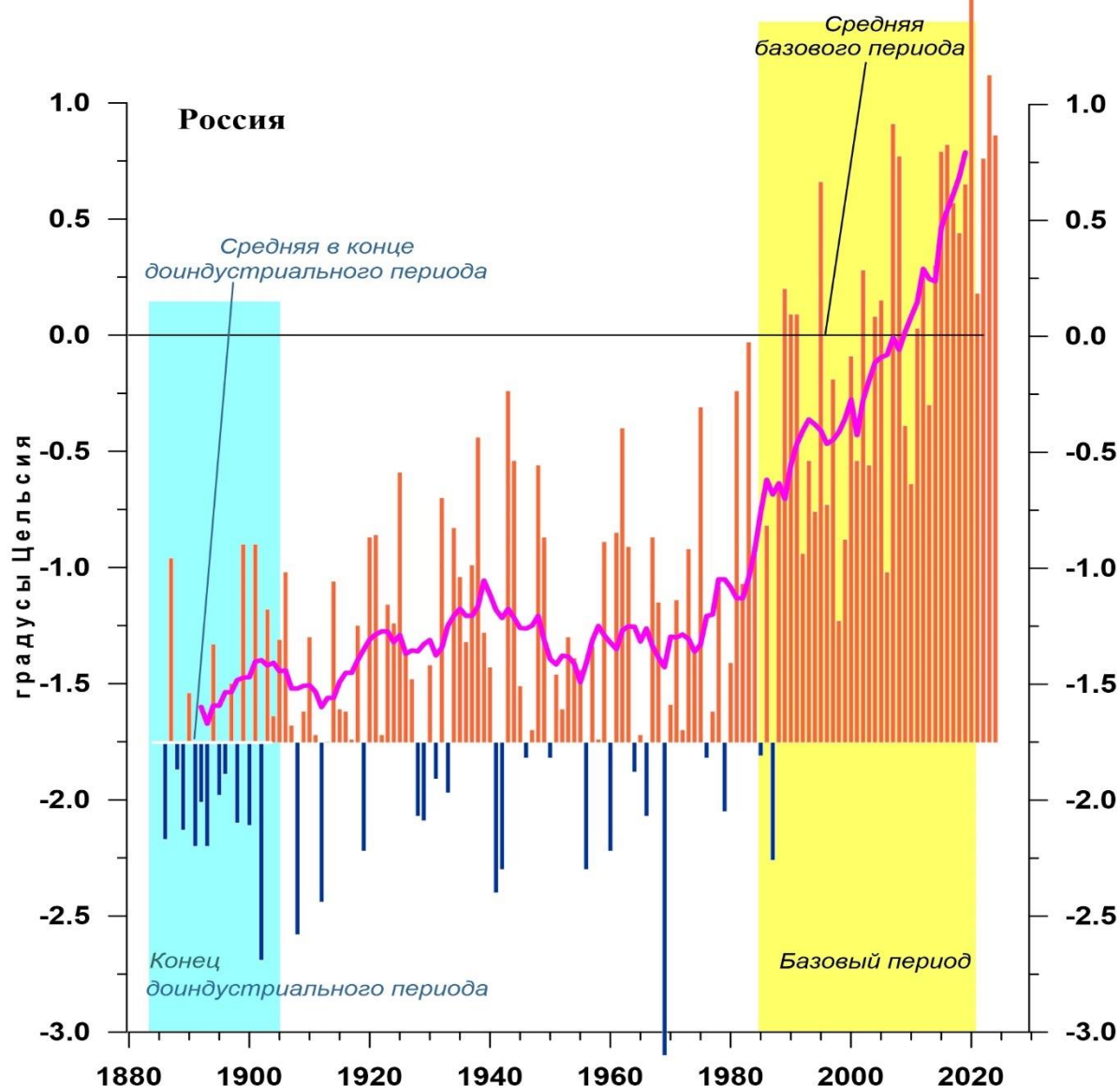


Федеральная служба
по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды
ФГБУ «Институт Глобального кита и экологии»



ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА 2024

ГОД (ДЕКАБРЬ 2023 – НОЯБРЬ 2024)

Обзор состояния и тенденций изменения
климата России



Москва 2025

ОГЛАВЛЕНИЕ¹

ВВЕДЕНИЕ	3
1. ИЗМЕНЕНИЯ СРЕДНЕГОДОВОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ У ПОВЕРХНОСТИ ЗЕМНОГО ШАРА, СЕВЕРНОГО ПОЛУШАРИЯ И РОССИИ ПО ДАННЫМ НАБЛЮДЕНИЙ.....	5
2. КЛИМАТИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ 2024 ГОДА НА ТЕРРИТОРИИ РОССИИ	7
3. ТЕНДЕНЦИИ СОВРЕМЕННЫХ ИЗМЕНЕНИЙ КЛИМАТА НА ТЕРРИТОРИИ РОССИИ	18
4. ИЗМЕНЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ И ОСАДКОВ В РЕГИОНАХ РОССИИ, 1936-2024 гг.....	24
5. ОЦЕНКИ ЭКСТРЕМАЛЬНОСТИ И АНОМАЛЬНОСТИ КЛИМАТА РОССИИ, 1936-2024 гг.	30
ВЫВОДЫ.....	33
ПРИЛОЖЕНИЕ. Климатические особенности 2024 г. на территории Республики Беларусь.....	35

¹ На обложке приведен ход средней годовой аномалии температуры приземного воздуха, осредненной по территории России, за 1887 – 2024 гг.

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 393 (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 неперевышения 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 2020 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 T3288. 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» и ФГБУ «ВНИИГМИ-МЦД». 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 погодных-климатических условиях, состоянии изагрязнении природной среды"

** В выпуске принимали участие сотрудники Отдела мониторинга и вероятностного прогноза климата ФГБУ «ИГКЭ Росгидромета и РАН»: М.Ю. Бардин (руководитель), Э.Я. Ранькова, Т.В. Платова, О.Ф. Самохина, У.И. Антипина, К.С. Свистунова, Д.С. Котова

1. ИЗМЕНЕНИЯ СРЕДНЕГОДОВОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ У ПОВЕРХНОСТИ ЗЕМНОГО ШАРА, СЕВЕРНОГО ПОЛУШАРИЯ И РОССИИ ПО ДАННЫМ НАБЛЮДЕНИЙ

На рисунке 1.1 представлены временные ряды среднегодовых аномалий температуры у поверхности Земли (декабрь 2023 – ноябрь 2024 г.), осредненных по территории Земного шара (континенты и океаны), континентов Северного полушария (СП) и России. Ряд для Земного шара построен по ежемесячным данным о глобально осредненной аномалии приповерхностной температуры Университета Восточной Англии (массив `hadcrut5gl.txt` на сайте www.cru.uea.ac.uk). Этот ряд получен осреднением аномалии температуры воздуха у поверхности (2м) суши и аномалии температуры воды поверхности океана. Среднемесячные аномалии температуры воздуха над сушей СП рассчитаны также в Университете Восточной Англии по данным наблюдений на станциях глобальной метеорологической сети (массив `crutem5nh.txt` на сайте www.cru.uea.ac.uk). Временной ряд для территории России рассчитан и построен по стационарным данным о температуре приземного воздуха ФГБУ «ИГКЭ Росгидромета и РАН».

С 1970-х гг. наблюдается монотонный рост глобальной и полушарной температур. Линейный тренд среднегодовой температуры за период 1976-2024 гг. составил для Земного шара $+0,20^{\circ}\text{C}/10$ лет (объясненная трендом доля дисперсии ряда - 88%), для Северного полушария: $+0,35^{\circ}\text{C}/10$ лет (88%).

Средние годовые аномалии температуры составили $+0,649^{\circ}\text{C}$ для Земного шара в целом и $+1,057^{\circ}\text{C}$ для Северного полушария: рекордные величины в соответствующих рядах наблюдений с 1850 года. Для России в целом среднегодовая аномалия температуры составила $+1,08^{\circ}\text{C}$ – пятая величина в ранжированном по убыванию ряду наблюдений.

Оценки линейных трендов, характеризующие среднюю тенденцию изменений годовых температур за период 1976-2024 гг. в среднем для Земного шара, СП и России, приведены в табл. 1.1.

Таблица 1.1

Годовые (декабрь 2021-ноябрь 2023 года) аномалии и оценки линейного тренда пространственно осредненной приповерхностной температуры Земного шара и температуры приземного воздуха СП и России за период 1976-2023г.

Регионы	νT_{2023}	b , $^{\circ}\text{C}/10$ лет	D %
Земной шар	0,649	0,20	88
СП	1,057	0,35	88
Россия	0,83	0,49	57

Примечание: νT – аномалия температуры, b – коэффициент линейного тренда, D - вклад тренда в дисперсию

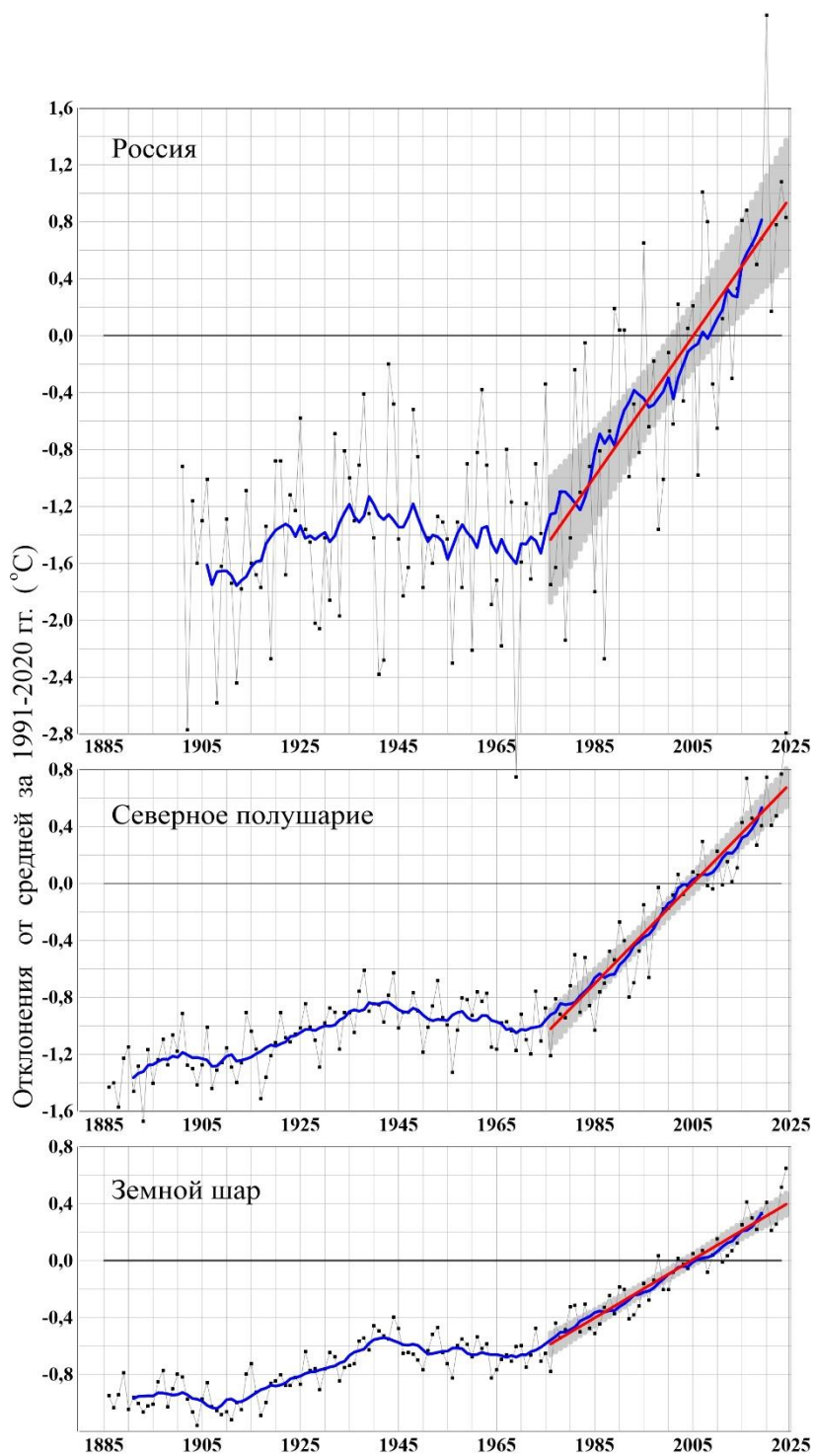


Рисунок 1.1 – Годовая аномалия (декабрь–ноябрь) приповерхностной температуры Земного шара, Северного полушария (суша) и России за 1886- 2024 гг.

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

Сглаженная кривая получена 11-летним скользящим осреднением. Использованы данные Университета Восточной Англии (Земной шар - массив hadcrut5gl.txt, СП –crutem5nh.txt) и данные ФГБУ «ИГКЭ» (Россия - данные на станциях).

1. КЛИМАТИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ 2024 ГОДА НА ТЕРРИТОРИИ РОССИИ

На рис. 2.1 и 2.3 представлены карты годовых и сезонных аномалий температуры и осадков в 2024 г. на территории России, а на рис. 2.2 и 2.4 - карты месячных аномалий. На всех картах показаны стационарные экстремумы ниже 5-го перцентиля и выше 95-го перцентиля.

Температура воздуха.

В таблице 2.1 представлены среднегодовые и средние сезонные аномалии температуры для физико-географических регионов России и федеральных округов РФ. Для каждого значения аномалии приведены вероятность непервышения относительно выборки за 1936-2023 гг. и среднее квадратическое отклонение.

Таблица 2.1

Средние годовые (декабрь - ноябрь.) и сезонные аномалии температуры приземного воздуха для физико-географических регионов России и федеральных округов РФ в 2024 году:

νT - отклонения от средних за 1991-2020 гг.; $P(t \leq T_{2024})$ - вероятности непервышения (в скобках в столбце νT) - рассчитаны по данным за 1936-2024 гг. и выражены в %; s - среднее квадратическое отклонение за 1991-2020 гг. (выделены значения, попавшие в 5% максимальных или минимальных).

Регион	Год		Зима		Весна		Лето		Осень	
	$\nu T, ^\circ C$ (P)	s, °C	$\nu T, ^\circ C$ (P)	s, °C	$\nu T, ^\circ C$ (P)	s, °C	$\nu T, ^\circ C$ (P)	s, °C	$\nu T, ^\circ C$ (P)	s, °C
Россия	0,83 (96)	0,77	-0,31(64)	1,62	0,84(88)	1,17	0,97(99)	0,51	1,80(98)	1,12
Физико-географические регионы России										
Европейская часть РФ	1,12 (97)	0,88	-0,13(60)	2,07	0,70(84)	1,08	1,45(94)	1,00	2,43 (100)	1,31
Азиатская часть РФ	0,71 (90)	0,81	-0,38(61)	1,65	0,90(89)	1,24	0,78(99)	0,48	1,57 (97)	1,15
Западная Сибирь	0,82 (90)	1,17	0,79(73)	2,77	0,70(61)	1,93	1,00(96)	0,96	2,16 (98)	1,60
Средняя Сибирь	1,05 (96)	1,06	-0,20(63)	2,57	1,04(88)	1,69	1,38(100)	0,67	2,03 (92)	1,53
Прибайкалье и Забайкалье	0,96 (96)	0,75	-0,70(57)	1,97	1,60(96)	1,31	1,78(100)	0,62	1,17 (88)	1,13
Приамурье и Приморье	0,52 (87)	0,51	-0,51(66)	1,37	1,13(89)	1,10	0,08(72)	0,62	1,38 (94)	0,94
Восточная Сибирь	0,23 (11)	0,87	-1,41(28)	1,41	1,72(97)	1,45	-0,23(67)	0,60	0,86 (86)	1,37
Федеральные Округа РФ										
Северо-Западный	0,95 (89)	1,07	-0,62(57)	2,59	-0,26(66)	1,45	1,48(96)	0,81	3,18 (100)	1,60
Центральный	1,57 (99)	0,90	-0,13(61)	2,22	1,73(97)	1,06	1,84(94)	1,13	2,83 (100)	1,44
Приволжский	0,68 (92)	0,94	-0,78(56)	2,40	0,78(83)	1,35	0,89(84)	1,16	1,82 (99)	1,41
Южный	1,95 (100)	0,94	2,22(90)	1,82	1,85(100)	1,02	2,07(99)	1,23	1,67 (94)	1,38
Северо-Кавказский	1,72 (100)	0,84	2,39(97)	1,46	1,52(99)	0,96	1,73(98)	1,05	0,78 (86)	1,26
Уральский	0,77 (89)	1,35	0,96(74)	2,95	-1,35(48)	2,15	0,63(85)	1,13	2,82 (98)	1,83
Сибирский	1,03 (97)	1,02	0,00(65)	2,73	0,76(89)	1,62	1,67(100)	0,63	1,73 (92)	1,48
Дальневосточный	0,54 (88)	0,71	-0,88(53)	1,14	1,52(96)	1,26	0,38(89)	0,51	1,16 (94)	1,03

В таблице 2.2 приведены средние месячные аномалии температуры (°С) для физико-географических регионов России и федеральных округов РФ в 2024 г.

