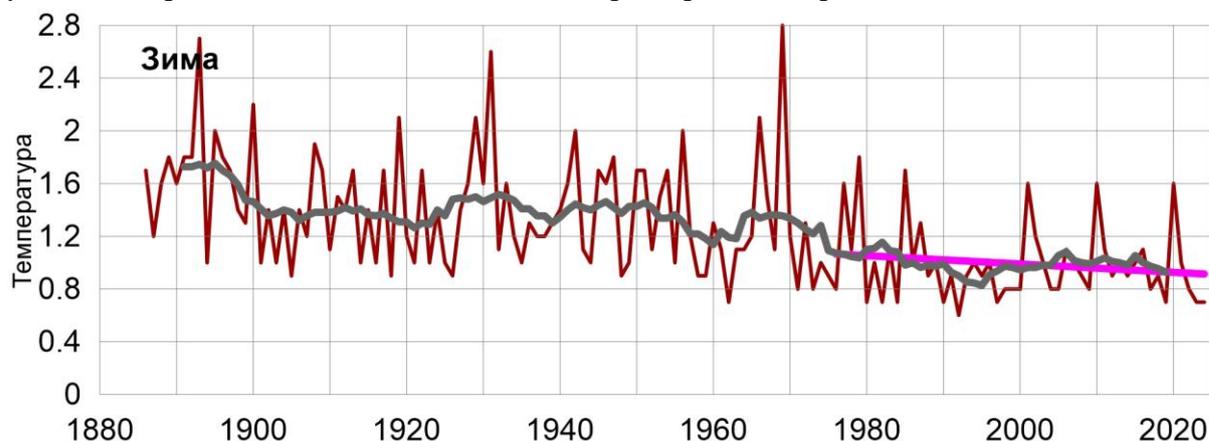


Рисунок 5., - Индекс аномальности (индекс Багрова) температурного режима на территории России зимой 1886-2024 гг.

Осадки. Зимой 2023/24гг. площадь, занятая крупными аномалиями выше 80 перцентиля составила 38% (ранг 12); ниже 20-го перцентиля – 8%.

Для осадков до 1954 года площади, занятые аномалиями ниже 20-го перцентиля преобладали (максимальная площадь, занятая аномалиями ниже 20-го перцентиля наблюдалась в 1945 году и составила 53% площади страны).

Начиная с 1955 года преобладают крупные аномалии выше 80-го перцентиля и наблюдается их рост с середины 1970-х гг. (тренд за период 1976-2024 гг. составляет 3.1%/10 лет и объясняет 18% дисперсии ряда).

