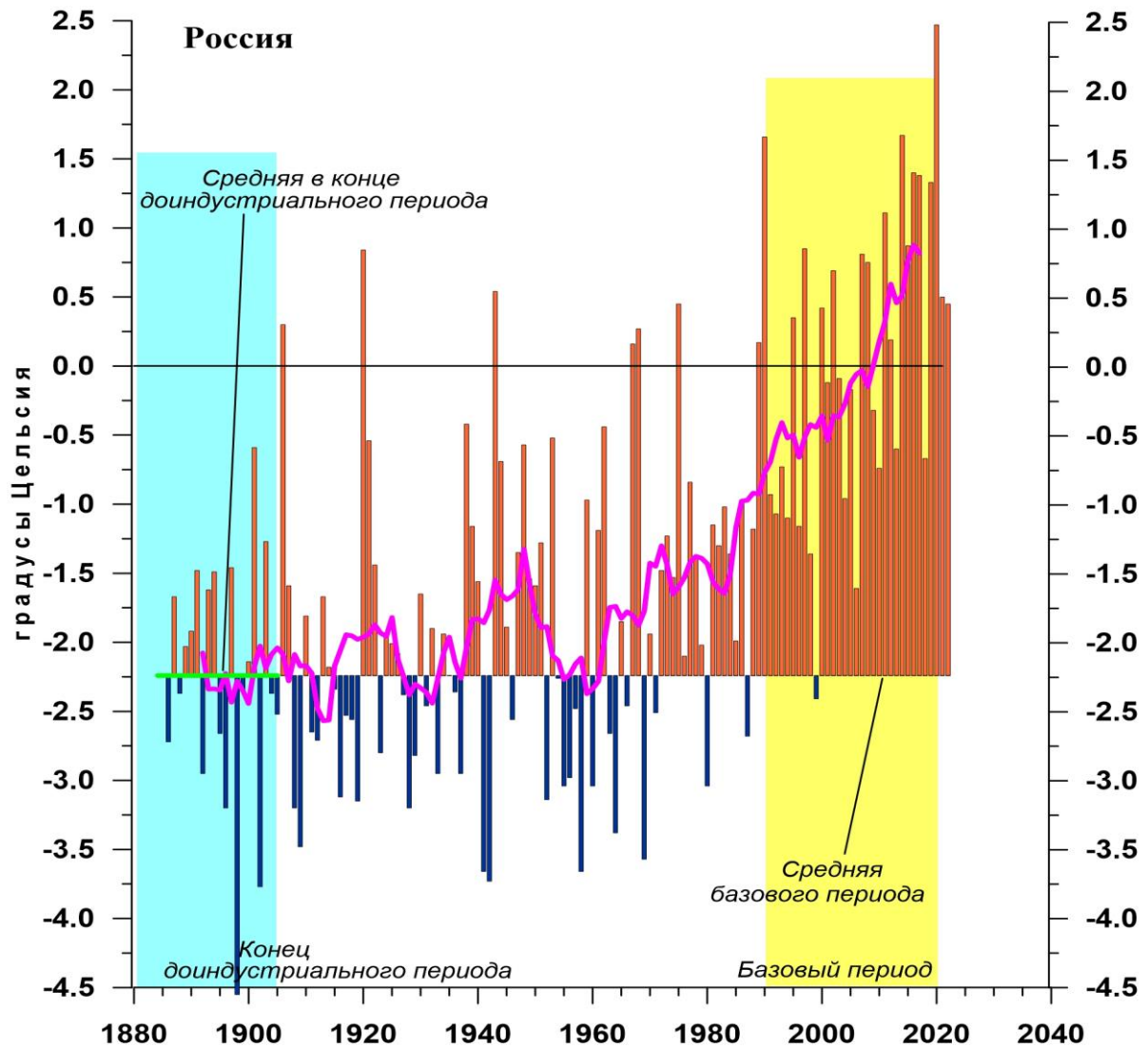


Федеральная служба  
по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды

ФГБУ «Институт Глобального Климата и Экологии»



## ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА 2022

ВЕСНА: март – май

Обзор состояния и тенденций изменения  
климата России

★  
Москва 2022

## ОГЛАВЛЕНИЕ<sup>1</sup>

ВВЕДЕНИЕ.....	3
1. ИЗМЕНЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ ПРИЗЕМНОГО ВОЗДУХА СЕВЕРНОГО ПОЛУШАРИЯ И РОССИИ ПО ДАННЫМ НАБЛЮДЕНИЙ (весенний сезон).....	6
2. КЛИМАТИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ВЕСНЫ 2022 г. НА ТЕРРИТОРИИ РОССИИ .....	7
3. ТЕНДЕНЦИИ СОВРЕМЕННЫХ ИЗМЕНЕНИЙ КЛИМАТА НА ТЕРРИТОРИИ РОССИИ В ВЕСЕННИЙ СЕЗОН.....	16
4. ИЗМЕНЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ И ОСАДКОВ ВЕСЕННЕГО СЕЗОНА В РЕГИОНАХ РОССИИ, 1936-2022 гг.....	22
5. ОЦЕНКИ ЭКСТРЕМАЛЬНОСТИ И АНОМАЛЬНОСТИ КЛИМАТА РОССИИ, 1936-2022 гг. (весенний сезон) .....	27
ВЫВОДЫ .....	30
ПРИЛОЖЕНИЕ. Климатические особенности весны 2022 г. на территории Республики Беларусь .....	32

---

<sup>1</sup> На обложке приведен ход средней сезонной аномалии температуры приземного воздуха, осредненной по территории России, за 1887 – 2022 гг. (весна)  
*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 (576) станций России). В настоящем выпуске использованы данные 249 (548) российских станций, по которым своевременно поступили сводки КЛИМАТ в оперативном потоке.

Под «нормой» в бюллетене понимается среднее многолетнее значение рассматриваемой климатической переменной за 1991-2020 гг. (базовый период). Аномалии температуры определяются как отклонения наблюдаемого значения от нормы. Аномалии осадков рассматриваются как в отклонениях от нормы (аналогично температуре), так и в процентах от нормы, то есть как процентное отношение количества выпавших осадков к соответствующему значению нормы. Вероятность непревышения текущего значения климатической переменной (или ее аномалии) рассчитывается как доля наблюдений в прошлом, в которых значение этой переменной (или ее аномалии) было не больше текущего.

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



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, а осредненные по регионам данные на графиках и в таблицах – по двум архивам: Т3288 и Т1383. 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-сайтах <http://climatechange.igce.ru>, <http://climatechange.su> (ФГБУ «ИГКЭ»).

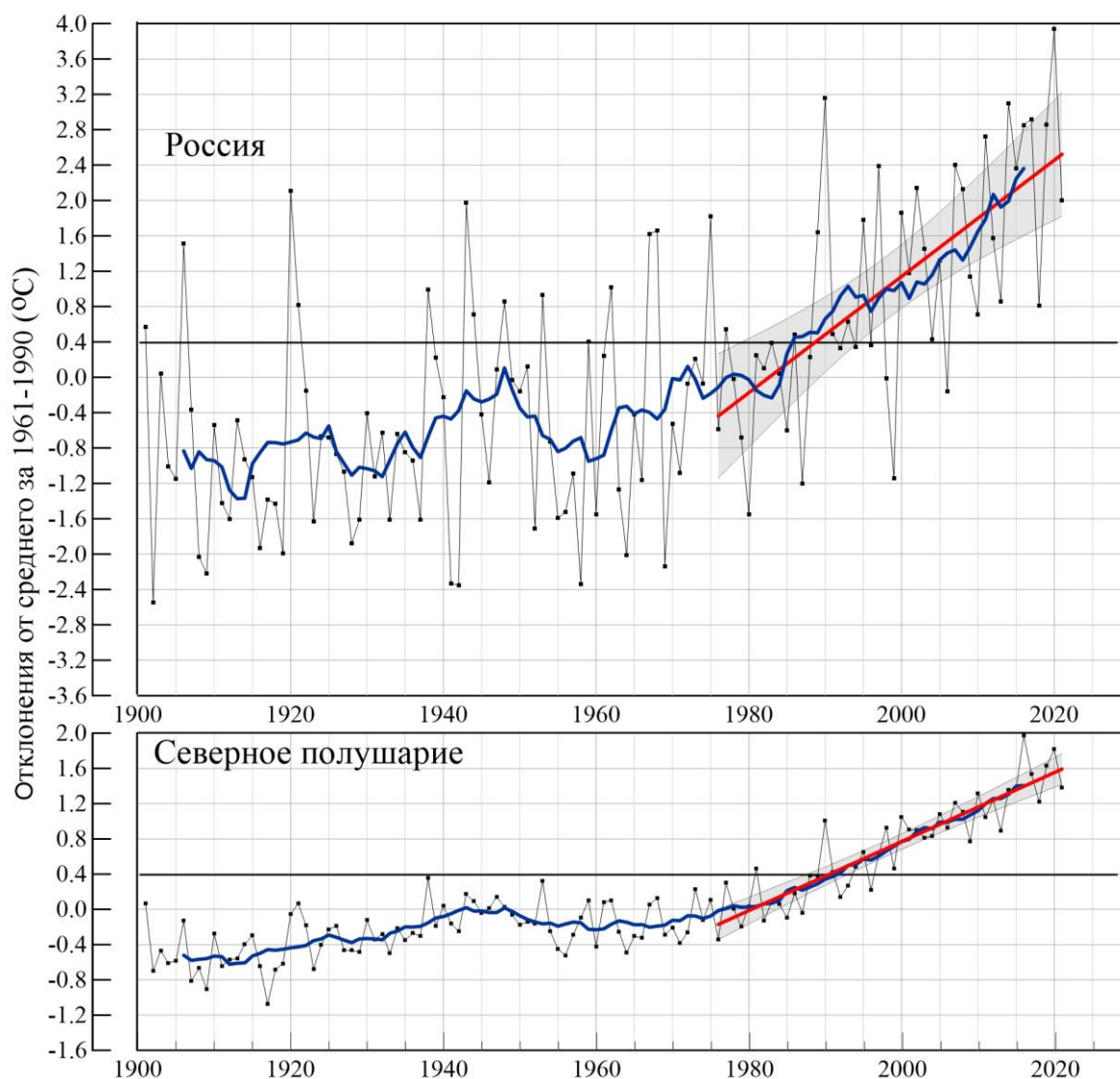
---

\* 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 ТЕМПЕРАТУРЫ ПРИЗЕМНОГО ВОЗДУХА СЕВЕРНОГО ПОЛУШАРИЯ И РОССИИ ПО ДАННЫМ НАБЛЮДЕНИЙ (весенний сезон)

На рисунке 1.1 представлены временные ряды сезонных аномалий температуры у поверхности (весна 2022: март - май), осредненных по суше Северного полушария (СП) и по территории России. Временной ряд сезонных аномалий температуры над СП рассчитан по среднемесячным данным Университета Восточной Англии (массив crut4nh.txt на сайте [www.cru.uea.ac.uk](http://www.cru.uea.ac.uk)). Временной ряд для территории России рассчитан по станционным данным о температуре приземного воздуха ФГБУ «ИГКЭ». Представлен также линейный тренд за 1976-2022 гг.



**Рисунок 1.1** – Сезонная аномалия (весна: март - май) температуры приземного воздуха, осредненная по Северному полушарию (суша) и территории России за 1886-2022 гг.

*Аномалии рассчитаны как отклонения от средней за базовый период 1991-2020 гг. Сглаженная кривая получена 11-летним скользящим осреднением. Показаны м.н.к. – оценка линейного тренда и 95% -я доверительная область для линии тренда за 1976-2022 гг. Использованы данные Университета Восточной Англии (СП) и данные ФГБУ «ИГКЭ» (Россия).*

Для характеристики неопределенности оценок трендов приводится 95%-я доверительная полоса Уоркинга-Хотеллинга, представляющая собой область, симметричную относительно м.н.к. - оценки линии тренда, с вероятностью 95% накрывающая истинную линию тренда.