Таблица 2.2

Средние месячные аномалии температуры, осредненные по территории регионов РФ в 2024 г. *Красным цветом выделены месяцы с положительными аномалиями температуры, синим – с отрицательными.*

Регионы	Аномалии температуры (°С)											
	дек 23	январь	фев	март	апр	май	июнь	июль	авг	сен	окт	ноя
Российская Федерация	-0,44	-0,42	-0,08	1,35	1,50	-0,31	0,92	1,20	0,77	1,35	0,92	3,13
Физико-географические регионы России												
Европейская часть России	-0,02	-1,63	1,26	1,63	2,68	-2,21	2,06	1,39	0,91	3,54	1,21	2,53
Азиатская часть России	-0,59	0,03	-0,58	1,25	1,06	0,40	0,49	1,14	0,72	0,52	0,81	3,36
Западная Сибирь	0,48	0,79	1,11	0,22	0,23	-2,09	0,89	0,99	1,14	1,15	1,05	4,28
Средняя Сибирь	-1,11	1,11	-0,60	0,99	0,81	1,30	1,04	1,74	1,38	0,24	0,36	5,46
Прибайкалье и Забайкалье	-1,57	1,52	-2,04	1,70	1,14	1,95	0,71	2,70	1,96	-0,07	0,70	2,89
Приамурье и Приморье	-1,01	-0,52	0,00	1,03	2,50	-0,14	-1,33	0,80	0,78	0,24	0,80	3,10
Восточная Сибирь	-0,34	-2,26	-1,60	2,31	1,73	1,18	0,37	-0,04	-1,06	0,71	1,12	0,80
Федеральные Округа РФ												
Северо-Западный	-1,50	-1,62	1,28	1,84	-0,75	-1,86	1,49	1,24	1,69	4,49	1,61	3,42
Центральный	0,73	-2,99	1,86	2,39	4,24	-1,43	2,29	1,99	1,24	4,55	1,98	1,97
Приволжский	0,07	-2,11	-0,31	1,10	4,93	-3,68	2,33	0,68	-0,35	2,33	0,68	2,45
Южный	2,93	0,43	3,31	1,15	5,69	-1,28	2,51	2,68	1,03	2,80	0,91	1,31
Северо-Кавказский	3,11	0,52	3,54	1,00	5,04	-1,37	2,49	1,68	0,97	1,77	-0,01	0,58
Уральский	0,54	-0,02	2,36	-0,68	-0,35	-3,03	0,40	0,60	0,89	2,18	1,15	5,13
Сибирский	-0,95	1,89	-0,95	1,15	0,49	0,65	1,06	2,01	1,93	-0,09	0,85	4,41
Дальневосточный	-0,67	-0,88	-1,07	1,79	1,71	1,06	0,28	0,81	0,04	0,42	0,70	2,38

2024 год в целом (рис.2.1) был очень теплым: средняя годовая температура воздуха, осредненная по территории РФ превысила норму 1991-2020 гг. на 0,83°С – пятая величина в ряду. Температуры выше климатической нормы наблюдались на большей части страны, кроме Хабаровского края, побережья Восточно-Сибирского моря, Камчатки. Экстремальные условия (95%-е экстремумы на станциях) сложились на западе ЕЧР (1,12°С – ранг 4), в СФО (1,03°С – ранг 4), на юге ДФО.

Из сезонов в целом особо выделяются лето (0,97°С – ранг 2) и осень (1,80°С – ранг 3). Весной очень тепло в ДФО (1,52°С – ранг 5).

Кроме того, зимой экстремально холодно (5%-е экстремумы на станциях) в ДФО вдоль побережья Охотского моря,

Зима 2023/24 гг. Осредненная по территории РФ сезонная аномалия -0,31°С (ранг 37). 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°С – 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).

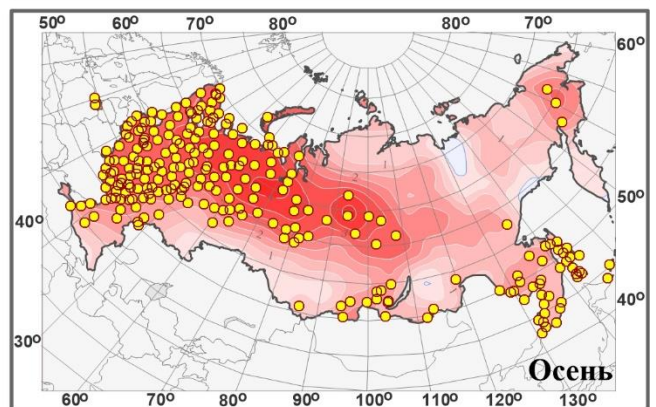
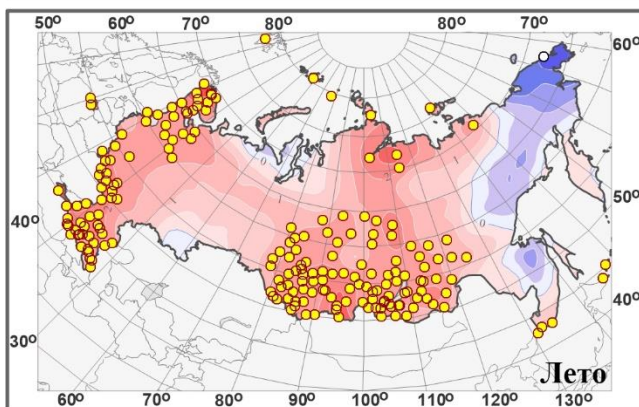
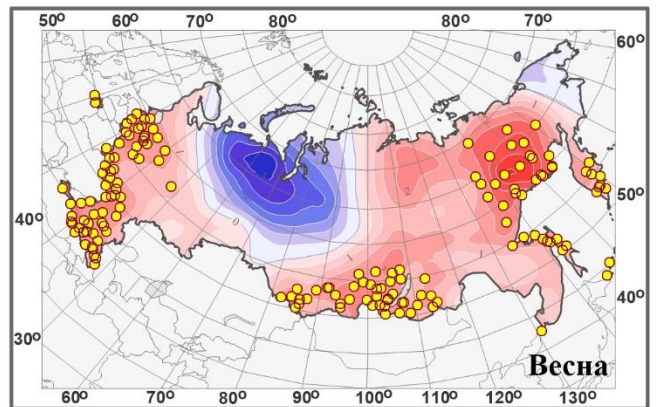
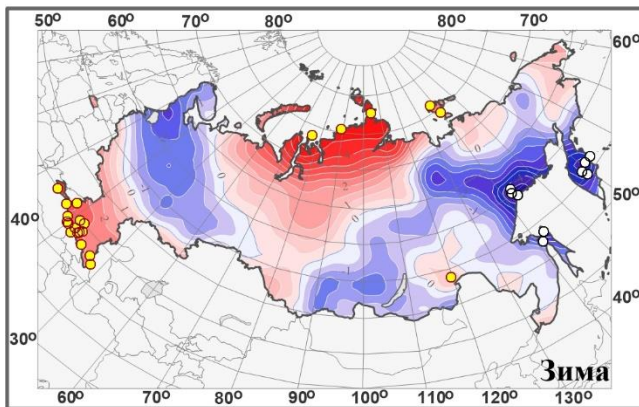
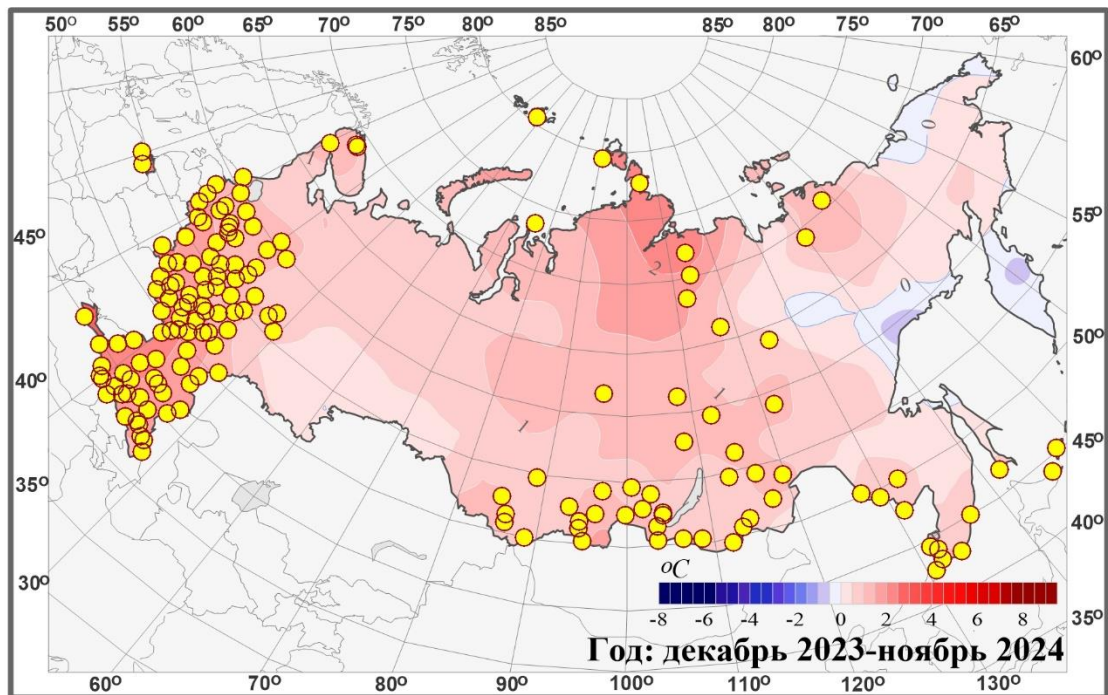


Рисунок 2.1 - Поля аномалий температуры приземного воздуха ($^{\circ}\text{C}$) на территории России в 2024 г., в среднем за год и по сезонам. Кругами белого цвета показано местоположение стационарных экстремумов ниже 5-го перцентиля, желтого – выше 95-го перцентиля. Аномалии рассчитаны как отклонения от среднегоза базовый период 1991-2020 гг.

Декабрь 2023 г. 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 $+3^{\circ}\text{C}$), а также на Чукотке, в ЮФО, востоке СЗФО.

Февраль. Осредненная в целом по России аномалия температуры составила $-0,08^{\circ}\text{C}$. 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 $-7,7^{\circ}\text{C}$, 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: $3,54^{\circ}\text{C}$ – 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).

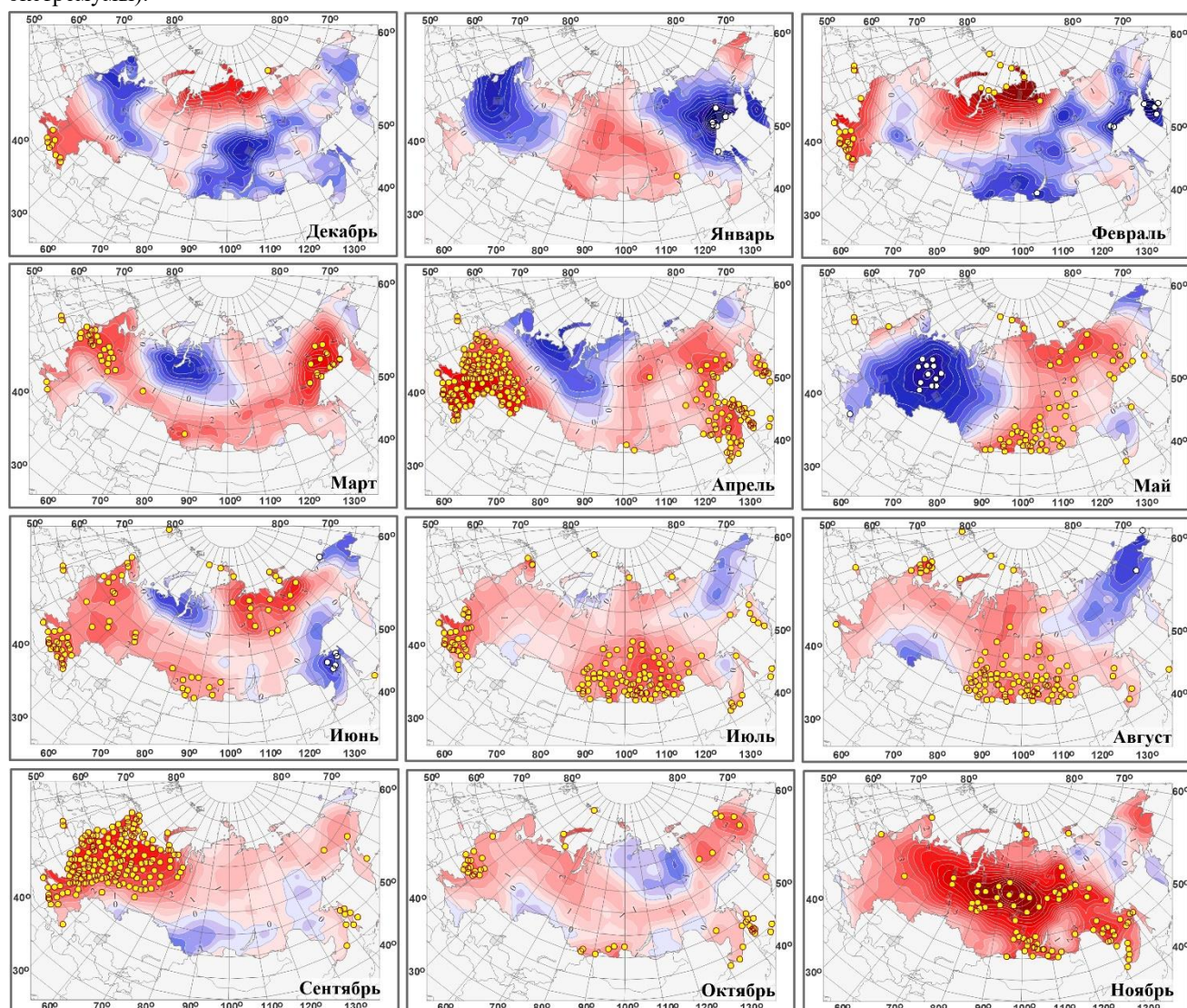


Рисунок 2.2 – Поля средних месячных аномалий температуры приземного воздуха ($^{\circ}\text{C}$) на территории России в 2024 г. Условные обозначения см. на рис.2.1

Весной 2024 года осредненная аномалия по РФ составила $0,84^{\circ}\text{C}$ – 12-ая величина в ряду с 1936 года. Температуры выше климатической нормы наблюдались в ЕЧР всюду (кроме северо-востока), а в АЧР – восточнее течения Енисея. 95%- экстремумы на станциях отмечались

в ЦФО (1,73°C – ранг 4), ЮФО (1,85°C – ранг 1) и СКФО (1,52°C – ранг 2), в регионе Прибайкалье и Забайкалье (1,60°C – ранг 5), в Якутии, в Хабаровском крае, на Камчатке и на Сахалине (в среднем по ДФО аномалия составила 1,75°C – ранг 5).

Температуры ниже климатической нормы наблюдались от Кольского полуострова и Тиманского кряжа (на западе) до течения Енисея (на востоке) (аномалии до -3°C на севере Западной Сибири), а также на Чукотке (аномалии до -1°C).

В марте осредненная аномалия температуры в целом по РФ 1,35°C (ранг 14). Температуры выше климатической нормы наблюдались в ЕЧР (кроме части ПФО), на юге УФО и СФО, на большей части ДФО. 95%-е экстремумы фиксировались в центральных областях ЕЧР и в Хабаровском крае.

Температуры ниже климатической нормы наблюдались на северо-востоке ЕЧР, на севере УФО и СФО (кроме востока Таймыра), аномалии в районе Обской губы достигали -4,9°C.

Апрель. Осредненная по РФ аномалия температуры 1,50°C (ранг 8). Температуры выше климатической нормы наблюдались в центре и на юге ЕЧР, а также на в АЧР (кроме Западно-Сибирской равнины и Таймырского полуострова, а также Чукотского АО). 95%-е экстремумы отмечались на многих станциях центра и юга ЕЧР и на многих станциях побережья Охотского и Японского морей. Осредненные аномалии температуры по ЦФО (4,24°C), ЮФО (5,69°C), СКФО (5,04°C) – максимальные величины в соответствующих рядах, а по ПФО (4,93°C) и по региону Приамурье и Приморье (2,50°C) – вторые – величины в рядах.

Температуры ниже климатической нормы наблюдались в ЕЧР в СЗФО (-0,75°C), а в АЧР: на Западно-Сибирской равнине и на Таймыре, а также на севере Чукотки, аномалии на станциях моря Баренцево до -4,3°C.

Май. Осредненная по РФ аномалия температуры составила -0,31°C (ранг 33). Температуры ниже климатической нормы наблюдались всюду в ЕЧР (кроме Ленинградской области и Карелии) и в Западной Сибири (аномалии до -5,4°C) – на востоке ЕЧР и на Урале на станциях фиксировались 5%-е экстремумы холода. Температуры ниже нормы наблюдались также на Чукотке и в Приморье (аномалии до -2,1°C).

Температуры выше климатической нормы наблюдались в АЧР: на Среднесибирском плоскогорье и восточнее (исключая Приморье и Чукотку), 95%-е экстремумы отмечались повсеместно, осредненная по ДФО аномалия температуры составила 1,06°C (ранг 5).

Летом осредненные по РФ в целом и по АЧР аномалии температуры составили 0,97°C и 0,78°C – вторые величины в соответствующих рядах (максимальные значения аномалий наблюдались по РФ в целом 2021 г.: +1,08°C, а в АЧР в 2023 г.: +1,03°C). Температуры выше климатической нормы наблюдались на большей части страны (кроме Восточной Сибири). 95%-е экстремумы отмечены на северо-западе и юге ЕЧР (в СЗФО аномалия температуры составила 1,48°C (ранг 5) в ЮФО: 2,07°C (ранг 2), в СКФО: 1,73°C (ранг 3)), в СФО (1,67°C – ранг 1) и в Забайкалье.

Температуры ниже нормы отмечались на востоке ДФО (аномалии на Чукотке достигали -2,4°C), в Южном Урале и на побережье Карского моря.

Июнь. Осредненная по РФ аномалия температуры составила 0,92°C – 3-ья величина в ряду, а по ЕЧР 2,06°C – четвертая в ряду. На большей части страны температуры выше климатической нормы. На ЕЧР особенно тепло (95%-е экстремумы) в СКФО (2,49°C – ранг 2), ЮФО (2,51°C – ранг 4), а в АЧР – в Саянах и в Якутии.

Температуры ниже климатической нормы наблюдались в Приамурье и Приморье (осредненная по региону аномалия составила -1,33°C), в Хабаровском крае и на Чукотке – на ряде станций в этих районах фиксировались температуры ниже 5-го перцентиля, а также на Северном Урале и в районе Обской губы.