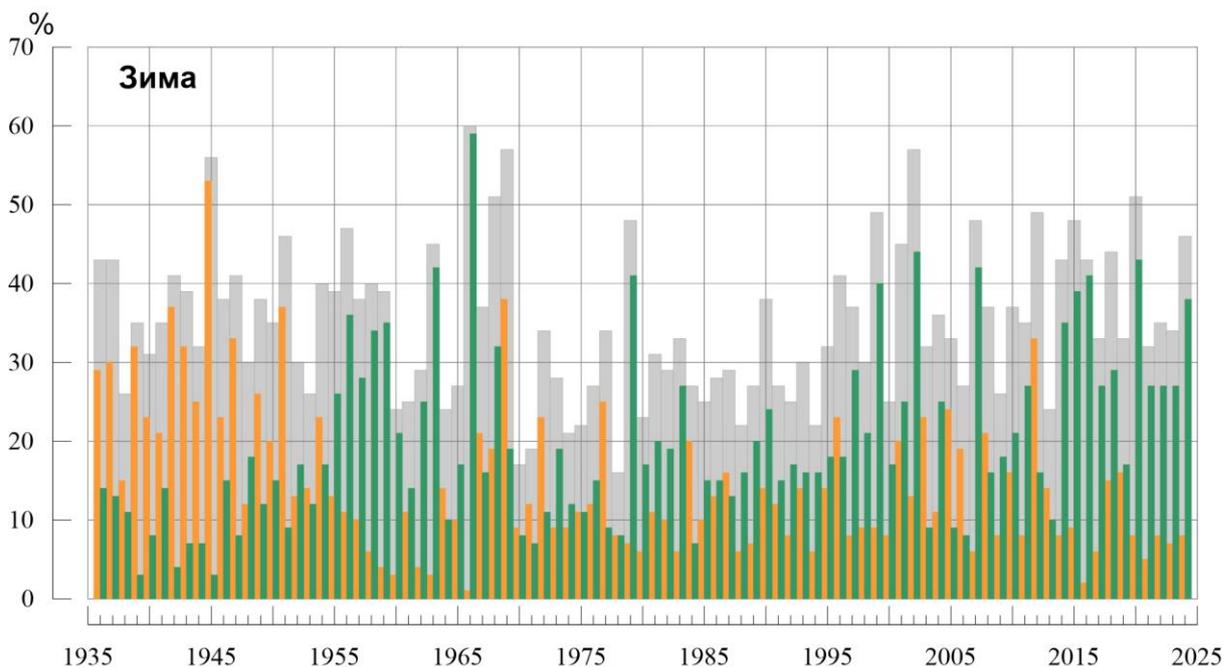


Рисунок 5.4 – Доля площади РФ (в процентах) с крупными сезонными аномалиями осадков, 1936-2024 гг. (зима):

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

ВЫВОДЫ

1. Зима 2023/24 гг. для суши Северного полушария в целом была теплой: аномалия температуры $+1,065^{\circ}\text{C}$ – третья величина в ряду с 1886 года (теплее было лишь зимой 2019/20 гг. (1.247°C) и 2015/16 гг. (1.162°C)). В целом по России зимой аномалия температуры составила $-0,31^{\circ}\text{C}$. Температуры ниже климатической нормы наблюдались на большей части ЕЧР (кроме северо-востока и юга), на юге СФО и большей части ДФО, на ряде станций на побережье Охотского моря отмечались 5%-е экстремумы. Температуры выше климатической нормы наблюдались на юге ЕЧР, в центре и на севере Западной и Средней Сибири (в предгорьях Кавказа и на станциях побережья Карского моря фиксировались 95%-е экстремумы).

2. Доля площади РФ, занятая крупными положительными аномалиями (выше 80%) составила 11%, а крупными отрицательными аномалиями (ниже 20%) составила 5%.

3. В целом по РФ во все месяцы сезона аномалия температуры были отрицательными. В ЕЧР наиболее холодным был январь (аномалия $-1,63^{\circ}\text{C}$), а в АЧР – декабрь ($-0,59^{\circ}\text{C}$) и февраль ($-0,58^{\circ}\text{C}$).

4. Крупные положительные аномалии наблюдались в декабре на юге ЕЧР (особенно в СКФО: $3,11^{\circ}\text{C}$ – ранг 4), на севере Западной и Средней Сибири; в январе – в СФО и на Чукотке; в феврале - на западе и юге ЕЧР (особенно в СКФО: аномалия: $3,54^{\circ}\text{C}$ – пятая величина в ряду), на севере Западной и Средней Сибири.

5. Зимой в среднем по РФ выпало 111% нормы осадков – 8-11 величина в ряду. Избыток осадков наблюдался в центре и на юге ЕЧР (124% - ранг 3) и на юге Западной Сибири, на Алтае и в Саянах (на многих станциях отмечались 95%-е экстремумы); а также в нижнем течении Амура, на востоке Якутии. Дефицит осадков наблюдался преимущественно на севере страны (кроме побережья Восточно-Сибирского моря), на Камчатке, в Приморье.

6. Зимой 2023/24 гг. площадь, занятая крупными аномалиями выше 80 перцентиля составила 38% (ранг 12); ниже 20-го перцентиля – 8%.