Аномалия температуры воздуха над сушей СП весной составила +0.441°C (при стандартном отклонении 0.429°C) – пятая положительная величина в ряду с 1886 г. Для России в целом средняя сезонная аномалия температуры приземного воздуха составила +0.59°C при величине стандартного отклонения 1.174°C.

Оценки линейных трендов, характеризующие среднюю тенденцию изменений весенних температур за период 1976-2022 гг. в среднем для суши СП и России, приведены в табл. 1.1. Величина тренда средней по территории России весенней температуры более чем в полтора раза превосходит тренд средней по Северному полушарию. Сглаженная кривая на рис.1 показывает, что начало потепления на территории России и для СП в целом приходится на начало 1960-х гг.

**Таблица 1.1**

Сезонные (весна: март - май) аномалии температуры приземного воздуха относительно норм базового периода 1991-2020 гг. (°C), осредненные по суше СП и России и оценки линейного тренда за период 1976-2022 гг.

Регионы	$\nu T_{2022}$	$s_{1991-2020}$	$b$ , °C/10 лет	$D$ %
СП	0.44	0.429	0.36	83
Россия	0.59	1.174	0.64	46

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

## 2. КЛИМАТИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ВЕСНЫ 2022 гг. НА ТЕРРИТОРИИ РОССИИ

На рис. 2.1 и 2.2 представлены карты сезонных и месячных аномалий температуры и осадков на территории России весны 2022 г. На картах указано местоположение станций с экстремумами ниже 5-го выше 95-го перцентилей. Значения аномалий, осредненных по регионам, представлены в таблицах 2.1 и 2.2.

**Температура воздуха.** Весной 2022 года осредненная аномалия по РФ составила 0.59°C – тринадцатая величина в ряду с 1936 года. На большей части АЧР температуры были выше климатической нормы (1.12°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.

Распределение средних сезонных температур на рис. 2.2 позволяет проследить рассмотренные особенности несколько под другим углом. Сезонная изотерма 5° на ЕЧР

смещена к югу от своего климатического положения на 1-2° с.ш., изотерма 0° на ЕЧР немного южнее своего климатического положения (не более, чем на 1° с.ш.), в центре АЧР – смещена к северу на 1° с.ш, на Дальнем Востоке – совпадает со своим климатическим положением. Изотермы -5°, -10° и -15° в центре АЧР и в Восточной Сибири смещены к северу от своего климатического положения на 3°, а в Якутии совпадают со своим климатическим положением.

**В марте** осредненная аномалия температуры в целом по РФ 0.32°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).

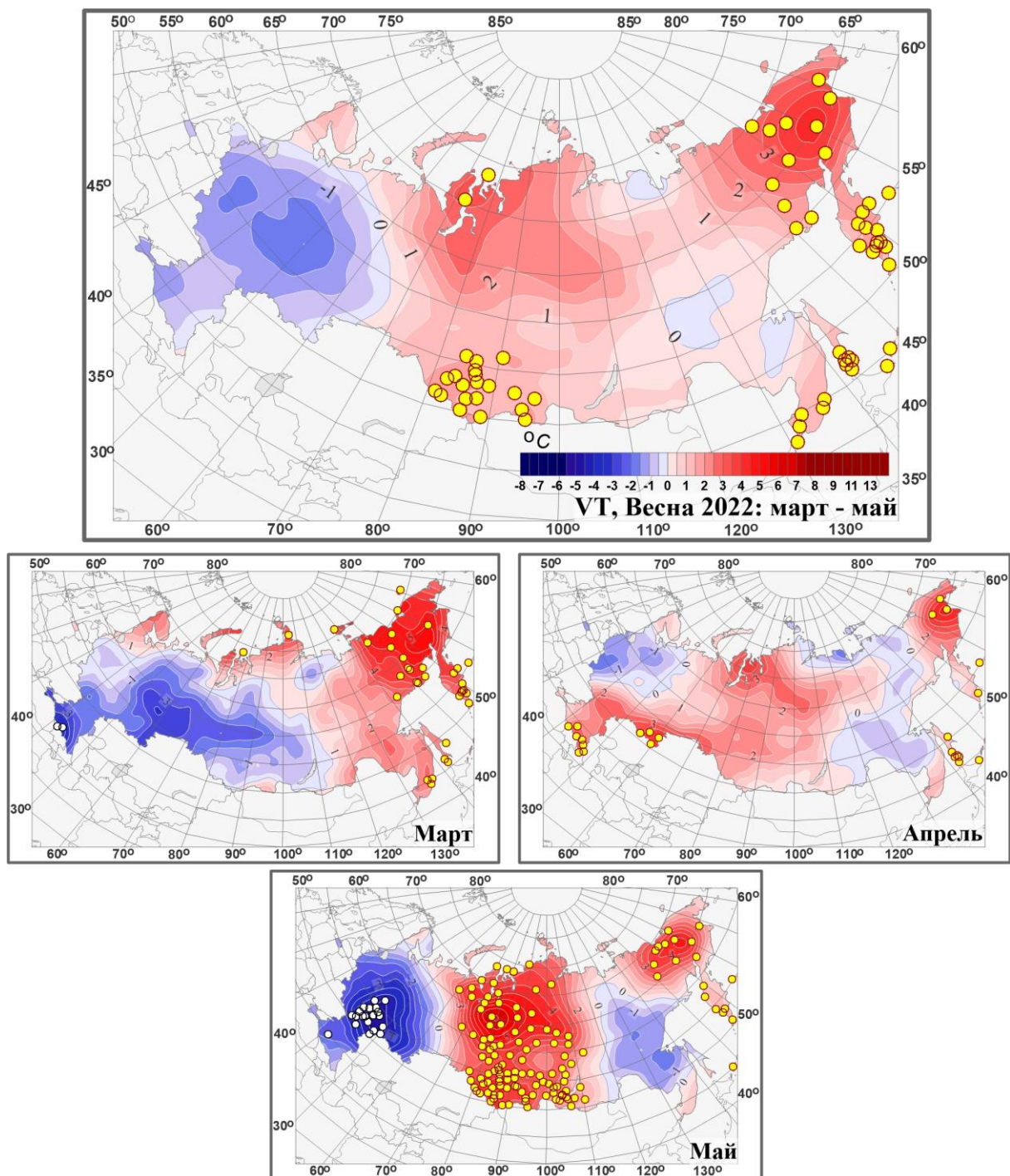
**Апрель.** Осредненная по РФ аномалия температуры 0.87°C. Температуры выше климатической нормы наблюдались на юге и юго-востоке ЕЧР (в СКФО аномалия температуры составила 2.49°C – ранг 5, в ЮФО - 2.03°C, в ПФО - 1.44°C); на Урале (в УФО аномалия составила 1.85°C, в СФО (1.48°C), на Чукотке, на Камчатке, 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).

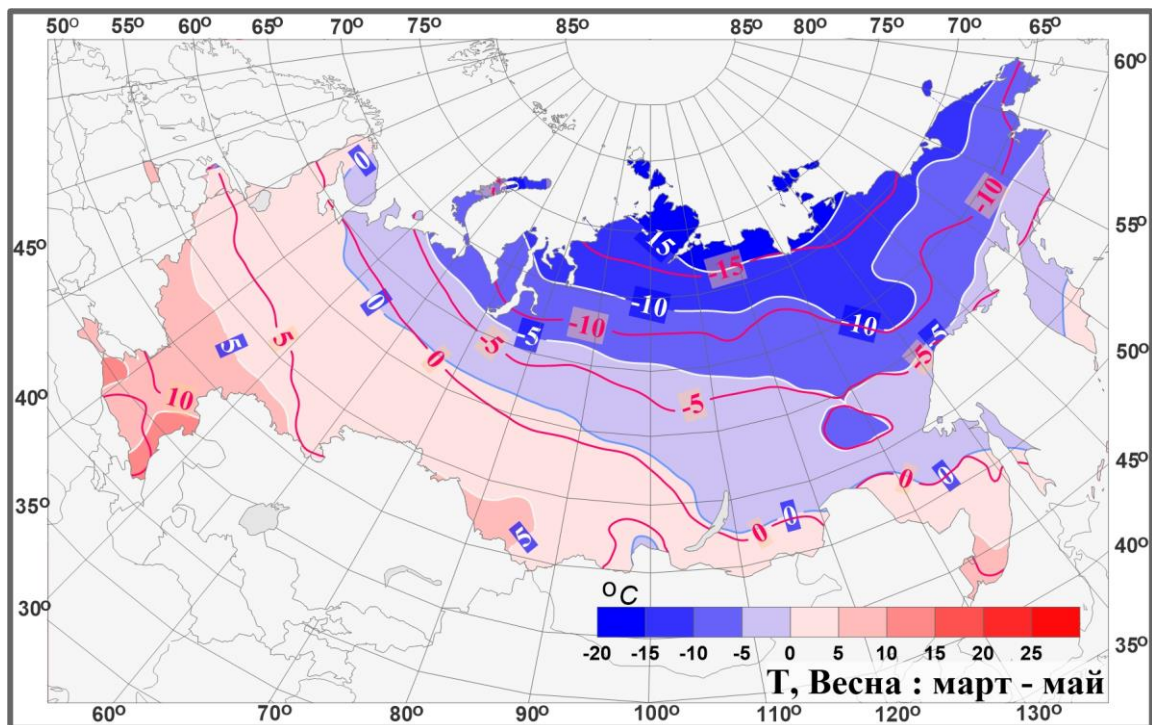
Температуры ниже климатической нормы наблюдались на большей части ЕЧР (-2.08°C), в центре и на юго-востоке ДФО





**Рисунок 2.1** – Поля средней сезонной и средних месячных аномалий температуры приземного воздуха ( $^{\circ}\text{C}$ ) на территории России весной 2022 г. Кружками белого цвета показано местоположение станционных экстремумов ниже 5-го перцентиля, желтого – выше 95-го перцентиля.

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



**Рисунок 2.2** – Поля средней сезонной температуры приземного воздуха (°C) на территории России весной 2022 гг. Розовые изолинии: средние изотермы за период 1991-2020 гг.

