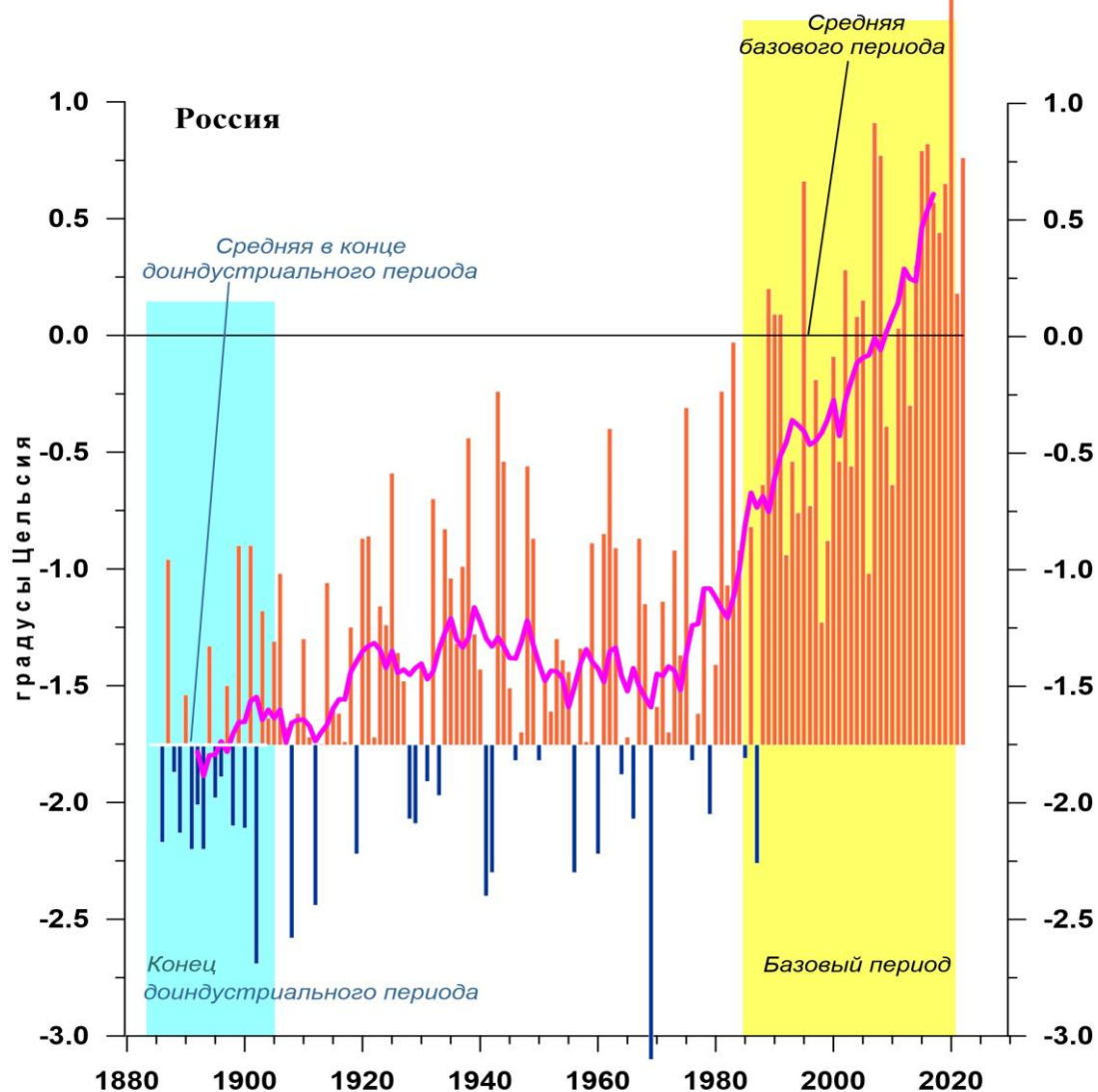


Предварительный

Федеральная служба
по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды

ФГБУ «Институт Глобального климата и экологии»



ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА 2022

ГОД (ДЕКАБРЬ 2021 – НОЯБРЬ 2022)

Обзор состояния и тенденций изменения
климата России



Москва 2022

ОГЛАВЛЕНИЕ¹

ВВЕДЕНИЕ	3
1. ИЗМЕНЕНИЯ СРЕДНЕГОДОВОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ У ПОВЕРХНОСТИ ЗЕМНОГО ШАРА, СЕВЕРНОГО ПОЛУШАРИЯ И РОССИИ ПО ДАННЫМ НАБЛЮДЕНИЙ.....	6
2. КЛИМАТИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ 2022 ГОДА НА ТЕРРИТОРИИ РОССИИ	8
3. ТЕНДЕНЦИИ СОВРЕМЕННЫХ ИЗМЕНЕНИЙ КЛИМАТА НА ТЕРРИТОРИИ РОССИИ	19
4. ИЗМЕНЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ И ОСАДКОВ В РЕГИОНАХ РОССИИ, 1936-2022 гг.....	25
5. ОЦЕНКИ ЭКСТРЕМАЛЬНОСТИ И АНОМАЛЬНОСТИ КЛИМАТА РОССИИ, 1936-2022 гг.	31
 ВЫВОДЫ.....	 34
 ПРИЛОЖЕНИЕ. Климатические особенности 2022 г. на территории Республики Беларусь.....	 37

¹ На обложке приведен ход средней годовой аномалии температуры приземного воздуха, осредненной по территории России, за 1887 – 2022 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 наблюденного значения от нормы. Аномалии осадков рассматриваются как в отклонениях от нормы (аналогично температуре), так и в процентах от нормы, то есть как процентное отношение количества выпавших осадков к соответствующему значению нормы. Вероятность непревышения текущего значения климатической переменной (или ее аномалии) рассчитывается как доля наблюдений в прошлом, в которых значение этой переменной (или ее аномалии) было не больше текущего.

Регионально осредненные оценки приводятся в Бюллетене для физико-географических регионов России (рис. 1) и Федеральных округов РФ (рис. 2) по данным с 1936 г., так как до этого срока в архиве имеются массовые пропуски данных наблюдений. 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 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» 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/climatechange> // (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 Росгидромета и РАН»: М.Ю. Бардин (руководитель), Э.Я. Ранькова, Т.В. Платова, О.Ф. Самохина, У.И. Антипина

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 2020 – ноябрь 2022 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 станционным 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 1976-2022 гг. составил для Земного шара $+0,19^{\circ}\text{C}/10$ лет (объясненная трендом доля дисперсии ряда - 88%), для Северного полушария: $+0,34^{\circ}\text{C}/10$ лет (87%).

Средние годовые аномалии температуры составили $+0,256^{\circ}\text{C}$ для Земного шара в целом и $+0,474^{\circ}\text{C}$ для Северного полушария: пятая и третья величины в соответствующих рядах наблюдений с 1850 года. Для России в целом среднегодовая аномалия температуры составила $+0,78^{\circ}\text{C}$ – шестая величина в ранжированном по убыванию ряду наблюдений.

Оценки линейных трендов, характеризующие среднюю тенденцию изменений годовых температур за период 1976-2022 гг. в среднем для Земного шара, СП и России, приведены в табл. 1.1.

Таблица 1.1

Годовые (декабрь 2021-ноябрь 2022 года) аномалии и оценки линейного тренда пространственно осредненной приповерхностной температуры Земного шара и температуры приземного воздуха СП и России за период 1976-2022г.

Регионы	νT_{2022}	$b, ^{\circ}\text{C}/10$ лет	$D \%$
Земной шар	0,256	0,19	88
СП	0,474	0,34	87
Россия	0,78	0,49	53

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

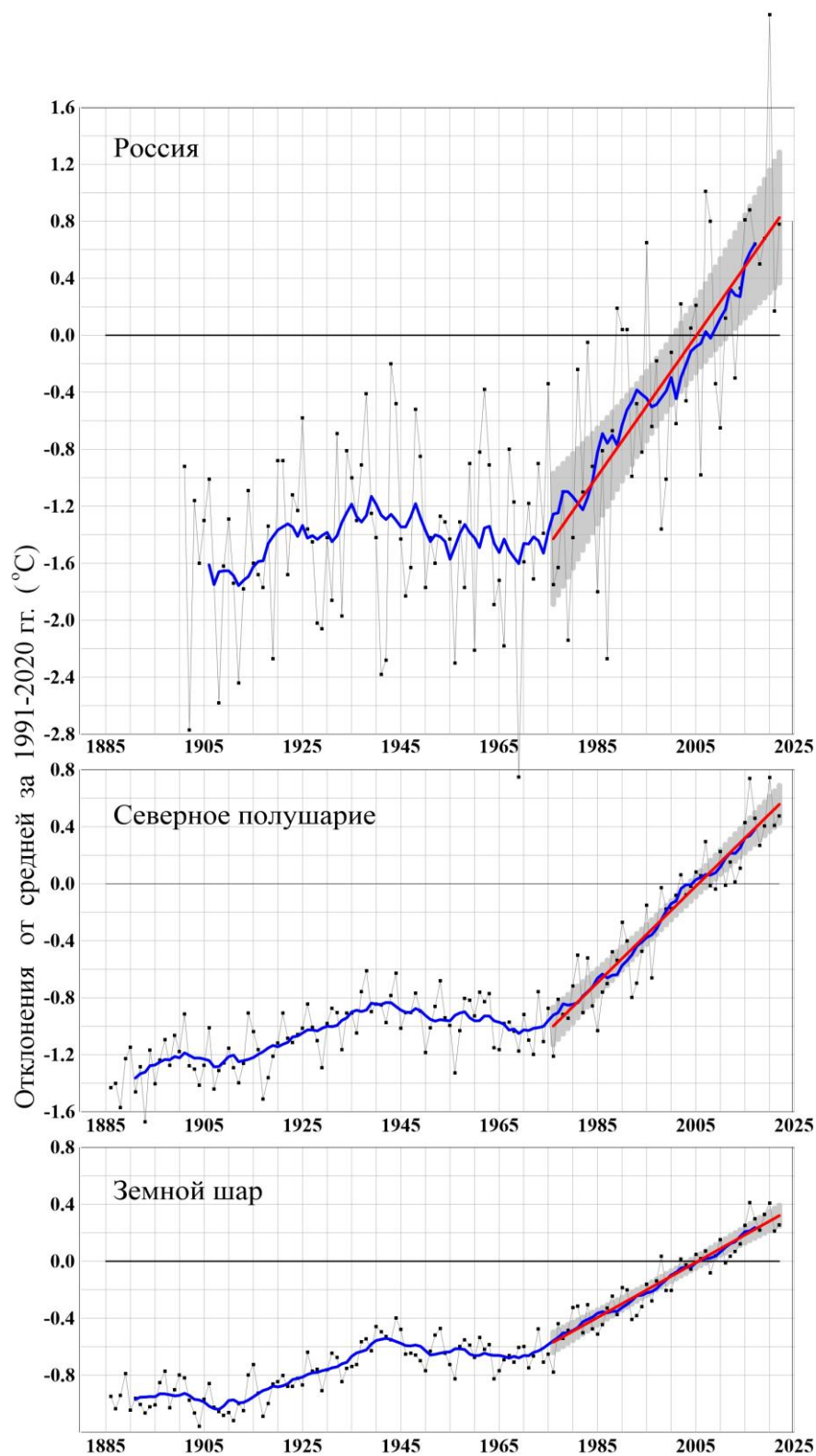


Рисунок 1.1 – Годовая аномалия (декабрь–ноябрь) приповерхностной температуры Земного шара, Северного полушария (суша) и России за 1886- 2022 гг.

Аномалии рассчитаны как отклонения от средней за базовый период 1991-2020 гг. Сглаженная кривая получена 11-летним скользящим осреднением. Используются данные Университета Восточной Англии (Земной шар - массив hadcrut5gl.txt, СП – crutem5nh.txt) и данные ФГБУ «ИГКЭ» (Россия - данные на станциях).

2. КЛИМАТИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ 2022 ГОДА НА ТЕРРИТОРИИ РОССИИ

На рис. 2.1 и 2.3 представлены карты годовых и сезонных аномалий температуры и осадков в 2022 г. на территории России, а на рис. 2.2 и 2.4 - карты месячных аномалий. На всех картах показаны станционные экстремумы ниже 5-го процентиля и выше 95-го процентиля.

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 неперевышения относительно выборки за 1936-2021 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 2022 году:

νT - отклонения от средних за 1991-2020 гг.; $P(t \leq T_{2022})$ - вероятности неперевышения (в скобках в столбце νT) – рассчитаны по данным за 1936-2021 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	0,78 (94)	0,77	1,40 (91)	1,62	0,59 (86)	1,17	0,77 (98)	0,51	0,35(84)	1,12
Физико-географические регионы России										
Европейская часть РФ	0,76 (94)	0,88	1,75 (91)	2,07	-0,84 (50)	1,08	1,69 (98)	1,00	0,44 (79)	1,31
Азиатская часть РФ	0,79 (94)	0,81	1,26 (88)	1,65	1,12 (91)	1,35	0,43 (94)	0,48	0,31 (79)	1,15
Западная Сибирь	1,14 (95)	1,17	2,72 (92)	2,77	1,27 (92)	1,93	0,34 (84)	0,96	0,22 (71)	1,60
Средняя Сибирь	0,84 (92)	1,06	0,97 (77)	2,57	1,00 (87)	1,69	0,48 (88)	0,67	0,92 (78)	1,53
Прибайкалье и Забайкалье	0,42 (88)	0,75	0,90 (84)	1,97	0,65 (87)	1,31	0,39 (66)	0,62	0,48 (80)	1,13
Приамурье и Приморье	0,60 (94)	0,51	0,52 (81)	1,37	0,46 (81)	1,10	0,63 (90)	0,62	0,80 (92)	0,94
Восточная Сибирь	0,70 (93)	0,87	0,77 (83)	1,41	1,68 (96)	1,45	0,82 (98)	0,60	-0,52 (64)	1,37
Федеральные Округа РФ										
Северо-Западный	0,88 (88)	1,07	0,96 (72)	2,59	-0,28 (66)	1,45	2,31 (100)	0,81	0,51 (73)	1,60
Центральный	0,38 (80)	0,90	1,42 (85)	2,22	-1,40 (35)	1,06	1,62 (94)	1,13	-0,13 (62)	1,44
Приволжский	0,66 (92)	0,94	2,43 (94)	2,40	-1,33 (41)	1,35	1,19 (90)	1,16	0,33 (74)	1,41
Южный	1,04 (95)	0,94	2,96 (98)	1,82	-0,88 (48)	1,02	1,15 (94)	1,23	0,94 (87)	1,38
Северо-Кавказский	1,13 (96)	0,84	2,48 (98)	1,46	0,58 (52)	0,96	1,14 (94)	1,05	1,49 (94)	1,26
Уральский	1,26 (94)	1,35	2,64 (86)	2,95	1,06 (85)	2,15	0,97 (97)	1,13	0,38 (69)	1,83
Сибирский	0,79 (94)	1,02	1,79 (86)	2,73	1,31 (91)	1,62	-0,38 (63)	0,63	0,47 (76)	1,48
Дальневосточный	0,67(92)	0,71	0,68 (84)	1,14	1,02 (90)	1,26	0,72 (97)	0,51	0,22 (83)	1,03

В таблице 2.2 приведены средние месячные аномалии температуры (°C) для физико-географических регионов России и федеральных округов РФ в 2022 г.

Таблица 2.2

Средние месячные аномалии температуры, осредненные по территории регионов РФ в 2022 г. *Красным цветом выделены месяцы с положительными аномалиями температуры, синим – с отрицательными.*

Регионы	Аномалии температуры (°C)											
	дек 21	январь	фев	март	апр	май	июнь	июль	авг	сен	окт	ноя
Российская Федерация	-0,41	1,84	2,76	0,32	0,86	0,62	0,69	0,79	0,83	0,28	1,44	-0,12
Физико-географические регионы России												
Европейская часть России	-1,22	1,26	5,23	-1,07	0,62	-2,08	0,60	0,96	3,50	-0,67	1,61	0,39
Азиатская часть России	-0,13	2,06	1,85	0,83	0,94	1,62	0,73	0,73	-0,15	-0,13	1,38	-0,31
Западная Сибирь	1,03	3,38	3,76	-1,28	1,86	3,22	0,07	0,09	0,84	0,15	1,91	-1,42
Средняя Сибирь	-1,14	2,18	1,87	0,04	1,02	1,94	1,67	0,82	-1,06	-0,96	3,58	0,15
Прибайкалье и Забайкалье	2,66	1,33	-1,29	0,27	0,28	1,40	0,87	-0,36	-1,67	0,49	0,27	0,69
Приамурье и Приморье	-0,15	0,08	1,80	2,03	0,02	-0,66	0,31	2,18	-0,59	0,18	0,03	2,18
Восточная Сибирь	-1,63	2,12	1,77	3,32	0,80	1,00	0,50	1,08	0,87	-0,02	-0,04	-1,49
Федеральные Округа РФ												
Северо-Западный	-3,63	1,53	4,97	-0,04	-0,21	-0,58	1,02	2,11	3,80	-0,95	2,30	0,19
Центральный	-1,65	0,94	5,02	-0,74	-0,29	-3,18	1,09	0,22	3,55	-1,95	1,41	0,14
Приволжский	0,29	0,85	6,16	-1,90	1,44	-3,52	-0,58	0,62	3,53	-0,31	1,18	0,11
Южный	2,23	1,79	4,84	-2,13	2,03	-2,53	1,12	-0,71	3,03	0,19	0,90	1,75
Северо-Кавказский	2,34	1,48	3,63	-2,77	2,49	-1,45	1,34	-0,13	2,21	1,28	1,02	2,17
Уральский	-0,30	3,32	4,91	-1,31	1,85	2,64	0,20	0,73	1,97	-0,18	2,69	-1,38
Сибирский	0,89	3,21	1,26	-0,84	1,48	3,29	0,64	-0,69	-1,10	-0,08	1,68	-0,20
Дальневосточный	-0,61	1,14	1,49	2,18	0,45	0,46	0,87	1,44	-0,13	-0,15	0,93	-0,13

2022 год в целом (рис.2.1) был: средняя годовая температура воздуха, осредненная по территории РФ превысила норму 1991-2020 гг. на 0,78°C – шестая величина в ряду. Температуры выше климатической нормы наблюдались на всей территории страны. Экстремальные условия (аномалии температуры выше 1,5°C, на станциях фиксировались 95%-е экстремумы) сложились вдоль побережья Баренцева и Карского морей, на юге ЕЧР (в ЮФО (1,04°C – ранг 5) и СКФО (1,13°C – ранг 4), на Алтае, на юге Якутии, на Сахалине и на Камчатке.