Июль. Осредненные по РФ и по АЧР аномалии температуры составили 1,20°C и 1,14°C – максимальные величины в соответствующих рядах. Температуры выше нормы наблюдались на большей части страны, кроме Восточной Сибири, Южного Урала, прибрежных территорий Ямало-Ненецкого АО, дельты Амура. 95%-е экстремумы фиксировались на юге ЕЧР: в ЮФО (2,68°C – ранг 2) и СКФО (1,68°C – ранг 5), а в АЧР – в южных районах Красноярского края и в Байкальском регионе (осредненные по регионам: Средняя Сибирь и Прибайкалье и Забайкалье, и по СФО аномалии температуры составили +1,74°C, +2,70°C и +2,01°C – максимальная,

максимальная и вторая величины в соответствующих рядах).

Температуры ниже климатической нормы наблюдались, в основном, в Восточной Сибири (аномалии на станциях до $-2,4^{\circ}\text{C}$).

Август. Осредненная по РФ аномалия температуры составила $0,77^{\circ}\text{C}$ – восьмая величина в ряду, а по АЧР ($0,72^{\circ}\text{C}$ – ранг 5). Температуры выше нормы наблюдались на большей части страны (кроме северной половины ДФО и Южного Урала). Очень тепло (95%-е экстремумы на станциях) наблюдались на юге СФО ($+1,93^{\circ}\text{C}$ – ранг 2) и в Забайкалье. В ЕЧР экстремально тепло было на Кольском полуострове.

Температуры ниже климатической нормы наблюдались в Восточной Сибири ($-1,06^{\circ}\text{C}$) и на Южном Урале.

Осень. Осредненная по РФ аномалия температуры $1,80^{\circ}\text{C}$ – третья величина в ряду. Экстремальные условия (аномалии выше 1°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.

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°C). Отрицательные аномалии температуры наблюдались на юге Красноярского края, в Хабаровском крае, в нижнем течении Амура (аномалии до $-1,5^{\circ}\text{C}$).

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

Все приводимые в данном разделе оценки, как и для температуры, получены поданным стационарных наблюдений месячного разрешения. Данные осреднены сначала внутри календарных сезонов каждого года и за год в целом, а затем – по территории регионов. Зимний сезон и год включают декабрь 2020 года. Количество осадков, выпавших за год/сезон представлено ниже в мм/месяц (средняя за год/сезон месячная сумма осадков).

Географические особенности распределения осадков на территории РФ в 2024 г. подробнее представлены на рисунках 2.3 и 2.4, где приведены поля аномалий годовых, сезонных и месячных сумм осадков в процентах от нормы (среднего за 1991-2020 гг.).

Регионально осредненные аномалии осадков в 2024 г. приведены в табл.2.3 в мм/месяц и в процентах от нормы (также в таблице для каждого значения аномалии приведена вероятность непревышения относительно периода 1936-2023 гг.). В таблице

2.4 приведены относительные аномалии месячных сумм осадков (в процентах от нормы) в 2024 г. в рассматриваемых регионах России.

В целом по РФ за год количество выпавших осадков составило 102% нормы (ранг 18-19). Значительный избыток осадков (95%-е экстремумы) наблюдался на юге Западной Сибири (110% - ранг 5), на Алтае, в центре Среднесибирского плоскогорья (осредненные по СФО осадки 114% - максимальная величина в ряду).

Дефицит осадков (менее 80% нормы) наблюдался на юге ЕЧР (в ЮФО выпало 79% нормы – шестой самый «сухой» год в ряду), в районе Обской губы, в нижнем течении Лены.

Из особенностей сезонов следует отметить режим выпадения осадков в ЕЧР: снежная зима (124% - ранг 3), в остальные сезоны преобладал дефицит осадков, весной – особенно в ЮФО (38% - минимальная величина в ряду), летом – особенно в ЮФО (61% - шестое самое «сухое» лето в ряду), осенью – особенно в ПФО (69% - 11-ая самая «сухая» осень). В АЧР: очень «влажная» весна всюду, кроме Восточной Сибири (116% - третья величина в ряду); осенью избыток осадков в СФО (113% - ранг 5).

Зимой 2023/24 гг. 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).

Весна 2024. В целом за сезон осредненные по территории РФ осадки составили 105% нормы, а по АЧР 116% нормы (ранг 3). Избыток осадков наблюдался севере ЕЧР и на большей части АЧР (кроме прибрежной полосы от Карского до Восточно-Сибирского моря и большей части Чукотки, а также небольших районов в СФО и ДФО, на ряде станций отмечались 95%-е экстремумы, осредненные по СФО осадки 123% нормы (ранг 5). Сильный дефицит осадков (менее 80% нормы) отмечался на юге ЕЧР (в ЮФО выпало 38% нормы - минимальное значение

в ряду). Небольшой дефицит осадков наблюдался в прибрежной полосе от Карского до Восточно-Сибирского моря и большей части Чукотки.

Таблица 2.3

Средние годовые (декабрь - ноябрь.) и сезонные аномалии осадков для физико-географических регионов России и федеральных округов РФ в 2024 году:
 νR (мм/месяц)- отклонения от средних за 1991-2020 гг; RR – отношение R_{2017} к норме, выраженное в %; $P(r \leq R_{2024})$ Вероятности неперевышения (в скобках в столбце νR) – рассчитаны по данным за 1936-2024 гг. и выражены в %, (выделены значения, попавшие в 5% максимальных).

Регион	Год		Зима		Весна		Лето		Осень	
	νR (P)	RR	νR (P)	RR	νR (P)	RR	νR (P)	RR	νR (P)	RR
Россия	0,9 (81)	102	2,8(92)	111	1,5(83)	105	0,7(57)	101	-1,3 (38)	97
Физико-географические регионы России										
Европейская часть РФ	-2,1 (42)	107	9,4(98)	124	-5,4(25)	86	-3,1(35)	95	-9,2 (14)	82
Азиатская часть РФ	2,1 (90)	95	0,2(65)	101	4,2(98)	116	2,1(64)	103	1,8 (80)	105
Западная Сибирь	4,0 (96)	110	5,7(940)	122	8,8(97)	128	5,3(78)	108	-3,6 (28)	91
Средняя Сибирь	3,0 (96)	109	-0,3(53)	98	4,3(99)	119	-1,0(42)	98	8,9(100)	125
Прибайкалье и Забайкалье	-0,7 (43)	98	0,4(67)	105	-0,6(57)	98	-4,6(31)	94	1,8 (71)	106
Приамурье и Приморье	2,9 (74)	105	-1,7(53)	88	2,5(77)	106	13,3(78)	113	-2,9 (30)	94
Восточная Сибирь	0,2 (52)	101	-4,4(13)	76	2,8(83)	116	0,0(49)	100	2,4 (78)	106
Федеральные Округа РФ										
Северо-Западный	-2,2 (53)	95	0,0(66)	100	5,3(89)	114	-6,8(38)	90	-6,9 (21)	88
Центральный	0,0 (61)	100	19,4(99)	146	-10,0(15)	75	0,0(52)	100	-9,1 (28)	83
Приволжский	-0,3 (49)	99	10,1(93)	127	-4,1(33)	88	6,8(74)	112	-14,1 (10)	69
Южный	-8,8 (6)	79	15,5(93)	139	-25,2(0)	38	-18,5(6)	61	-7,1 (35)	83
Северо-Кавказский	-4,6 (24)	89	15,7(92)	152	-17,3(7)	60	-16,1(9)	75	-0,4 (51)	100
Уральский	1,3 (75)	103	3,7(92)	113	6,5(94)	119	1,7(66)	103	-6,9 (13)	84
Сибирский	5,5 (100)	114	2,8(88)	111	6,2(96)	123	7,9(89)	113	4,9 (96)	113
Дальневосточный	0,4 (61)	101	-2,2(22)	86	2,3(88)	110	-0,7(43)	99	2,1 (77)	105

Март. Осредненные по РФ осадки 102% нормы. Избыток осадков наблюдался в широкой полосе от Ладожского озера (на западе) до Охотского моря (на востоке), на ряде станций севера ЕЧР, центра АЧР фиксировались 95%-е экстремумы осадков.

Дефицит осадков (менее 80% нормы) наблюдался в центре ЕЧР (в ЦФО выпало 40% нормы – второй самый «сухой» март, минимум осадков наблюдался в марте 1985 г. (37% нормы), на ряде станций фиксировались 5%-е экстремумы. Дефицит осадков наблюдался также на севере страны – от Новой Земли (на западе) до Анадырского залива (на востоке), а также в Саянах и в Забайкалье.

Апрель. Осредненные по РФ осадки 128% нормы – вторая величина в ряду после апреля 2012 г. (135% нормы), а по АЧР 132% (ранг 4). Избыток осадков (более 120% нормы, наблюдался в центре и на севере ЕЧР (кроме Новой Земли), на большей части АЧР (кроме некоторых районов СФО и ДФО). 95%-е экстремумы фиксировались на многих станциях СЗФО (194% - ранг 1), на ряде станций СФО (127% - ранг 4) и в Приамурье.

Сильный дефицит осадков наблюдался на юге ЕЧР: осредненные осадки по ЮФО (27% нормы) и СКФО (44%) – минимальные величины в рядах. Небольшой дефицит осадков наблюдался на побережье Карского моря, на северо-востоке страны восточнее течения р. Яна, на Приленском плато, в Западных Саянах, в Приморье и на Сахалине.

Май. Осредненные по РФ осадки: 91% нормы, а по ЕЧР 66% нормы (среди шести самых «сухих»). Сильный дефицит осадков (40-80% нормы) наблюдался в СЗФО (62% - среди семи самых «сухих», на многих

станциях 5%-е экстремумы), в ЮФО (44% - среди восьми самых «сухих»). В АЧР дефицит осадков наблюдался вдоль побережья Северного Ледовитого океана, в Чукотском АО, в Забайкалье.

Избыток осадков наблюдался в Западной Сибири (131% нормы), в Якутии, на Камчатке.

Лето. Осредненные по территории РФ осадки составили 101%. Избыток осадков наблюдался в Среднем Поволжье, на юге Уральского, в центре и на юге Сибирского ФО (кроме Саян), на востоке ДФО. Сильный дефицит осадков (на ряде станциях осуществились 95%-е экстремумы) наблюдался на юге ЕЧР (в ЮФО выпало лишь 61% сезонной нормы – среди шести самых «сухих» летних сезонов), на западе ДФО.

Летом атмосферные засухи (сильной и средней интенсивности) наблюдались на юге ЕЧР: в ЦФО, ЮФО и СКФО – во все месяцы сезона, в ПФО и в Якутии – в июне-июле.

Началу засух в июне способствовали экстремальные температуры и сильный дефицит осадков в ЕЧР и в Якутии. Дальнейшему развитию засух в июле способствовали, в основном, крупные температурные аномалии, а августе – в основном, дефицит осадков.

Таблица 2.4

Месячные относительные аномалии осадков в регионах РФ в 2024 г. *Зеленым цветом показаны месяцы, когда осадков выпало выше нормы, желтым – ниже нормы.*

Регионы	Аномалии осадков (% нормы)											
	дек23	январь	фев	мар	апр	май	июн	июл	авг	сен	окт	ноя
Российская Федерация	120	107	103	102	128	91	101	106	97	85	95	115
Физико-географические регионы России												
Европейская часть России	139	118	111	79	120	66	115	92	79	38	83	129
Азиатская часть России	106	98	98	115	132	102	95	111	103	104	102	107
Западная Сибирь	124	121	122	128	119	131	97	105	122	88	77	110
Средняя Сибирь	94	103	99	120	132	101	72	118	102	134	113	119
Прибайкалье и Забайкалье	120	89	95	98	136	76	92	109	85	97	111	115
Приамурье и Приморье	89	89	93	105	146	84	129	109	107	79	87	150
Восточная Сибирь	98	71	73	107	134	101	96	116	90	118	123	66
Федеральные округа РФ												
Северо-Западный	102	87	114	112	194	62	117	93	64	58	78	134
Центральный	180	124	127	40	124	65	149	85	63	17	96	179
Приволжский	134	140	104	79	105	83	111	104	121	13	83	113
Южный	162	157	84	44	27	44	64	65	50	42	85	128
Северо-Кавказский	187	87	129	107	44	54	71	78	79	83	78	139
Уральский	119	114	102	122	117	117	106	93	108	81	65	117
Сибирский	110	109	118	118	127	116	88	137	113	116	107	111
Дальневосточный	97	85	82	110	139	89	98	103	96	104	109	102

Июнь. Осредненные осадки по РФ – 96% нормы. Дефицит осадков (менее 80%) – в центре и на севере ЕЧР (78%, в СЗФО выпало лишь 62% нормы – среди шести самых «сухих» июней в ряду), на Алтае, в Саянах, в Якутии, в Магаданской области, в Хабаровском крае (на ряде станций фиксировались 5%-е экстремумы, осредненные по Восточной Сибири осадки 69% - среди трех самых «сухих» июней в ряду)

Избыток осадков наблюдался на севере Западной и Средней Сибири, в районе Байкала, на Чукотке, в Приморье (на ряде станций фиксировались 95%-е экстремумы).

В июне в ряде областей ЮФО, ПФО, УФО и СФО дефицит осадков (менее 80%) способствовал образованию атмосферных засух средней и сильной интенсивности, при этом засухи в ряде областей (Астраханская, Оренбургская, Ульяновская, Самарская, Челябинская, Свердловская, Омская области, Алтайский край) фиксировались в течение 3-4 декад месяца).

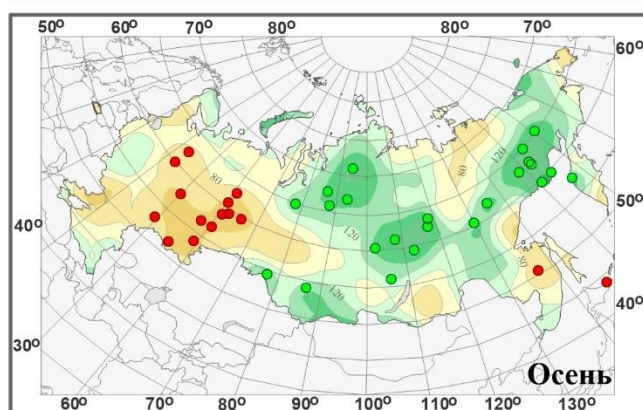
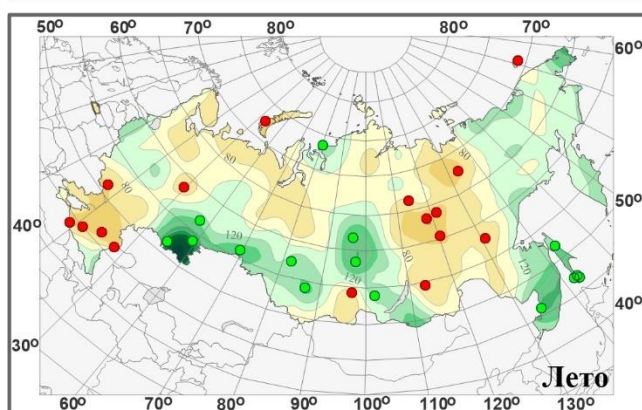
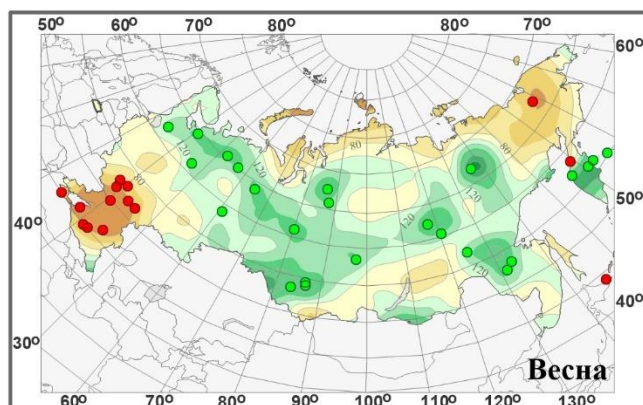
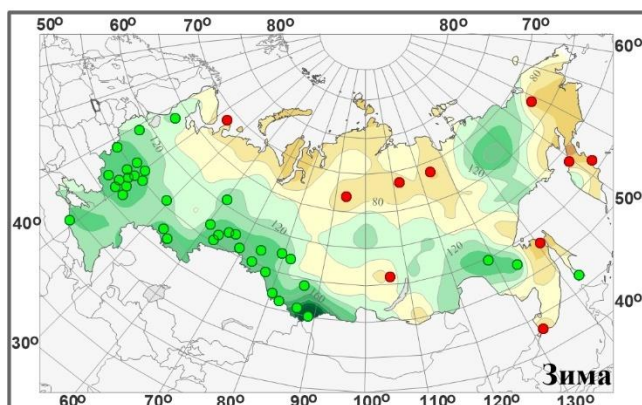
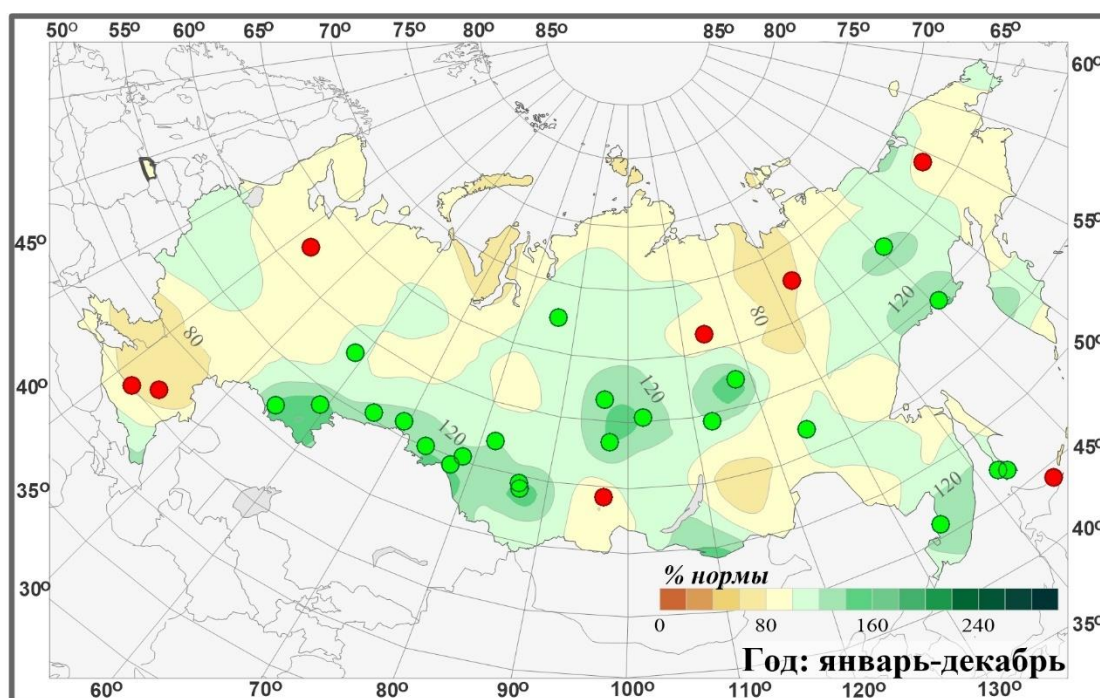


Рисунок 2.3 - Поля аномалий средних годовых (декабрь – ноябрь) и сезонных сумм осадков (в процентах от нормы за 1991-2020 гг.) на территории России в 2024 г. Кружками красного цвета показаны стационарные экстремумы ниже 5-го перцентиля, зеленого – выше 95-го перцентиля.