**Атмосферные осадки.** 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).

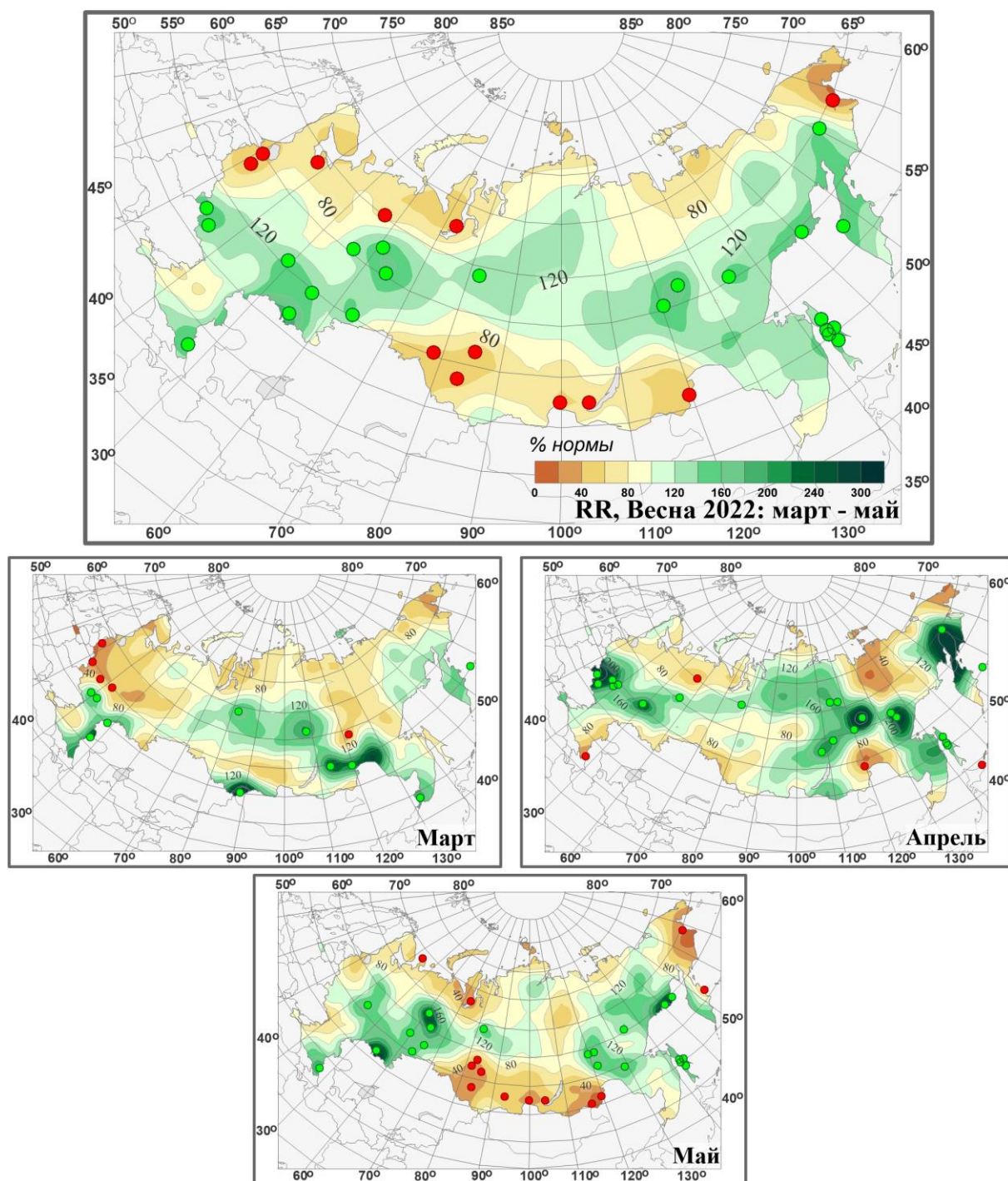
**Март.** Осредненные по РФ осадки 95% нормы. Избыток осадков (более 120%) наблюдался на юге ЕЧР, в центре АЧР (в центре Западной Сибири, на юге Средней Сибири), в Саянах, в Забайкалье, в Приамурье и Приморье (123% нормы), в Магаданской области, на Камчатке.

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 (мене 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.



**Рисунок 2.3** – Поля аномалий средних сезонных и месячных сумм осадков (в процентах от нормы за 1991-2020 гг.) на территории России весной 2022 г. (март – май). Кружками красного цвета показаны стационарные экстремумы ниже 5-го перцентиля, зеленого – выше 95-го перцентиля.

**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.

В таблицах 2.1 и 2.2 представлены регионально осредненные аномалии температуры и осадков, рассчитанные по значениям стационарных аномалий весеннего сезона; для характеристики масштаба аномалий приведены также средние квадратические отклонения региональных аномалий за базовый период 1991-2020 гг. Оценки приведены для физико-географических регионов (рис.1) и федеральных округов (рис.2) Российской Федерации.

Для осадков (табл. 2.2) дополнительно к отклонениям от нормы приведены относительные аномалии, т.е. отношение осредненной по территории региона сезонной суммы осадков к средней по региону сезонной норме, выраженное в процентах (о процедуре регионального осреднения см. во введении). Из-за выраженной асимметрии распределения осадков для характеристики масштаба аномалий разного знака приводятся величины разности между медианой и первым квартилем (25-й перцентиль, т.е. точка, отсекающая 1-ю четверть распределения) функции распределения для характеристики величины дефицита осадков, а для оценки величины избытка осадков - разности между третьим квартилем и медианой, рассчитанные для базового периода. (приводится также величина аномалии, соответствующая медиане распределения, что позволяет судить о величине асимметрии). Кроме того, в таблицах приведены значения эмпирической вероятности (вероятности превышения) региональных аномалий по данным за 1936-2022 годы.

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

Как уже отмечалось выше, весна для России в целом (см. табл. 2.1) по погодным условиям была теплой, осредненная по РФ аномалия температуры составила  $+0.59^{\circ}\text{C}$  – тринадцатая величина в ряду с 1936 года. Осредненные аномалии температуры по всем федеральным округам ЕЧР были отрицательные, по АЧР – положительные. Самые теплые условия наблюдались в Восточной Сибири (аномалия  $1.68^{\circ}\text{C}$  – ранг 4) и в СФО ( $1.31^{\circ}\text{C}$  – ранг 9).

Из месяцев сезона выделяется контрастный май, осредненная по РФ аномалия составила  $0.62^{\circ}\text{C}$  – девятая величина в ряду, по ЕЧР:  $-2.08^{\circ}\text{C}$  (осредненные по всем федеральным округам ЕЧР аномалии температуры были отрицательные), по АЧР:  $1.62^{\circ}\text{C}$  - ранг 2, особенно тепло в Западной Сибири ( $3.22^{\circ}\text{C}$  - ранг 2), Средней Сибири  $1.94^{\circ}\text{C}$  - ранг 5), в Прибайкалье и Забайкалье ( $1.40^{\circ}\text{C}$  - ранг 5), а из федеральных округов: в УФО ( $2.64^{\circ}\text{C}$  – ранг 4) и в СФО ( $3.29^{\circ}\text{C}$  - ранг 2).

В апреле особенно выделяется СКФО (2.49°C - ранг 5), а в марте – регион Восточная Сибирь (3.32°C - ранг 5).

Следует отметить, что в марте осредненные по всем федеральным округам (кроме ДФО) аномалии температуры были отрицательные.

**Таблица 2.1**

Регионально осредненные аномалии температуры весной 2022 гг.

Регионы	$\nu T_{2022}$	$s_{1991-2020}$	$P(t \leq T_{2022})$
Российская Федерация	0.59	1.17	86.0
<b>Физико-географические регионы России</b>			
Европейская часть России	-0.84	1.08	50.0
Азиатская часть России	1.12	1.24	90.7
Западная Сибирь	1.27	1.93	91.9
Средняя Сибирь	1.00	1.69	87.2
Прибайкалье и Забайкалье	0.65	1.31	83.7
Приамурье и Приморье	0.46	1.10	81.4
Восточная Сибирь	<b>1.68</b>	<b>1.45</b>	<b>96.5</b>
<b>Федеральные округа РФ</b>			
Северо-Западный	-0.28	1.45	66.3
Центральный	-1.40	1.06	34.9
Приволжский	-1.33	1.35	40.7
Южный	-0.88	1.02	47.7
Северо-Кавказский	-0.58	0.96	52.3
Уральский	1.06	2.15	84.9
Сибирский	1.31	1.62	90.7
Дальневосточный	1.02	1.26	89.5

**Примечание:** Аномалии  $\nu T_{2022}$  (°C) рассчитаны как отклонения от нормы 1991-2020 гг.;  $s$  (°C) – среднее квадратическое отклонение за базовый период; вероятности превышения  $P(t \leq T_{2022})$  рассчитаны по выборке за 1936-2020гг. и выражены в %.

Весной (табл. 2.2) количество выпавших осадков в целом по РФ составило 106% нормы, по ЕЧР – 105% (во всех федеральных округах (кроме СЗФО) осадков выпало выше климатической нормы), по АЧР – 106% (во всех федеральных округах (кроме СФО) осадков также выпало выше климатической нормы). Осадки ниже климатической нормы наблюдались в регионах: Западная Сибирь (97%), Прибайкалье и Забайкалье (76%) и в федеральных округах: СЗФО (77%) и СФО (89%).

Хотя в целом по РФ по условиям выпадения осадков в целом по РФ ни один из месяцев не был экстремальным, следует особо отметить экстремально влажный апрель в Средней Сибири (130% - ранг 4) и в ЦФО (188% - ранг 1); и экстремально сухой май в Прибайкалье и Забайкалье (53% - среди четырех самых «сухих») и в СФО (67% - также среди четырех самых «сухих»).

Таблица 2.1.1

Регионально осредненные аномалии температуры в весенние месяцы 2022 года

Регионы	Март			Апрель			Май		
	$vT_{2022}$	$S_{1991-2020}$	$P(t \leq T_{2022})$	$vT_{2022}$	$S_{1991-2020}$	$P(t \leq T_{2022})$	$vT_{2022}$	$S_{1991-2020}$	$P(t \leq T_{2022})$
Российская Федерация	0.32	2.28	80.2	0.86	1.50	87.2	0.62	0.76	90.7
Физико-географические регионы России									
Европейская часть России	-1.07	2.42	55.8	0.62	1.71	74.4	-2.08	1.70	19.8
Азиатская часть России	0.83	2.48	83.7	0.94	1.86	86.0	<b>1.62</b>	<b>0.79</b>	<b>98.8</b>
Западная Сибирь	-1.28	2.97	55.8	1.86	3.16	82.6	<b>3.22</b>	<b>1.78</b>	<b>98.8</b>
Средняя Сибирь	0.04	3.29	72.1	1.02	2.51	83.7	<b>1.94</b>	<b>1.34</b>	<b>95.3</b>
Прибайкалье и Забайкалье	0.27	2.74	68.6	0.28	1.82	80.2	<b>1.40</b>	<b>1.02</b>	<b>95.3</b>
Приамурье и Приморье	2.03	2.23	88.4	0.02	1.11	68.6	-0.66	0.90	52.3
Восточная Сибирь	<b>3.32</b>	<b>2.52</b>	<b>95.3</b>	0.80	2.00	81.4	1.00	1.09	89.5
Федеральные округа РФ									
Северо-Западный	-0.04	3.13	58.1	-0.21	1.95	54.7	-0.58	1.92	51.2
Центральный	-0.74	2.87	59.3	-0.29	1.69	62.8	-3.18	2.01	8.1
Приволжский	-1.90	2.68	45.3	1.44	2.27	83.7	-3.52	1.94	11.6
Южный	-2.13	2.35	44.2	2.03	1.68	90.7	-2.53	1.87	9.3
Северо-Кавказский	-2.77	1.86	26.7	<b>2.49</b>	<b>1.68</b>	<b>95.3</b>	-1.45	1.49	19.8
Уральский	-1.31	3.31	51.2	1.85	3.56	79.1	<b>2.64</b>	<b>1.92</b>	<b>96.5</b>
Сибирский	-0.84	2.96	58.1	1.48	2.57	88.4	<b>3.29</b>	<b>1.45</b>	<b>98.8</b>
Дальневосточный	2.18	2.35	89.5	0.45	1.60	75.6	0.46	0.88	84.9

**Примечание:** Выделены экстремальные значения, попавшие в 5% максимальных и 5% минимальных.

Таблица 2.2

Регионально осредненные аномалии осадков весной 2022 г.