Экстремальным сезоном было лето: осредненная по РФ аномалия температуры составила 0,77°C – вторая величина в ряду (95%-е экстремумы отмечались на ЕЧР (1,69°C – ранг 2), в ДФО (0,72°C – ранг 3). Зимой экстремально тепло на юге ЕЧР (в ЮФО (2,96°C – ранг 2) и СКФО (2,48°C – ранг 2)) и юге Западной Сибири, на Сахалине и на Камчатке. Весной экстремально тепло в Саянах и на северо-востоке страны (в Восточной Сибири аномалия температуры составила 1,96°C – ранг 4).

Зимой 2021/22 гг. осредненная по территории РФ сезонная аномалия 1.408°C – девятая величина в ряду. На большей части страны температуры были выше климатической нормы. Экстремальные условия (отмечались 95%-е экстремумы) наблюдались на юге ЕЧР (в ЮФО: 2,96°C – ранг 2, в СКФО: 2,48°C – ранг 2), на юге Западной Сибири и Средней Сибири, на Сахалине, на Камчатке.

Температуры ниже климатической нормы наблюдались в среднем течении Лены, на востоке Якутии, на Чукотке, в Приморье (аномалии на станциях не ниже – 2°C).

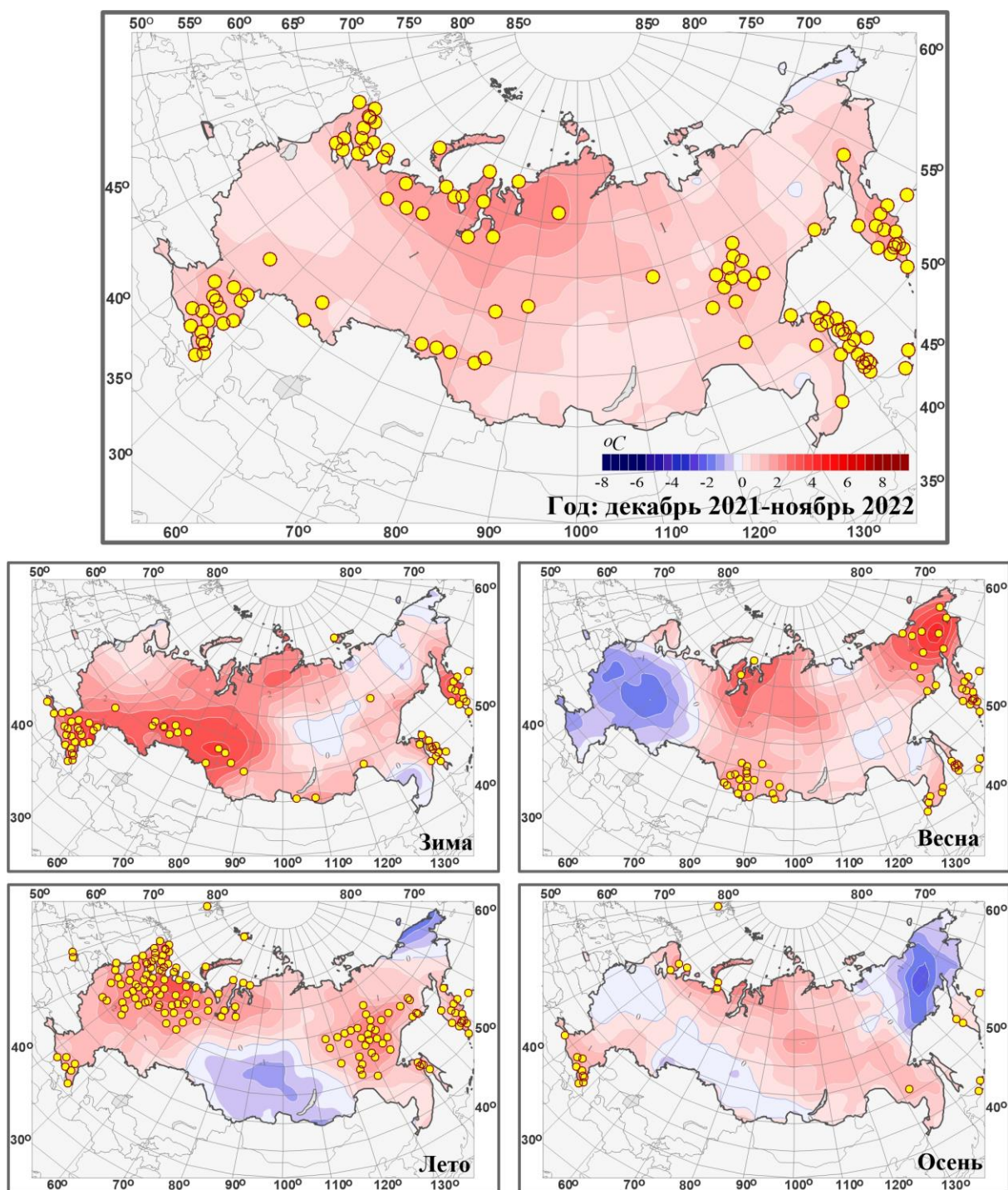


Рисунок 2.1 - Поля аномалий температуры приземного воздуха ($^{\circ}\text{C}$) на территории России в 2022 г., в среднем за год и по сезонам. Кругами белого цвета показано местоположение станционных экстремумов ниже 5-го перцентиля, желтого – выше 95-го перцентиля. Аномалии рассчитаны как отклонения от среднего за базовый период 1991-2020 гг.

Декабрь 2021 г. Средняя по РФ аномалия составила $-0,41^{\circ}\text{C}$. Температуры ниже нормы наблюдались на севере страны (аномалии на севере ЕЧР до $-6,0^{\circ}\text{C}$, на Среднесибирском плоскогорье (до $-5,1^{\circ}\text{C}$), на побережье Восточно-Сибирского моря (до $-10,0^{\circ}\text{C}$). Температуры выше климатической нормы наблюдались на юге страны, особенно на юге Красноярского края и в Забайкалье (до $+5,3^{\circ}\text{C}$).

Январь. Осредненная в целом по России аномалия температуры составила $1,84^{\circ}\text{C}$. Температуры выше климатической нормы наблюдались на большей части страны, на севере Средней Сибири аномалии до $+6,9^{\circ}\text{C}$. Температуры ниже климатической нормы наблюдались в среднем течении Лены (аномалии до $-3,6^{\circ}\text{C}$), в Приморье (аномалии до $-4,3^{\circ}\text{C}$).

Февраль. Осредненная в целом по России аномалия температуры составила $2,76^{\circ}\text{C}$, по ЕЧР: $5,23^{\circ}\text{C}$ (ранг 5). Температуры выше климатической нормы наблюдались практически на большей части территории страны (кроме района Байкала и северо-востока страны). Экстремально теплые условия (температуры выше 95-го перцентиля) отмечались на большей части ЕЧР (осредненные по федеральным округам ЕЧР аномалии температуры среди семи самых высоких), на Урале (в УФО аномалия температуры составила $6,86^{\circ}\text{C}$ – ранг 5), в Хабаровском крае, на Сахалине, на юге Камчатки.

Температуры ниже климатической нормы наблюдались в Прибайкалье и Забайкалье (осредненная по региону аномалия $-1,29^{\circ}\text{C}$), на северо-востоке страны (аномалии до $-2,4^{\circ}\text{C}$).

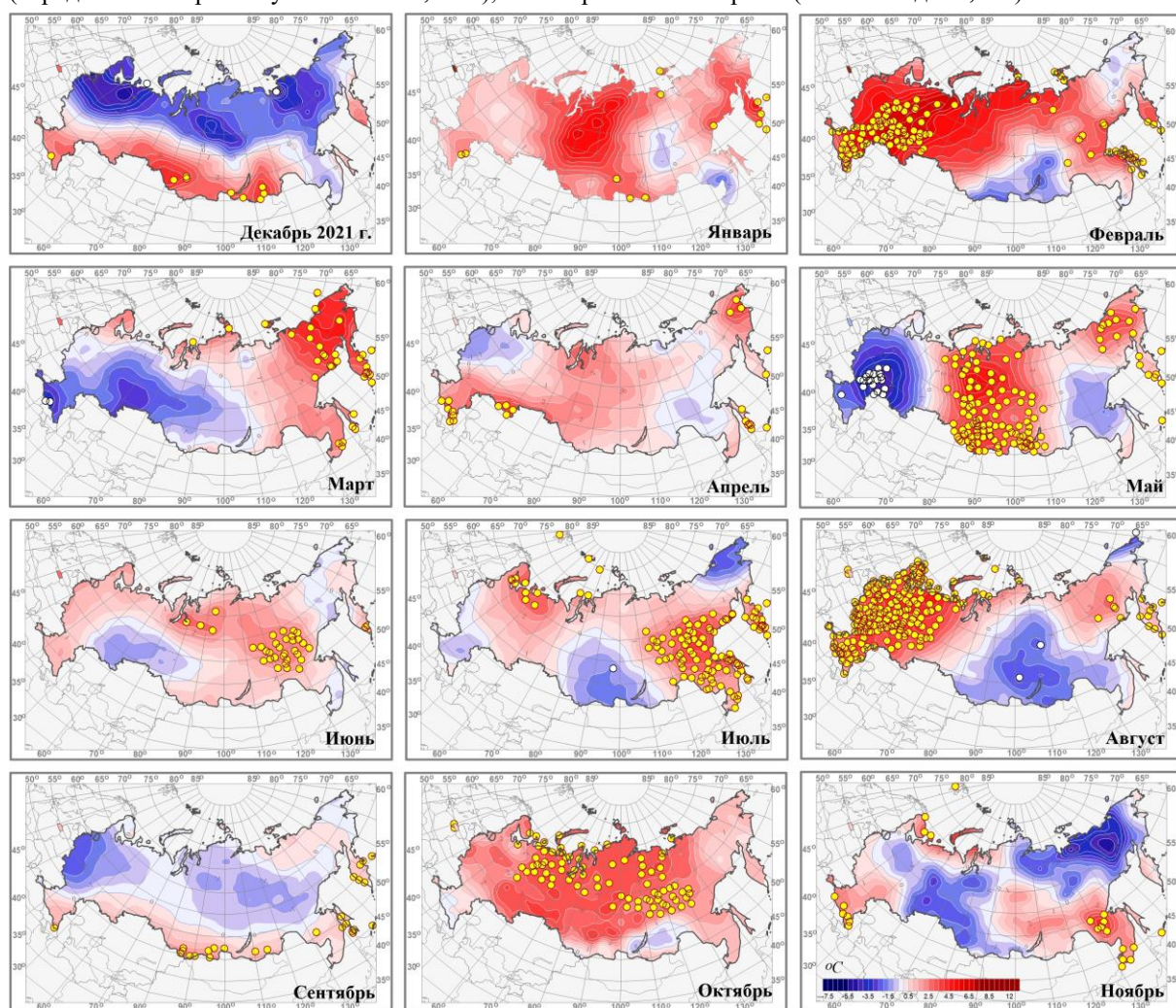


Рисунок 2.2 – Поля средних месячных аномалий температуры приземного воздуха ($^{\circ}\text{C}$) на территории России в 2022 г. Условные обозначения см. на рис.2.1

Весной 2022 года осредненная аномалия по РФ составила $0,59^{\circ}\text{C}$ – тринадцатая величина в ряду с 1936 года. На большей части АЧР температуры были выше климатической нормы ($1,12^{\circ}\text{C}$ – ранг 9); экстремально тепло (на станциях отмечались 95%-е экстремумы) на северо-востоке страны (осредненная по Восточной Сибири

аномалия температуры составила 1,68°C – ранг 4), на юге СФО (1,31°C – ранг 9), в Приморье, на Сахалине. Температуры ниже климатической нормы наблюдались на большей части ЕЧР (осредненная по ЕЧР аномалия температуры составила -0,84°C), в отдельных районах ДФО.

В марте осредненная аномалия температуры в целом по РФ 0,2°C. Температуры выше климатической нормы наблюдались вдоль побережья Северного Ледовитого океана, на большей части ДФО (осредненная по Восточной Сибири аномалия температуры составила 3,32°C – ранг 5).

Температуры ниже климатической нормы наблюдались на большей части ЕЧР (кроме Карелии, Кольского полуострова, побережья Баренцева моря), в центре и на юге УФО (-1,31°C) и СФО (-0,84°C).

Апрель. Осредненная по РФ аномалия температуры 0,87°C. Температуры выше климатической нормы наблюдались на юге и юго-востоке ЕЧР (в СКФО аномалия температуры составила 2,49°C – ранг 5, в ЮФО - 2,03°C, в ПФО - 1,44°C); на Урале (в УФО аномалия составила 1,85°C, в СФО (1,48°C), на Чукотке, на Камчатке, на Сахалине.

Температуры ниже климатической нормы наблюдались в центре и на севере ЕЧР, вдоль побережья моря Лаптевых, на востоке Якутии, в Забайкалье и в бассейне Амура.

Май. Осредненная по РФ аномалия температуры составила 0,62°C – девятая величина в ряду. Май – контрастный месяц в сезоне, осредненная по ЕЧР аномалия температуры составила -2,08°C, по АЧР: 1,62°C (ранг 2). Температуры выше климатической нормы (на большинстве станций отмечались 95-е экстремумы) наблюдались в УФО (2,64°C – ранг 4) и в СФО (3,29°C – ранг 2), на северо-востоке страны (в Восточной Сибири аномалия температуры составила 1,00°C).

Температуры ниже климатической нормы наблюдались на большей части ЕЧР (-2,08°C), в центре и на юго-востоке ДФО.

Летом осредненные по РФ в целом и по ЕЧР аномалии температуры составили 0,77°C и 1,69°C – третьи величины в соответствующих рядах. 95%-е экстремумы отмечались, во-первых, в центре и на севере ЕЧР и на севере Западной Сибири; во-вторых, на юге Якутии, в Хабаровском крае, на Камчатке, на Сахалине; в-третьих – в кавказском регионе.

Кроме того, летом наблюдались области, где температуры были ниже климатической нормы: это центральные и южные районы СФО и юго-западные районы ДФО (с аномалиями до -1,8°C) и Чукотка (аномалии до -2,1°C).

Июнь. Осредненная по РФ аномалия температуры составила 0,69°C – седьмая величина в ряду.

Температуры выше климатической нормы наблюдались на большей части ЕЧР (кроме юго-востока) и на большей части АЧР (кроме юга Западной Сибири, Магаданской области, Чукотки, Приморья и Сахалина). Наиболее экстремальные условия (95%-е экстремумы температуры на станциях) наблюдались в нижнем течении Енисея, в центральных районах ДФО (0,87°C – ранг 5).

Температуры ниже климатической нормы наблюдались в Среднем Поволжье, на Южном и Среднем Урале, на юге Западной Сибири (аномалии до -2,0°C); а также в отдельных районах ДФО (аномалии не ниже -1,8°C).

В июле осредненная по РФ аномалия температуры составила 0,79°C – третья величина в ряду. Температуры выше нормы наблюдались на севере и в центре ЕЧР (95%-е экстремумы на севере ЕЧР), на севере АЧР (до Чукотки) в центре и на юго-востоке ДФО (95%-е экстремумы на юге ДФО (1,44°C – ранг 3)).

Температуры ниже климатической нормы наблюдались в ЮФО, на юге СФО, на Чукотке.

Август. Осредненная по РФ аномалия температуры составила 0,83°C, а по ЕЧР +3,50°C – максимальная величина в ряду. Август – достаточно контрастный месяц. Температуры выше нормы наблюдались на ЕЧР, в Западной Сибири (температуры выше 95%-го процентиля наблюдались всюду на ЕЧР (осредненные по всем федеральным округам аномалии температуры среди четырех самых крупных)).

Еще одна область с температурами выше климатической нормы – большая часть Якутии, Магаданская область, Камчатка (на большинстве станций Камчатки фиксировались 95%-е экстремумы).

В СФО и на юге ДФО температуры были ниже климатической нормы (на ряде станций фиксировались 5%-е экстремумы).

Осень. Осредненная по РФ аномалия температуры 0.35°C. На большей части страны аномалии от -1 до +1°C.

Экстремальные условия (аномалии выше 1°C, на станциях фиксировались 95%-е экстремумы) наблюдались вдоль побережья Белого моря, на юге ЕЧР. Аномалии ниже -1°C наблюдались на северо-востоке страны.

Сентябрь. Осредненная по РФ аномалия температуры -0,28°C. Отрицательные аномалии температуры наблюдались на большей части страны, аномалии на западе ЕЧР до -3,0°C, в центре Сибири до -2,2°C.