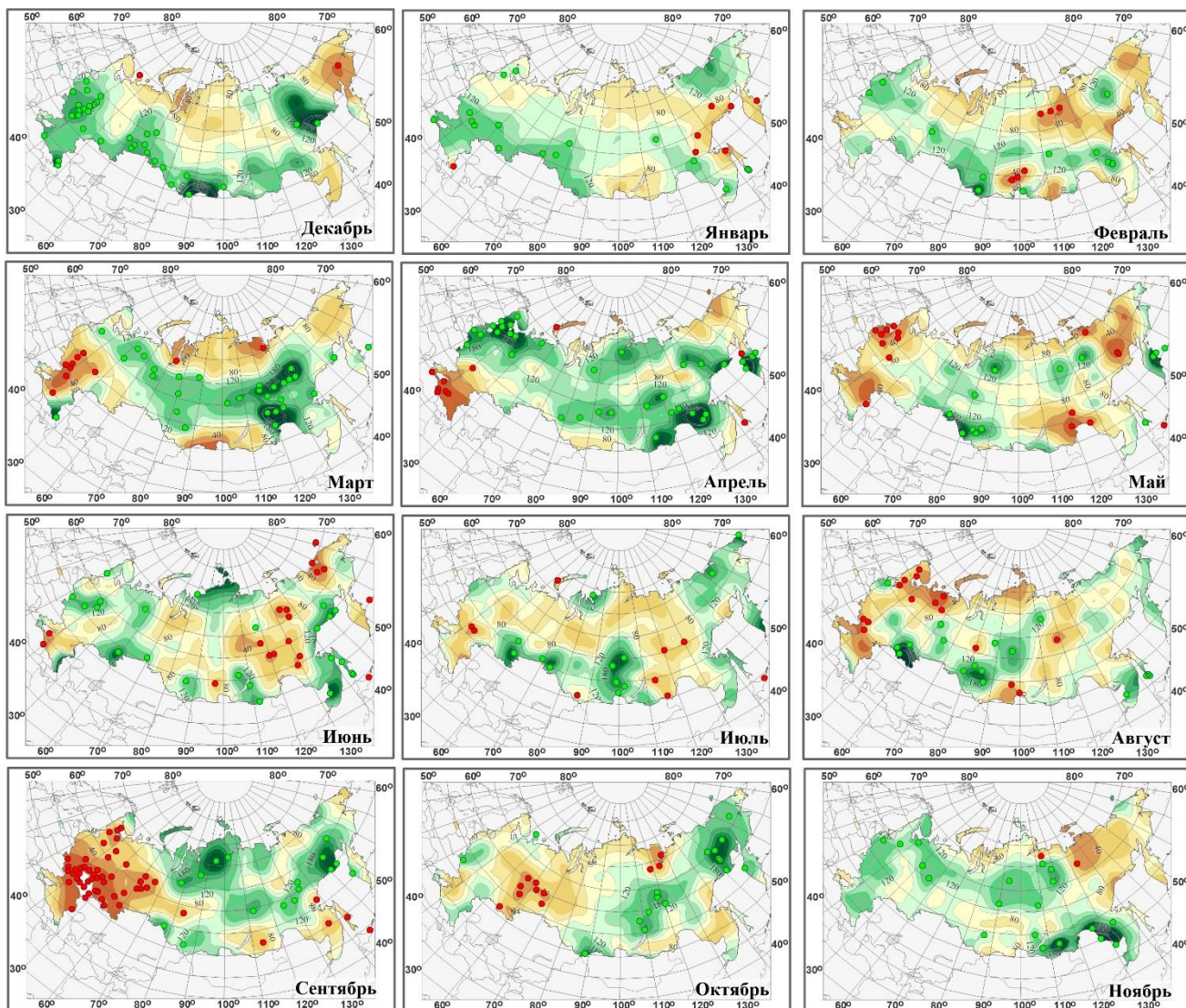


Рисунок 2.4 – Поля средних месячных аномалий осадков (% нормы) на территории России в 2024 г. Условные обозначения см. на рис.2.3

Июль. Осредненные осадки по РФ – 106% нормы. Значительный избыток осадков (с 95%-ми экстремумами на ряде станций) наблюдался на юге УФО и СФО (137% нормы – ранг 3), на востоке ДФО. Избыток осадков наблюдался также на западе ЕЧР, в районе Обской губы.

Дефицит осадков наблюдался на большей части ЕЧР (в ЮФО выпало лишь 65% нормы).

В июле во всех областях ЮФО, в ряде областей ПФО, СКФО и ЦФО, а также в Якутии (ДФО) в течение 3-х декад продолжали фиксироваться атмосферные засухи средней и сильной интенсивности (из-за высоких температурных аномалий и дефицита осадков).

Август. В августе осредненные осадки по РФ составили 89% нормы – среди шести самых «сухих» августов, а по ЕЧР 65% – среди семи самых «сухих» (особенно мало осадков выпало в ЮФО (37% - четвертый самый «сухой» август) и в СКФО (40% самый «сухой» август в ряду)). В АЧР дефицит осадков наблюдался на большей части ДФО, а избыток – в СФО.

В августе экстремальные температуры и экстремальный дефицит осадков на юге ЕЧР и на юге УФО способствовали продолжению засух во многих областях ЮФО, СКФО, ПФО, УФО (преимущественно сильной интенсивности в течение 2-3 декад месяца, особенно во второй и третьей декадах).

Осень. 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.

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.

3. ТЕНДЕНЦИИ СОВРЕМЕННЫХ ИЗМЕНЕНИЙ КЛИМАТА НА ТЕРРИТОРИИ РОССИИ.

В этом разделе рассматриваются численные оценки тенденций изменения (линейный тренд, характеризующий среднюю скорость изменения на заданном интервале) метеорологических величин с начала современного потепления, (с середины 1970-х гг.): география изменений, т.е. распределение оценок тренда по территории РФ, временные ряды и оценки тренда для России в целом.

Временные ряды средних годовых и сезонных аномалий температуры и осадков, осредненных по территории России в целом, приведены на рисунках 3.1, и 3.2 за период с 1936 по 2024 гг. На всех временных рядах показан линейный тренд, характеризующий тенденцию (среднюю скорость) изменений температуры и осадков на интервале 1976 - 2024 гг. с 95%-й доверительной полосой.

В таблице 3.1 приведены оценки линейного тренда регионально осредненной температуры приземного воздуха и месячных сумм атмосферных осадков для территории РФ в целом за 1976-2024 гг. Тренды осадков выражены либо в мм / мес /10 лет, либо в % нормы / 10 лет: для краткости в дальнейшем будем писать % / 10 лет.

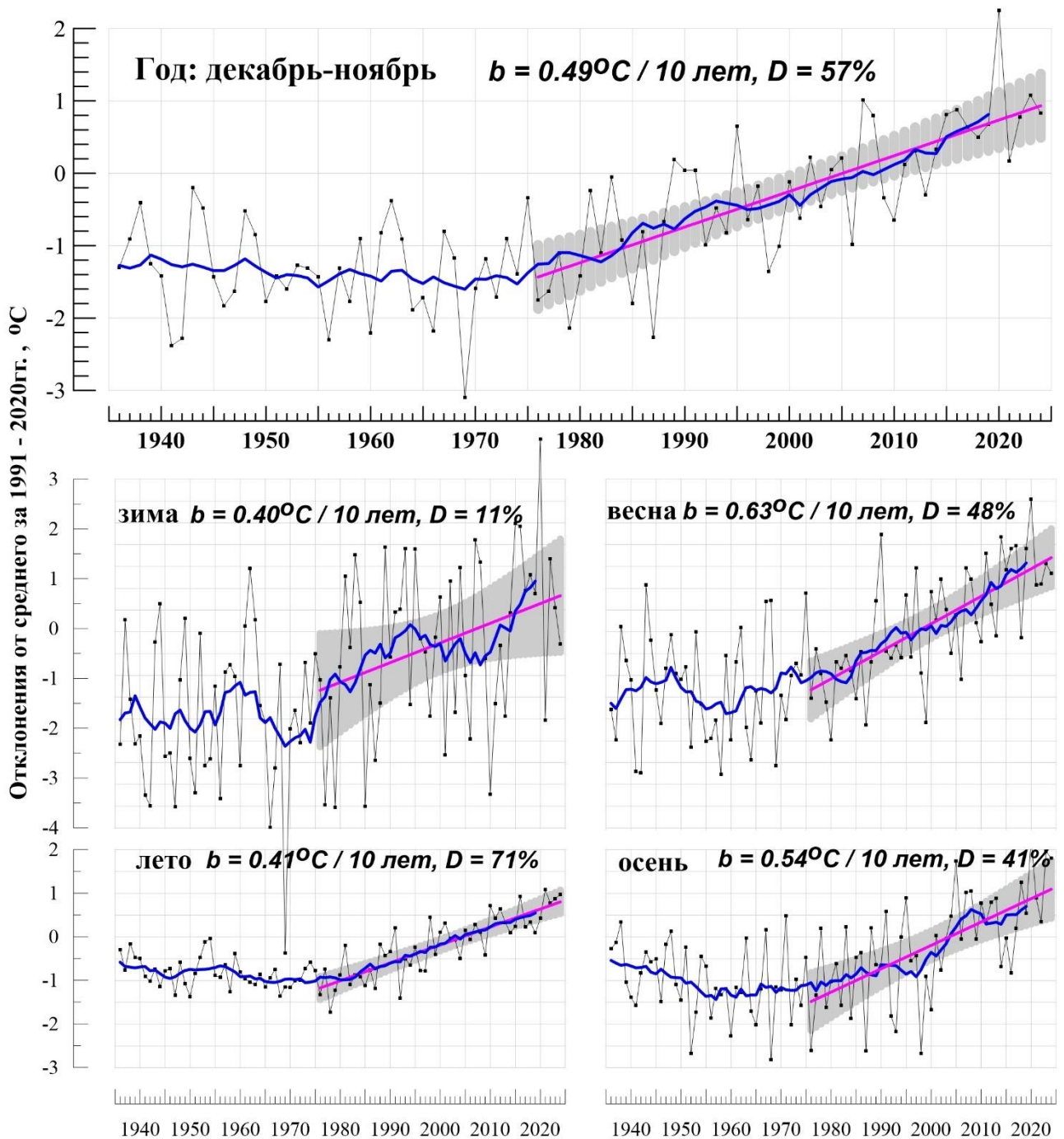


Рисунок 3.1 - Средние годовые и сезонные аномалии температуры приземного воздуха ($^{\circ}\text{C}$), осредненные по территории РФ, 1936-2024 гг.

Аномалии рассчитаны как отклонения от среднего 1991-2020 гг. Показаны также 11-летнее скользящее среднее, линейный тренд за 1976-2023 гг. с 95%-й доверительной полосой.

Таблица 3.1

Оценки линейного тренда средних за год и сезоны аномалий температуры приземного воздуха и атмосферных осадков, осредненных по территории России, за 1976-2024 гг.,

b – коэффициент линейного тренда, $D\%$ - вклад тренда в дисперсию

Период осреднения	температура		осадки		
	b , °C/10 лет	$D\%$	b мм/мес/10 лет	b %/10 лет	$D\%$
Год	0,49	57	0,7	1,8	38
Зима	0,40	11	0,6	2,6	18
Весна	0,63	48	1,5	5,1	41
Лето	0,41	71	0,1	0,2	0
Осень	0,54	41	0,7	1,5	8

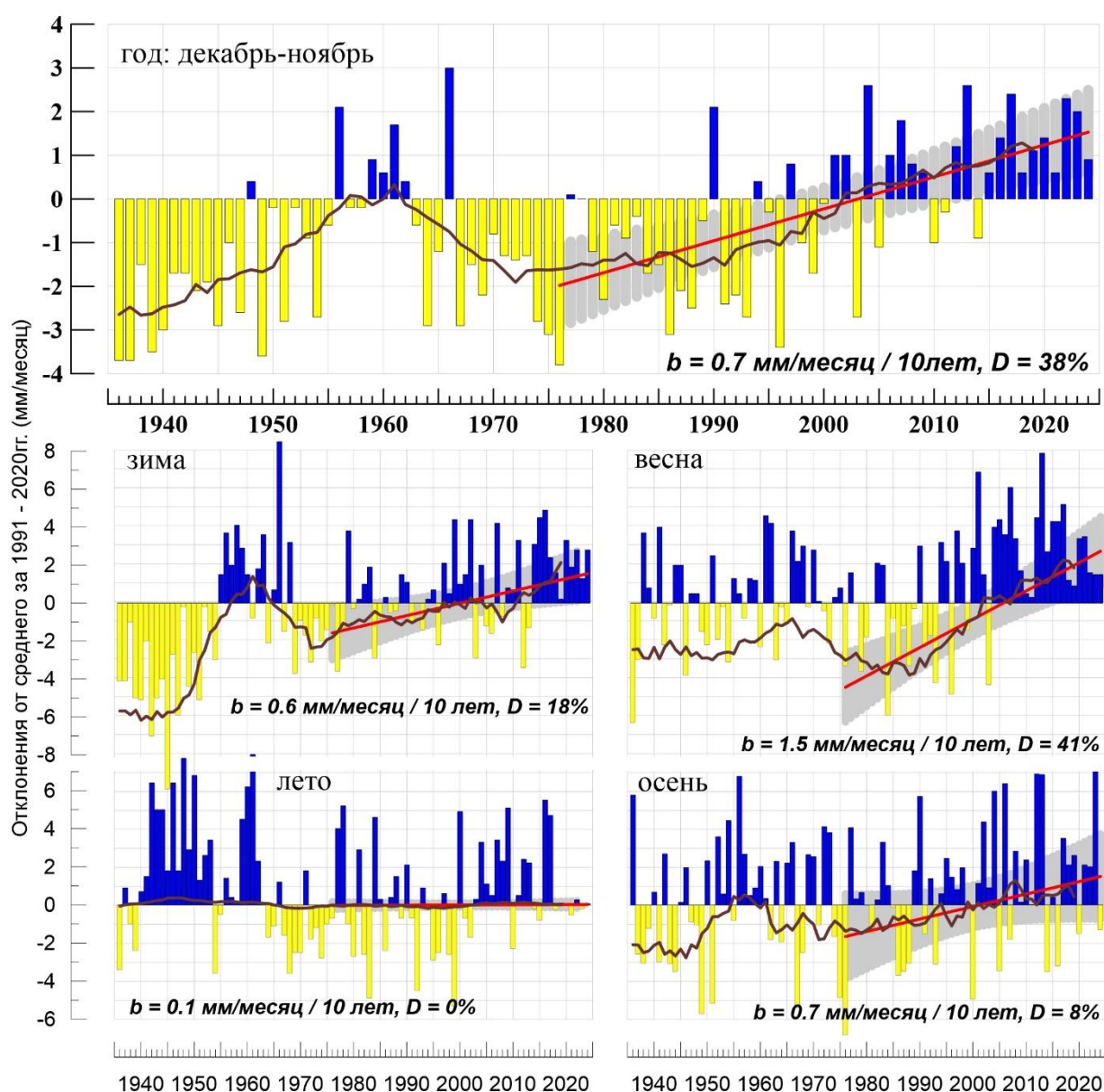


Рисунок 3.2 – Средние годовые и средние сезонные аномалии месячных сумм осадков (мм/месяц), осредненные по территории РФ, 1936 – 2024 гг. (Условные обозначения на рис.3.1)

На рисунках 3.3 и 3.4 представлено географическое распределение коэффициентов линейных трендов температуры приземного воздуха и атмосферных осадков на территории России для 2024 года в целом и для сезонов года. Оценки получены по станционным временным рядам сезонных аномалий за 1976-2024 гг. в точках расположения станций и затем картированы.