Регионы	$\nu R_{2022}$	$RR_{2022}$	$m$	$m-q1$	$q3-m$	$P(r \leq R_{2022})$
Российская Федерация	1.6	106	3.3	2.6	1.0	84.9
<b>Физико-географические регионы России</b>						
Европейская часть России	1.7	105	3.6	2.4	3.4	73.3
Азиатская часть России	1.5	106	0.4	2.0	1.5	87.2
Западная Сибирь	-1.0	97	2.9	1.7	4.6	62.8
Средняя Сибирь	2.8	113	1.4	1.8	2.7	90.7
Прибайкалье и Забайкалье	-4.9	76	1.3	1.4	1.8	12.8
Приамурье и Приморье	8.5	122	4.1	6.8	3.2	91.9
Восточная Сибирь	3.1	117	0.7	2.2	1.7	84.9
<b>Федеральные округа РФ</b>						
Северо-Западный	-7.8	77	3.6	4.5	3.3	16.3
Центральный	7.2	118	2.9	7.5	5.0	81.4
Приволжский	7.9	123	3.7	5.6	3.5	86.0
Южный	1.7	106	3.7	7.5	5.7	65.1
Северо-Кавказский	6.1	112	4.0	6.6	9.3	80.2
Уральский	5.4	119	4.9	2.7	4.4	91.9
Сибирский	-2.8	89	1.8	3.3	2.2	34.9
Дальневосточный	3.2	115	1.9	1.7	1.1	93.0

**Примечание:** 1. Аномалии  $\nu R_{2022}$  (мм/месяц) рассчитаны как отклонения от нормы (среднее за базовый период 1991-2020 гг.),  $RR_{2022}$  - отношение  $R_{2017}$  к норме, выраженное в %,  $q1$ ,  $q3$  и  $m$  – соответственно первый, третий квартиль и медиана аномалий (мм/месяц) за базовый период; вероятности неперевышения  $P(r \leq R_{2022})$  – рассчитаны по выборке за 1936-2020 гг. и выражены в %. Выделены экстремальные значения, попавшие в 5% максимальных.

Таблица 2.2.1

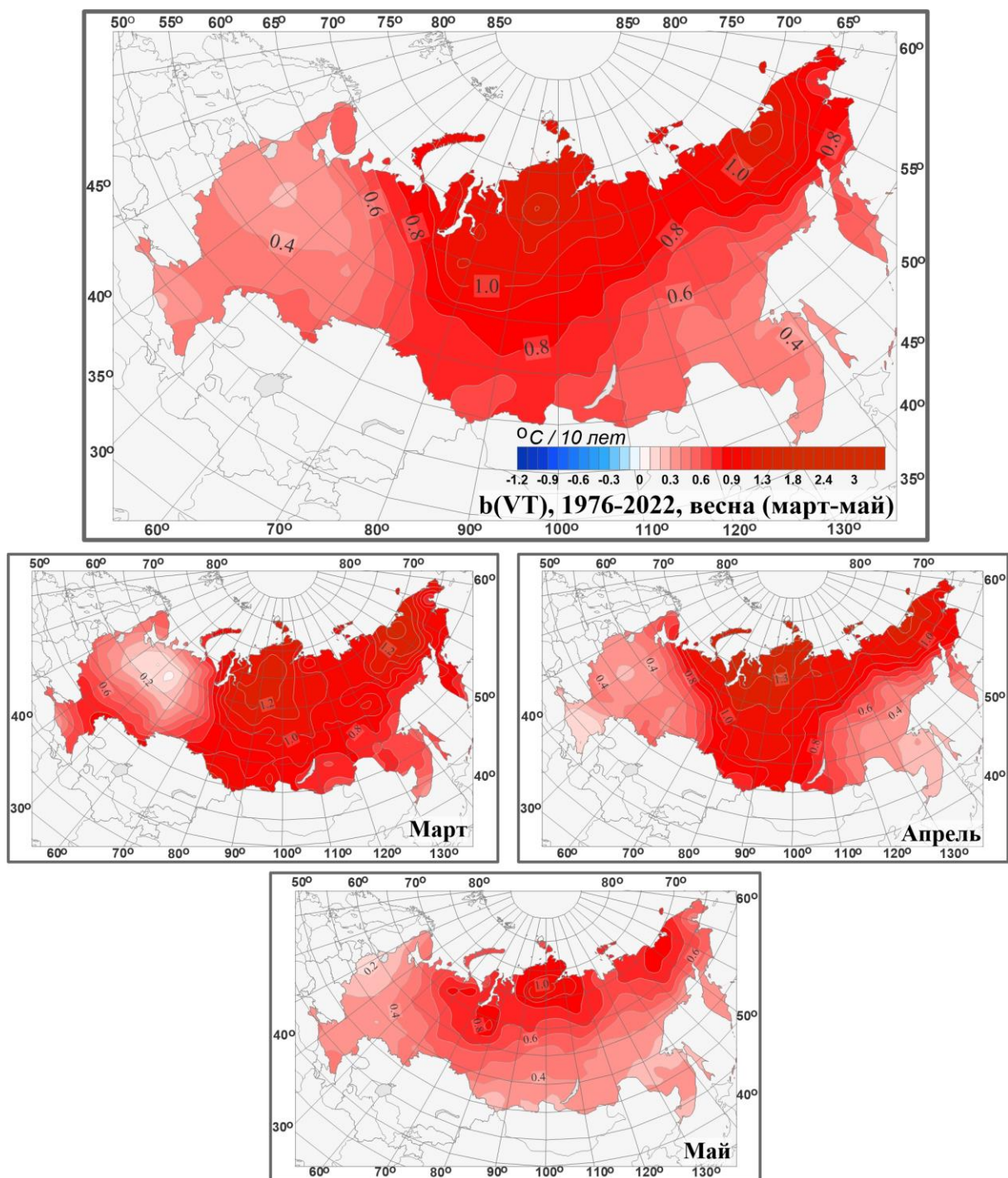
Регионально осредненные аномалии осадков в весенние месяцы.

Регионы	Март			Апрель			Май		
	$\nu R_{2022}$	$RR_{2022}$	$P(r \leq R_{2022})$	$\nu R_{2022}$	$RR_{2022}$	$P(r \leq R_{2022})$	$\nu R_{2022}$	$RR_{2022}$	$P(r \leq R_{2022})$
Российская Федерация	-1.1	95	61.6	4.1	116	87.2	1.8	105	76.7
<b>Физико-географические регионы России</b>									
Европейская часть России	-6.9	77	36.0	6.6	119	81.4	5.6	112	81.4
Азиатская часть России	1.2	108	82.6	3.1	114	86.0	0.3	101	69.8
Западная Сибирь	1.0	106	80.2	-1.5	95	52.3	-2.5	93	46.5
Средняя Сибирь	1.0	108	72.1	<b>5.5</b>	<b>130</b>	<b>96.5</b>	1.5	105	70.9
Прибайкалье и Забайкалье	-1.3	85	48.8	2.0	111	69.8	<b>-15.3</b>	<b>53</b>	<b>3.5</b>
Приамурье и Приморье	4.0	123	81.4	7.9	120	76.7	13.6	124	89.5
Восточная Сибирь	1.6	111	77.9	2.2	120	72.1	4.6	118	79.1
<b>Федеральные округа РФ</b>									
Северо-Западный	-11.0	61	22.1	-6.0	82	27.9	-6.7	83	39.5
Центральный	-13.8	57	19.8	<b>33.6</b>	<b>188</b>	<b>100</b>	5.6	111	64.0
Приволжский	-7.0	73	43.0	10.1	131	77.9	19.6	148	90.7
Южный	6.5	120	73.3	2.4	108	60.5	-3.9	92	54.7
Северо-Кавказский	6.2	114	73.3	-11.2	79	20.9	23.2	136	93.0
Уральский	-0.5	98	72.1	1.2	105	69.8	15.4	139	91.9
Сибирский	1.5	110	79.1	1.9	108	69.8	<b>-12.5</b>	<b>67</b>	<b>3.5</b>
Дальневосточный	1.2	109	76.7	4.4	121	83.7	4.0	112	87.2

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

В этом разделе рассматриваются основные тенденции в изменении метеорологических величин с начала современного потепления, т.е. с середины 1970-х гг. На рис. 3.1 и 3.2 представлено географическое распределение коэффициента линейного тренда за 1976-2022 гг.: температуры приземного воздуха и атмосферных осадков на территории России для весеннего сезона в целом и для каждого из месяцев весны.





**Рисунок 3.1** – Распределение локальных коэффициентов линейного тренда сезонных и месячных аномалий температуры ( $^{\circ}\text{C}/10$  лет) на территории России по данным за 1976-2022 (весна)

Оценки получены по стационарным временным рядам аномалий в точках расположения станций и затем картированы. Представленные поля характеризуют направление и среднюю скорость изменений температуры и осадков весеннего сезона на территории России с 1976 г.

Весенние температуры растут на всей территории страны. Наиболее значительный рост температуры наблюдается на севере Западной и Средней Сибири (до  $+1.5^{\circ}\text{C}/10$  лет на Таймыре), в Чукотском АО (до  $+1.4^{\circ}\text{C}/10$  лет вблизи побережья

Восточно-Сибирского моря). На большей части ЕЧР, юге Якутии, в Приамурье и в Приморье, на Сахалине весенние температуры растут значительно слабее (до  $+0.5^{\circ}\text{C}/10$  лет). Рост температуры наблюдается во все месяцы сезона практически на всей территории РФ.

Наибольший рост температуры наблюдается в марте в АЧР: в Западной и Средней Сибири (до  $+1.5^{\circ}\text{C}/10$  лет), а также на северо-востоке (до  $+1.8^{\circ}\text{C}/10$  лет), в апреле: на севере страны (до  $+1.6^{\circ}\text{C}/10$  лет на Таймыре), в мае: на севере Средней Сибири (до  $+1.3^{\circ}\text{C}/10$  лет).

В марте на севере европейской части страны наблюдается область, где потепление очень мало (до  $0.2^{\circ}\text{C}/10$  лет). Области, где потепления практически нет (коэффициент линейного тренда:  $-0.1 - +0.2^{\circ}\text{C}/10$  лет) наблюдаются в апреле в центре ЕЧР, на юге ЮФО, в СКФО, на Южном Урале; в мае – на западе ЕЧР, на Алтае и в Саянах.