Температуры выше климатической нормы наблюдались в южных районах страны, на северо-востоке Якутии, на Камчатке (на ряде станций фиксировались 95%-е экстремумы).

Октябрь. Осредненная по РФ аномалия температуры +1,44°C – шестая величина в ряду. Температуры выше климатической нормы наблюдались практически всюду (кроме предгорий Кавказа и Забайкалья). Особенно тепло (на большинстве станций отмечались 95%-е экстремумы) на севере и востоке ЕЧР (в СЗФО аномалия температуры составила 2,3°C – ранг 4), в центральных и северных областях АЧР (в УФО аномалия температуры составила 2,69°C – ранг 3, в Средней Сибири – 3,58°C – ранг 4).

Ноябрь. Осредненная по РФ ноябрьская аномалия температуры -0.12°C. Температуры ниже климатической нормы наблюдались в центре ЕЧР, на Урале, в Западной Сибири, на севере АЧР восточнее Таймыра. Экстремально тепло (фиксировались 95%-е экстремумы) СКФО (аномалия 2,17°C – ранг 5) в Приамурье и Приморье.

Атмосферные осадки

Все приводимые в данном разделе оценки, как и для температуры, получены по данным станционных 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 2022 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 2022 г. приведены в табл.2.3 в мм/месяц и в процентах от нормы (также в таблице для каждого значения аномалии приведена вероятность превышения относительно периода 1936-2014гг.). В таблице 2.4 приведены относительные аномалии месячных сумм осадков (в процентах от нормы) в 2022 г. в рассматриваемых регионах России.

В целом по РФ за год количество выпавших осадков составило 106% нормы. Значительный избыток осадков (на многих станциях фиксировались 95%-е экстремумы) наблюдался в центре ЕЧР: в ЦФО (111%), в ПФО (110%), в ЮФО (117%); в Средней Сибири (121% - ранг1) и в ДФО (113% - ранг 2).

Дефицит осадков наблюдался в районе Обской губы, в Саянах.

Из особенностей сезонов следует отметить «снежную» зиму в ЕЧР, «влажное» лето в Средней Сибири (139% - ранг 1) и «влажную» осень в центре ЕЧР (в ЦФО выпало 143% - ранг 5).

Кроме того, следует отметить «сухое» лето на ЕЧР (выпало 83% сезонной нормы) и в Западной Сибири (91%).

Зимой 2021/22 гг. осредненные осадки за зимний сезон в целом по РФ составили 111% нормы (ранг 8-10), а по ЕЧР – 120% нормы (ранг 3-4). Значительный избыток осадков (на многих станциях фиксировались 95%-е экстремумы) на ЕЧР (кроме СКФО), в центре Западной Сибири (в УФО выпало 124% нормы – ранг 5). Дефицит осадков наблюдался на Новой Земле, на Таймыре, на большей части ДФО (кроме востока Якутии, Чукотки, Камчатки, верховьев Алдана)

Декабрь 2021 г. Осредненные по РФ осадки 115% нормы. Значительный избыток осадков (более 120%) наблюдался в УФО (154% нормы – ранг 2), на северо-востоке страны.

Дефицит осадков наблюдался на большей части СФО (в среднем выпало 93%) и на западе ДФО (менее 80% нормы).

Январь. Осредненные по РФ осадки: 112% нормы. Избыток осадков наблюдался на ЕЧР: 127% (ранг 3-4), в Западной Сибири, в районе Байкала.

Дефицит осадков (менее 80% нормы) наблюдался на большей части ДФО, особенно на Чукотке и Амурской области.

Февраль. Осредненные по РФ осадки 102% нормы. Избыток осадков (более 120%) наблюдался на большей части ЕЧР (особенно много осадков выпало в Карелии, на севере ЮФО (в Ростовской области)). Дефицит осадков наблюдался на большей части АЧР, наиболее сильный (менее 80% нормы) на Алтае и в Саянах, в бассейне Амура, в Хабаровском крае, на Камчатке, на Чукотке.

Весна 2022. В целом за сезон осредненные по территории РФ осадки составили 106% нормы. Много осадков выпало в центральных и юго-восточных областях ЕЧР (в ЦФО выпало 118% нормы, в ПФО – 123%), в центральных и восточных районах АЧР (в ДФО выпало 115% нормы).

Дефицит осадков наблюдался на севере страны (в СЗФО выпало 77%); а также на Алтае, в Саянах, в Забайкалье (в регионе Прибайкалье и Забайкалье выпало 76% сезонной нормы).

Март. Осредненные по РФ осадки 95% нормы. Избыток осадков (более 120%) наблюдался на юге ЕЧР, в центре АЧР (в центре Западной Сибири, на юге Средней Сибири), в Саянах, в Забайкалье, в Приамурье и Приморье (123% нормы), в Магаданской области, на Камчатке.

Дефицит осадков (менее 80% нормы, местами 40-60%) наблюдался в центре и на севере ЕЧР (на ряде станций ЦФО (57%) отмечены 5%-е экстремумы осадков, в СЗФО выпало 61% нормы), на азиатском побережье Северного Ледовитого океана, в Якутии.

Апрель. Осредненные по РФ осадки 116% нормы. Значительный избыток осадков (более 120% нормы, на ряде станций фиксировались 95%-е экстремумы) наблюдался в центре ЕЧР (в ЦФО выпало 188% нормы – максимальная величина в ряду, в ПФО – 131%), на севере СФО, на большей части ДФО (кроме верхнего течения Амура и севера Якутии, в целом по Дальневосточному федеральному округу выпало 121% нормы).

Дефицит осадков (менее 80% нормы) наблюдался в предгорьях Кавказа (в СКФО выпало 79% нормы), на юге Западной Сибири, в верхнем течении Амура, на севере ЕЧР, на севере Якутии.

Май. Осредненные по РФ осадки: 105% нормы. Избыток осадков наблюдался в центральных и юго-восточных областях ЕЧР (в ПФО выпало 148%), на Южном и Среднем Урале, в Якутии, в Хабаровском крае, на Сахалине.

Сильный дефицит осадков (40-80% нормы, на многих станциях фиксировались 5%-е

экстремумы) наблюдался в Прибайкалье и Забайкалье (за месяц выпало лишь 53% нормы – среди четырех самых «сухих» майских месяцев) и в СФО (67% - также среди четырех самых «сухих» майских месяцев); на севере ЕЧР и в районе Обской губы, на Чукотке.

Таблица 2.3

Средние годовые (декабрь - ноябрь.) и сезонные аномалии осадков для физико-географических регионов России и федеральных округов РФ в 2022 году:

νR (мм/месяц)- отклонения от средних за 1991-2020 гг; RR – отношение R_{2017} к норме, выраженное в %; $P(r \leq R_{2022})$ Вероятности неперевышения (в скобках в столбце νR)– рассчитаны по данным за 1936-2021 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	2,3 (93)	106	2,8 (91)	111	1,6 (85)	106	2,6 (77)	104	2,0 (80)	105
Физико-географические регионы России										
Европейская часть РФ	2,0 (86)	104	7,6 (97)	120	1,7 (73)	105	-10,7 (11)	83	8,9 (91)	118
Азиатская часть РФ	2,4 (94)	106	0,9 (76)	104	1,5 (87)	106	7,8 (94)	112	-0,7 (46)	98
Западная Сибирь	-3,1 (24)	92	1,6 (83)	106	-1,0 (63)	97	-5,8 (22)	91	-7,4 (6)	82
Средняя Сибирь	6,9 (100)	121	1,7 (79)	109	2,8 (91)	113	2,1 (100)	139	1,8(80)	105
Прибайкалье и Забайкалье	0,0 (59)	100	-0,9 (41)	93	-4,9 (13)	76	9,3 (80)	112	-2,9 (29)	90
Приамурье и Приморье	5,6 (84)	110	-0,8 (65)	94	8,5 (92)	122	12,5 (77)	112	2,3 (61)	104
Восточная Сибирь	2,8 (86)	109	1,1 (56)	105	3,1 (85)	117	2,9 (62)	106	3,5 (83)	109
Федеральные Округа РФ										
Северо-Западный	-2,2 (54)	95	6,0 (94)	115	-7,8 (16)	77	-4,6 (44)	93	-2,5 (43)	96
Центральный	5,8 (92)	111	9,5 (93)	123	7,2 (81)	118	-16,6 (9)	75	22,9 (95)	143
Приволжский	4,1 (90)	109	8,1 (90)	121	7,9 (86)	123	-15,7 (8)	72	16,1 (93)	135
Южный	7,3 (94)	117	15,6 (94)	140	1,7 (65)	106	-6,3 (29)	86	16,2 (94)	139
Северо-Кавказский	-4,2 (28)	90	-10,5 (11)	65	6,1 (80)	112	-3,3 (38)	95	-9,1 (28)	80
Уральский	-2,8 (38)	93	6,7 (95)	124	5,4 (92)	119	-14,9 (6)	77	-8,2 (7)	81
Сибирский	0,7 (74)	102	1,2 (58)	95	-2,8 (35)	89	10,2 (93)	117	-3,5 (27)	91
Дальневосточный	4,6 (98)	113	0,7 (60)	104	3,2 (93)	115	11,6 (94)	118	2,8 (86)	107

Лето. Осредненные по территории РФ осадки составили 104%, по ЕЧР – 83%, по АЧР – 112%.

Дефицит осадков наблюдался на ЕЧР и в Западной Сибири (наиболее сильный (5%-е экстремумы) – в центральных и восточных областях ЕЧР (в ЦФО выпало 75% нормы, в ПФО – 72%) и на Урале (в УФО выпало 77% нормы).

Избыток осадков наблюдался на большей части СФО и в ДФО (в бассейне Лены на большинстве станций наблюдались 95%-е экстремумы).

Летом атмосферные засухи наблюдались во многих областях ЮФО, СКФО, ПФО, ЦФО и УФО. Наибольшего развития атмосферные засухи получили в августе из-за экстремальных температурных условий и условий выпадения осадков.

Таблица 2.4

Месячные относительные аномалии осадков в регионах РФ в 2022 г. *Зеленым цветом показаны месяцы, когда осадков выпало выше нормы, желтым – ниже нормы.*

Регионы	Аномалии осадков (% нормы)											
	дек21	январь	фев	мар	апр	май	июн	июл	авг	сен	окт	ноя
Российская Федерация	115	112	102	96	114	104	105	107	100	115	97	101
Физико-географические регионы России												
Европейская часть России	111	127	118	80	119	112	89	108	50	130	114	107
Азиатская часть России	117	99	92	106	112	101	113	107	117	109	88	98
Западная Сибирь	123	100	89	106	95	93	124	83	72	80	77	93
Средняя Сибирь	117	103	101	108	130	105	113	138	156	112	104	96
Прибайкалье и Забайкалье	96	101	86	85	111	53	111	142	78	100	85	85
Приамурье и Приморье	107	82	95	123	120	124	105	94	135	118	70	127
Восточная Сибирь	124	99	84	111	120	118	101	100	139	135	93	95
Федеральные округа РФ												
Северо-Западный	114	109	127	61	82	83	93	120	68	110	99	75
Центральный	114	145	100	57	188	111	67	119	33	174	136	114
Приволжский	110	125	136	73	131	148	89	101	23	143	112	157
Южный	123	172	126	120	108	92	90	98	70	134	161	118
Северо-Кавказский	70	80	72	114	79	136	115	89	78	91	94	63
Уральский	154	114	95	98	105	139	111	65	63	83	70	95
Сибирский	93	100	93	110	108	67	127	120	105	97	88	90
Дальневосточный	122	93	90	109	121	112	104	109	135	121	92	105

Июнь. Осредненные осадки по РФ – 105% нормы. Избыток осадков наблюдался на большей части АЧР (113% - ранг 9) (кроме Ямала, Таймыра, Камчатки, Хабаровского края, Амурской области), особенно в СФО (127% - ранг 5). Дефицит осадков (менее 80%) – в центре и на юге ЕЧР (89%), в Хабаровском крае, на Камчатке.

В июне в ряде областей ЮФО и СКФО дефицит осадков (менее 60%) и положительные температурные аномалии способствовали образованию атмосферных засух средней и сильной интенсивности (при этом засухи фиксировались в течение 2-3 декад месяца). В третьей декаде июня атмосферные засухи средней интенсивности фиксировались и в ряде областей на востоке ЦФО.

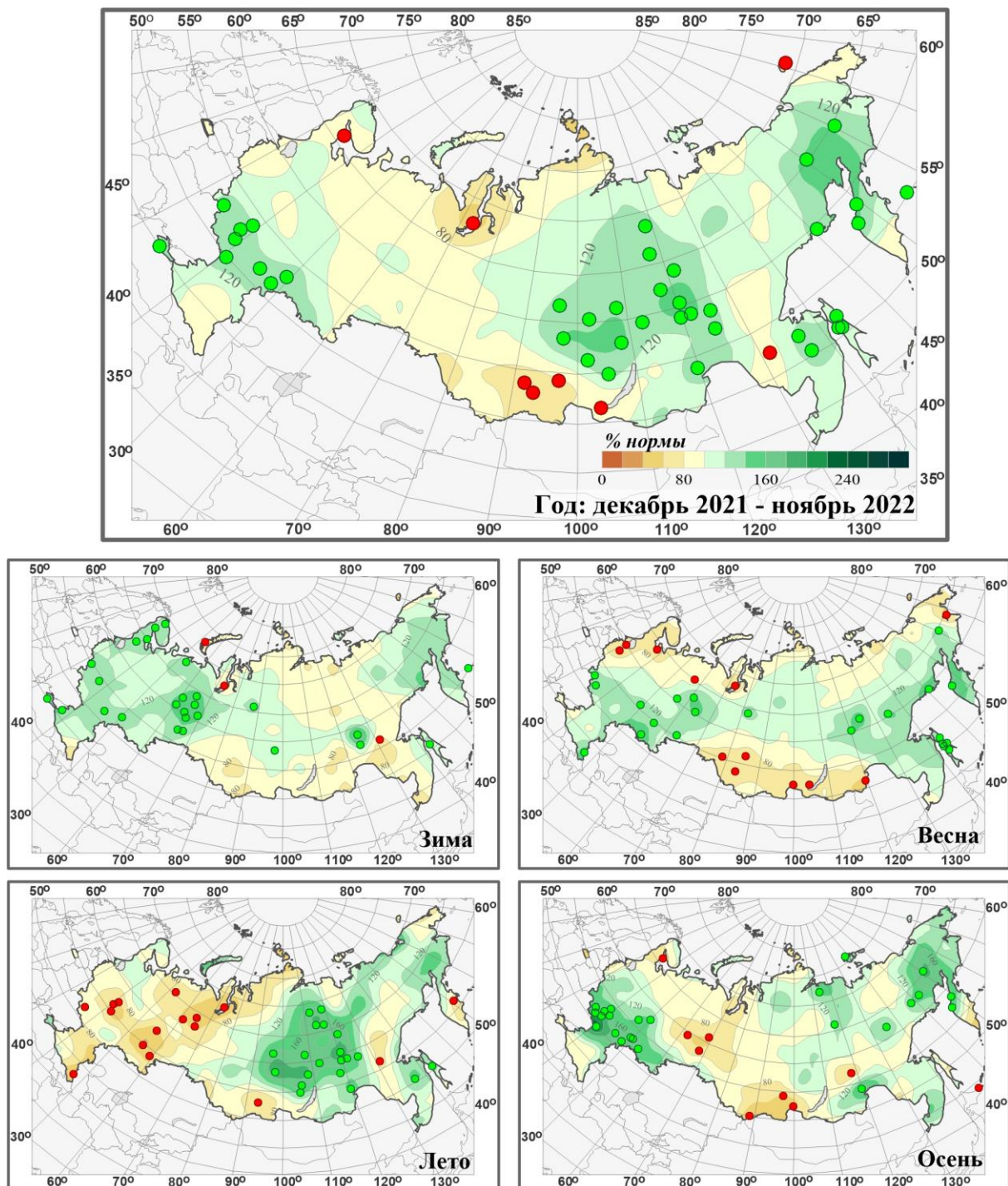


Рисунок 2.3 - Поля аномалий средних годовых (декабрь – ноябрь) и сезонных сумм осадков (в *процентах* от нормы за 1991-2020 гг.) на территории России в 2022 г. Кругками красного цвета показаны станционные экстремумы ниже 5-го перцентиля, зеленого – выше 95-го перцентиля.