7. Из месяцев выделяется декабрь: в целом по РФ выпало 120% нормы осадков (ранг 4), значительный избыток осадков наблюдался на ЕЧР (139% - ранг 2), а также в южных районах АЧР и на востоке Якутии. Дефицит осадков в декабре наблюдался на северо-востоке ЕЧР, севере Западной Сибири, на Среднесибирском плоскогорье, на Чукотке.

8. В январе избыток осадков (более 120%) наблюдался на юге ЕЧР, на юге Западной и Средней Сибири, на Алтае, на Чукотке; а дефицит (менее 80% нормы) на Таймыре, на Северо-Сибирской низменности, на побережье Охотского моря.

9. В феврале избыток осадков (более 120%) наблюдался на западе и в центре ЕЧР, на юге Западной Сибири, на Алтае, в среднем и нижнем течении Амура, а также на востоке Якутии. Дефицит осадков (менее 80% нормы) в феврале наблюдался на северо-востоке ЕЧР, на севере Западной Сибири, в районе Байкала, на севере ДФО (исключая восток Якутии).

9. Линейный тренд средней по России зимней температуры воздуха за период 1976-2024 гг. составил $+0,40^{\circ}\text{C}/10$ лет при вкладе тренда в дисперсию ряда 11% (значим на уровне 5% значимости). Рост средней по РФ зимней температуры наблюдался до начала 1990-х гг., после чего температуры последовательно уменьшались до конца 2000-х, после чего рост температуры возобновился. Тоже происходит и ходом аномалий температуры для Северного полушария (похолодание наблюдалось с первого пятилетия 21 века и значительно менее выражено), тренд составляет $+0,35^{\circ}\text{C}/10$ лет, вклад в дисперсию 67%.

10. Основная географическая особенность климатических изменений температуры на территории России в зимний период – область похолодания и очень слабого потепления в южных районах АЧР (проявилась впервые несколько лет назад) и достигает $-0,1^{\circ}\text{C}/10$ лет; похолодание здесь наблюдается в основном для декабря (на юге Западной Сибири и в бассейне верхнего течения Лены: до $-0,6^{\circ}\text{C}/10$ лет) и января (в Западной Сибири: до $-4,6^{\circ}\text{C}/10$ лет).

Область небольшого похолодания и очень слабого потепления ($-0,1^{\circ}\text{C}/10$ лет) зимой наблюдается на востоке Якутии и на севере Камчатского края за счет большой области похолодания в Восточной Сибири в январе (до $-0,7^{\circ}\text{C}/10$ лет), и области очень слабого потепления и некоторого похолодания в Восточной Сибири – в феврале (до $-0,5^{\circ}\text{C}/10$ лет).

12. Тренд зимних сумм осадков для России в целом положителен: составляет +2.7%/10лет, (объясняет 18% межгодовой изменчивости).

13. Рост осадков отмечается: в ЕЧР на северо-западе (максимумы –для всех зимних месяцев), в Прикаспии (в декабре и феврале); в АЧР в районе Байкала и на севере Средней Сибири (для всех зимних месяцев), вдоль тихоокеанского побережья (в декабре).

Из месяцев особо выделяется февраль: рост осадков особенно заметен на большей части ЕЧР и Западной Сибири, на Северо-Сибирской низменности, в бассейне Лены.

Область убывания осадков зимой - Восточная Сибирь. Убывание сезонных осадков в северо-восточных регионах АЧР происходит за счет всех месяцев сезона. В декабре происходит убывание осадков в среднем течении Амура, в январе – в Саянах.

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

ЗИМА 2023/24



ВВЕДЕНИЕ

В настоящем Приложении* приводится информация о состоянии приземного климата (температура приземного воздуха и атмосферные осадки) зимой 2023/24гг. 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 6 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	Брест	33008	52,10	23,70	144
4	Пинск	33019	52,10	26,10	144
5	Василевичи	33038	52,30	29,80	140
6	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 2020 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» среднее (среднее арифметическое из значений аномалий на попавших в эту ячейку станциях). На втором этапе выполняется взвешенное осреднение «ячеечных» средних с

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

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 стационарных «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 ЗИМОЙ 2022/23гг.