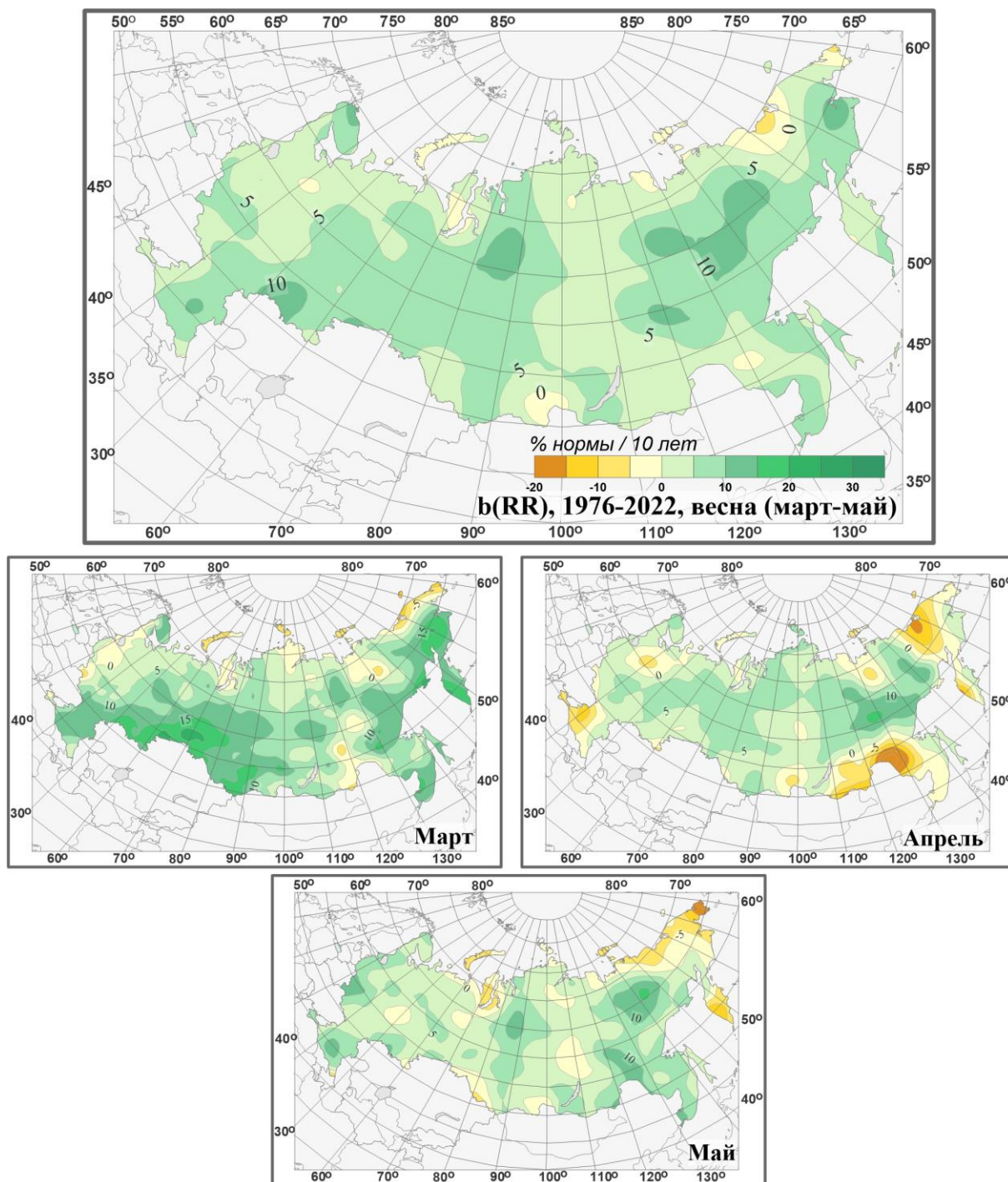
В изменении весенних сумм осадков (рис. 3.2) преобладает тенденция к росту: больше, чем на половине территории страны: более  $5\%/10$  лет. Наиболее интенсивный рост осадков (более  $10\%/10$  лет) наблюдается на Кольском полуострове, в Среднем Поволжье, в нижнем течении Енисея, в Якутии, в бассейне Анадыря. Рост осадков на большей части территории РФ наблюдается во все весенние месяцы.

В *марте* на большей части РФ наблюдается существенный рост осадков. Наиболее интенсивный рост (более  $15\%/10$  лет) происходит на юге и юго-востоке ЕЧР, на юге Западной, на Алтае; в Магаданской области, на Камчатке. Уменьшение осадков наблюдается в верхнем течении Амура, вдоль побережья Восточно-Сибирского и Чукотского морей.

Характерной особенностью изменения *апрельских* осадков является наличие нескольких крупных областей убывания осадков. В ЕЧР осадки убывают в юго-западных районах (около  $-10\%/10$  лет); в Амурской области наблюдается более значительное убывание (до  $-15\%/10$  лет); осадки также убывают в Восточной Сибири, на западе В Якутии и Хабаровской области наблюдается значительный рост (более  $10\%/10$  лет).

В *мае* преобладает тенденция роста осадков, но не такая сильная как в марте. В ряде областей АЧР, в особенности в районе Обской губы, на Камчатке, на побережье Восточно-Сибирского моря и на востоке Чукотки в мае наблюдается уменьшение осадков.

По сравнению с оценками 1976-2021 гг. увеличилась площадь областей роста осадков в ряде областей АЧР, а также их интенсивность.



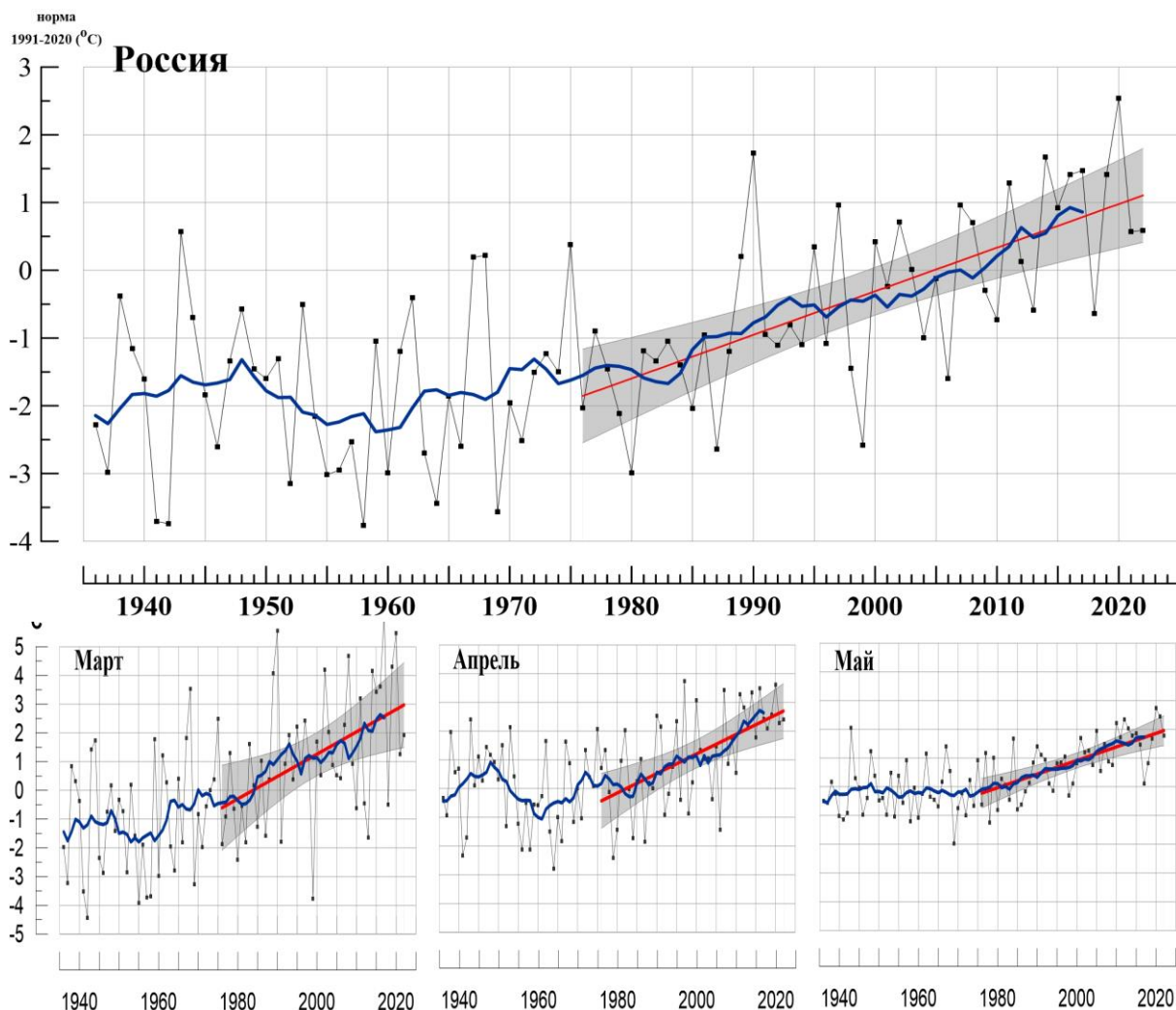
**Рисунок 3.2** – Распределение локальных коэффициентов линейного тренда сезонных и месячных аномалий осадков (% нормы /10 лет) на территории России по данным за 1976-2022 (весна).

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

Тренд средней по России весенней температуры за период 1976-2022 гг. положителен: он составляет  $0.66^{\circ}\text{C}/10$  лет, объясняет 46% межгодовой изменчивости: тренд значим на 1%-м уровне, как и тренды мартовских, апрельских и майских



температур. В марте с начала 1990-х гг. по первое десятилетие XXI века наблюдалось замедление роста температуры (сглаженная кривая на рис. 3.3).



**Рисунок 3.3** – Аномалия средней сезонной (вверху) и для месяцев сезона температуры приземного воздуха ( $^{\circ}\text{C}$ ) осредненная по территории РФ.

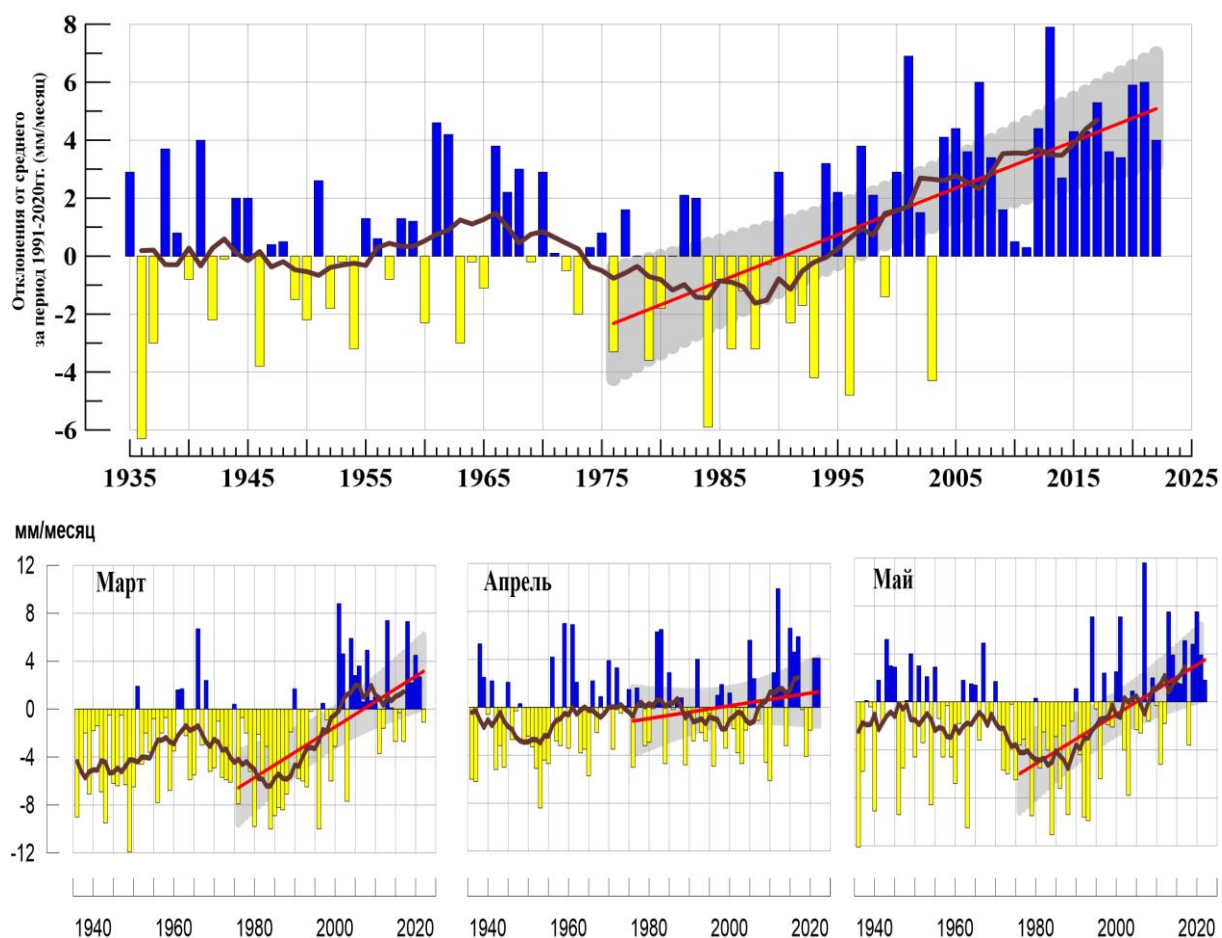
*Аномалии рассчитаны как отклонения от среднего 1991-2020 гг. Сглаженная кривая получена 11-летним скользящим осреднением. Линейный тренд получен по данным за 1976-2022 гг. Показана 95% -я доверительная область для линии тренда.*

**Таблица 3.1**

Оценки линейного тренда температуры приземного воздуха и суммы осадков, осредненных по территории России и за весенний сезон, за 1976-2022 гг.