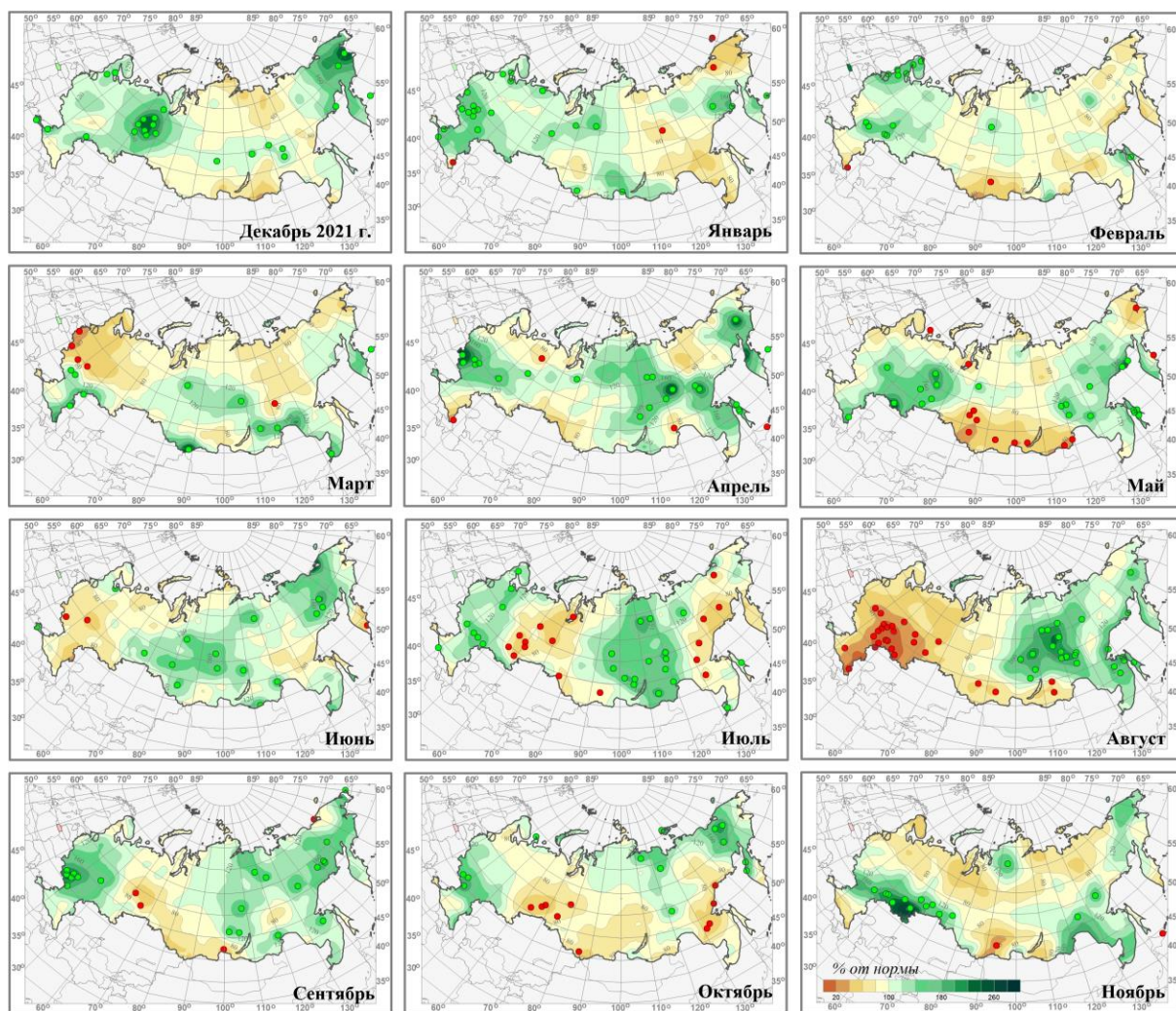


Рисунок 2.4 – Поля средних месячных аномалий осадков (% нормы) на территории России в 2022 г. Условные обозначения см. на рис.2.3

Июль. Осредненные осадки по РФ – 107% нормы. Избыток осадков (на ряде станций отмечены 95%-е экстремумы) наблюдался на западе и в центре ЕЧР, на востоке Среднесибирского плоскогорья и в бассейне Лены (осредненные по Средней Сибири осадки 138% нормы (ранг 4). Сильный дефицит осадков (фиксировались 5%-е экстремумы) наблюдался на востоке ЕЧР и в Западной Сибири (осредненные по УФО осадки составили 65% нормы – среди четырех самых «сухих» июлей в ряду); а также вдоль побережья Охотского моря (в Хабаровском крае, в Магаданской области).

В июле в ряде областей УФО дефицит осадков (менее 60%) и положительные температурные аномалии способствовали образованию атмосферных засух средней и сильной интенсивности (засухи фиксировались в течение 2-3 декад месяца). А в субъектах ЮФО и СКФО атмосферные засухи продолжали фиксироваться из-за недостатка осадков влагозапасов в пахотном слое почвы.

Август. В августе осредненные осадки по РФ составили 100% нормы, по ЕЧР лишь 50% нормы (вторая среди минимальных величин в ряду, минимальное количество осадков наблюдалось в августе 1972 г. – 48% нормы), а по АЧР – 117% (третья среди максимальных величин в ряду).

Дефицит осадков наблюдался всюду на ЕЧР (особенно сильный в центральных областях: в ЦФО выпало 33% нормы, в ПФО – 23% - третья и вторая среди минимальных величин в соответствующих рядах), а в АЧР до примерно 90° в.д. и в районе Байкала (в Прибайкалье и Забайкалье выпало 78% нормы).

Значительный избыток осадков (на многих станциях фиксировались 95%-е экстремумы) наблюдался Среднесибирском плоскогорье и далее на восток – в ДФО выпало 135% нормы – вторая величина в ряду.

В августе экстремальные температуры и экстремальный дефицит осадков в центре и на юге ЕЧР (ЦФО, ЮФО, СКФО, ПФО) и на юге УФО способствовал продолжению засух (в основном средней интенсивности в первой и второй декадах и в основном сильной интенсивности – в третьей декаде).

Осень. Осредненные по РФ осадки 105% нормы. Значительный избыток осадков (более 120%, на многих станциях отмечены 95%-е экстремумы) наблюдался в центре (в ЦФО выпало 143% нормы – ранг 5) и на юге ЕЧР, а также в Магаданской области, на Камчатке.

Дефицит осадков наблюдался в Западной Сибири (выпало лишь 82% нормы – среди пяти «самых сухих» осенних сезонов), в Саянах.

Сентябрь. Осредненные по РФ осадки составили 115% нормы. Избыток осадков (более 120% нормы) наблюдался в центре ЕЧР (в ЦФО выпало 174% - ранг 4, на ряде станций наблюдались 95%-е экстремумы); а в АЧР: на Среднесибирском плоскогорье и далее на восток. Дефицит осадков (менее 80% нормы) отмечался на востоке ЕЧР, на Среднем и Южном Урале, на юге Западной Сибири, на Алтае и в Саянах.

Октябрь. Осредненные по РФ осадки 97% нормы. Дефицит осадков (менее 80%) наблюдался в Южном Урале (осредненные по УФО осадки составили лишь 70% нормы), на Алтае, в нижнем течении Амура, в Хабаровском крае.

Значительный избыток осадков (на ряде станций 95%-е экстремумы) наблюдался на севере ЮФО (161% нормы), вдоль побережья моря Лаптевых и Восточно-Сибирского моря, в верхнем течении Анадыря.

Ноябрь. Осредненные по РФ осадки оставили 101% нормы. На большей части страны наблюдался небольшой дефицит осадков. Значительный избыток осадков (более 120% нормы) наблюдался в Поволжье (в ПФО выпало 157% нормы), на юге Западной Сибири, в Приамурье и Приморье, на северо-востоке страны.

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, т.е. 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 2022 гг. На всех временных рядах показан линейный тренд, характеризующий тенденцию (среднюю скорость) изменений температуры и осадков на интервале 1976 - 2022 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 1976-2022 гг. Тренды осадков выражены либо в мм / мес / 10 лет, либо в % нормы / 10 лет: для краткости в дальнейшем будем писать % / 10 лет.

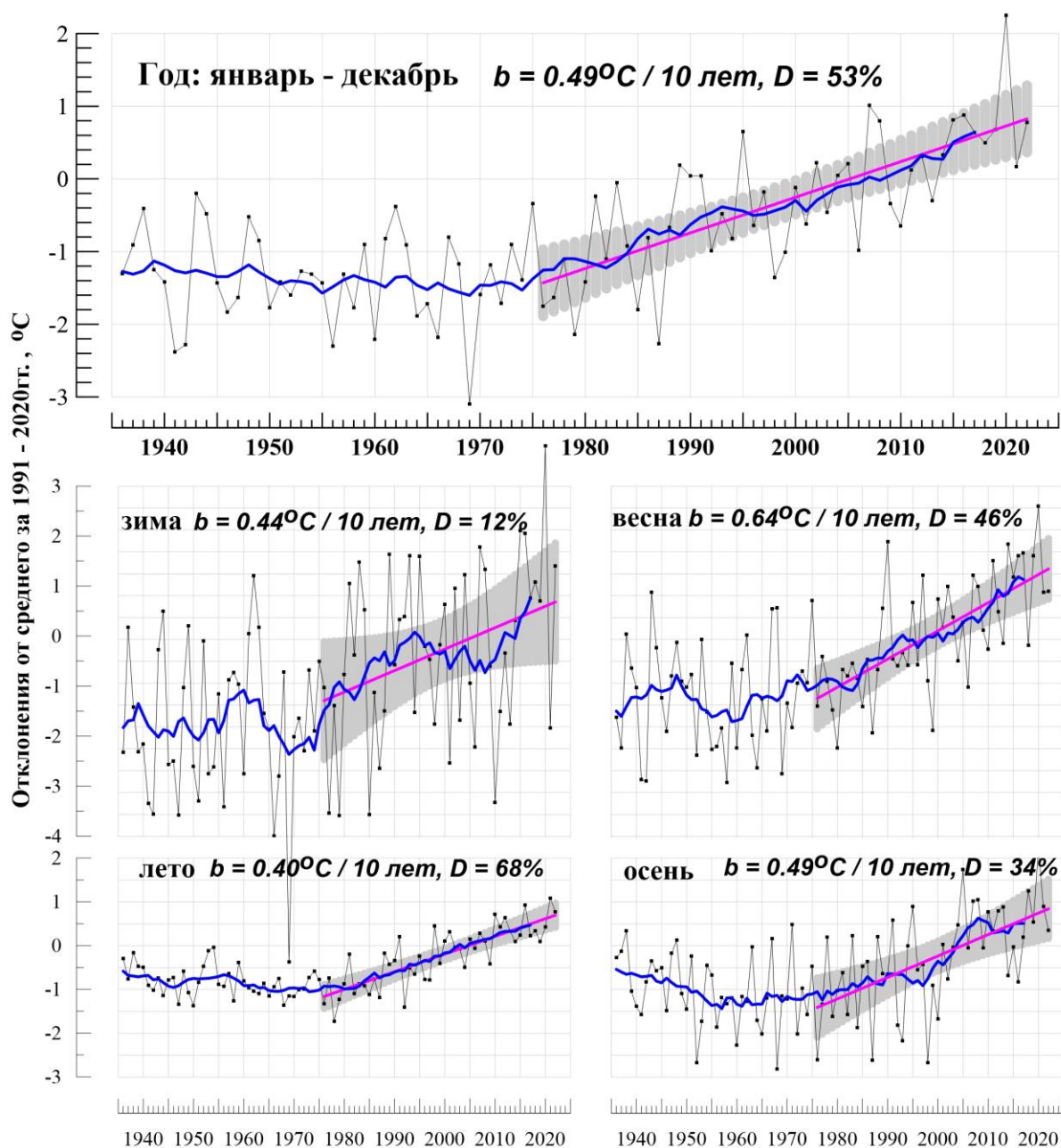


Рисунок 3.1 - Средние годовые и сезонные аномалии температуры приземного воздуха ($^{\circ}\text{C}$), осредненные по территории РФ, 1936-2022 гг.

Аномалии рассчитаны как отклонения от среднего 1991-2020 гг. Показаны также 11-летнее скользящее среднее, линейный тренд за 1976-2022 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 1976-2022 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	53	0,7	1,8	34
Зима	0,44	12	0,8	3,2	20
Весна	0,64	46	1,6	5,7	40
Лето	0,40	68	0,2	0,3	1
Осень	0,49	34	0,6	1,3	6

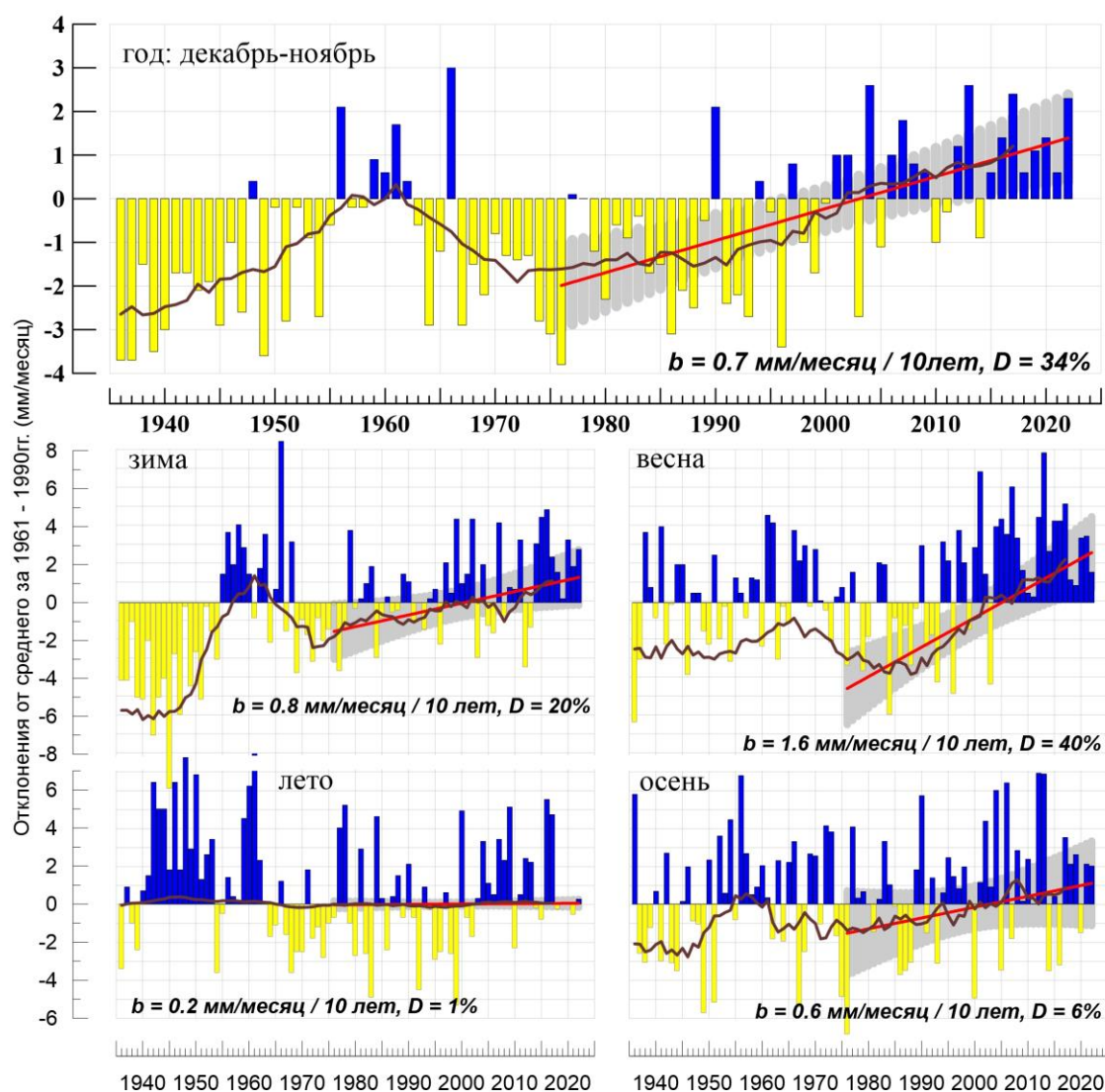


Рисунок 3.2 – Средние годовые и средние сезонные аномалии месячных сумм осадков (мм/месяц), осредненные по территории РФ, 1936 – 2022 гг.

(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 2022 года в целом и для сезонов года. Оценки получены по стационарным временным рядам сезонных аномалий за 1976-2022 гг. в точках расположения станций и затем картированы.