В таблицах 2 и 3 приведены стационарные данные о наблюдаемой температуре и осадках для каждого месяца рассматриваемого зимнего 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 зимой 2023/24г.

	<i>Витебск</i>	<i>Минск</i>	<i>Брест</i>	<i>Пинск</i>	<i>Василевичи</i>	<i>Гомель</i>
	26666	26850	33008	33019	33038	33041
а) температура (град. Цельсия)						
<i>Зима 2023/24</i>	-2.93	-1.47	1.43	0.37	-1.17	-1.30
Декабрь 2023	-2,0	-0,6	1,1	0,6	-0,4	-0,5
Январь	-6,5	-5,2	-1,9	-3,3	-5,0	-5,1
Февраль	-0,3	1,4	5,1	3,8	1,9	1,7
б) аномалия температуры (град. Цельсия)						
<i>Зима 2023/24</i>	1.25	1.98	2.87	2.57	2.06	2.13
Декабрь 2023	1,22	2,0	1,89	2,17	2,08	2,16
Январь	-1,85	-1,02	0,40	-0,27	-1,06	-0,96
Февраль	4.39	4.97	6.33	5.82	5.15	5.2

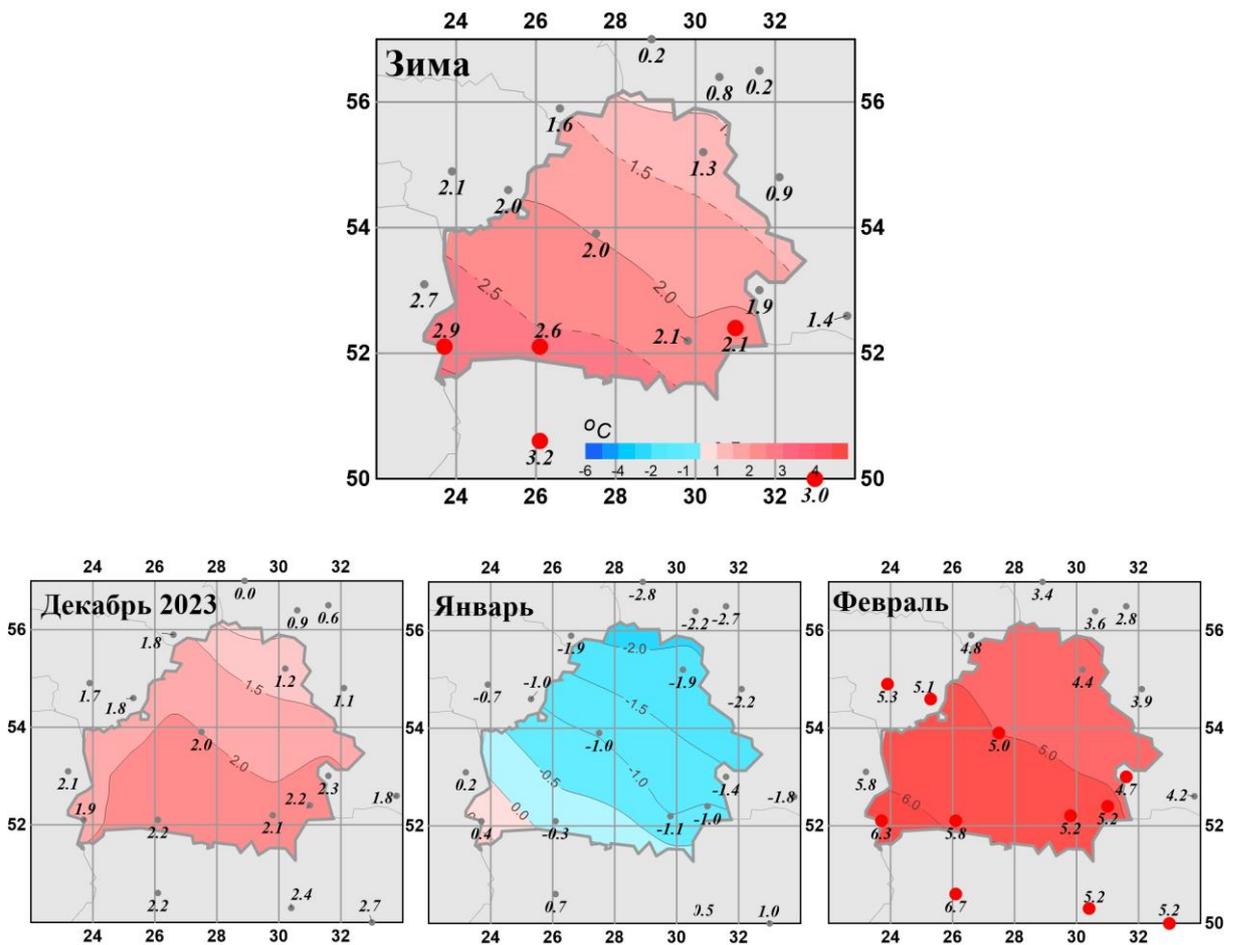


Рисунок 1 - Средние сезонные и средние месячные аномалии температуры (°C) приземного воздуха на территории республики Беларусь зимой 2023/24 гг. Аномалии рассчитаны относительно