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

Регион Российская Федерация	Температура		Осадки		
	$b$ , $^{\circ}\text{C}/10$ лет	$D$ , %	$b$ , мм/мес/10 лет	$b$ , %/10 лет	$D$ , %
<b>Весна</b>	0.64	46	1.6	5.7	40
Март	0.77	22	2.1	11.3	34
Апрель	0.68	34	0.5	2.7	4
Май	0.47	46	2.1	5.7	30



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

Тренд сезонных сумм осадков составляет  $5.8\%/10$  лет и объясняет 39 межгодовой изменчивости. Рост осадков происходит в марте и мае, начало его относится ко второй половине 1980-х гг. Хотя сезонный, а также мартовский и майский тренды значимы на 1%-м уровне, т.е. можно утверждать достаточно определенно, что осадки растут в рассматриваемый период, общий характер изменения осадков (выраженные долгопериодные колебания с периодами в несколько десятилетий) дает основание для альтернативы: рост осадков является тенденцией, связанной с глобальным потеплением, либо это возрастающая фаза естественного долгопериодного колебания.

#### 4. ИЗМЕНЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ И ОСАДКОВ ВЕСЕННЕГО СЕЗОНА В РЕГИОНАХ РОССИИ ЗА ПЕРИОД 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 – 4.4 приведены временные ряды осредненных по регионам аномалий средней месячной температуры приземного воздуха ( $^{\circ}\text{C}$ ) и месячных сумм осадков (мм/месяц) весеннего сезона за 1936 – 2022 гг. На всех рисунках показаны линейные тренды за 1976-2022 гг., рассчитанные методом наименьших квадратов. Величины трендов и объясненные трендами доли дисперсии рядов представлены в таблице 4.1.

**Таблица 4.1**

Оценки линейного тренда осредненных по территории России среднесезонных аномалий температуры приземного воздуха и сумм осадков за 1976-2022 гг. (весенний сезон),  $b$  – коэффициенты линейного тренда,  $D$  – вклад тренда в дисперсию ряда.

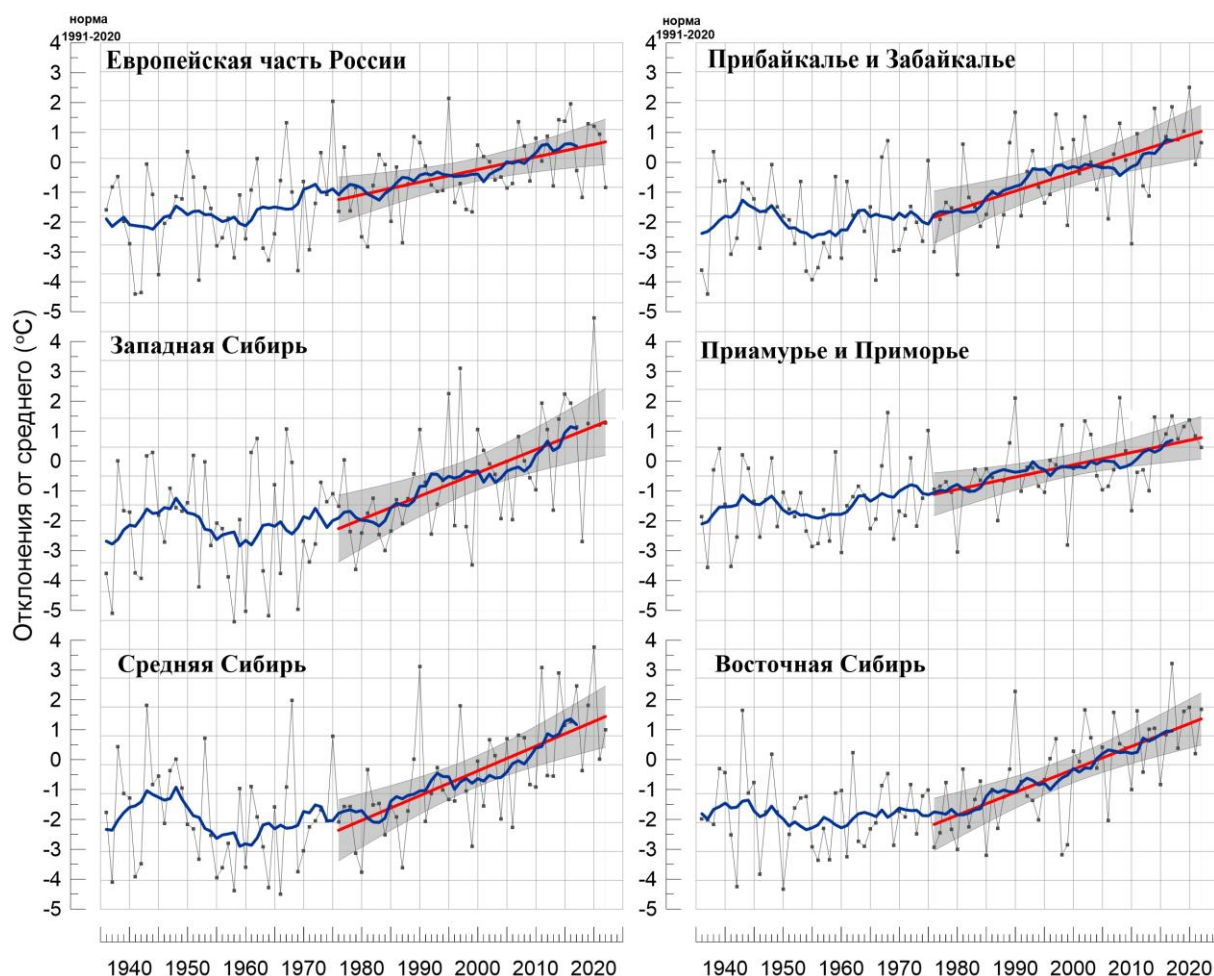
Регионы	Температура		Осадки		
	$b$ $^{\circ}\text{C}/10$ лет	$D$ , %	$b$ мм/мес/10 лет	$b$ , %/10 лет	$D$ , %
Россия	0.64	46	1.6	5.7	40
<b>Физико-географические регионы России</b>					
Европейская часть России	0.42	23	1.8	4.9	21
Азиатская часть России	0.73	46	1.5	6.1	42
Западная Сибирь	0.78	32	2.1	7.5	30
Средняя Сибирь	0.83	40	1.4	6.4	40
Прибайкалье и Забайкалье	0.63	34	0.6	3.0	4
Приамурье и Приморье	0.42	25	2.2	5.6	12
Восточная Сибирь	0.77	44	1.1	5.7	24
<b>Федеральные округа РФ</b>					
Северо-Западный	0.46	19	1.3	3.7	11
Центральный	0.39	17	2.1	5.5	12
Приволжский	0.42	17	1.9	5.7	11
Южный	0.43	22	1.9	5.1	9
Северно-Кавказский	0.36	25	2.5	4.6	10
Уральский	0.77	27	2.3	8.0	29
Сибирский	0.82	40	1.4	5.5	21
Дальневосточный	0.67	43	1.3	5.8	35

В таблице 4.1 приведены оценки линейных трендов регионально осредненных значений температуры и осадков за 1976-2022 гг. для физико-географических регионов и федеральных округов РФ. Во всех регионах в среднем за период 1976-2022 гг. наблюдается рост температуры: тренды значимы на 1%-м уровне для всех регионов. Для большинства регионов (рис. 4.1) начало потепления можно отнести к 1960-м годам, хотя начало глобального потепления, связываемого с ростом индустриальных выбросов парниковых газов, относится к середине 1970-х гг. По-видимому, эти региональные отличия следует связывать с долгопериодными колебаниями в системе океан-атмосфера, которые, накладываясь на глобальный тренд, дают несколько отличающуюся картину изменений. Во многих регионах в конце 20-го – начале 21-го

столетия весенние температуры оставались примерно постоянными (некоторое замедление потепления), затем рост температуры возобновился.

По сравнению с периодом 1976-2020 гг. в ЕЧР наблюдается увеличение тренда на  $0.02^{\circ}\text{C}$  (за счет увеличения трендов на СЗФО, ПФО, СКФО на  $0.03^{\circ}\text{C}-0.05^{\circ}\text{C}/10$  лет), в АЧР – уменьшение тренда (за счет уменьшения трендов в Средней Сибири, в Прибайкалье и Забайкалье, в Восточной Сибири и в ДФО на  $0.02^{\circ}\text{C}-0.05^{\circ}\text{C}/10$  лет).

В изменениях осадков (рис. 4.3, 4.4, 4.5) для физико-географических регионов и Федеральных округов РФ выражены колебания с периодами в несколько десятилетий. В последние десятилетия во всех регионах наблюдается рост весенних осадков, в ряде регионов – значимый на 1%-м уровне (ЕЧР, Западная, Средняя и Восточная Сибирь; Уральский, Сибирский и Дальневосточный ФО).



**Рисунок 4.1** - Сезонные аномалии температуры приземного воздуха ( $^{\circ}\text{C}$ ), осредненные по территории физико-географических регионов РФ, весна 2022 гг. Аномалии рассчитаны как отклонения от среднего 1991-2020 гг. Сглаженная кривая получена 11-летним скользящим осреднением. Линейный тренд получен по данным за 1976-2022 гг. Показана 95% -я доверительная область для линии тренда.