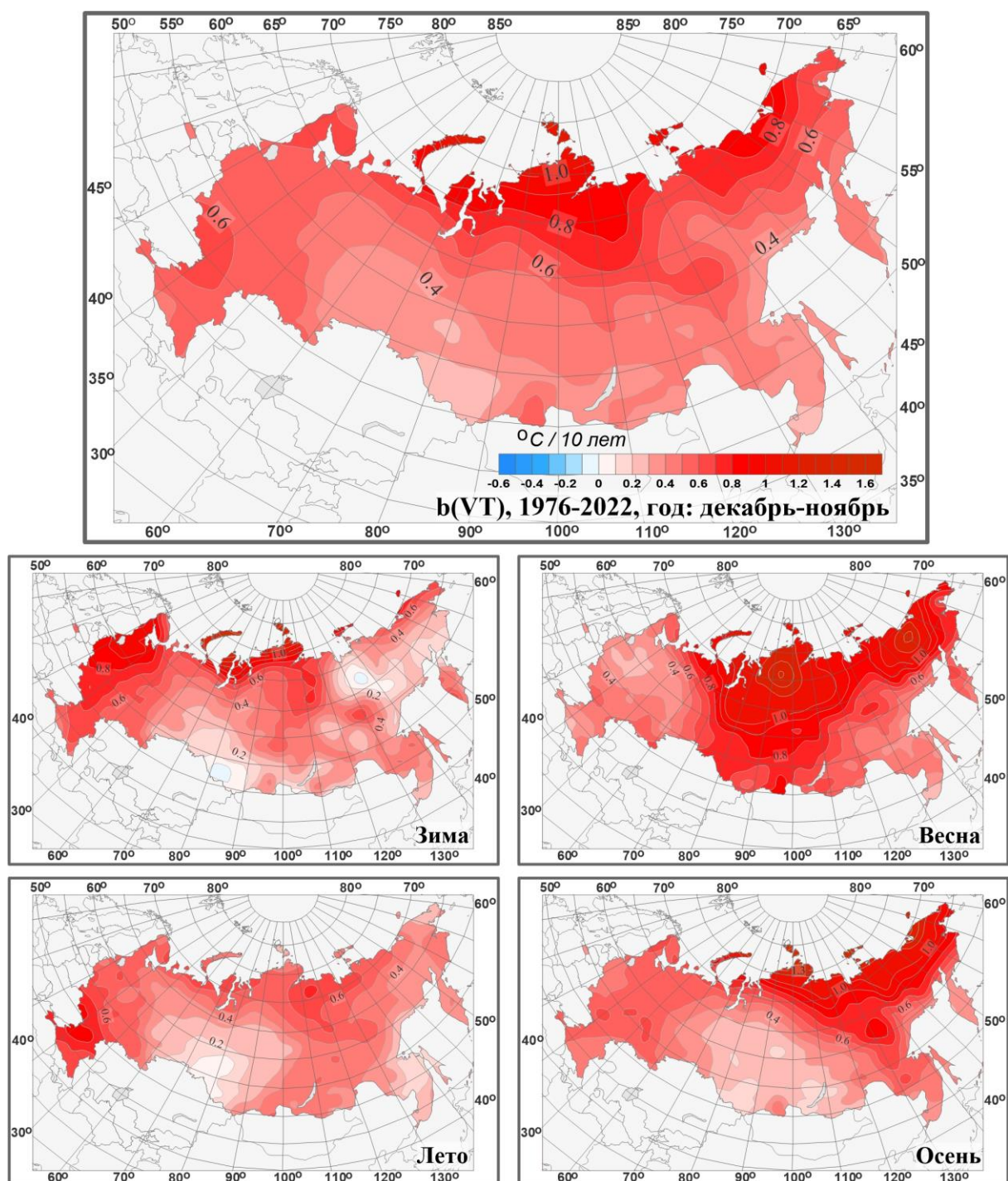


Рисунок 3.3 - Средняя скорость изменения среднегодовой и средних сезонных температур приземного воздуха на территории России по данным наблюдений за 1976-2022 гг. (в °C/10 лет)

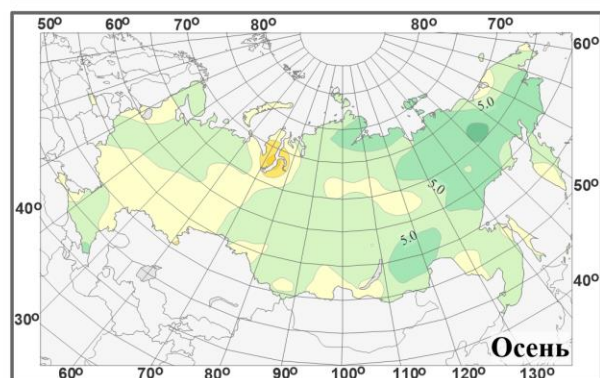
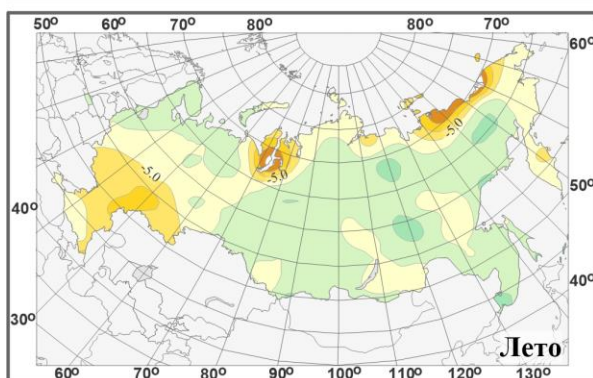
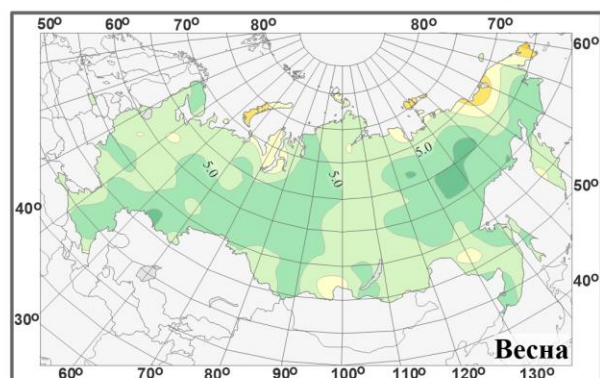
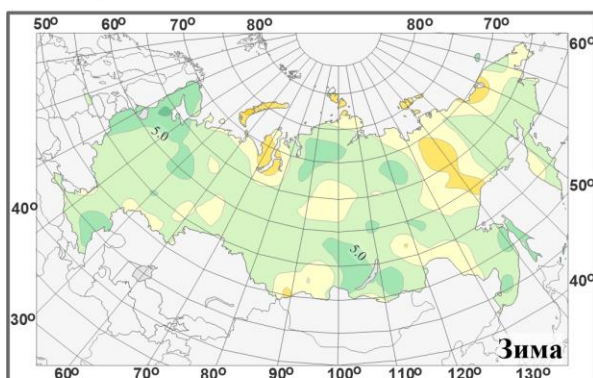
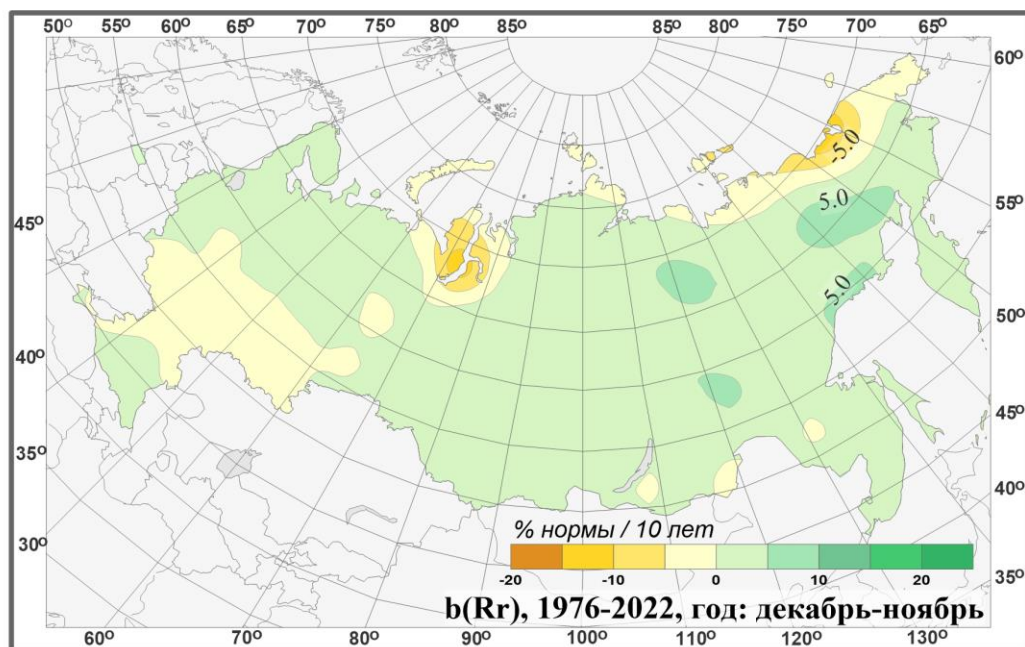


Рисунок 3.4 - Пространственные распределения локальных коэффициентов линейного тренда атмосферных осадков за 1976-2022 гг. на территории России (% / 10 лет), в среднем за год и по сезонам.

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 $+0,49^{\circ}\text{C}/10$ лет, вклад тренда в дисперсию составляет 53%.

Наиболее интенсивное потепление наблюдается весной, особенно, в Западной Сибири и на Чукотке (до $+1,5^{\circ}\text{C}/10$ лет), а также осенью, особенно, в Восточной Сибири и на островах Северной Земли ($+2,1^{\circ}\text{C}/10$ лет). Зимой и летом наибольшая скорость потепления прослеживается на ЕЧР (до $+1,1^{\circ}\text{C}/10$ лет – зимой, около $+0,7-0,9^{\circ}\text{C}/10$ лет - летом).

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

Тенденция к похолоданию (до $-0,3^{\circ}\text{C}/10$ лет) по-прежнему отмечается зимой в южных районах АЧР, а область очень слабого потепления (до $0,2^{\circ}\text{C}/10$ лет - $0,3^{\circ}\text{C}/10$ лет) наблюдается на востоке Якутии и на севере Камчатского края. Зимой тренды значимы лишь для ЮФО и СКФО.

Следует отметить, что с середины 1990-х гг. зимние температуры убывали (хотя приблизительно с 2007 года видна тенденция к их росту) (рис. 3.1). Линейный тренд за 1976-2022 гг. положительный, однако он резко уменьшился ($0,44^{\circ}\text{C}/10$ лет против $0,83^{\circ}\text{C}/10$ лет за период 1976-2000 гг.) и из формы сглаженной кривой на рис. 3.1 очевидно, что. гипотеза о линейном росте для зимних температур не подтверждается.

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 1976-2022 гг., в среднем по России, составляет $1,8\%/10$ лет и описывает 34% межгодовой изменчивости. Во все сезоны осадки последних 15 лет заметно превышают осадки 1970-90х гг.

Количество осадков на территории РФ растет в основном за счет весеннего сезона ($5,7\%/10$ лет, вклад в дисперсию ряда 40%) и зимы ($3,2\%/10$ лет, вклад в дисперсию 20%), однако тренды значительно менее выражены, чем для температуры. Летом и осенью тренд осадков в целом по России незначим.

Пространственные распределения тренда за период 1976 – 2022 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 Восточной Сибири - более $+5\%/10$ лет.

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

Наиболее заметна тенденция к росту осадков *весной* в ПФО, в

дальневосточных регионах России (со скоростью более 10% нормы за 10 лет); *зимой* - на севере ЕЧР, на севере Средней Сибири, в районе Байкала; *летом и осенью* – в дальневосточных регионах России (со скоростью 5% - 10% нормы за 10 лет).

Значительные по площади области с тенденцией к некоторому уменьшению (от 0 до -10 % / 10 лет) *зимних* осадков выделяются в Восточной Сибири (до -5 % / 10 лет), *летом* - в ЕЧР, на азиатском побережье Северного Ледовитого океана (до -10 % / 10 лет).

4. ИЗМЕНЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ И ОСАДКОВ В РЕГИОНАХ РОССИИ, 1936-2022 гг.

В разделе анализируется характер изменения регионально-осредненных температур и осадков для физико-географических регионов России и Федеральных округов. На рис. 4.1 – 4.5 приведены временные ряды осредненных по регионам аномалий средней месячной температуры приземного воздуха (°C) и месячных сумм осадков (мм/месяц) за 1936 – 2022 гг. На всех рисунках показаны линейные тренды за 1976-2022 гг., рассчитанные методом наименьших квадратов. В таблицах 4.1 - 4.3 приведены оценки линейных трендов регионально осредненных значений температуры и осадков за 1976-2022 гг. для физико-географических регионов и федеральных округов РФ.

Температура воздуха.

В среднем по территории России, тренд средних годовых температур составляет +0,49°C/10 лет, вклад тренда в дисперсию составляет 53%. Наиболее интенсивное потепление наблюдается в регионе Восточная Сибирь (+0,56°C/10 лет, в основном, за счет весны и осени), регионе Средняя Сибирь (+0,58°C/10 лет, в основном, за счет весны), в Европейской части России (+0,55°C/10 лет, за счет всех сезонов); а из федеральных округов: зимой – в Северо-Западном ФО (0,77°C/10 лет) и в Центральном ФО (0,76°C/10 лет), весной - в Уральском ФО (0,77°C/10 лет), в Сибирском ФО (0,82°C/10 лет), в Дальневосточном ФО (0,67°C/10 лет), летом - в Южном ФО (0,74°C/10 лет) и в Северо-Кавказском ФО (0,62°C/10 лет), и осенью - в Дальневосточном ФО (0,62°C/10 лет) и в Центральном ФО (0,54°C/10 лет).

Наиболее быстрый рост наблюдается весной (0,64°C/10 лет), но на фоне межгодовых колебаний тренд больше всего выделяется летом (68% суммарной дисперсии). Зимой рост температуры наблюдался до середины 1990-х гг. и видна тенденция к увеличению роста в последние восемь-девять лет.

Температура за 1976-2022 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 Прибайкалье и Забайкалье.

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.).

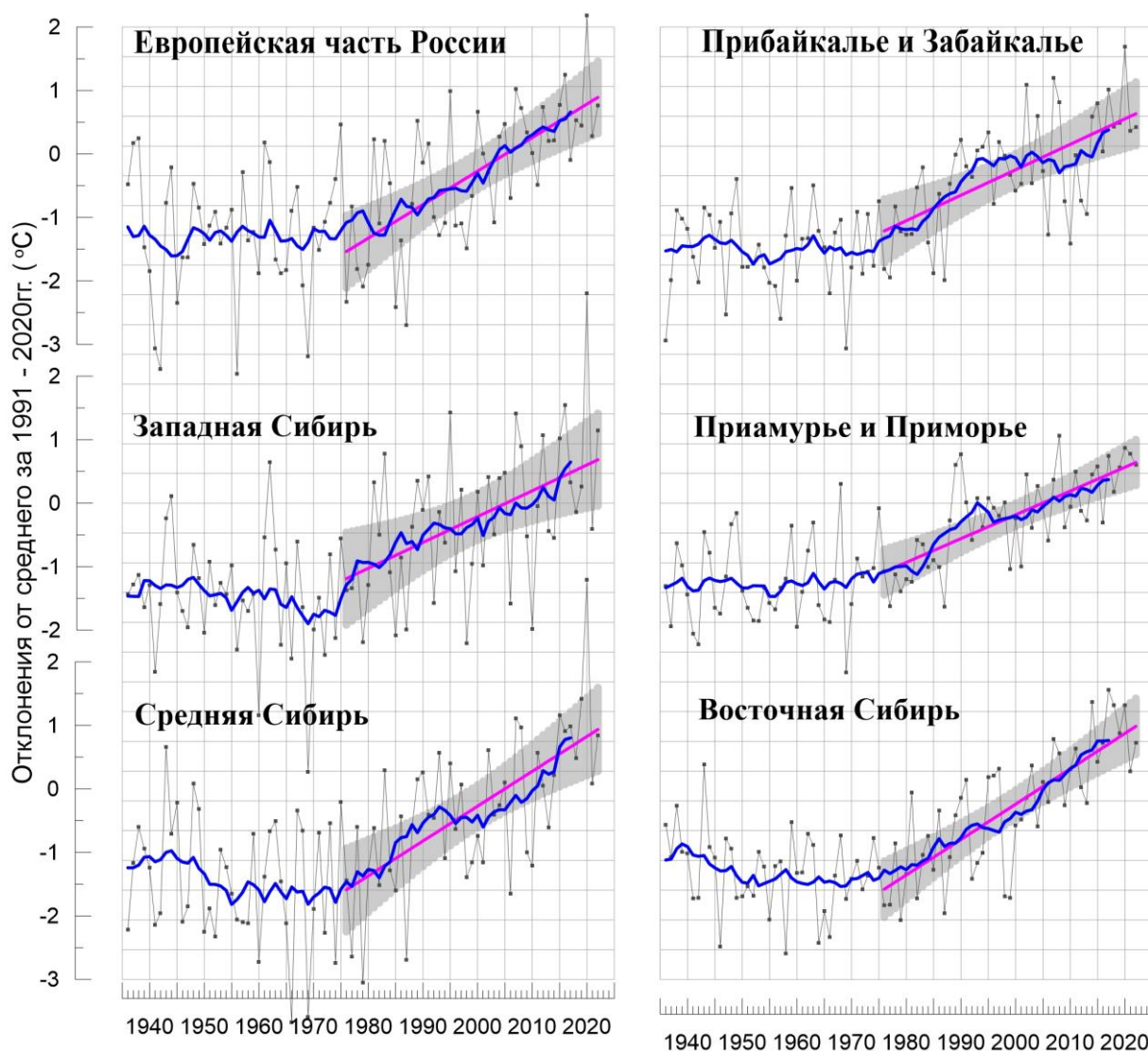


Рисунок 4.1. - Годовые аномалии температуры приземного воздуха (°C) для регионов России за 1936-2022 гг.

Аномалии рассчитаны как отклонения от среднего 1991-2020 гг. Показаны также 11- летнее скользящее среднее, линейный тренд за 1976-2022 гг. с 95%-й доверительной полосой.