периода 1991-2020 гг. Цифрами приведены значения аномалий температуры (в градусах Цельсия) на станциях. Красными кружками показаны станционные экстремумы – выше 95-го перцентиля

Таблица 3

Характеристики режима осадков на станциях Беларуси зимой 2023/24 гг.

	<i>Витебск</i>	<i>Минск</i>	<i>Брест</i>	<i>Пинск</i>	<i>Василевичи</i>	<i>Гомель</i>
	26666	26850	33008	33019	33038	33041
а) Сумма осадков (мм/месяц)						
<i>Зима 2023/24</i>	78.0	60.0	68.3	60.7	76.3	57.3
Декабрь 2023	104	67	75	63	93	69
Январь	52	48	66	70	76	57
Февраль	78	65	64	49	60	46
б) Аномалия сумм осадков / (мм/месяц)						
<i>Зима 2023/24</i>	23.5	15.9	32.0	22.7	34.7	19.9
Декабрь 2023	47.3	20.5	35.8	18.8	46.5	27
Январь	-5.1	1.7	31	31.6	37.6	21.5
Февраль	28.4	25.5	29.3	17.6	19.9	11.1
в) Относительная аномалия сумм осадков (% от нормы)						
<i>Зима 2023/24</i>	144	136	188	159	183	153
Декабрь 2023	183	144	191	143	200	164
Январь	91	104	188	182	198	161
Февраль	157	164	185	156	150	132