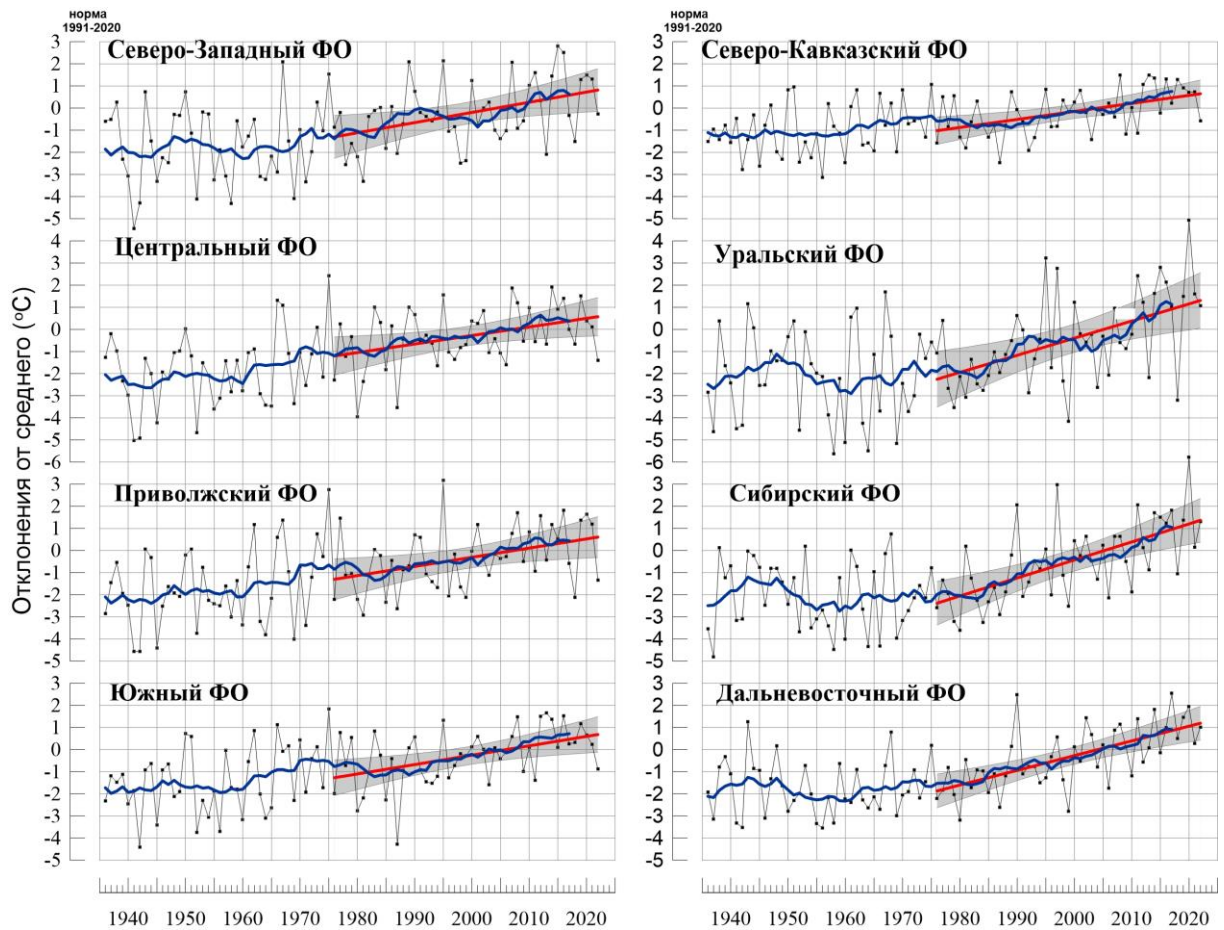
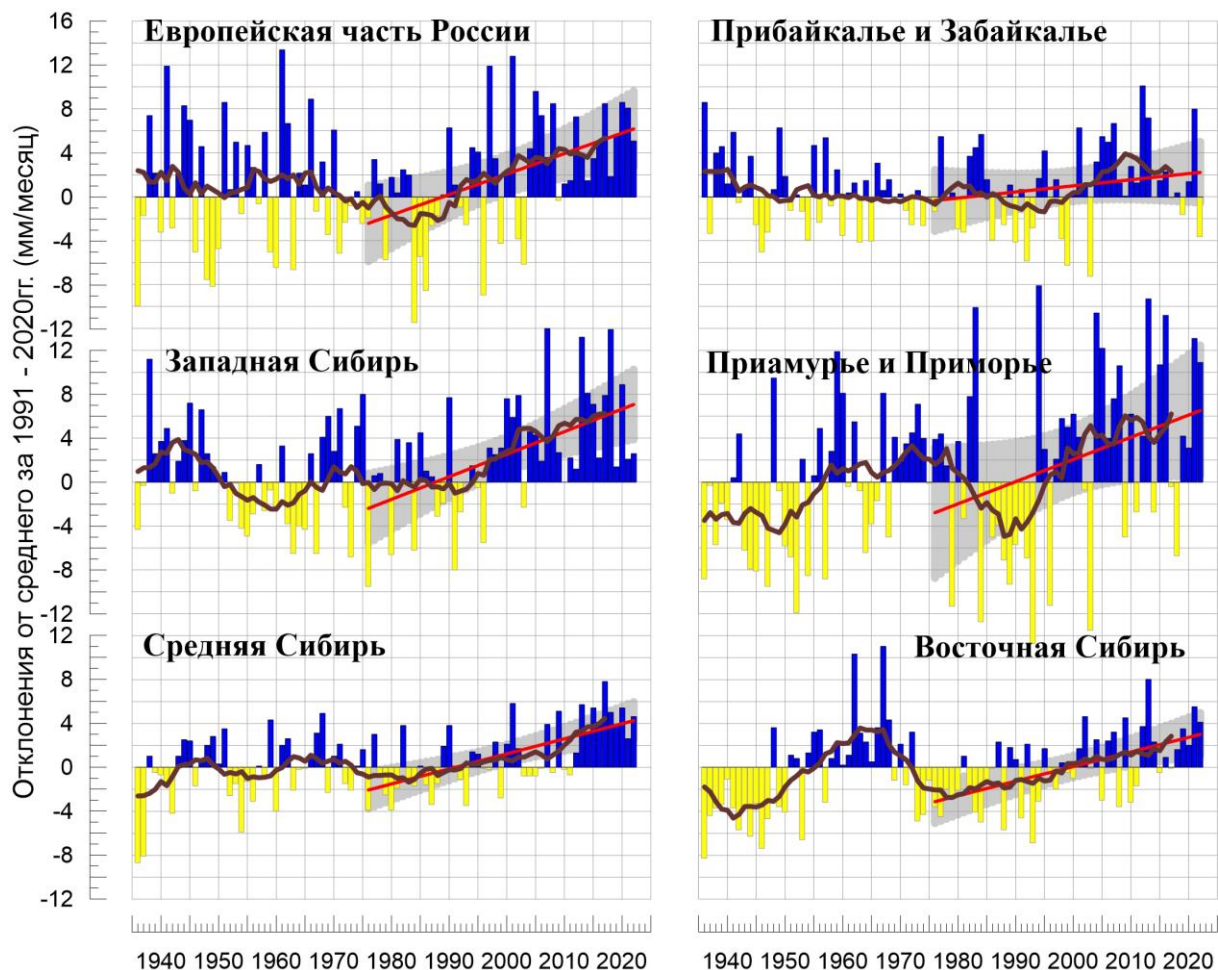


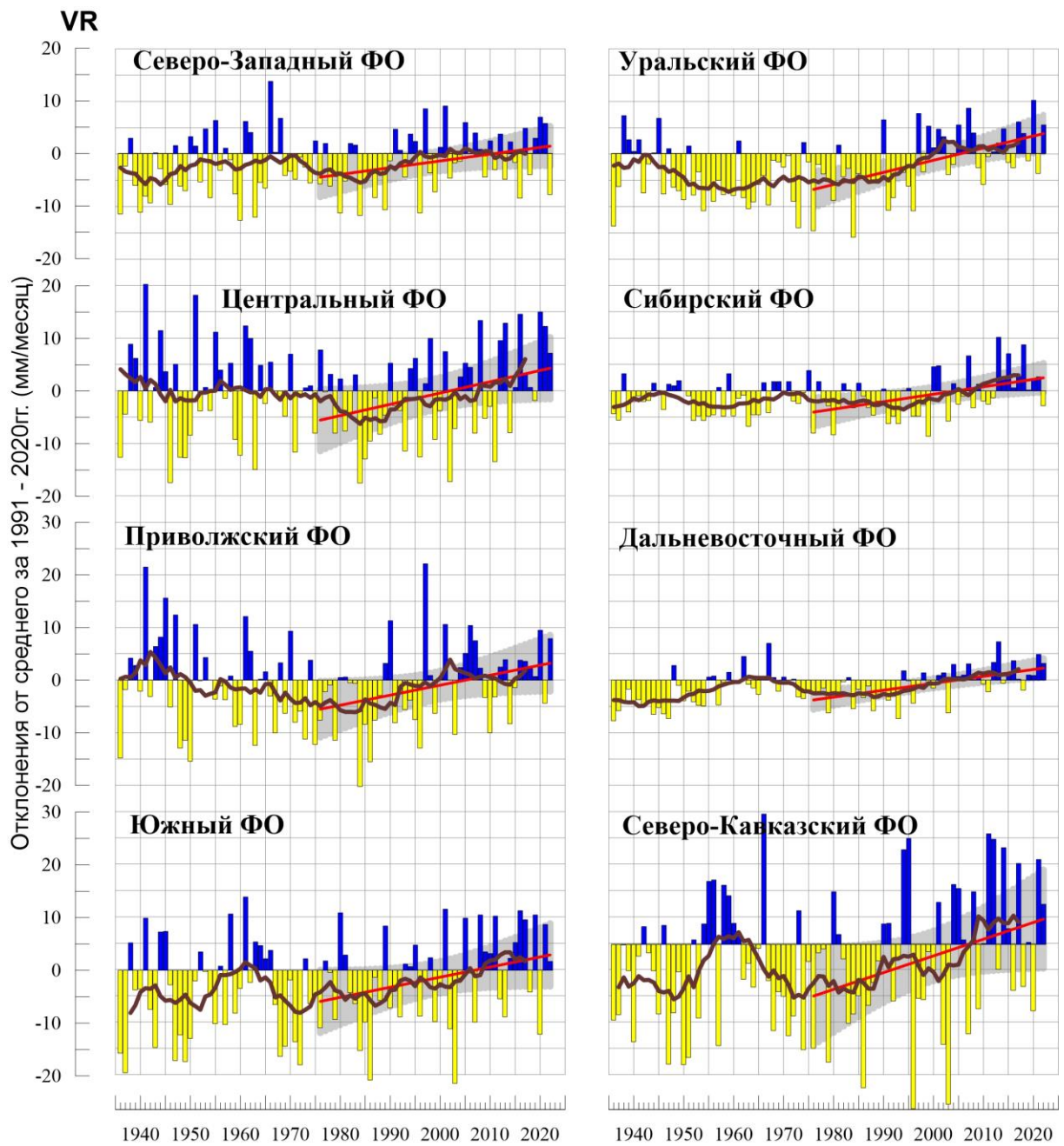
Рисунок 4.2 – То же, что на рис.4.1, но для федеральных округов





**Рисунок 4.3** - Сезонные аномалии месячных сумм осадков (мм/месяц), осредненные по территории регионов РФ, весна 2022 гг.