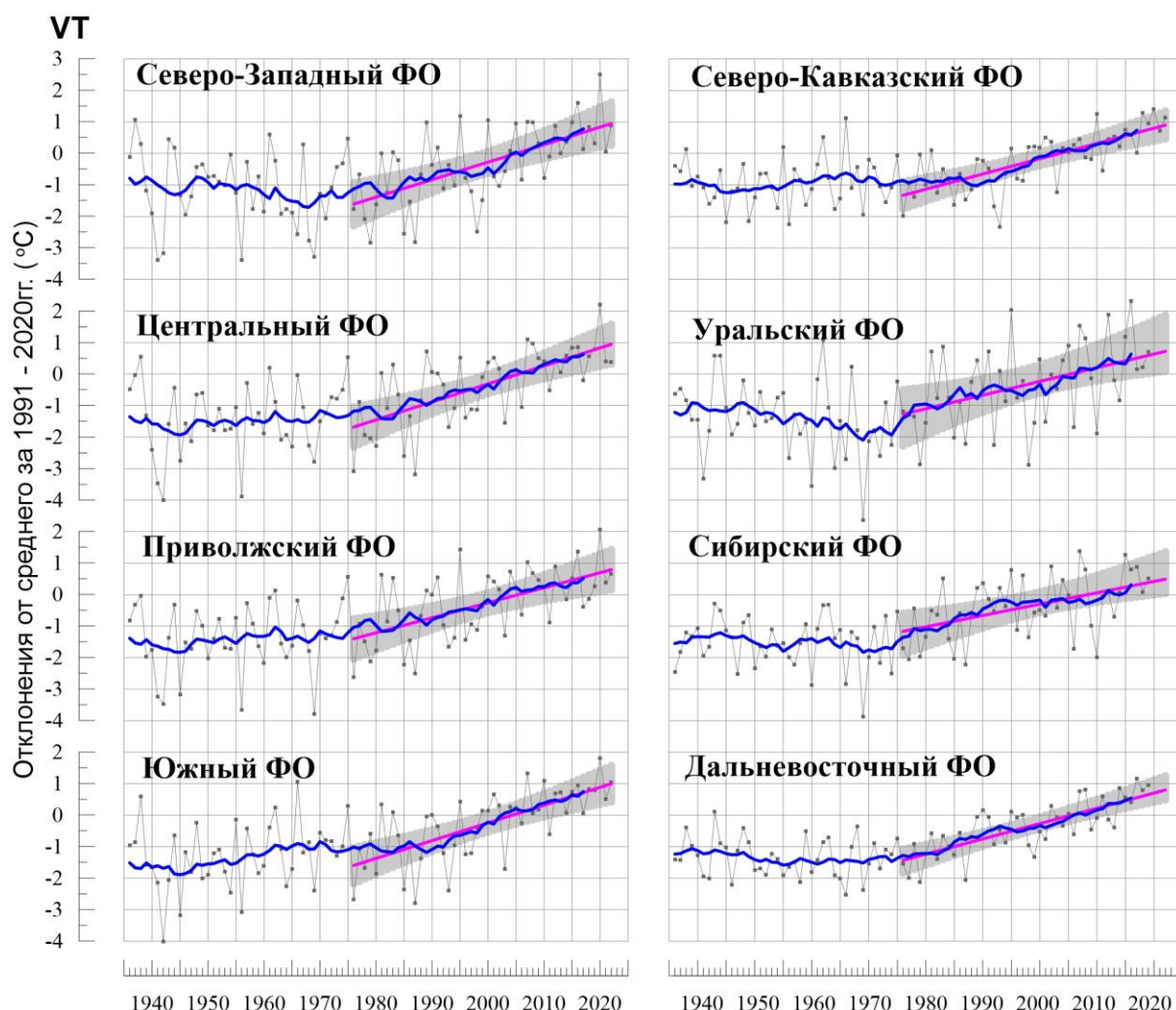


Рисунок 4.2. - Годовые аномалии температуры приземного воздуха (°C) для федеральных округов РФ за 1936-2022 гг. Условные обозначения на рис.4.1

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 1976-2022 гг. значимы лишь для Средней Сибири и для Азиатской части в целом, а также Северо-Западного, Сибирского и Дальневосточного ФО. Наиболее заметен рост годовых сумм осадков в регионе Средняя Сибирь (тренд 3,4% / 10 лет описывает 33% 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).

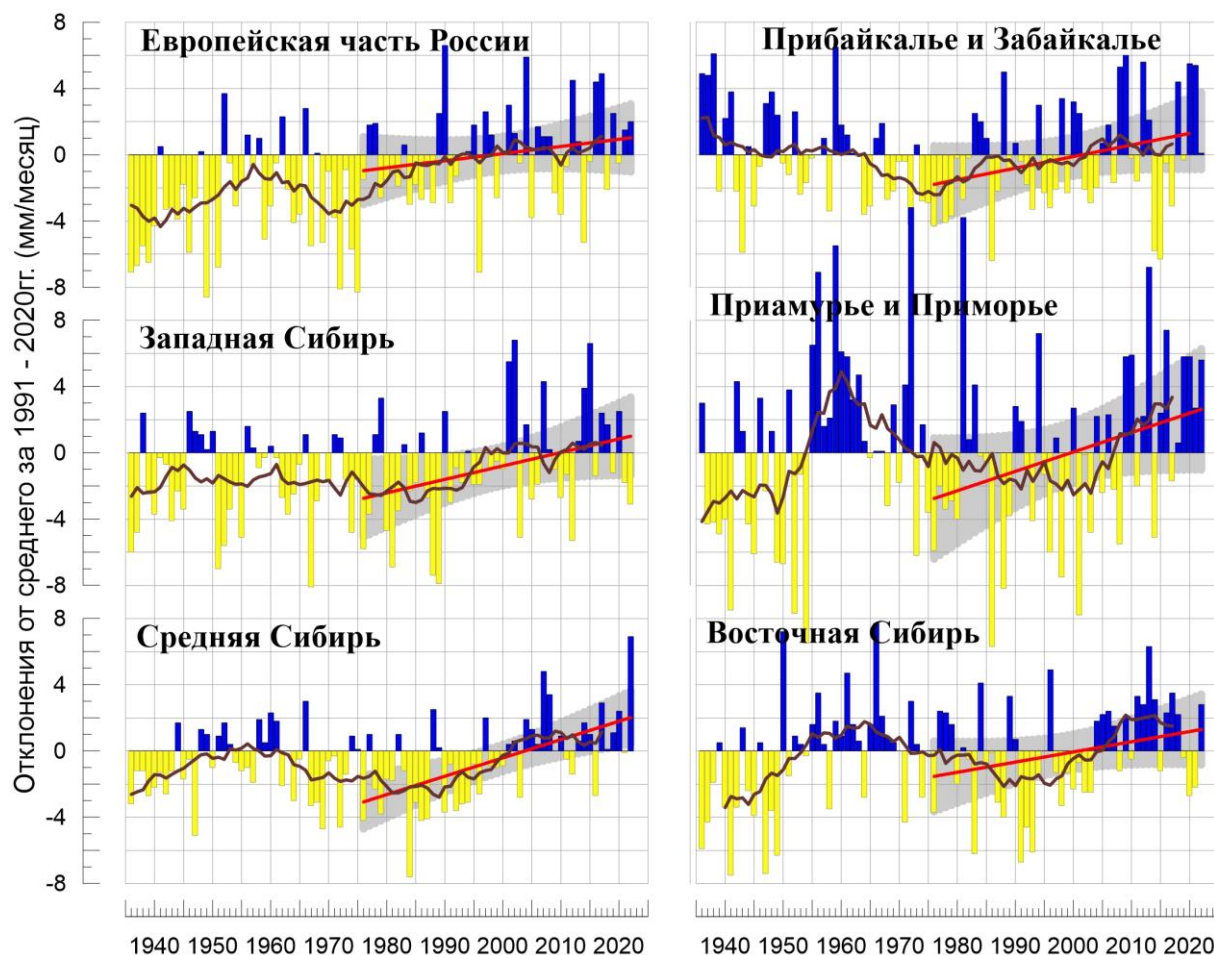


Рисунок 4.4. - Годовые аномалии месячных сумм осадков (мм/месяц), для регионов России за 1936-2022 гг. Условные обозначения на рис.4.1

Таблица 4.1

Оценки линейного тренда среднегодовой (декабрь - ноябрь) температуры приземного воздуха, осредненной по территории России, ее физико-географических регионов и Федеральных округов за 1976-2022 гг.,
b, °C/10 лет – коэффициент линейного тренда, D% - вклад тренда в дисперсию

Регион	Год (д-н)		Зима		Весна		Лето		Осень	
	<i>b</i>	<i>D%</i>	<i>b</i>	<i>D%</i>	<i>b</i>	<i>D%</i>	<i>b</i>	<i>D%</i>	<i>b</i>	<i>D%</i>
Россия	0,49	53	0,44	12	0,64	46	0,40	68	0,49	34
Физико-географические регионы России										
Европейская часть РФ	0,53	46	0,66	15	0,42	23	0,52	41	0,52	31
Азиатская часть РФ	0,48	51	0,36	9	0,73	46	0,36	67	0,48	29
Западная Сибирь	0,41	24	0,30	2	0,78	32	0,25	14	0,30	7
Средняя Сибирь	0,55	41	0,46	6	0,83	40	0,45	49	0,48	15
Прибайкалье и Забайкалье	0,40	39	0,31	5	0,63	34	0,42	46	0,27	10
Приамурье и Приморье	0,38	52	0,39	13	0,42	25	0,25	24	0,45	32
Восточная Сибирь	0,56	61	0,33	11	0,77	44	0,40	54	0,76	48
Федеральные округа РФ										
Северо-Западный	0,56	40	0,76	13	0,46	19	0,47	34	0,53	25
Центральный	0,57	45	0,76	17	0,39	17	0,61	37	0,54	29
Приволжский	0,48	36	0,53	9	0,42	17	0,45	22	0,52	23
Южный	0,56	49	0,61	19	0,43	22	0,74	54	0,49	25
Северно-Кавказский	0,49	55	0,53	25	0,36	25	0,62	56	0,44	24
Уральский	0,47	25	0,43	4	0,77	27	0,32	15	0,37	9
Сибирский	0,42	29	0,32	3	0,82	40	0,30	36	0,27	6
Дальневосточный	0,51	64	0,37	17	0,67	43	0,40	63	0,62	48

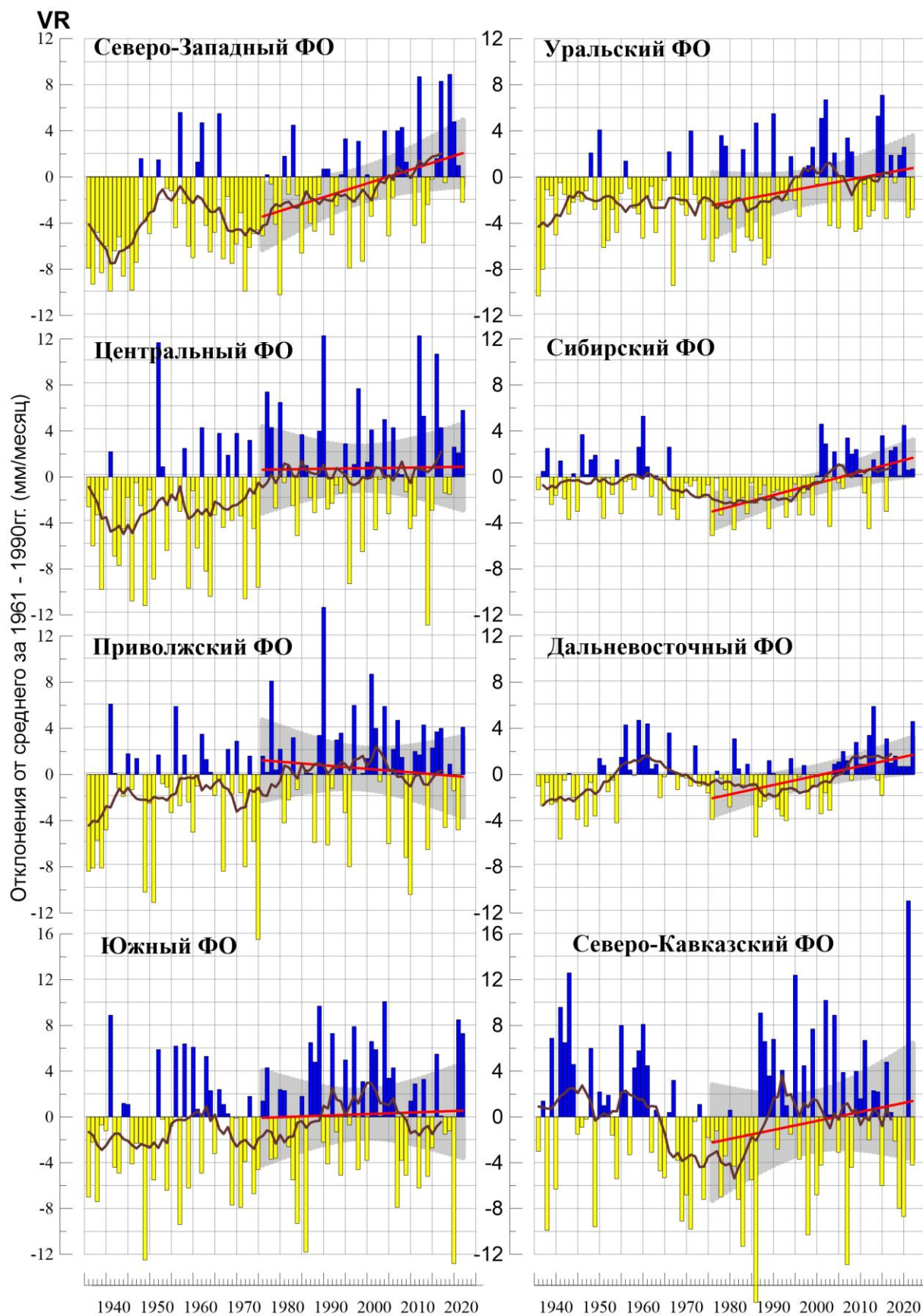


Рисунок 4.5. - Годовые аномалии месячных сумм осадков (мм/месяц) для федеральных округов РФ за 1936-2022 гг. Условные обозначения на рис.4.1

Таблица 4.2

Оценки линейного тренда осредненных за год (декабрь-ноябрь) и по сезонам регионально осредненных месячных сумм атмосферных осадков для регионов России за 1976-2022 гг.:

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

Регион	Год		Зима		Весна		Лето		Осень	
	b	$D\%$	b	$D\%$	b	$D\%$	b	$D\%$	b	$D\%$
Россия	1,8	34	3,2	20	5,7	40	0,3	1	1,3	6
Физико-географические регионы России										
Европейская часть России	0,9	4	3,4	13	4,9	21	-2,3	6	0,2	0
Азиатская часть России	2,3	44	2,9	14	6,1	42	1,2	9	1,9	13
Западная Сибирь	1,9	10	2,1	2	7,5	30	0,8	1	1,0	0
Средняя Сибирь	3,4	33	3,3	9	6,4	40	3,0	9	2,6	10
Прибайкалье и Забайкалье	2,0	8	4,9	13	3,0	4	1,2	2	3,5	7
Приамурье и Приморье	2,2	9	4,7	6	5,6	12	2,1	3	0,8	0
Восточная Сибирь	1,9	8	2,2	3	5,7	24	-1,0	1	5,4	19
Федеральные округа РФ										
Северо-Западный	2,3	15	5,5	20	3,7	11	2,0	1	1,4	2
Центральный	0,1	0	4,0	7	5,5	12	-3,8	11	0,1	0
Приволжский	-0,7	1	1,7	1	5,7	11	-3,9	11	-1,9	1
Южный	0,3	0	1,2	1	5,1	9	-5,4	5	0,0	0
Северо-Кавказский	1,8	2	2,4	3	4,6	10	-2,4	1	2,1	1
Уральский	1,6	5	2,1	2	8,0	29	1,3	0	-0,2	0
Сибирский	2,7	30	3,0	8	5,5	21	1,5	9	1,8	6
Дальневосточный	2,3	23	3,1	11	5,8	35	1,4	2	2,5	16

5. ОЦЕНКИ ЭКСТРЕМАЛЬНОСТИ И АНОМАЛЬНОСТИ КЛИМАТА РОССИИ, 1936-2022 гг.

В разделе приведены временные ряды индексов экстремальности и аномальности для года в целом по территории России за период 1936 -2022 гг. (рис. 5.1. – 5.4). В качестве индексов экстремальности рассматриваются доли площади под крупными аномалиями температуры и осадков (вероятности непревышения $\leq 20\%$, $\geq 80\%$), а также экстремальными (абсолютная величина превосходит 2σ) аномалиями температуры.

Температура. До 1980-х гг. (рис. 5.1) преобладали отрицательные аномалии температуры, а с начала 1990-х – положительные. В 2022 г. доля площади под крупными положительными аномалиями температуры составила 91% (ранг 6). Максимальная величина площади с крупными положительными аномалиями наблюдалась в 2020 г. (99%) в ряду, а в 2015 г. площади с крупными положительными аномалиями составила 91% (ранг 5). Тренд площади под крупными положительными аномалиями с 1976 г. составил 8.1% площади /10 лет, объясняет 49% 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).

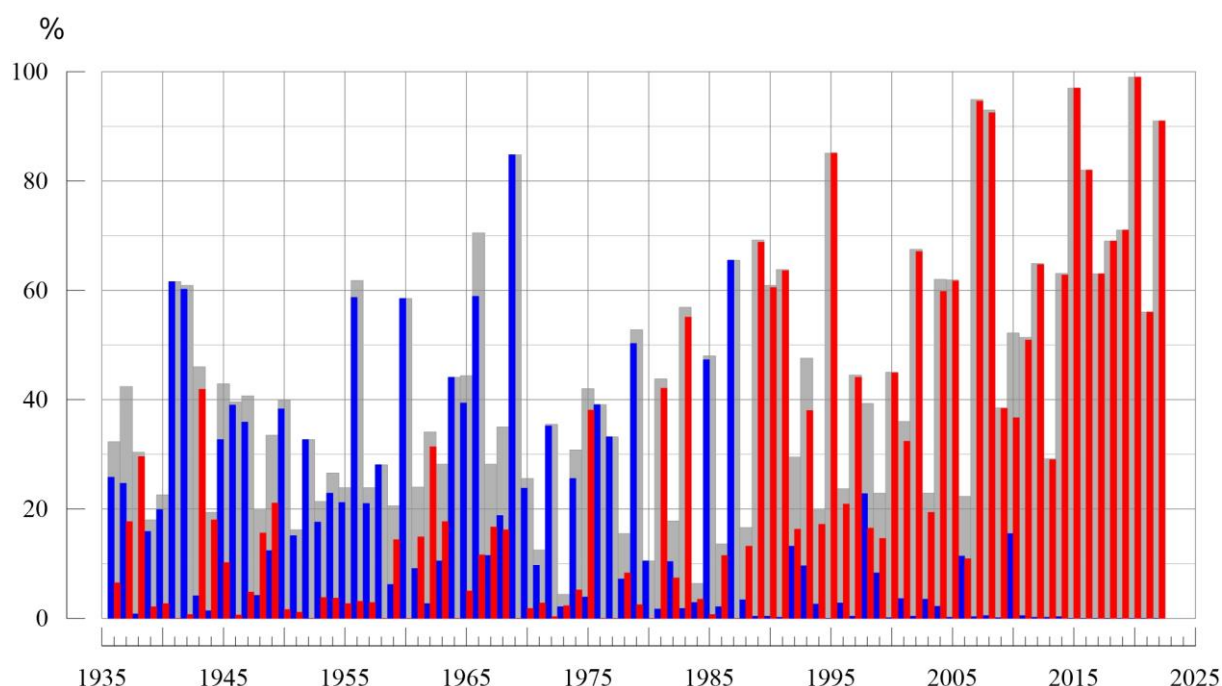


Рисунок 5.1 - Доля площади РФ (в процентах) с крупными сезонными аномалиями температуры, 1936-2022 гг. (год: декабрь 2020 – ноябрь 2022):

ниже 20-го роцентия, выше 80-го процентиля, суммарная площадь с крупными аномалиями обоих знаков.