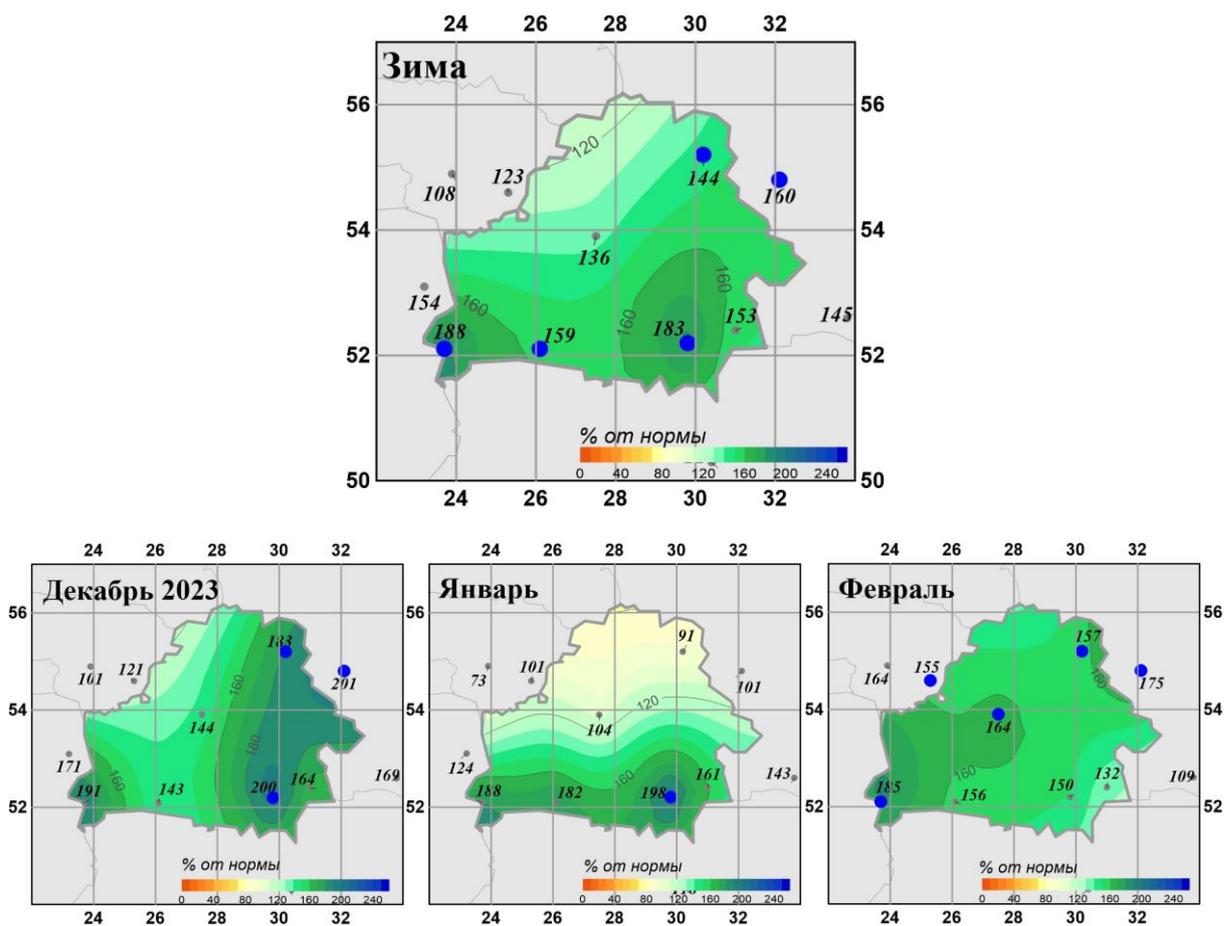


Рисунок 2 - Средние сезонные и месячные аномалии атмосферных осадков (% от нормы) на территории республики Беларусь зимой 2023/24гг.

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

Красным кружком показан стационарный экстремум – ниже 5-го процента

На рисунках 3, 4 показаны временные ряды осредненных по территории Беларуси сезонных и месячных аномалий температуры воздуха и осадков с 1936 по 2024 гг.