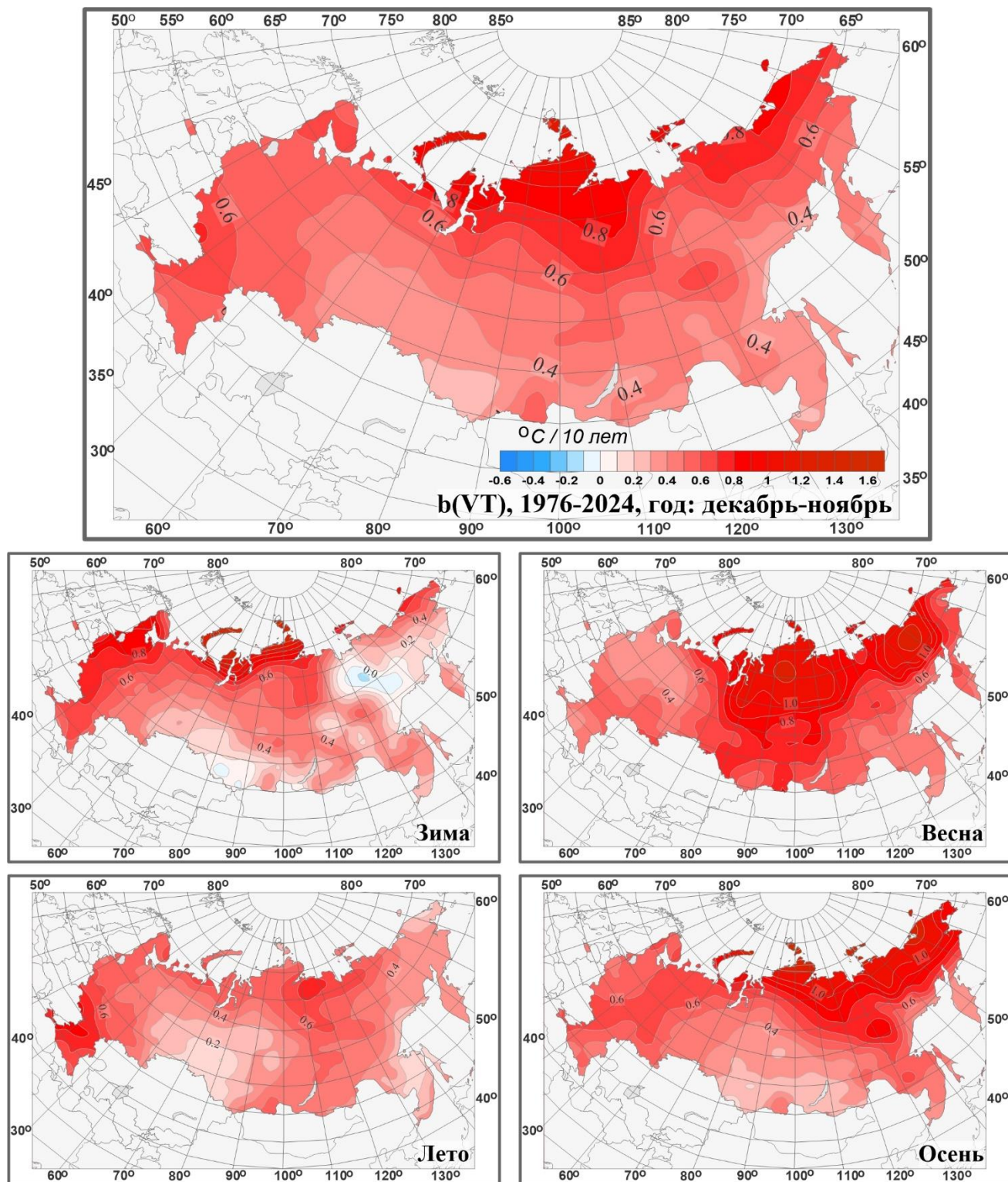


Рисунок 3.3 - Средняя скорость изменения среднегодовой и средних сезонных температур приземного воздуха на территории России по данным наблюдений за 1976-2024 гг. (в °C/10 лет)

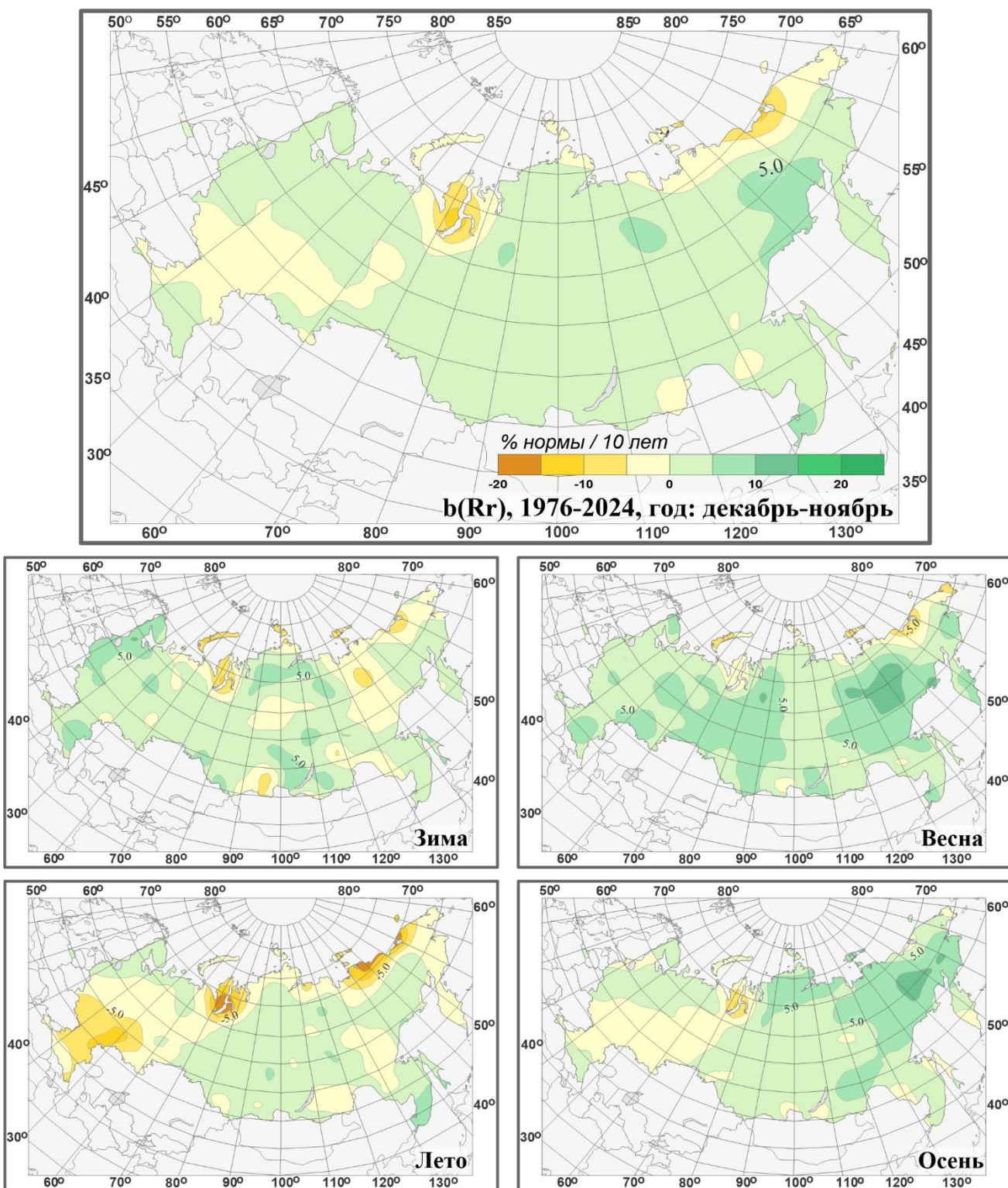


Рисунок 3.4 - Пространственные распределения локальных коэффициентов линейного тренда атмосферных осадков за 1976-2024 гг. на территории России (% / 10 лет), в среднем за год и по сезонам.

Тенденции климатических изменений температуры, наблюдавшиеся в предыдущие годы, в основном сохраняются; среднегодовые, весенние и осенние температуры растут на всей территории РФ.

В среднем по территории России, тренд средних годовых температур составляет $+0,50^{\circ}\text{C}/10$ лет, вклад тренда в дисперсию составляет 55%.

Наиболее интенсивное потепление наблюдается весной, особенно, в Средней Сибири (до $+1,4^{\circ}\text{C}/10$ лет) и на Чукотке (до $+1,3^{\circ}\text{C}/10$ лет), а также осенью, особенно, в Восточной Сибири (до $+1,4^{\circ}\text{C}/10$ лет) и на островах Северной Земли (до $+1,9^{\circ}\text{C}/10$ лет). Зимой и летом наибольшая скорость потепления прослеживается на ЕЧР (до $+0,9^{\circ}\text{C}/10$ лет – зимой, $+0,6-0,9^{\circ}\text{C}/10$ лет - летом).

Зимой потепление значительно слабее. Выраженное потепление происходит в ЕЧР, на арктическом побережье от Кольского п-ова до дельты Лены, на Чукотке, в Приамурье и Приморье.

Тенденция к похолоданию (до $-0,2^{\circ}\text{C}/10$ лет) по-прежнему отмечается зимой в южных районах АЧР и на востоке Якутии. Зимой тренды значимы лишь для СЗФО, ЦФО, ЮФО и СКФО.

Следует отметить, что с середины 1990-х гг. зимние температуры убывали (хотя приблизительно с 2007 года видна тенденция к их росту) – это видно из формы сглаженной кривой на рис. 3.1. Хотя линейный тренд зимой за 1976-2024 гг. положительный, он не значим на 1%-ом уровне.

Тем не менее, рост среднегодовых, весенних, летних и осенних температур очевидно продолжается и значим на уровне 1%.

В целом за год по России осадки растут. Тренд среднегодовых осадков за 1976-2024 гг., в среднем по России, составляет $1,8\%/10$ лет и описывает 38% межгодовой изменчивости. Во все сезоны осадки последних 15 лет заметно превышают осадки 1970-90-х гг.

Количество осадков на территории РФ растет в основном за счет весеннего сезона ($5,1\%/10$ лет, вклад в дисперсию ряда 41%) и зимы ($2,7\%/10$ лет, вклад в дисперсию 18%), однако тренды значительно менее выражены, чем для температуры. Летом и осенью тренд осадков в целом по России незначим.

Пространственные распределения тренда за период 1976 – 2024 гг. указывают на наличие слабой тенденции к увеличению годовых сумм осадков на территории РФ (кроме центра ЕЧР, района Обской губы, побережья Восточно-Сибирского и Чукотского морей). Годовой тренд осадков на большей части территории России составляет от 0 до $+5\%/10$ лет и лишь в отдельных районах ДФО - более $+5\%/10$ лет.

Тенденция к убыванию годовых осадков отмечается в ЕЧР (незначительное убывание: менее $-5\%/10$ лет), в районе Обской губы, вдоль побережья Восточно-Сибирского и Чукотского морей (убывание около $-5\%/10$ лет).

Наиболее заметна тенденция к росту осадков (со скоростью 5-10% нормы за 10 лет) **весной** на юге ЕЧР, в Западной и Средней Сибири, в дальневосточных регионах России; **зимой** - на северо-западе ЕЧР, на севере Средней Сибири, в районе Байкала; **летом** – в Приморье, **осенью** – в дальневосточных регионах России.

Значительные по площади области с тенденцией к некоторому уменьшению (до $-10\%/10$ лет) выделяются для **зимних** осадков на Новой Земле, в районе Обской губы, в Якутии, на побережье Восточносибирского моря; **летом** - в ЕЧР, на азиатском побережье Северного Ледовитого океана. **Осенью** уменьшение осадков (до $-5\%/10$ лет) просматривается в центре и

на юге ЕЧР, в Западной Сибири.

4. ИЗМЕНЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ И ОСАДКОВ В РЕГИОНАХ РОССИИ, 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 ($^{\circ}\text{C}$) и месячных сумм осадков (мм/месяц) за 1936 – 2024 гг. На всех рисунках показаны линейные тренды за 1976-2024 гг., рассчитанные методом наименьших квадратов. В таблицах 4.1 - 4.3 приведены оценки линейных трендов регионально осредненных значений температуры и осадков за 1976-2024 гг. для физико-географических регионов и федеральных округов РФ.

Температура воздуха.

В среднем по территории России, тренд средних годовых температур составляет $+0,49^{\circ}\text{C}/10$ лет, вклад тренда в дисперсию составляет 57%. Наиболее интенсивное потепление наблюдается в регионе в регионе Восточная Сибирь ($+0,53^{\circ}\text{C}/10$ лет, в основном, за счет весны и осени), регионе Средняя Сибирь ($+0,55^{\circ}\text{C}/10$ лет, в основном, за счет весны), в Европейской части России ($+0,54^{\circ}\text{C}/10$ лет, за счет всех сезонов); а из федеральных округов: *зимой* – в Северо-Западном ФО ($0,74^{\circ}\text{C}/10$ лет), Центральном ФО ($0,72^{\circ}\text{C}/10$ лет), Южном ФО ($0,62^{\circ}\text{C}/10$ лет), *весной* - в Уральском ФО ($0,71^{\circ}\text{C}/10$ лет), в Сибирском ФО ($0,76^{\circ}\text{C}/10$ лет), в Дальневосточном ФО ($0,66^{\circ}\text{C}/10$ лет), *летом* - в Южном ФО ($0,73^{\circ}\text{C}/10$ лет) и в Северо-Кавказском ФО ($0,62^{\circ}\text{C}/10$ лет), и *осенью* - в Дальневосточном ФО ($0,63^{\circ}\text{C}/10$ лет), в Северо-Западном ФО ($0,59^{\circ}\text{C}/10$ лет), в Центральном ФО ($0,59^{\circ}\text{C}/10$ лет).

Наиболее быстрый рост наблюдается весной ($0,63^{\circ}\text{C}/10$ лет), но на фоне межгодовых колебаний тренд больше всего выделяется летом (71% суммарной дисперсии). Зимой рост температуры наблюдался до середины 1990-х гг. и видна тенденция к увеличению роста с середины 2000-х.

Температура за 1976-2024 гг. растет во всех регионах в среднем за год и во все сезоны. Тренды среднегодовой температуры значимы во всех регионах. Зимние тренды температуры незначимы (на 5% уровне) для большинства регионов; а осенью незначимые тренды отмечаются: в Западной Сибири.

В некоторых регионах азиатской части страны после середины 1990-х гг. наблюдалось замедление роста среднегодовой температуры и даже относительное похолодание (рис. 4.1); однако после 2000 г. потепление возобновилось (в Прибайкалье и Забайкалье потепление возобновилось лишь после 2010 г.).

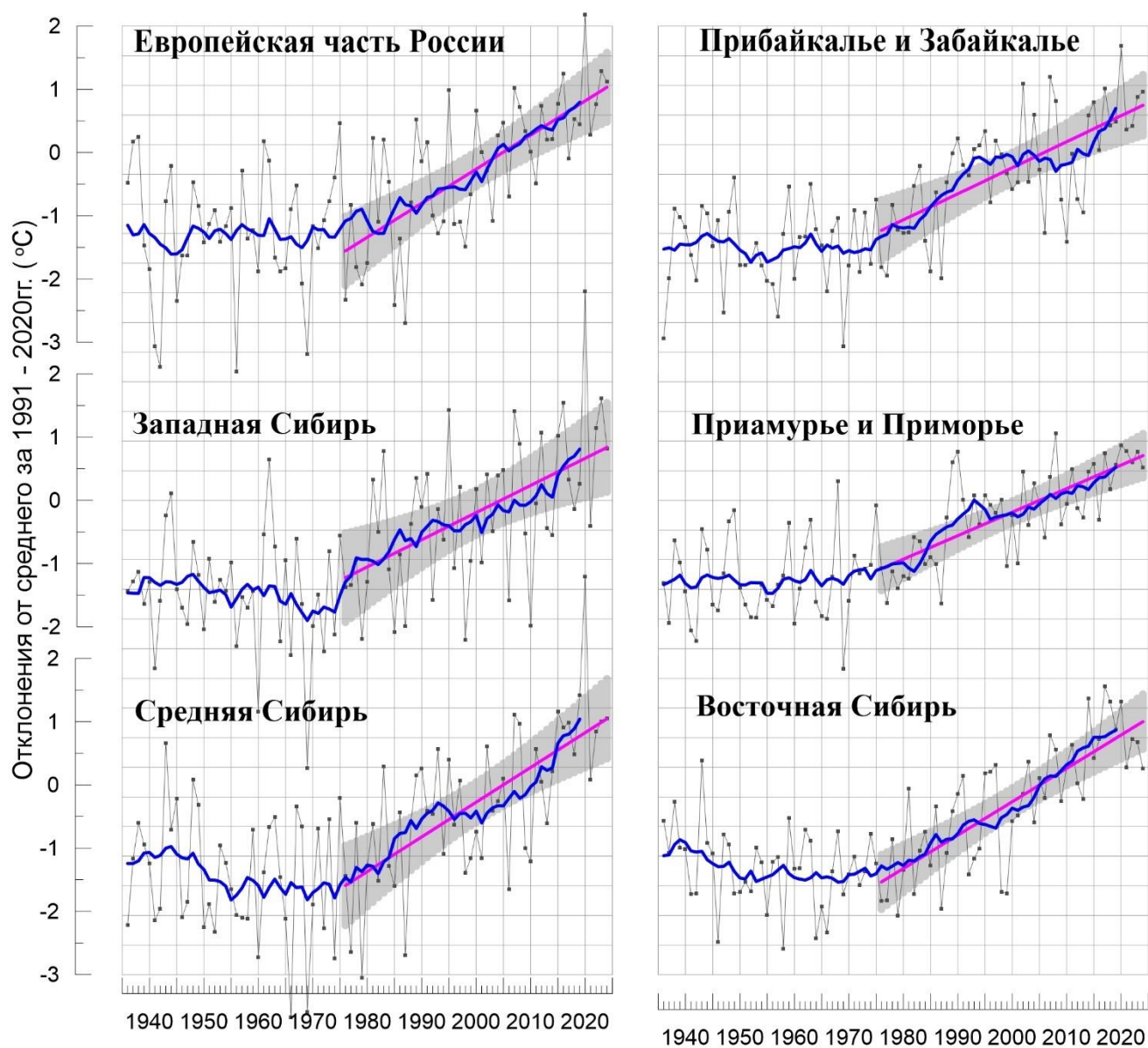


Рисунок 4.1. - Годовые аномалии температуры приземного воздуха (°C) для регионов России за 1936-2024 гг.

Аномалии рассчитаны как отклонения от среднего 1991-2020 гг. Показаны также 11- летнее скользящее среднее, линейный тренд за 1976-2024 гг. с 95%-й доверительной полосой.