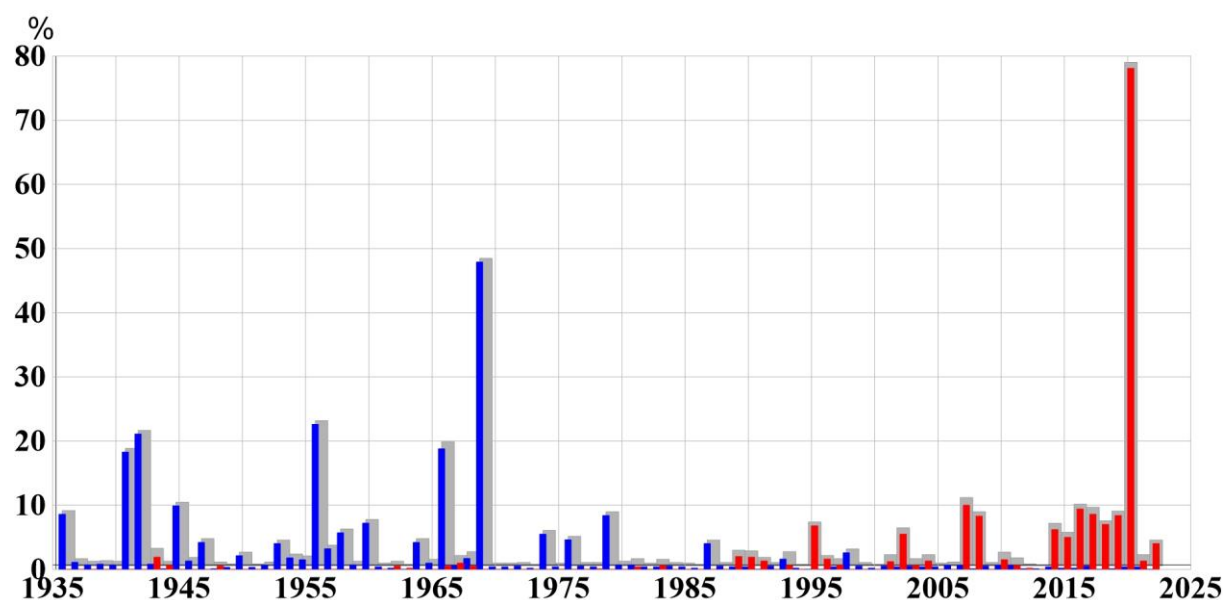


Рисунок 5.2 - Доля площади с экстремальными (годовая нормированная аномалия меньше -2 : синие столбики, больше $+2$: красные столбики; суммарная площадь с этими аномалиями: серые столбики) аномалиями температуры для года в целом для России, 1936-2022 гг. Базовый период для расчета статистик: 1991-2020 гг.

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 2022 году доля площади, занятая крупными положительными экстремумами составила 4%. Тренд за период 1976-2022 составляет 3,2% (доля объясненной трендом дисперсии ряда 14%). В 1969 году – 48.9% площади было занято отрицательными экстремумами (минимальная величина в ряду), а в 2020 -78% (максимальная величина в ряду).

Анализ изменений индекса аномальности Багрова для температуры (рис. 5.3) показывает, что с 1976 г. аномальность температурного режима возрастает – тренд объясняет 51% общей дисперсии ряда. Значение КА в 2022 году составило 2,0 единиц (ранг 15), максимальное значение (3.20) зафиксировано в 2020 г.

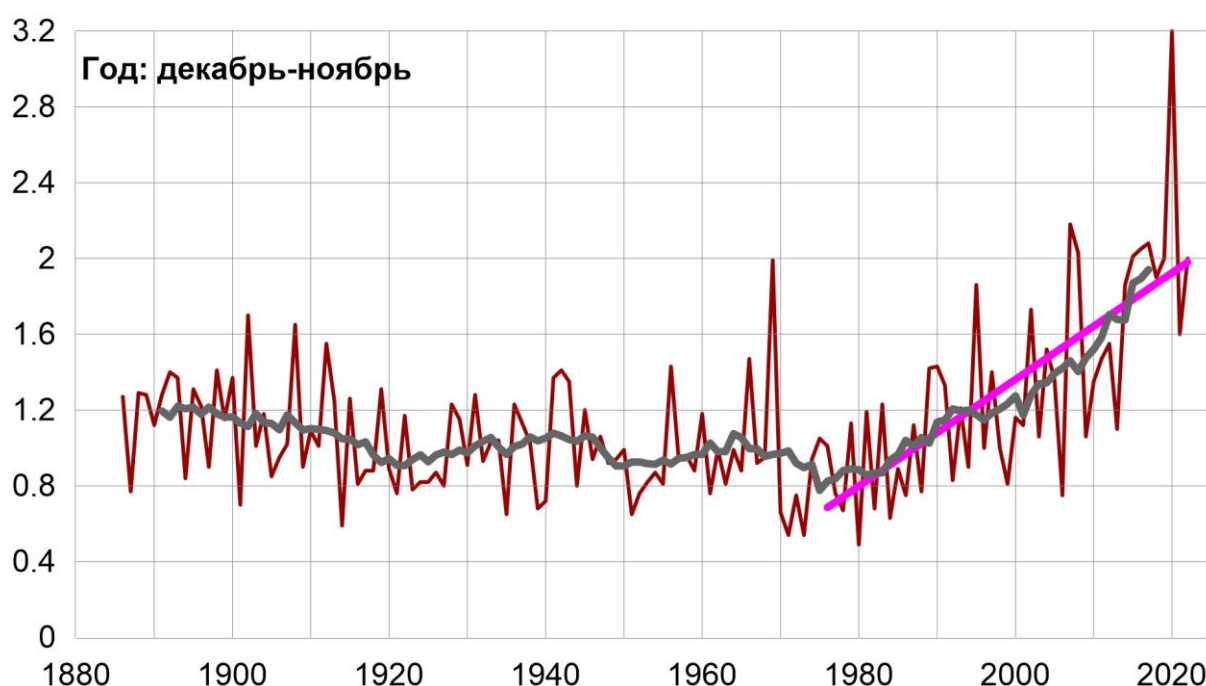


Рисунок 5.3 - Индекс аномальности Багрова (КА) для года в целом для России для температуры, 1886-2022 гг. Показана 11-летняя скользящая средняя и тренд за период 1976-2022 гг.

Осадки. В 2022 г. доля площади с избытком осадков (выше 80-го перцентиля) составила 33% площади страны (ранг 4 в ряду с 1936 года), площади с дефицитом осадков (ниже 20-го перцентиля) 8% (рис. 5.4).

С начала 1990-х гг. наблюдается рост доли площади под аномалиями среднегодовых осадков выше 80 перцентиля (тренд за период 1976-2022 составляет +3.2%/10 лет, доля объясненной трендом дисперсии ряда 32%).

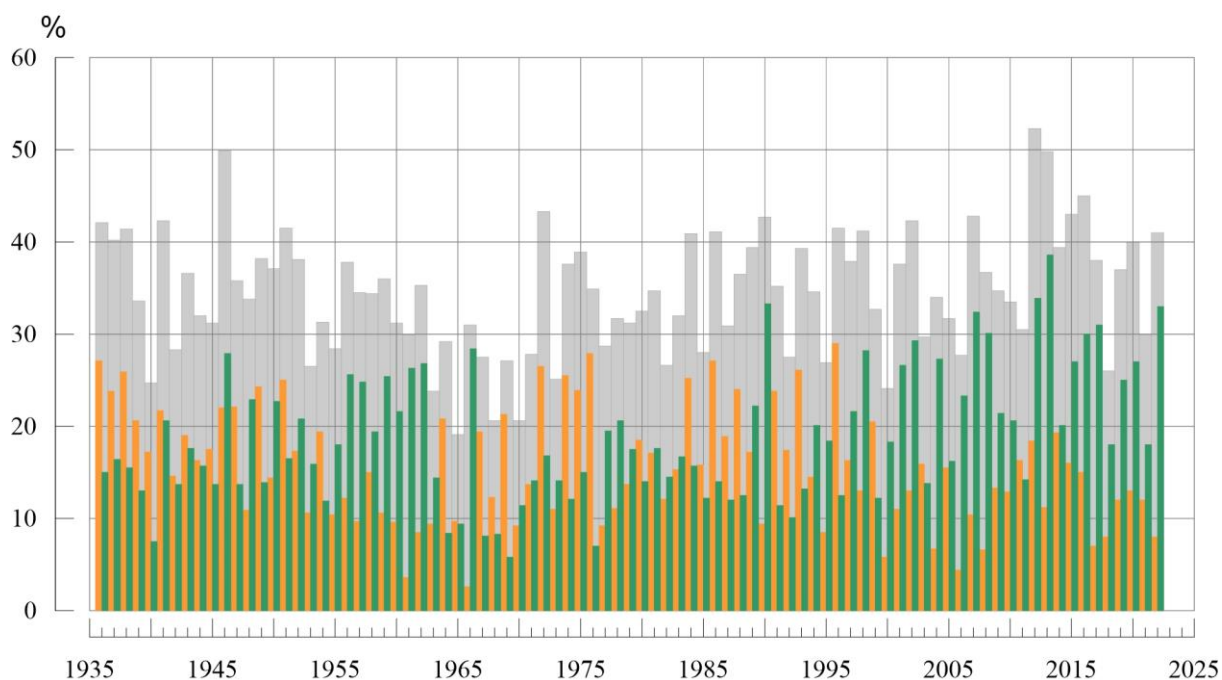


Рисунок 5.4 - Доля площади РФ (в процентах) с крупными сезонными аномалиями осадков, 1936-2022 гг. (год: декабрь 2020 – ноябрь 2022):
■ ниже 20-го перцентиля, ■ выше 80-го перцентиля,
■ суммарная площадь с крупными аномалиями обоих знаков.

ВЫВОДЫ

1. В целом для Земного шара и для Северного полушария средние годовые аномалии составили: $0,256^{\circ}\text{C}$ и $+0,474^{\circ}\text{C}$ – пятая и третья величины в рядах наблюдений с 1850 года, значение аномалий температуры немного ниже, ожидаемых значений при потеплении: отклонение от линейного тренда $-0,06^{\circ}\text{C}$ и $-0,08^{\circ}\text{C}$ соответственно.

2. Для России в целом среднегодовая аномалия температуры составила $+0,78^{\circ}\text{C}$ – шестая величина в ранжированном по убыванию ряду наблюдений. Осредненные по регионам и федеральным округам аномалии температуры были положительными.

Экстремальные условия (на станциях аномалии температуры выше $1,5^{\circ}\text{C}$, фиксировались 95%-е экстремумы) сложились вдоль побережья Баренцева и Карского морей, на юге ЕЧР (в ЮФО ($1,04^{\circ}\text{C}$ – ранг 5) и СКФО ($1,13^{\circ}\text{C}$ – ранг 4), на Алтае, на юге Якутии, на Сахалине и на Камчатке.

3. В 2022 г. доля площади под крупными положительными аномалиями температуры (выше 80 перцентиля) составила 91% (ранг 6); а доля площади, занятая положительными экстремумами (больше двух стандартных отклонений) составила 4%, величина индекса аномальности Багрова (КА) составила 2,0.

4. Экстремальным сезоном было лето: осредненная по РФ аномалия температуры составила $0,77^{\circ}\text{C}$ – вторая величина в ряду (95%-е экстремумы отмечались на ЕЧР

(1,69°C – ранг 2), в ДФО (0,72°C – ранг 3). Области, где летом наблюдались температуры были ниже климатической нормы: центральные и южные районы СФО и юго-западные районы ДФО (с аномалиями до -1,8°C) и Чукотка (аномалии до -2,1°C).

5. Зимой экстремально тепло на юге ЕЧР (в ЮФО (2,96°C – ранг 2) и СКФО (2,48°C – ранг 2)) и юге Западной Сибири, на Сахалине и на Камчатке. Температуры ниже климатической нормы зимой наблюдались в среднем течении Лены, на востоке Якутии, на Чукотке, в Приморье (аномалии на станциях не ниже -2°C).

6. Весной экстремально тепло в Саянах и на северо-востоке страны (в Восточной Сибири аномалия температуры составила 1,96°C – ранг 4), на юге СФО, в Приморье, на Сахалине. Температуры ниже климатической нормы наблюдались на большей части ЕЧР (в среднем по территории аномалия температуры составила -0,84°C), в отдельных районах ДФО.

7. Осенью на большей части страны аномалии от -1 до +1°C. Экстремальные условия (аномалии выше 1°C, на станциях фиксировались 95%-е экстремумы) наблюдались вдоль побережья Белого моря, на юге ЕЧР. Аномалии ниже -1°C наблюдались на северо-востоке страны.

8. Из месяцев года выделяются экстремально теплые: февраль и август на ЕЧР (+5,23°C – ранг 5 и +3,50°C – ранг 1), май и июль на АЧР (+1,62°C – ранг 2 и +0,73°C – ранг 2).

9. Самым «холодным» месяцем года был май на ЕЧР (-2,08°C, в XXI веке так холодно в мае было в 2002 (-1,94°C), в 2008 (-1,69°C) и в 2017 (-2,69°C)).

10. В целом по РФ за 2022 год в целом количество выпавших осадков составило 106% нормы. Значительный избыток осадков (на многих станциях фиксировались 95%-е экстремумы) наблюдался в центре ЕЧР: в ЦФО (111%), в ПФО (110%), в ЮФО (117%); в Средней Сибири (121% - ранг 1) и в ДФО (113% - ранг 2).

Дефицит осадков наблюдался в районе Обской губы, в Саянах.

11. В 2022 г. доля площади с избытком осадков (выше 80-го перцентиля) составила 33% (ранг 4), с дефицитом осадков – 8%.

12. Из особенностей сезонов следует отметить «снежную» зиму в ЕЧР, «влажное» лето в Средней Сибири (139% - ранг 1) и «влажную» осень в центре ЕЧР (в ЦФО выпало 143% - ранг 5).

Кроме того, следует отметить «сухое» лето на ЕЧР (выпало 83% сезонной нормы) и в Западной Сибири (91%).

13. Из месяцев 2022 года особо выделяется контрастный август: в целом по ЕЧР выпало лишь 50% нормы (вторая среди минимальных величин в ряду, а в целом по АЧР – 117% (третья среди максимальных величин в ряду)).

14. Кроме того, почти во все месяцы наблюдались большие области с избытком осадков: в декабре в УФО (154% - ранг 2), в январе в ЕЧР (127% - ранг 3-4), в апреле в ЦФО (188% - ранг 1), в июле в Средней Сибири (138% - ранг 4), в сентябре в ЦФО (174% - ранг 4).

15. Сильный дефицит осадков наблюдался еще и в мае в Прибайкалье и Забайкалье (53% - среди четырех самых «сухих») и в июле в УФО (65% - среди четырех самых «сухих»).

16. Летом атмосферные засухи наблюдались во многих областях ЮФО, СКФО, ПФО, ЦФО и УФО. Наибольшего развития атмосферные засухи получили в августе из-за экстремальных температурных условий и условий выпадения осадков.

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

Рост среднегодовой температуры (линейный тренд) за 1976-2022 гг. составил в целом по России $0,49^{\circ}\text{C}/10$ лет (вклад в общую изменчивость 53%). Наиболее быстрый рост наблюдается весной ($0,64^{\circ}\text{C}/10$ лет), но на фоне межгодовых колебаний тренд больше всего выделяется летом (68% суммарной дисперсии).

Географически наиболее интенсивное потепление наблюдается весной, особенно, в Западной Сибири и на Чукотке, (до $+1,5^{\circ}\text{C}/10$ лет), а также осенью, особенно, в Восточной Сибири и на островах Северной Земли ($+2,1^{\circ}\text{C}/10$ лет). Зимой и летом наибольшая скорость потепления прослеживается на ЕЧР (до $+1,1^{\circ}\text{C}/10$ лет – зимой, около $+0,7-0,9^{\circ}\text{C}/10$ лет - летом).

Тенденция к похолоданию (до $-0,3^{\circ}\text{C}/10$ лет) по-прежнему отмечается зимой в южной части Сибири, а область очень слабого потепления (до $0,2^{\circ}\text{C}/10$ лет - $0,3^{\circ}\text{C}/10$ лет) на северо-востоке России.

18. В целом за год по территории РФ наблюдается рост осадков: тренд годовых сумм осадков за 1976-2022 гг. в среднем по России составляет $1,8\% / 10$ лет и описывает 34% межгодовой изменчивости. Географическое распределение значений тренда за период 1976 – 2022 г. подтверждает основной вывод о наличии тенденции к увеличению годовых сумм осадков (кроме центра ЕЧР, района Обской губы, побережья Восточно-Сибирского и Чукотского морей).