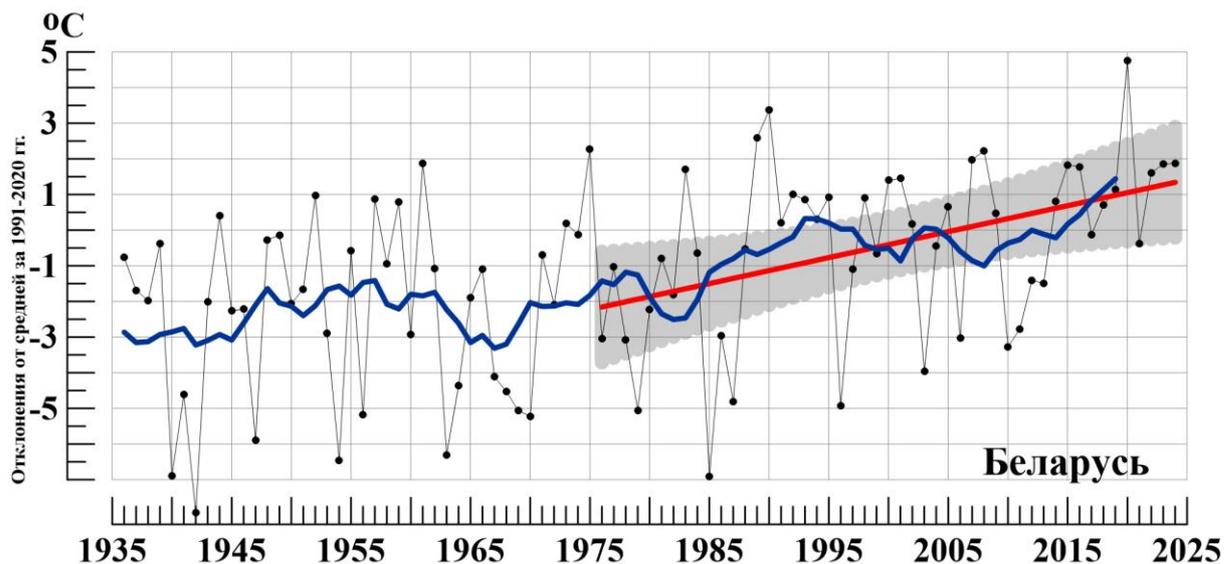


Рисунок 3 - Сезонные (декабрь - февраль) аномалии температуры приземного воздуха ($^{\circ}\text{C}$), осредненные по территории Республики Беларусь.
Аномалии рассчитаны как отклонения от среднего 1991-2020 гг. Сглаженная кривая получена 11-летним скользящим осреднением. Линейный тренд проведен по данным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

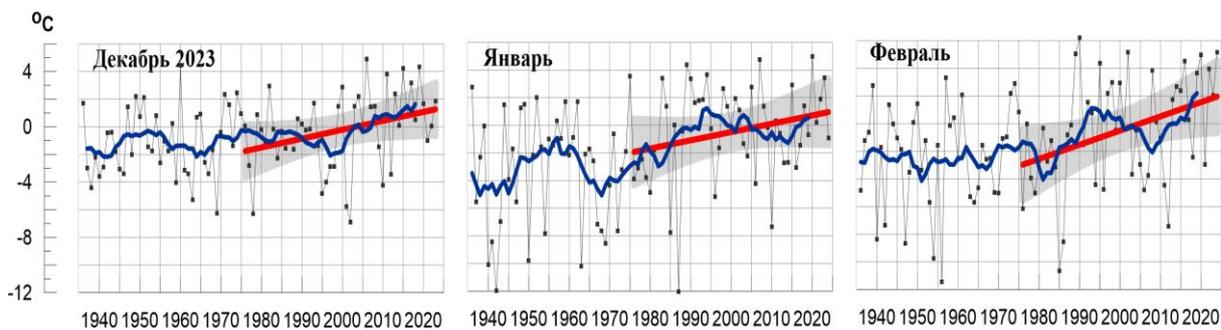


Рисунок 4 - Средние месячные аномалии температуры приземного воздуха ($^{\circ}\text{C}$), осредненные по территории Республики Беларусь.
Условные обозначения см. на рисунке 3,