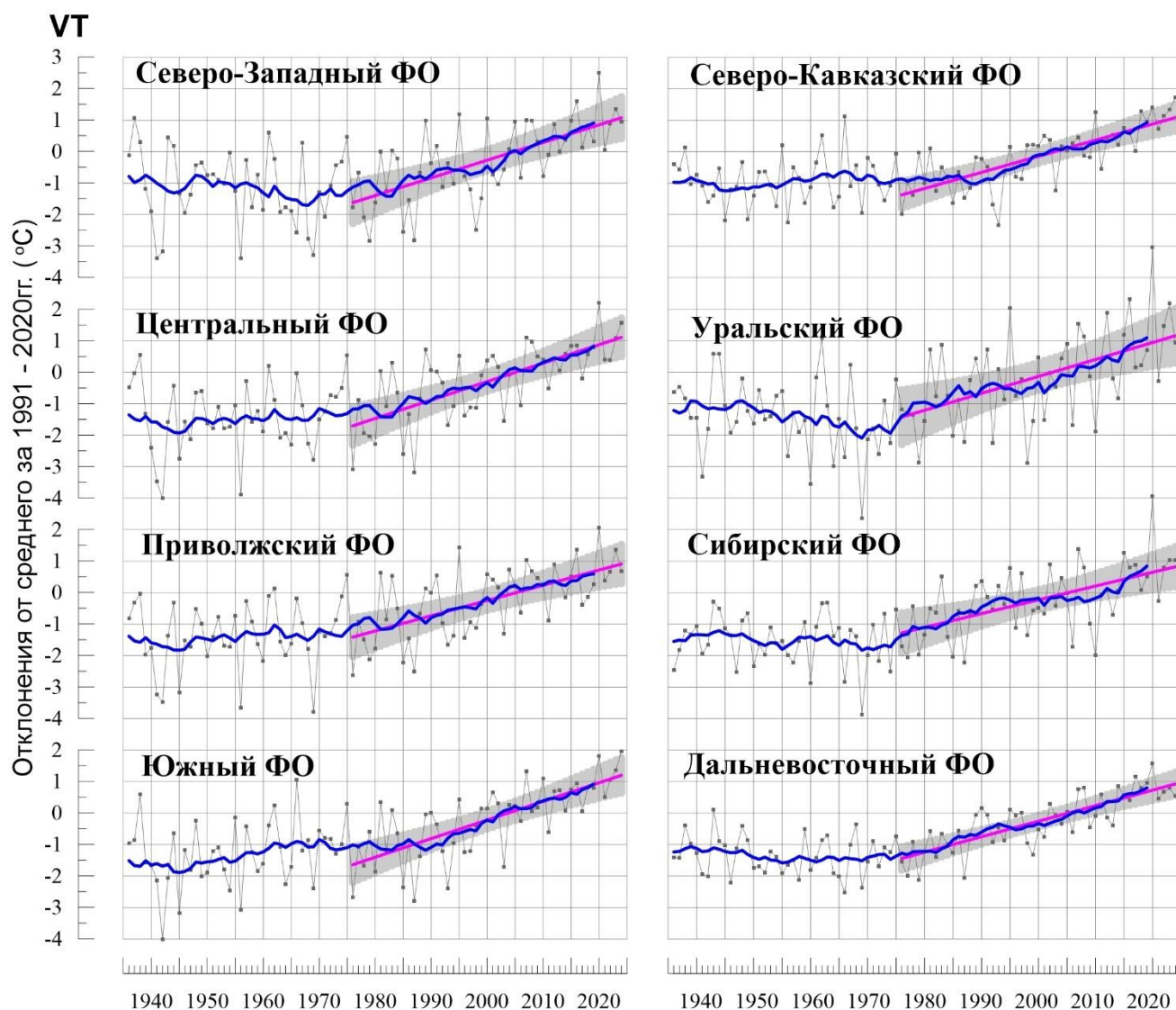


Рисунок 4.2. - Годовые аномалии температуры приземного воздуха (°C) для федеральных округов РФ за 1936-2024 гг. Условные обозначения на рис.4.1

Атмосферные осадки

Почти во всех регионах после максимума в 1950-60-х гг. наблюдалось уменьшение годовых осадков (рис. 4.4 - 4.6), которое сменилось ростом с 1970-90 гг., в зависимости от региона. Рост годовых осадков в последние десятилетия не отмечается лишь в Приволжском ФО (-0,7 %/10 лет), а также в Центральном и в Южном ФО (где тренды близки к нулю). Однако тренды годовых осадков за 1976- 2024 гг. значимы лишь для Средней Сибири и для Азиатской части в целом, а также Сибирского и Дальневосточного ФО. Наиболее заметен рост годовых сумм осадков в регионе Средняя Сибирь (тренд 3,5% / 10 лет описывает 38% межгодовой изменчивости).

Из сезонов наибольший рост осадков, значимый во многих регионах, наблюдается весной (во всех регионах весенний тренд положителен). Летние осадки убывают в ЕЧР (в целом и во всех федеральных округах кроме СЗФО) и в Восточной Сибири. В Западной Сибири и Средней Сибири осадки растут весной; в Восточной Сибири – весной и осенью (значимо).

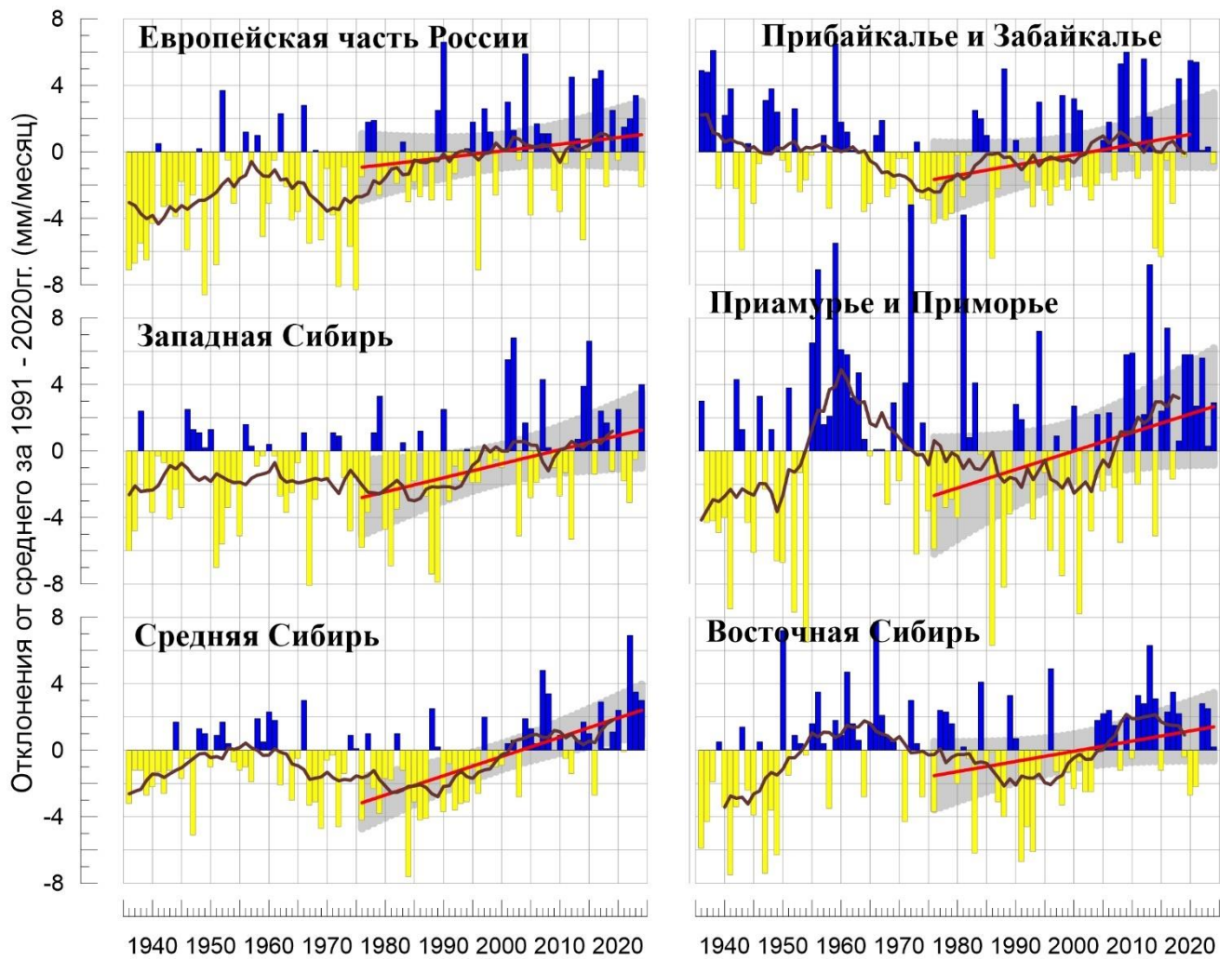


Рисунок 4.4. - Годовые аномалии месячных сумм осадков (мм/месяц), для регионов России за 1936-2024 гг. Условные обозначения на рис.4.1

Таблица 4.1

Оценки линейного тренда среднегодовой (декабрь - ноябрь) температуры приземного воздуха, осредненной по территории России, ее физико-географических регионов и Федеральных округов за 1976-2024 гг., b , °C/10 лет – коэффициент линейного тренда, $D\%$ - вклад тренда в дисперсию

Регион	Год (д-н)		Зима		Весна		Лето		Осень	
	b	$D\%$	b	$D\%$	b	$D\%$	b	$D\%$	b	$D\%$
Россия	0,49	57	0,40	11	0,63	48	0,41	71	0,51	41
Физико-географические регионы России										
Европейская часть РФ	0,54	50	0,63	16	0,45	28	0,52	43	0,57	37
Азиатская часть РФ	0,48	54	0,31	7	0,70	47	0,37	71	0,53	35
Западная Сибирь	0,43	28	0,33	3	0,72	31	0,28	19	0,39	12
Средняя Сибирь	0,55	44	0,40	5	0,79	40	0,47	55	0,55	20
Прибайкалье и Забайкалье	0,41	43	0,28	5	0,61	35	0,45	51	0,31	14
Приамурье и Приморье	0,37	55	0,33	10	0,44	30	0,25	26	0,47	36
Восточная Сибирь	0,53	61	0,22	6	0,75	45	0,39	53	0,75	51
Федеральные округа РФ										
Северо-Западный	0,56	43	0,74	14	0,44	19	0,48	38	0,59	30
Центральный	0,59	49	0,72	17	0,44	22	0,60	39	0,59	35
Приволжский	0,48	39	0,46	7	0,48	22	0,43	22	0,56	29
Южный	0,59	54	0,62	21	0,48	28	0,73	56	0,54	31
Северно-Кавказский	0,51	60	0,54	28	0,40	32	0,62	59	0,47	29
Уральский	0,49	29	0,46	5	0,71	25	0,33	18	0,48	15
Сибирский	0,44	33	0,30	3	0,76	40	0,34	43	0,34	10
Дальневосточный	0,49	65	0,28	12	0,66	46	0,40	65	0,63	52

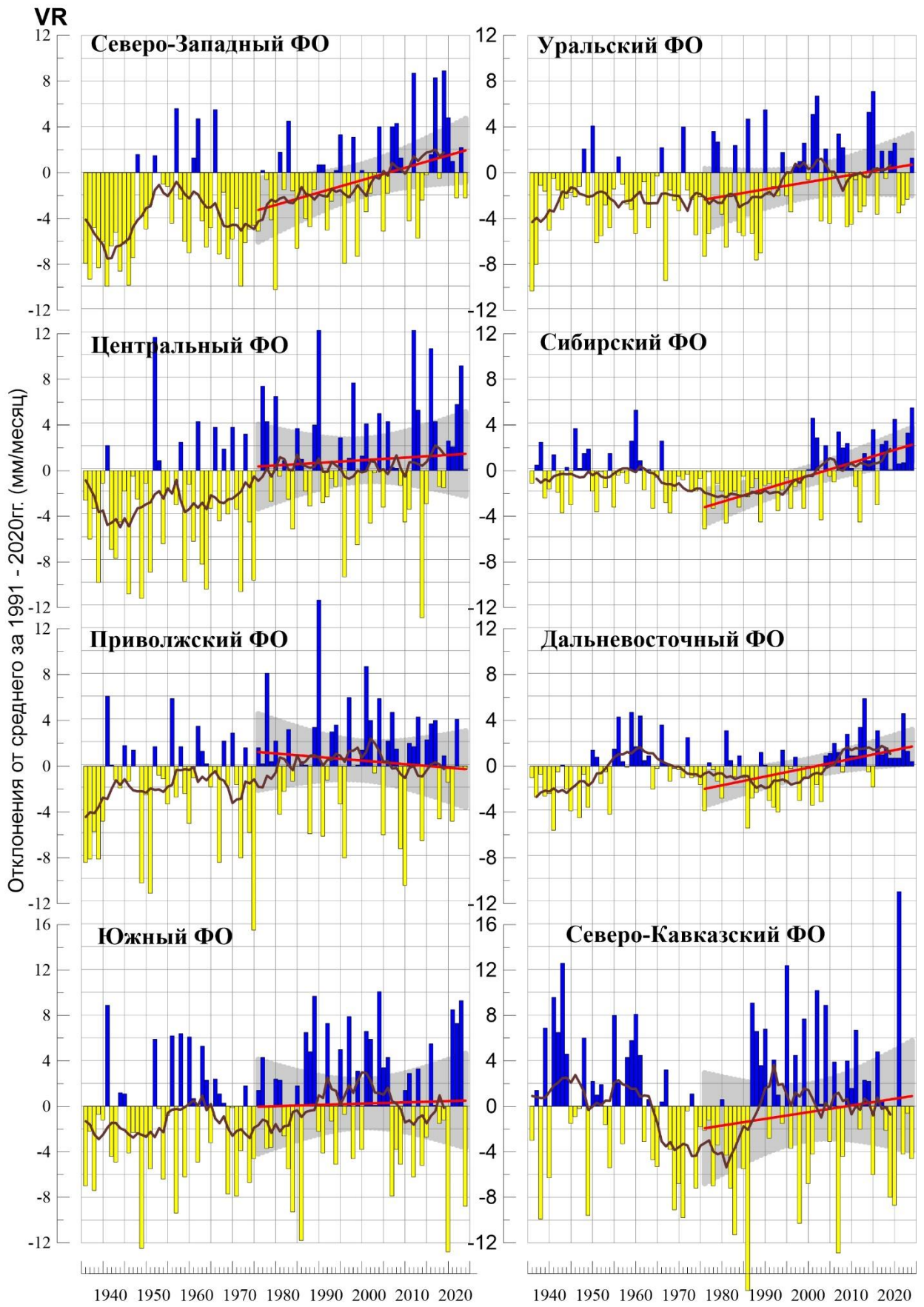


Рисунок 4.5. - Годовые аномалии месячных сумм осадков (мм/месяц) для федеральных округов РФ за 1936-2024 гг. Условные обозначения на рис.4.1

Таблица 4.2

Оценки линейного тренда осредненных за год (декабрь-ноябрь) и по сезонам регионально осредненных месячных сумм атмосферных осадков для регионов России за 1976-2024 гг.:

b , % /10 лет – коэффициент линейного тренда, $D\%$ - вклад тренда в дисперсию

Регион	Год (д-н)		Зима		Весна		Лето		Осень	
	b	$D\%$	b	$D\%$	b	$D\%$	b	$D\%$	b	$D\%$
Россия	1,8	37	2,7	18	5,1	41	0,2	0	1,5	8
Физико-географические регионы России										
Европейская часть РФ	0,8	4	3,6	16	4,2	18	-2,4	7	0,2	0
Азиатская часть РФ	2,3	47	2,0	9	5,7	44	1,1	8	2,2	18
Западная Сибирь	2,0	13	2,7	5	6,1	26	1,0	1	0,4	0
Средняя Сибирь	3,5	38	2,9	8	6,2	45	2,7	9	3,4	17
Прибайкалье и Забайкалье	1,7	7	4,4	14	2,9	5	0,8	1	2,9	7
Приамурье и Приморье	2,1	10	2,5	2	5,0	13	2,3	4	-0,5	0
Восточная Сибирь	1,9	9	-1,0	1	6,7	29	-1,5	2	4,8	23
Федеральные округа РФ										
Северо-Западный	2,1	13	4,6	20	3,7	13	0,8	0	1,4	2
Центральный	0,4	0	4,5	10	4,3	9	-4,5	9	0,4	0
Приволжский	-0,7	1	1,9	2	4,3	9	-5,1	10	-2,0	2
Южный	0,2	0	1,8	2	3,8	5	-3,5	6	0,4	0
Северно-Кавказский	1,4	2	4,4	6	5,3	8	-2,1	2	1,6	1
Уральский	1,5	5	2,1	3	6,2	25	0,1	0	-0,6	0
Сибирский	3,0	37	3,2	11	5,1	22	2,3	14	2,3	10
Дальневосточный	2,0	23	0,9	1	5,8	39	0,8	1	2,8	21

5. ОЦЕНКИ ЭКСТРЕМАЛЬНОСТИ И АНОМАЛЬНОСТИ КЛИМАТА РОССИИ, 1936-2024 гг.

В разделе приведены временные ряды индексов экстремальности и аномальности для года 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 не превышения $\leq 20\%$, $\geq 80\%$), а также экстремальными (абсолютная величина превосходит 2σ) аномалиями температуры.

Температура. До середины 1980-х гг. (рис. 5.1) преобладали отрицательные аномалии температуры, а затем, с начала 1990-х – положительные. В 2024 г. доля площади под крупными положительными аномалиями температуры составила 87% (ранг 7). Максимальная величина площади с крупными положительными аномалиями наблюдалась в 2020 г. (99%) в ряду. Тренд площади под крупными положительными аномалиями с 1976 г. составил 8,5% площади /10 лет, объясняет 52% дисперсии.

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

С конца 1980-х гг. наблюдается значительный рост доли площади с положительными

экстремумами; за последнее 30-летие не наблюдалось случаев, когда доля площади под отрицательными экстремумами превышала 5%. В 2024 году доля площади, занятая крупными положительными экстремумами, составила 9%. Тренд за период 1976-2024 составляет 2,8% (доля объясненной трендом дисперсии ряда 14%). В 1969 году – 48% площади было занято отрицательными экстремумами (максимальная величина в ряду среди отрицательных экстремумов), а в 2020 -72% площади было занято положительными экстремумами (максимальная величина в ряду среди положительных экстремумов).