Рост осадков за период с 1976 г. наблюдается во все сезоны и наиболее выражен весной, когда тренд $5,7\% / 10$ лет объясняет 40% суммарной изменчивости (дисперсии) осадков в этот период. Летний и осенний тренды в целом по России незначимы.

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

2022 год (декабрь 2021-ноябрь 2022)



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 погодно-климатических условиях, состоянии и загрязнении природной среды".

Все оценки получены по данным о средних месячных значениях температуры приземного воздуха и месячных суммах атмосферных осадков в базовом архиве ИГКЭ, содержащем данные гидрометеорологических наблюдений на 455 станциях стран СНГ и Балтии (из них 7 станций Республики Беларусь, табл. 1).

Таблица 1.

Список используемых станций Республики Беларусь.

	Название	№ ВМО	широта	Долгота	высота
1	Витебск	26666	55,20	30,20	169
2	Минск	26850	53,90	27,50	234
3	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 наблюденного 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).

Пространственное осреднение 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

* 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 2022 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 (°C)
на станциях Беларуси в 2022г.

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>Зима2021/2022</i>	1,29	1,52	1,81	1,84	1,62	1,77
Декабрь 2021	-1,48	-1,1	-1,11	-0,83	-0,72	-0,34
Январь	1,45	2,08	2,6	2,43	1,44	1,54
Февраль	3,89	3,57	3,93	3,92	4,15	4,1
<i>Весна</i>	-1,06	-1,89	-1,07	-1,1	-1,52	-1,33
Март	0,14	-0,27	0,17	0,36	-0,32	0,25
Апрель	-1,32	-2,81	-2,67	-2,49	-2,00	-2,16
Май	-2,00	-2,59	-0,71	-1,16	-2,23	-2,09
<i>Лето</i>	1,6	0,8	1,42	1,69	1,18	1,49
Июнь	1,9	1,23	2,45	2,29	1,89	2,41
Июль	-0,28	-1,15	-0,21	-0,12	-0,94	-0,61
Август	3,18	2,32	2,02	2,9	2,6	2,66
<i>Осень</i>	-0,1	-0,1	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: дек2021- ноя2022</i>	0,43	0,08	0,55	0,65	0,36	0,48

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.

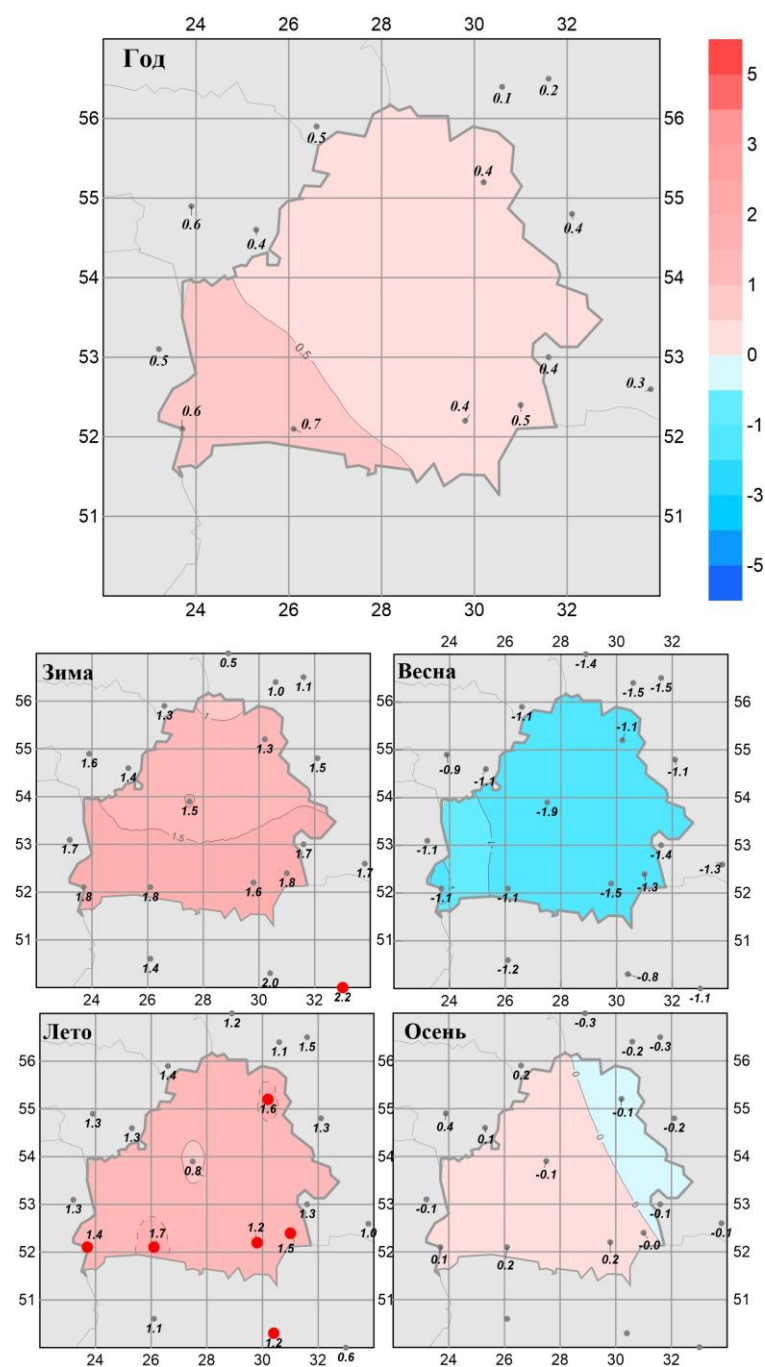


Рисунок 1 - Средняя годовая (декабрь 2020 – ноябрь 2022) и средние сезонные аномалии температуры приземного воздуха (°C) на территории Республики Беларусь.

Таблица 2

Количество осадков, выпавших на станциях Беларуси в 2022 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>Василев ичи</i>	<i>Гомель</i>
	26666	26850	33008	33019	33038	33041
а) Сумма осадков за месяц /сезон / год (мм/месяц)						
<i>Зима20212022</i>	67,3	62,3	34,3	41,0	54,7	37,7
Декабрь 2021	64	51	35	39	50	33
Январь	86	83	43	52	86	57
Февраль	52	53	25	32	28	23
<i>Весна</i>	39,0	71,0	32,7	40,0	66,7	68,0
Март	6	7	8	5	14	11
Апрель	53	119	59	72	133	142
Май	58	87	31	43	53	51
<i>Лето</i>	53,7	51,0	84,3	38,0	42,7	36,3
Июнь	60	50	43	28	27	21
Июль	86	91	136	77	80	68
Август	15	12	74	9	21	20
<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: декабрь2021- ноябрь2022</i>	62,2	57,1	50,8	43,9	63,4	57,3
б) Аномалия сумм осадков за месяц /сезон / год (мм/месяц)						
<i>Зима20212022</i>	12,9	18,2	-2,0	3,0	13,0	0,2
Декабрь 2021	7,3	4,5	-4,2	-5,2	3,5	-9
Январь	28,9	36,7	8	13,6	47,6	21,5
Февраль	2,4	13,5	-9,7	0,6	-12,1	-11,9
<i>Весна</i>	-9,5	20,7	-12,7	-3,3	17,9	22,6
Март	-38,6	-34,7	-25	-30,4	-28,4	-25,1
Апрель	15,5	76	22,1	36,5	94,7	107
Май	-5,5	20,8	-35,3	-16	-12,7	-14,1
<i>Лето</i>	-26,8	-30,6	13,4	-36,3	-32,0	-38,8
Июнь	-15,3	-28,0	-24,5	-45,4	-45,3	-51,7
Июль	-7,0	-6,1	52,2	-15,8	-14,7	-29,5
Август	-58,1	-57,6	12,6	-47,7	-36,1	-35,2
<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: декабрь2020- ноябрь2022</i>	0,6	2,4	1,3	-7,0	9,0	4,8

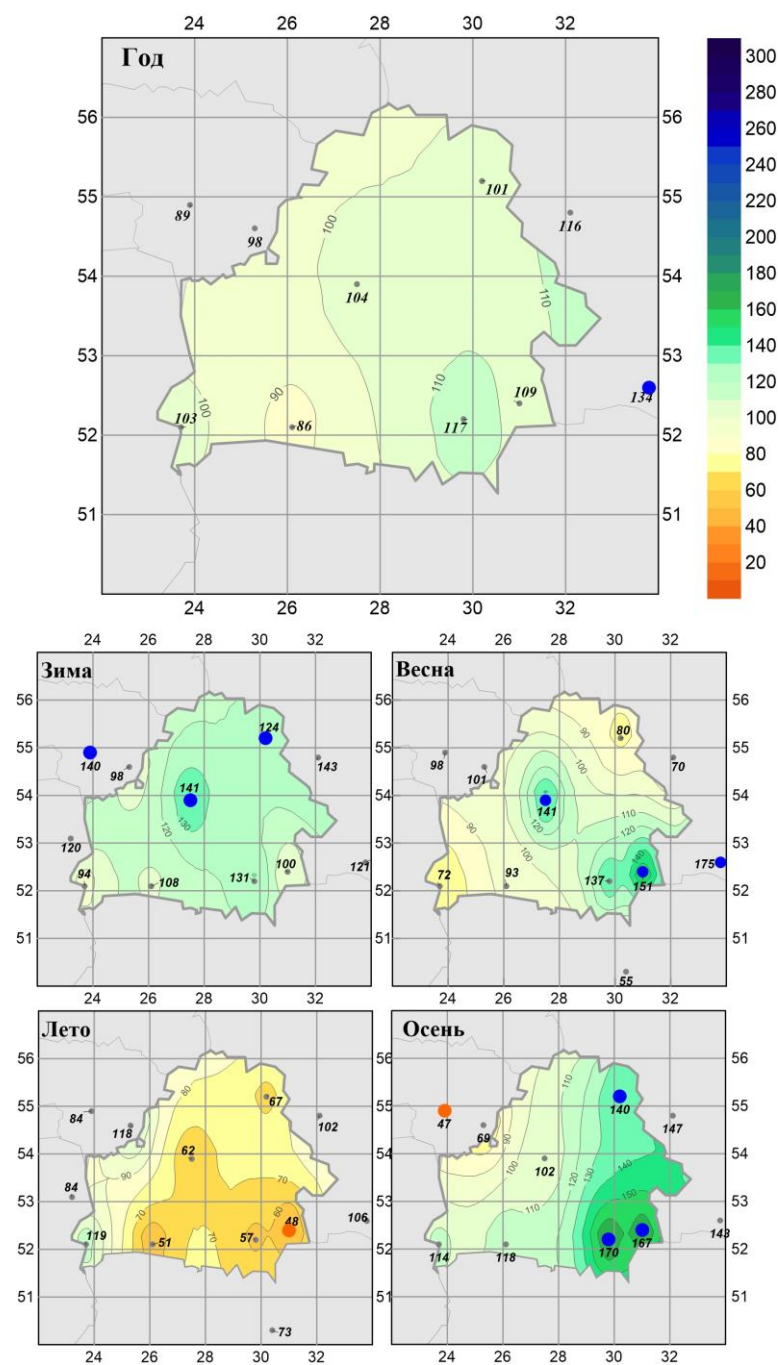


Рисунок 2 - Аномалии годовых (декабрь 2020 – ноябрь 2022) и сезонных сумм осадков (в процентах от нормы) на территории республики Беларусь. Синими кружками показаны станции, осуществились 95% экстремумы выпадения осадков. Цифрами приведены значения аномалий осадков в процентах от нормы на станциях.

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

Таблица 3.

Средние сезонные аномалии температуры, осредненные по территории Беларуси в 2022 году.

νT (°C)- отклонения от средних за 1991-2020 гг.; R – ранг текущих значений в ряду убывающих осадков за 1936-2022гг.

Сезоны	νT	s	R	Рекордный год и его аномалия (νt , °C)
Зима	1,61	2,05	11	1990 (+4,75°C)
Весна	-1,32	0,99	54	2014(+2,15°C)
Лето	1,35	1,03	4	2010 (+2,72°C)
Осень	0,01	1,31	27	2020 (+2,50°C)
Год	0,43	0,84	15	2020 (+1,93°C)

На рисунке 3 приведены временные ряды пространственно осредненных аномалий средней месячной температуры приземного воздуха (°C) и месячных сумм осадков (мм/месяц) за 1936 – 2022 гг. Показаны линейные тренды за 1976-2022 гг., рассчитанные методом наименьших квадратов.

Таблица 4.

Средние сезонные аномалии месячных сумм осадков, осредненные по территории Беларуси в 2022 году.

νR (мм/месяц)- отклонения от средних за 1991-2020 гг.;
 R – ранг текущих значений в ряду убывающих осадков за 1936-2022гг.

Сезоны	νR	s	R
Зима	9,4	8,2	9
Весна	5,0	9,1	18
Лето	-21,4	18,4	75
Осень	17,8	14,7	7
Год	2,7	6,0	19

Таблица 5.

Оценки линейного тренда регионально осредненной температуры и осадков для республики Беларусь за 1976-2022гг.

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

Сезоны	Температура		Осадки	
	$b_{1976-2022}$ °C/10 лет	$D_{1976-2022}$ %	$b_{1976-2022}$ мм/мес/10лет	$D_{1976-2022}$ %
Зима	0,70	16	2,3	17
Весна	0,42	19	4,3	7
Лето	0,70	55	-0,1	0
Осень	0,46	29	1,6	1
Год	0,57	49	1,2	9

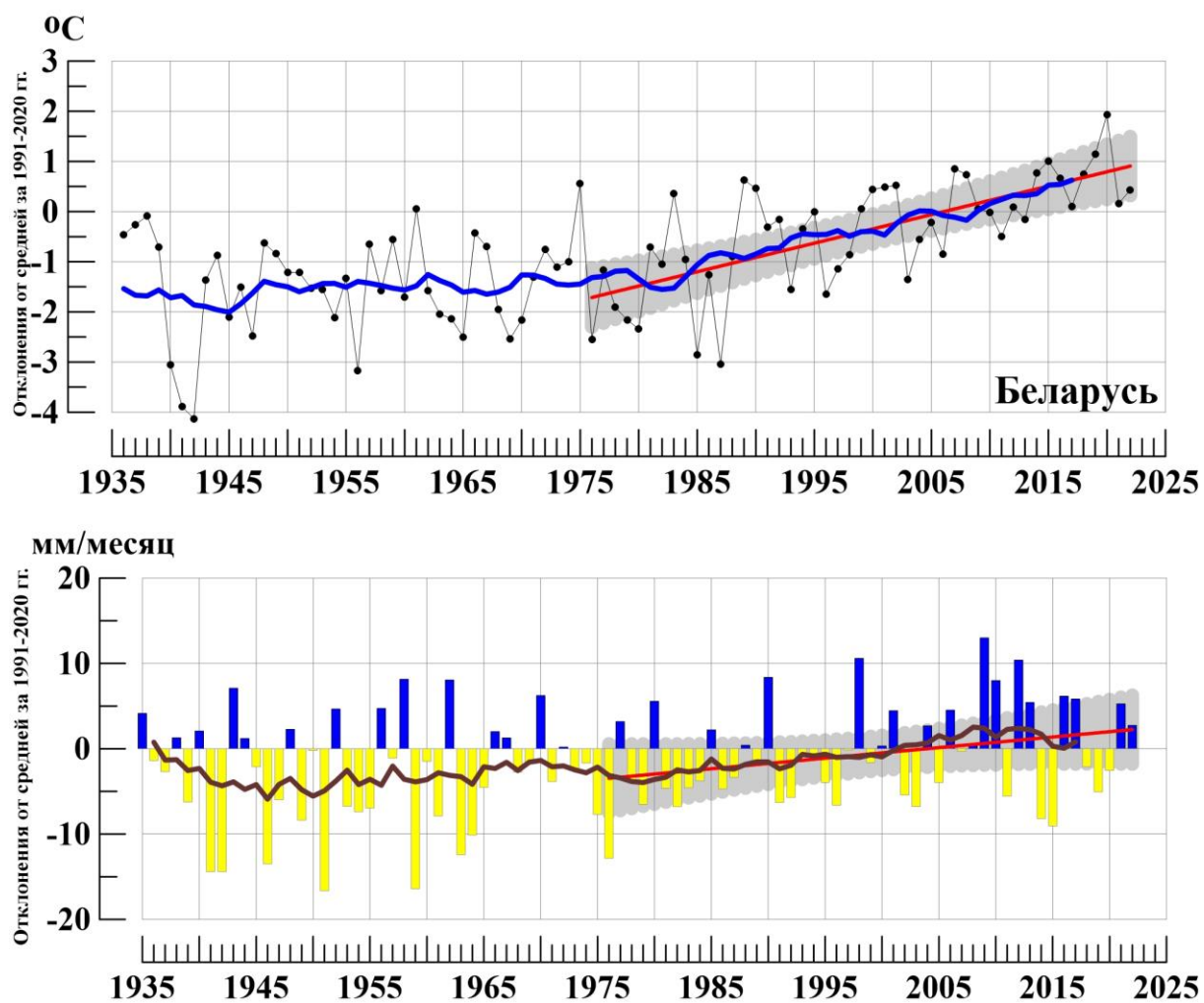


Рисунок 3 - Годовые аномалии температуры приземного воздуха ($^{\circ}\text{C}$) и месячных сумм осадков (мм/месяц), осредненные по территории республики Беларусь.

Показаны 11-летняя скользящая средняя и линейный тренд за период 1976 – 2022 гг. и 95% -я доверительная область для линии тренда.