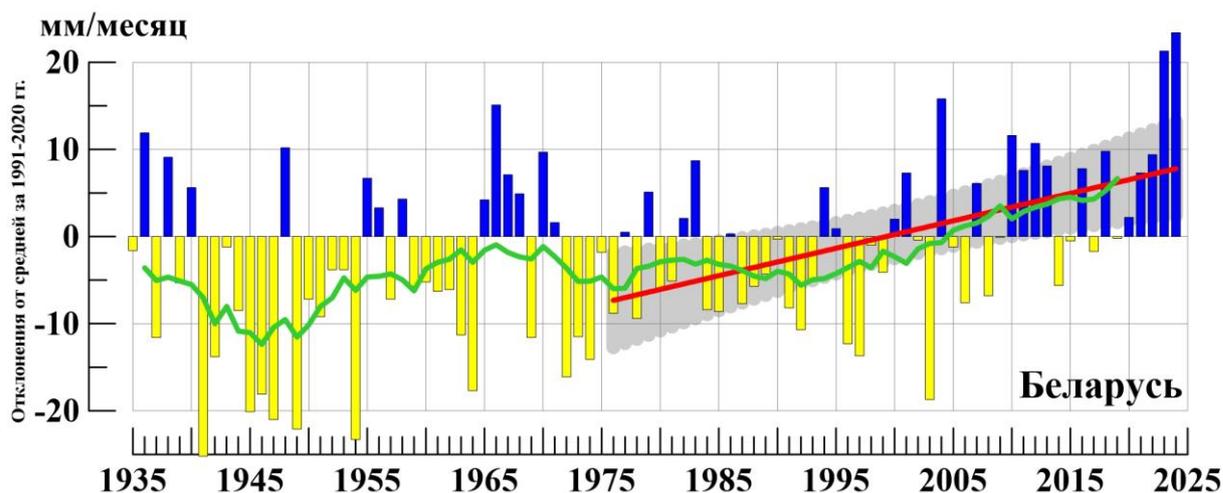


Рисунок 5 - Сезонные (декабрь - февраль) аномалии месячных сумм осадков (мм/месяц), осредненные по территории Республики Беларусь.
Условные обозначения см. на рис. 3

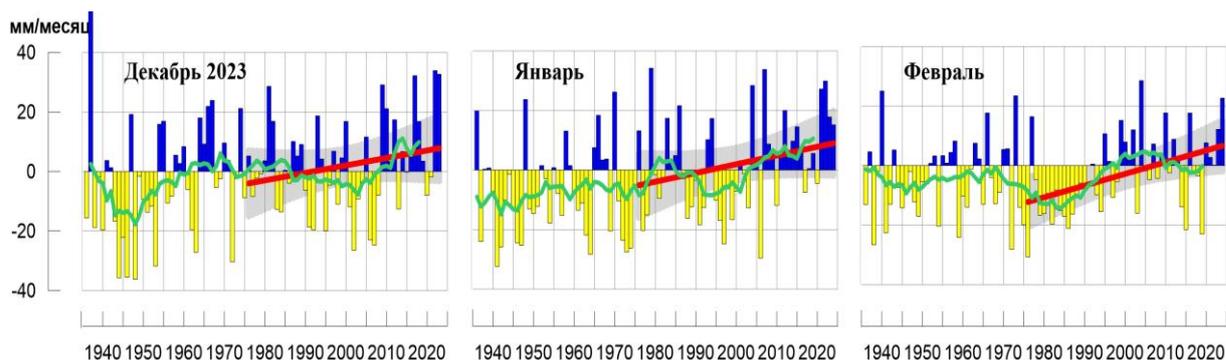


Рисунок 6 - Средние месячные аномалии атмосферных осадков (мм/месяц), осредненные по территории Республики Беларусь.
Условные обозначения см. на рисунке 3,

Таблица 4

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

	νT_{2024}	s	νR_{2024}	s	RR_{2024}
Зима 2023/24	1,88	2,05	23,4	8,2	157
Декабрь 2023	1,84	3,16	32,7	16,1	173
Январь	-0,94	2,86	15,2	14,9	137
Февраль	5,16	3,45	22,6	12,1	159

Примечание: Аномалии νT_{2024} ($^{\circ}C$), νR_{2024} (мм/месяц) рассчитаны как отклонения от нормы (среднее 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	
	$b_{1976-2024}$ °C/10 лет	$D_{1976-2024}$ %	$b_{1976-2024}$ мм/мес/10лет	$D_{1976-2024}$ %
<i>Зима 2023/24</i>	0,73	19	3,1	26
Декабрь 2023	0,64	11	2,5	5
Январь	0,60	6	2,9	7
Февраль	1,03	14	3,9	18