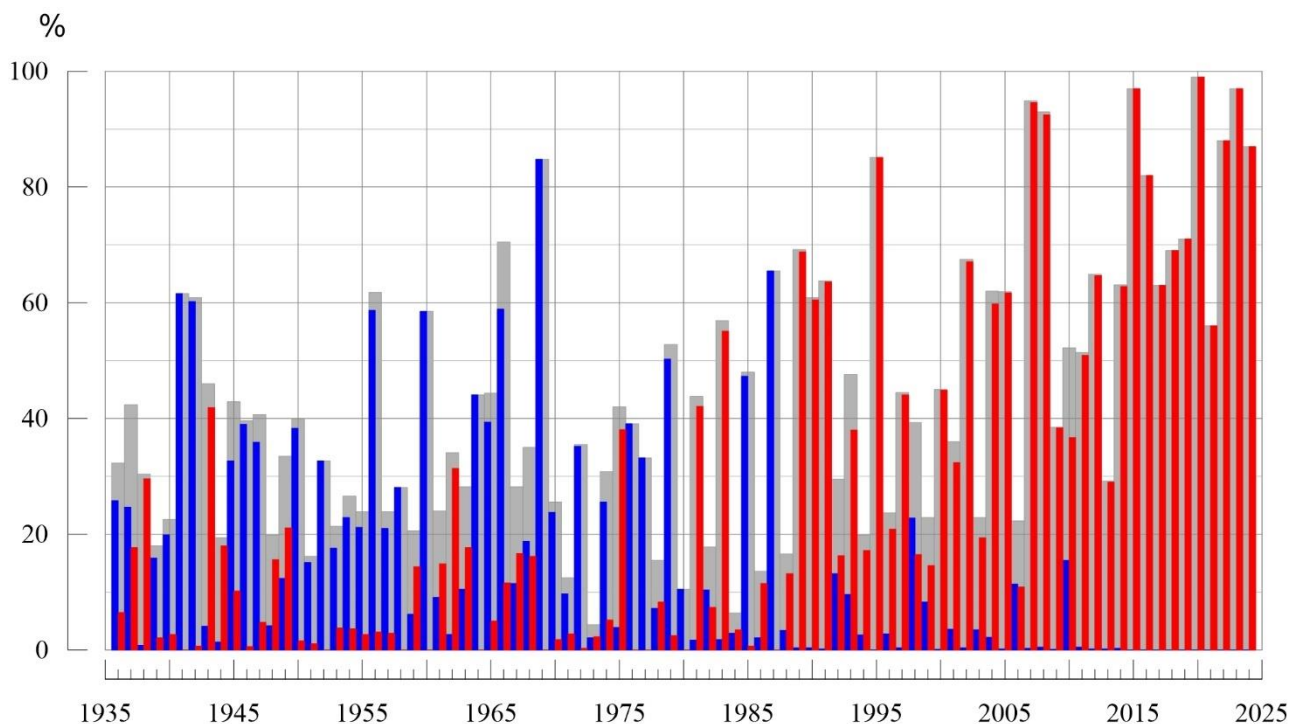


Рисунок 5.1 - Доля площади РФ (в процентах) с крупными годовыми аномалиями температуры, 1936-2024 гг. (год: декабрь 2023 – ноябрь 2024):
■ ниже 20-го перцентиля, ■ выше 80-го перцентиля,
■ суммарная площадь с крупными аномалиями обоих знаков.

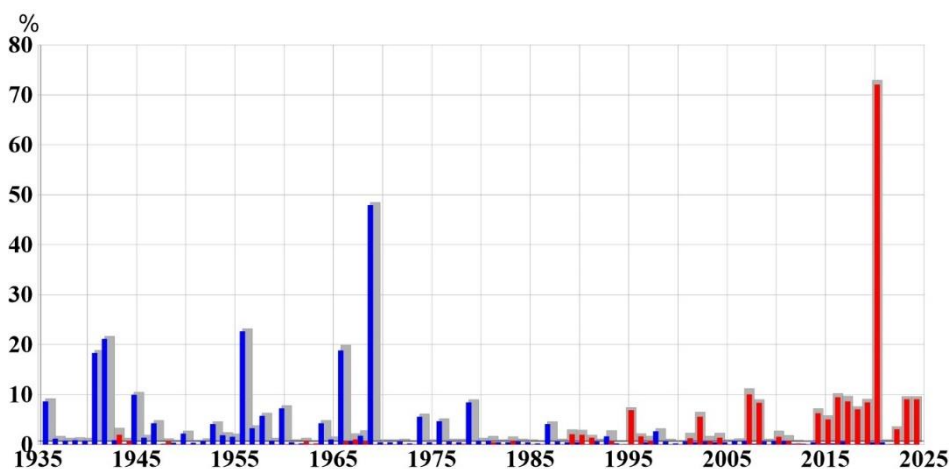


Рисунок 5.2 - Доля площади с экстремальными (годовая нормированная аномалия меньше -2 : синие столбики, больше $+2$: красные столбики; суммарная площадь с этими аномалиями: серые столбики) аномалиями температуры для года в целом для России, 1936-2024 гг. Базовый период для расчета статистик: 1991-2020 гг.

Значение КА (индекса аномальности Багрова) в 2024 году составило 1,1 единиц, максимальное значение (3.3) зафиксировано в 1969 г.

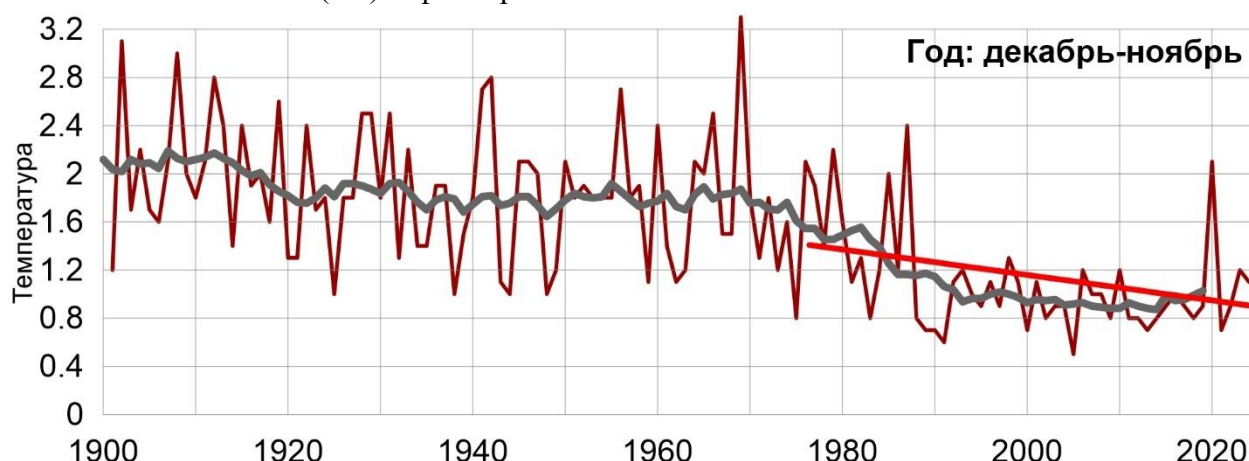


Рисунок 5.3 - Индекс аномальности Багрова (КА) для года в целом для России для температуры, 1886-2024 гг. Показана 11-летняя скользящая средняя и тренд за период 1976-2024 гг.

Осадки. В 2024 г. доля площади с избытком осадков (выше 80-го перцентиля) составила 23% площади страны, площади с дефицитом осадков (ниже 20-го перцентиля) 14% (рис. 5.4). С начала 1990-х гг. наблюдается рост доли площади под аномалиями среднегодовых осадков выше 80 перцентиля (тренд за период 1976-2024 составляет +3,1%/10 лет, доля объясненной трендом дисперсии ряда 34%) и уменьшение площади под аномалиями среднегодовых осадков ниже 20 перцентиля (тренд за период 1976-2024 составляет -1,7%/10 лет, доля объясненной трендом дисперсии ряда 16%).

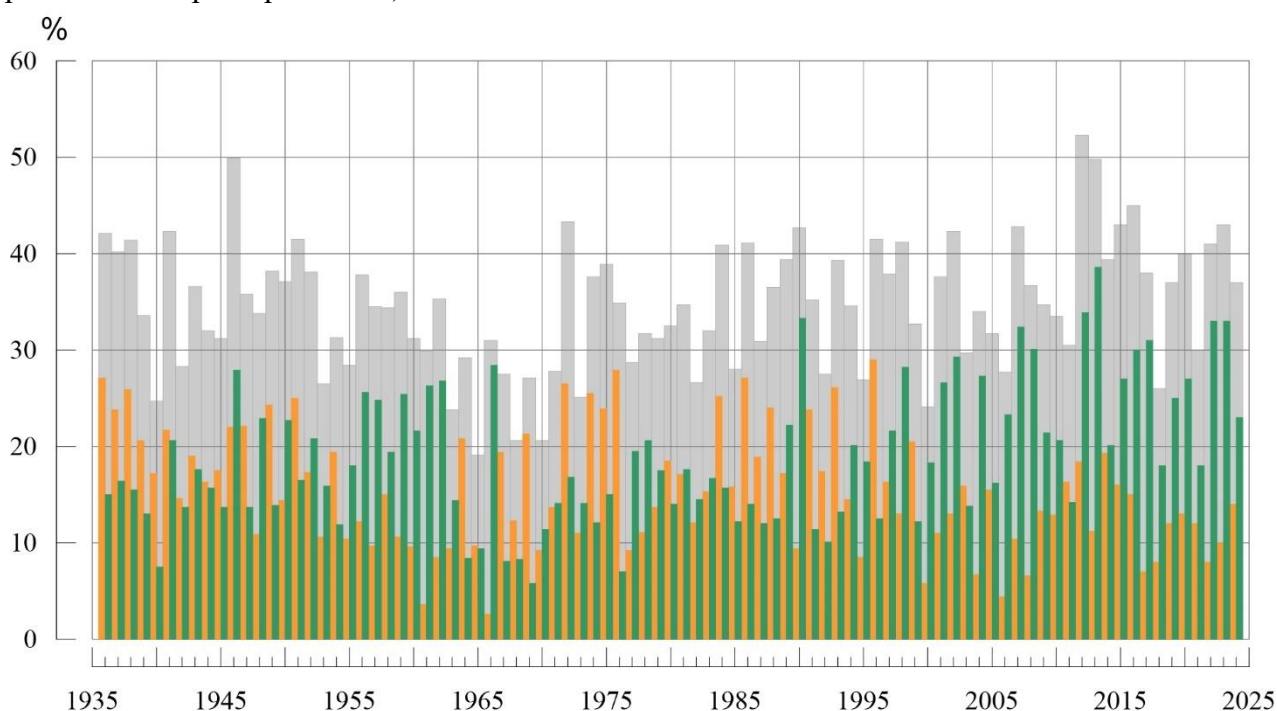


Рисунок 5.4 - Доля площади РФ (в процентах) с крупными годовыми аномалиями осадков, 1936-2024 гг. (год: декабрь 2023 – ноябрь 2024):
■ ниже 20-го перцентиля, ■ выше 80-го перцентиля,
■ суммарная площадь с крупными аномалиями обоих знаков.

ВЫВОДЫ

1. В целом для Земного шара и для Северного полушария средние годовые аномалии составили: $0,517^{\circ}\text{C}$ и $+0,760^{\circ}\text{C}$ – рекордные величины в рядах наблюдений с 1850 года, значение аномалий температуры немного выше, ожидаемых значений при потеплении: отклонение от линейного тренда $+0,163^{\circ}\text{C}$ и $+0,155^{\circ}\text{C}$ соответственно.

2. Для России в целом среднегодовая аномалия температуры составила $+0,83^{\circ}\text{C}$ – пятая величина в ранжированном по убыванию ряду наблюдений. Экстремальные условия (95%-е экстремумы на станциях) сложились на западе ЕЧР ($1,12^{\circ}\text{C}$ – ранг 4), в СФО ($1,03^{\circ}\text{C}$ – ранг 4), на юге ДФО.

3. В 2024 г. доля площади под крупными положительными аномалиями температуры (выше 80 перцентиля) составила 87% (ранг 7); а доля площади, занятая положительными экстремумами (больше двух стандартных отклонений), составила 9%, величина индекса аномальности Багрова (КА) составила 1,1.

4. Из сезонов в целом особо выделяются лето ($0,97^{\circ}\text{C}$ – ранг 2) и осень ($1,80^{\circ}\text{C}$ – ранг 3). Весной очень тепло в ДФО ($1,52^{\circ}\text{C}$ – ранг 5).

5. Летом ($0,97^{\circ}\text{C}$ – ранг 2) наиболее теплые условия (95%-е экстремумы на станциях) сложились на западе ЕЧР ($1,456^{\circ}\text{C}$ – ранг 7) и в СФО ($1,67^{\circ}\text{C}$ – ранг 1). Температуры ниже нормы отмечались в основном на востоке ДФО (аномалии $-2,4^{\circ}\text{C}$).

6. Осенью ($1,80^{\circ}\text{C}$ – ранг 3) наиболее теплые условия (95%-е экстремумы на станциях) сложились 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.

7. Зимой 2023/24 гг. ($-0,31^{\circ}\text{C}$) 5%-е экстремумы отмечались на ряде станций ДФО на побережье Охотского моря, кроме того, температуры ниже климатической нормы наблюдались на северо-западе, в центре и на юго-востоке ЕЧР. Температуры выше климатической нормы наблюдались на юге ЕЧР, в центре и на севере Западной и Средней Сибири.

8. Весной температуры выше климатической нормы (с 95%-ми экстремумами на станциях) наблюдались в ЕЧР всюду (кроме северо-востока), а в АЧР – восточнее течения Енисея. Температуры ниже климатической нормы наблюдались от Кольского полуострова и Тиманского кряжа (на западе) до течения Енисея (на востоке) (аномалии до -3°C).

9. Из месяцев очень теплыми в целом по РФ были июнь ($0,92^{\circ}\text{C}$ – ранг 3), июль ($1,20^{\circ}\text{C}$ – ранг 1), сентябрь ($1,35^{\circ}\text{C}$ – ранг 3), ноябрь ($3,13^{\circ}\text{C}$ – ранг 3).

10. В целом по РФ за 2024 год в целом количество выпавших осадков составило 102% нормы (ранг 18-19). Значительный избыток осадков (95%-е экстремумы) наблюдался на юге Западной Сибири (110% – ранг 5), на Алтае, в центре Среднесибирского плоскогорья (в СФО выпало 114% – максимальная величина в ряду). Дефицит осадков (менее 80% нормы) наблюдался на юге ЕЧР (в ЮФО выпало 79% нормы – шестой самый «сухой» год в ряду), в районе Обской губы, в нижнем течении Лены.

11. Из особенностей сезонов следует отметить режим выпадения осадков в ЕЧР: снежная зима (124% – ранг 3), в остальные сезоны преобладал дефицит осадков, весной – особенно в ЮФО (38% – минимальная величина в ряду), летом – особенно в ЮФО (61% – шестое самое

«сухое» лето в ряду), осенью – особенно в ПФО (69% - 11-ая самая «сухая» осень). В АЧР: очень «влажная» весна всюду, кроме Восточной Сибири (116% - третья величина в ряду); осенью избыток осадков в СФО (113% - ранг 5).

12. Летом атмосферные засухи (сильной и средней интенсивности) наблюдались на юге ЕЧР: в ЦФО, ЮФО и СКФО – во все месяцы сезона, в ПФО и в Якутии – в июне-июле.

Началу засух в июне способствовали экстремальные температуры и сильный дефицит осадков в ЕЧР и в Якутии. Дальнейшему развитию засух в июле способствовали, в основном, крупные температурные аномалии, а в августе – в основном, дефицит осадков.

13. Тенденции изменения температуры сохраняются: среднегодовые, весенние и осенние температуры растут на всей территории РФ.

14. Рост среднегодовой температуры (линейный тренд) за 1976-2024 гг. составил в целом по России $0,49^{\circ}\text{C}/10$ лет (вклад в общую изменчивость 57%). Наиболее быстрый рост наблюдается весной ($0,63^{\circ}\text{C}/10$ лет), но на фоне межгодовых колебаний тренд больше всего выделяется летом (71% суммарной дисперсии).

15. Географически наиболее интенсивное потепление наблюдается весной, особенно, в Средней Сибири и на Чукотке, (до $+1,4^{\circ}\text{C}/10$ лет), а также осенью, особенно, в Восточной Сибири и на островах Северной Земли ($+1,9^{\circ}\text{C}/10$ лет). Зимой и летом наибольшая скорость потепления прослеживается на ЕЧР (до $+0,9^{\circ}\text{C}/10$ лет – зимой, $+0,6-0,9^{\circ}\text{C}/10$ лет - летом).

Тенденция к похолоданию (до $-0,2^{\circ}\text{C}/10$ лет) по-прежнему отмечается зимой в южной части Сибири и на востоке Якутии.

16. В целом за год по территории РФ наблюдается рост осадков: тренд годовых сумм осадков за 1976-2024 гг. в среднем по России составляет $1,8\%$ / 10 лет и описывает 38% межгодовой изменчивости. Географическое распределение значений тренда за период 1976 – 2024 г. подтверждает основной вывод о наличии тенденции к увеличению годовых сумм осадков (кроме центра ЕЧР, района Обской губы, побережья Восточно-Сибирского и Чукотского морей).

17. Рост осадков за период 1976-2024 гг. наблюдается во все сезоны и наиболее выражен весной, когда тренд $5,1\%$ / 10 лет объясняет 41% суммарной изменчивости (дисперсии) осадков в этот период. Летний и осенний тренды в целом по России незначимы.

ПРИЛОЖЕНИЕ

Обзор состояния и тенденций
изменения климата на территории
Республики Беларусь

2024 год (декабрь 2023-ноябрь 2024)



ВВЕДЕНИЕ

В настоящем Приложении* приводится информация о состоянии приземного климата (температура приземного воздуха и атмосферные осадки) в 2017 году 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 погодноклиматических 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	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 неперевышения» текущего значения во временном ряду рассматриваемой переменной за некоторый период с 1936 по 2020 гг. (доля значений временного ряда, меньших либо равных текущему значению).

Пространственное осреднение выполняется по стационарным 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

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

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 ячейчных 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).

ОСОБЕННОСТИ ТЕМПЕРАТУРЫ И ОСАДКОВ НА ТЕРРИТОРИИ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ В 2024 г.

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

Таблица 1

Аномалии средней месячной /сезонной / годовой температуры приземного воздуха (°С) на станциях Беларуси в 2024г.

Период	<i>Витебск</i>	<i>Минск</i>	<i>Брест</i>	<i>Пинск</i>	<i>Василевичи</i>	<i>Гомель</i>
	26666	26850	33008	33019	33038	33041
<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
<i>Весна</i>	2,57	1,64	2,53	2,37	1,75	2,07
Март	3,74	2,83	3,07	3,06	2,88	3,35
Апрель	2,58	1,49	2,23	2,51	2,3	2,54
Май	1,4	0,61	2,29	1,54	0,07	0,31
<i>Лето</i>	2,10	1,17	1,69	1,62	1,88	2,29
Июнь	2,10	1,13	1,15	1,39	1,79	2,11
Июль	2,12	1,25	2,09	1,68	2,06	2,69
Август	2,08	1,12	1,82	1,80	1,80	2,06
<i>Осень</i>	-0,10	-0,10	0,05	0,16	0,17	-0,01
Сентябрь	-2,42	-2,49	-2,30	-2,20	-2,51	-2,48
Октябрь	1,79	1,78	2,48	2,39	2,11	1,77
Ноябрь	0,33	0,41	-0,04	0,3	0,92	0,67
<i>Год: дек 2023- ноя 2024</i>	0,88	0,58	1,20	1,09	0,79	1,00

Осадки рассматриваются в форме месячных сумм осадков (мм/месяц). В сезонном и годовом осреднении – это: средняя за сезон (год) месячная сумма осадков, выраженная в мм/месяц. Аномалии осадков рассматриваются в абсолютной шкале (отклонения от соответствующих норм, мм/месяц), или в относительной шкале – в процентах от нормы (%). Под нормой понимается рассматриваемая величина (сезонная или годовая сумма осадков, мм/месяц), осредненная за базовый период, в качестве которого, как и в случае температуры, принят период 1991-2020 гг.

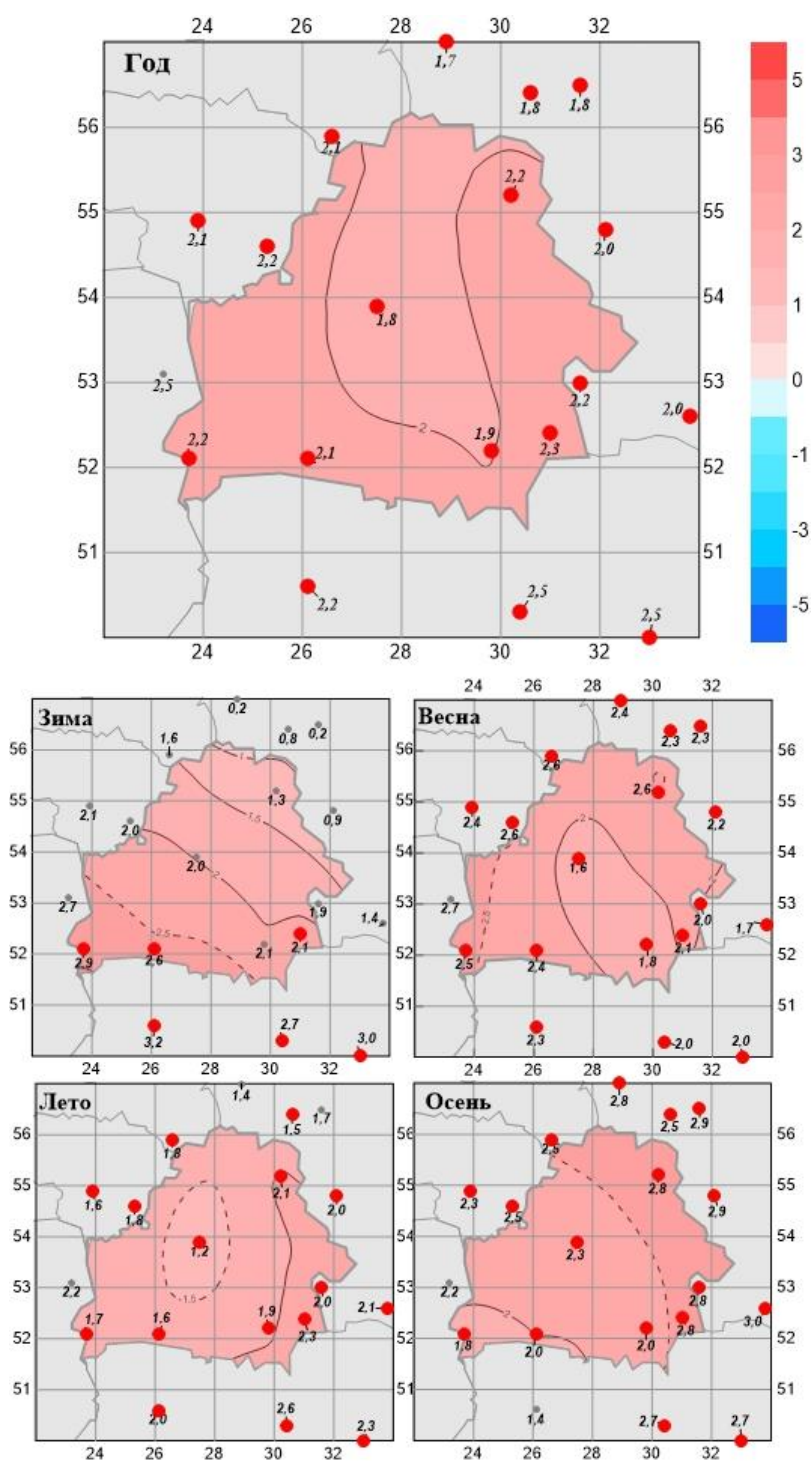


Рисунок 1 - Средняя годовая (декабрь 2023 – ноябрь 2024) и средние сезонные аномалии температуры приземного воздуха (°C) на территории Республики Беларусь.

Таблица 2

Количество осадков, выпавших на станциях Беларуси в 2024 году

а) Сумма осадков за месяц /сезон / год (мм/месяц)

б) Аномалия сумм осадков за месяц /сезон / год (мм/месяц)

	<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 за месяц /сезон / год (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
<i>Весна</i>	51,7	59,3	28,3	39,0	60,0	50,0
Март	30	11	33	30	24	32
Апрель	89	111	45	76	131	103
Май	36	56	7	11	25	15
<i>Лето</i>	95,0	93,0	97,3	77,7	62,3	62,7
Июнь	101	84	130	91	77	110
Июль	148	167	120	107	105	54
Август	36	28	42	35	5	24
<i>Осень</i>	88,7	44,0	52,0	56,7	89,3	87,3
Сентябрь	81	44	85	79	96	91
Октябрь	107	63	48	69	100	103
Ноябрь	78	25	23	22	72	68
<i>Год: декабрь2023- ноябрь2024</i>	76,4	64,1	69,7	64,1	73,7	65,2
б) Аномалия сумм осадков за месяц /сезон / год (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
<i>Весна</i>	3,10	9,00	-17,10	-4,30	11,20	4,60
Март	-14,60	-30,70	0,00	-5,40	-18,40	-4,10
Апрель	51,50	68,00	8,10	40,50	92,70	68,00
Май	-27,50	-10,20	-59,30	-48,00	-40,70	-50,10
<i>Лето</i>	14,5	11,4	29,1	3,4	-12,4	-12,5
Июнь	25,7	6	62,5	17,6	4,7	37,3
Июль	55	69,9	44,2	14,2	10,3	-43,5
Август	-37,1	-41,6	-19,4	-21,7	-52,1	-31,2
<i>Осень</i>	25,6	1,1	6,3	8,7	36,9	35,2
Сентябрь	17,9	-8,5	29,2	26	39,1	38,5
Октябрь	39,3	8,7	5,3	22,7	45	44,2
Ноябрь	19,7	3,2	-15,5	-22,5	26,7	22,9
<i>Год: декабрь2023- ноябрь2024</i>	14,8	7,0	18,3	11,9	18,2	12,6

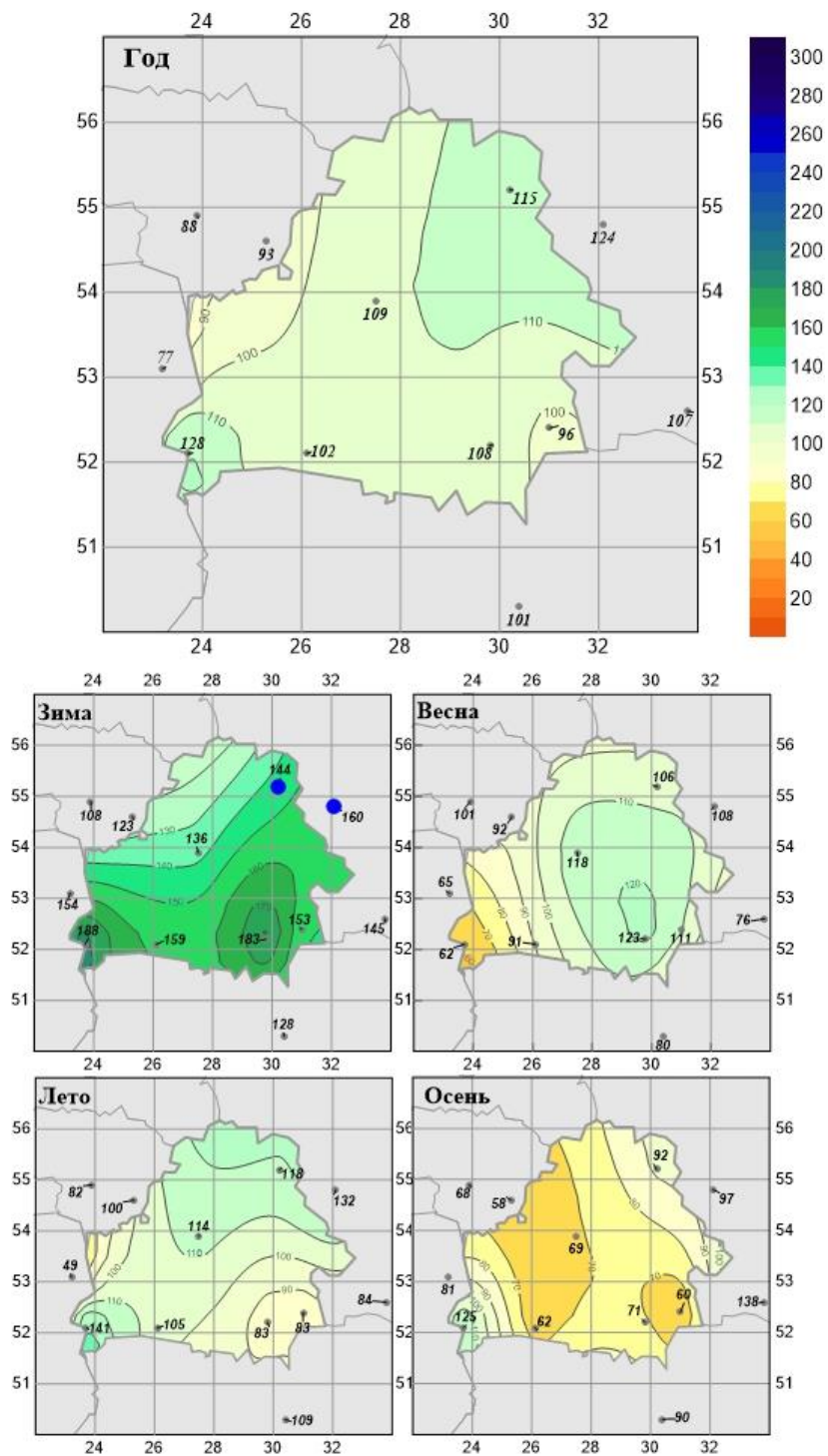


Рисунок 2 - Аномалии годовых (декабрь 2023 – ноябрь 2024) и сезонных сумм осадков (в процентах от нормы) на территории республики Беларусь. Синими кружками показаны станции, осуществились 95% экстремумы выпадения осадков. Цифрами приведены значения аномалий осадков в процентах от нормы на станциях.

В таблице 4 представлены годовые и сезонные аномалии месячных сумм осадков.

Таблица 3.

Средние сезонные аномалии температуры, осредненные по территории Беларуси в 2024 году.

νT (°C)- отклонения от средних за 1991-2020 гг.; R – ранг текущих значений в ряду убывающих осадков за 1936-2024гг.

Сезоны	νT	s	Рекордный год и его аномалия (νt , °C)
Зима	1,88	2,05	1990 (+4,75°C)
Весна	2,15	0,99	2024, 2014(+2,15°C)
Лето	1,86	1,04	2010 (+2,72°C)
Осень	0,01	1,31	2020 (+2,50°C)
Год	2,04	0,84	2024 (+2,04°C)

На рисунке 3 приведены временные ряды пространственно осредненных аномалий средней месячной температуры приземного воздуха (°C) и месячных сумм осадков (мм/месяц) за 1936 – 2024 гг. Показаны линейные тренды за 1976-2024 гг., рассчитанные методом наименьших квадратов.

Таблица 4.

Средние сезонные аномалии месячных сумм осадков, осредненные по территории Беларуси в 2024 году.

νR (мм/месяц)- отклонения от средних за 1991-2020 гг.;

R – ранг текущих значений в ряду убывающих осадков за 1936-2024гг.

Сезоны	νR	s
Зима	23,4	8,2
Весна	1,3	9,1
Лето	0,6	18,4
Осень	17,8	14,7
Год	3,5	6,0

Таблица 5.

Оценки линейного тренда регионально осредненной температуры и осадков для республики Беларусь за 1976-2024гг.

b , °C/10 лет – коэффициент линейного тренда, $D\%$ - вклад тренда в дисперсию

Сезоны	Температура		Осадки	
	$b_{1976-2024}$ °C/10 лет	$D_{1976-2024}$ %	$b_{1976-2024}$ мм/мес/10лет	$D_{1976-2024}$ %
Зима	0,73	19	3,1	26
Весна	0,46	24	1,7	7
Лето	0,70	58	-0,2	0
Осень	0,46	29	1,6	1
Год	0,60	54	0,14	12

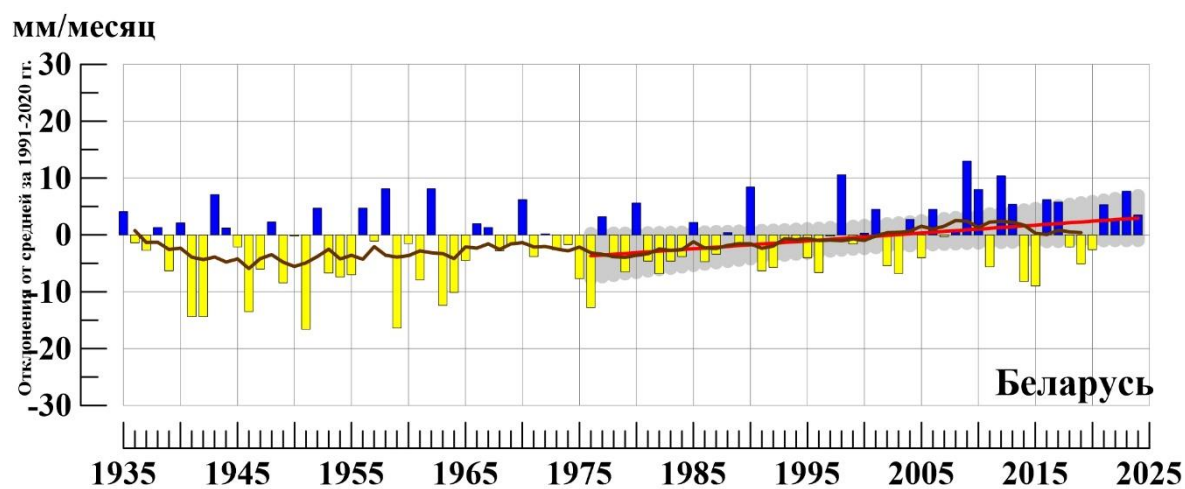
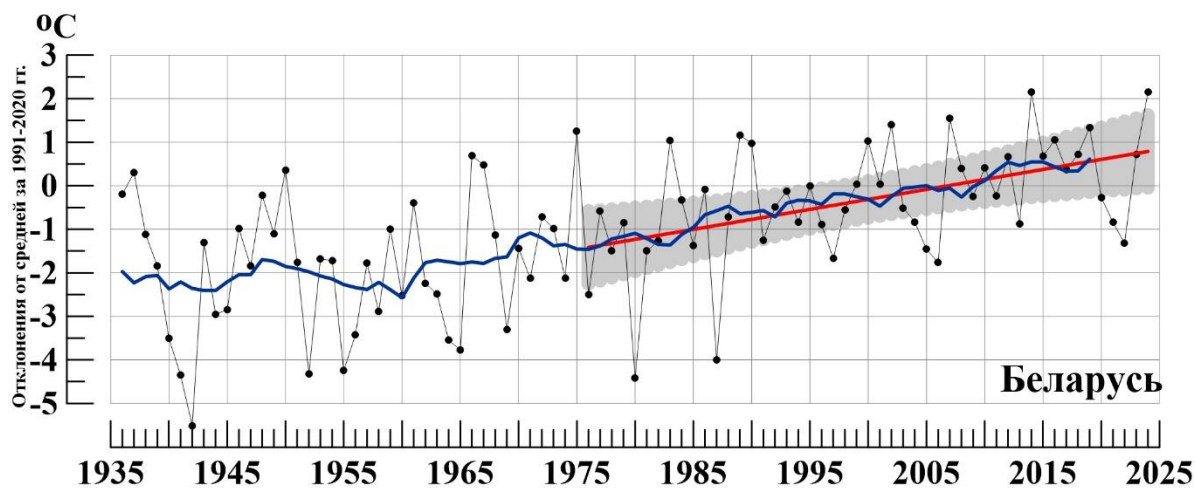


Рисунок 3 - Годовые аномалии температуры приземного воздуха ($^{\circ}\text{C}$) и месячных сумм осадков (мм/месяц), осредненные по территории республики Беларусь.

Показаны 11-летняя скользящая средняя и линейный тренд за период 1976 – 2024 гг. и 95% -я доверительная область для линии тре