*Условные обозначения см. на рис. 4.1.*

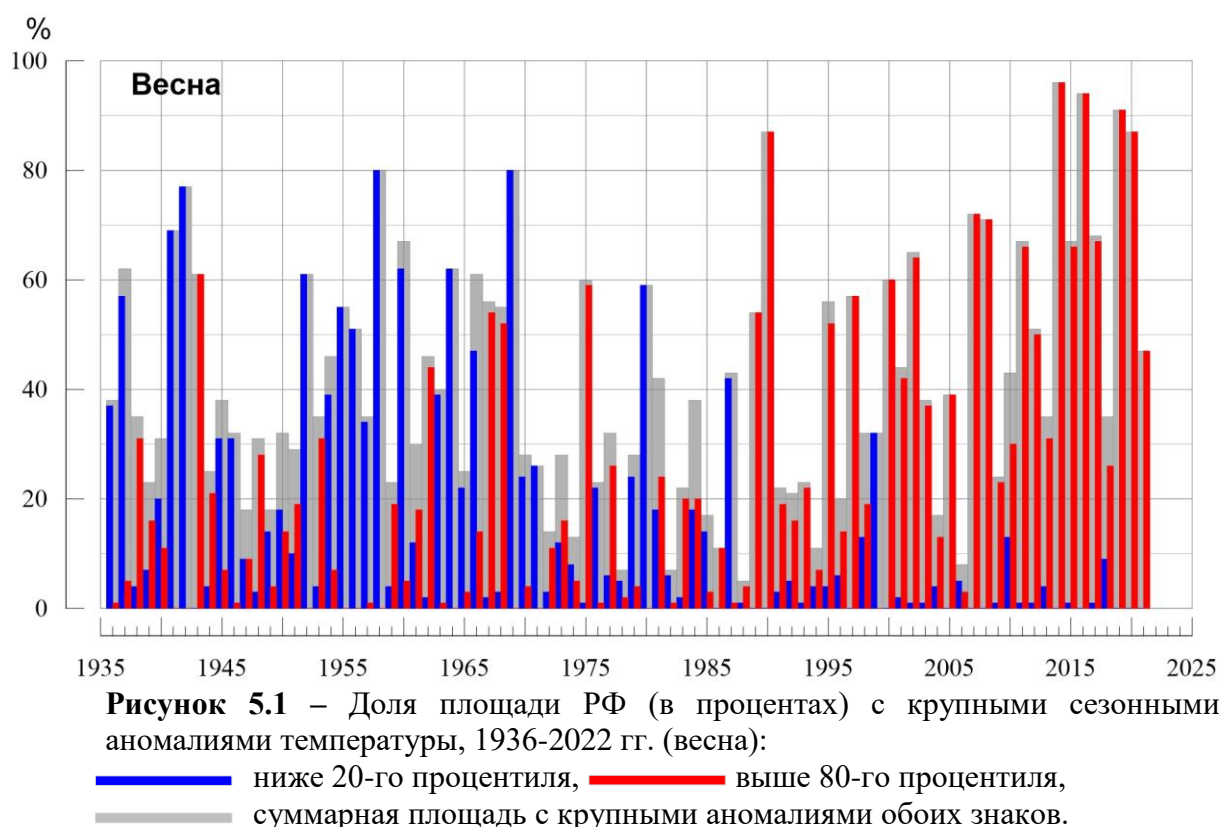


**Рисунок 4.4** – То же, что на рис.4.3, но для федеральных округов

## 5. ОЦЕНКИ ЭКСТРЕМАЛЬНОСТИ И АНОМАЛЬНОСТИ КЛИМАТА РОССИИ, 1936-2022 гг. (весенний сезон)

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

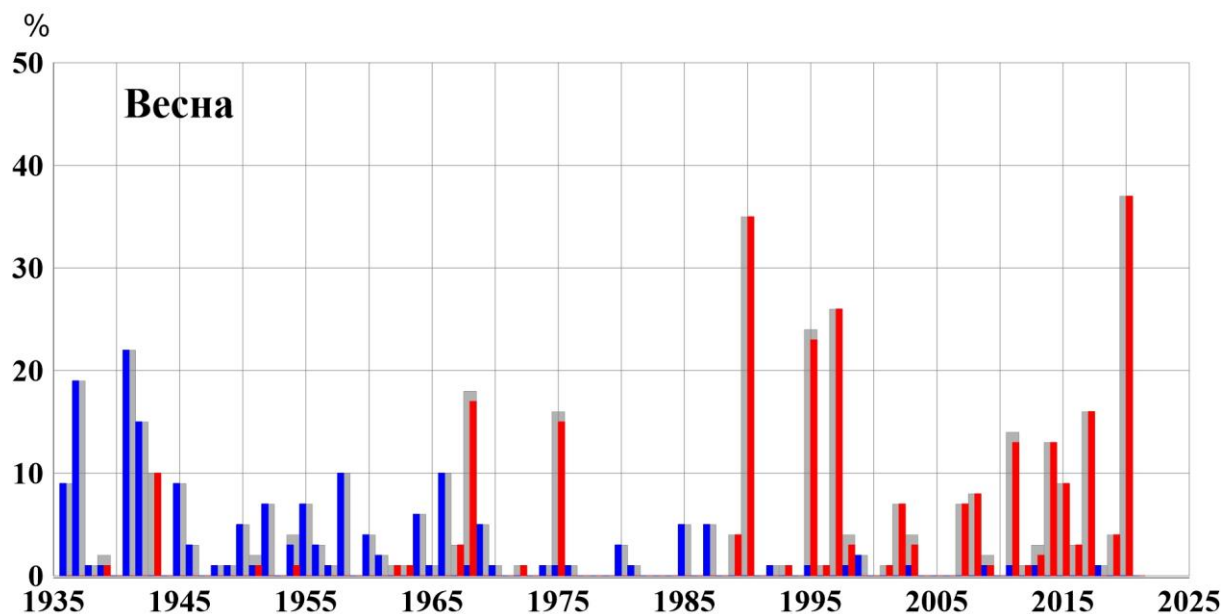
**Температура.** Весной 2022 г. (рис. 5.1). Площадь, занятая крупными положительными аномалиями (выше 80-го перцентиля весной 2022 года составила 47% (ранг 23). С 1976 г. (начало глобального потепления) наблюдается увеличение площади под крупными положительными аномалиями, тренд за период 1976-2022 составляет 14.3%/10 лет (доля объясненной трендом дисперсии ряда 42%), площади, с крупными отрицательными аномалиями (ниже 20-го перцентиля) весной 2022 года не наблюдалось.



На рис.5.2 представлены ряды доли площади под экстремальными (выше  $2\sigma$  и ниже  $-2\sigma$ ) аномалиями сезонной температуры (в предположении гауссовости распределения это соответствует вероятности примерно 2.3% процента для каждого хвоста распределения). На графике хорошо прослеживаются весны, когда на значительной территории наблюдались экстремальные отрицательные аномалии: 1941

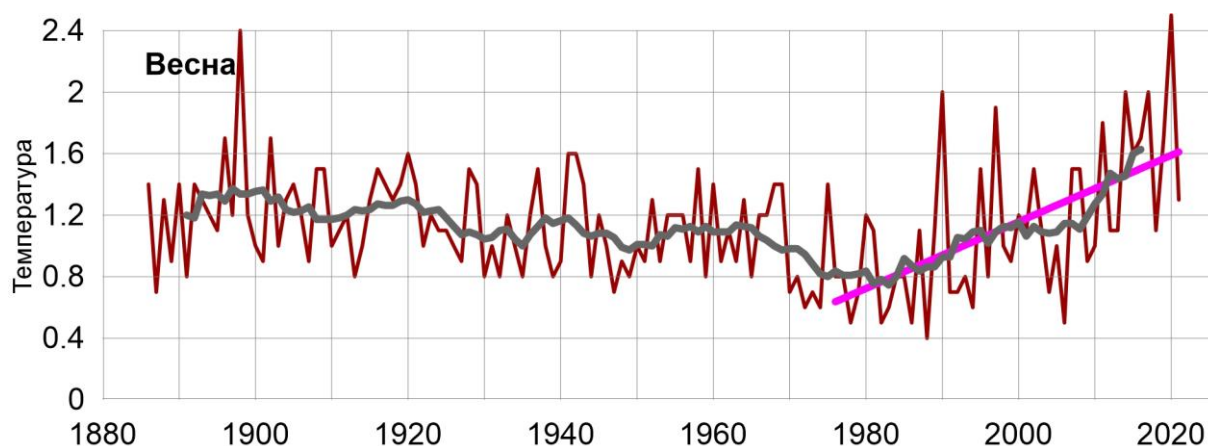
(22% площади занято экстремально холодными аномалиями), 1937 (19%), 1945 (15%), 1958 (10%), 1966 (10%). С конца 1980-х гг. преобладают положительные экстремумы.

Весной 2022 г. не наблюдались ни площади под экстремумами тепла (выше  $2\sigma$ ), ни площади под экстремумами холода (ниже  $-2\sigma$ ).



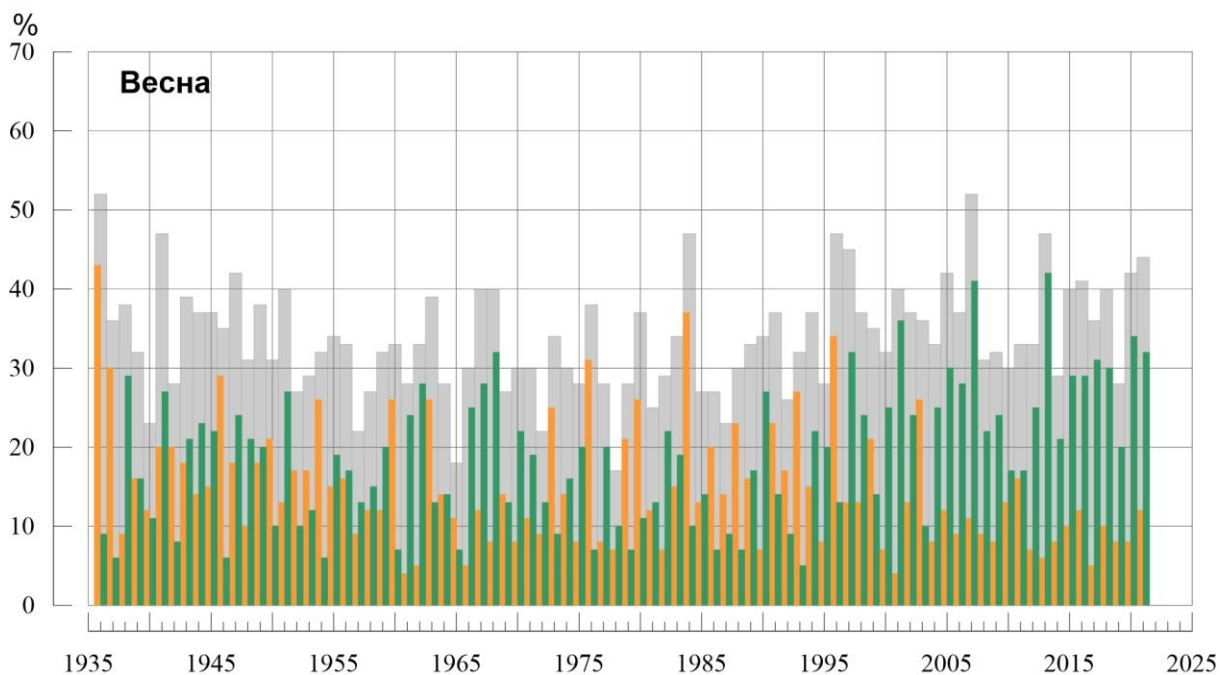
**Рисунок 5.2** - Доля площади РФ (в процентах) с экстремальными (сезонная аномалия меньше  $-2\sigma$ : синие столбики, больше  $+2\sigma$ : красные столбики; суммарная площадь с этими аномалиями: серые столбики) аномалиями температуры весной, 1936-2022 гг. Базовый период для расчета статистик: 1991-2020 гг.

Индекс аномальности Багрова (рис. 5.3) весной 2022 года равен 1.3. Анализ индекса аномальности Багрова показывает, что с начала 1980-х гг. аномальность температурного режима на территории РФ в весенний сезон растет – тренд за период 1976-2022 гг. составил  $0.22 / 10$  лет и объясняет 35% общей дисперсии ряда.



**Рисунок 5.3.** - Индекс аномальности (индекс Багрова) температурного режима на территории России весной 1886-2022 гг.

**Осадки.** Весной 2022 г. площадь, занятая крупными аномалиями выше 80 процентиля (рис. 5.4) составила 32% (ранг 6-9), ниже 20-го процентиля – 12%. С 1976 г. наблюдается увеличение площади под аномалиями выше 80-го процентиля, тренд за период 1976-2022 составляет 4.7%/10 лет (доля объясненной трендом дисперсии ряда 44%: тренд значим на уровне 1%) и уменьшение площади под аномалиями ниже 20-го процентиля, тренд за период 1976-2022 составляет -2.6%/10 лет (доля объясненной трендом дисперсии ряда 19%).



**Рисунок 5.4** – Доля площади РФ (в процентах) с крупными сезонными аномалиями осадков, 1936-2022 гг. (весна):

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

## ВЫВОДЫ

1. Весна для Северного полушария в целом была теплой: аномалия температуры воздуха над сушей СП составила  $+0.441^{\circ}\text{C}$  – пятая величина в ряду с 1886 г. (величина аномалии расположена ниже линии тренда и не входит в 95%-ую доверительную область, разность между сезонной аномалией и линией тренда составила  $-0.161^{\circ}\text{C}$ ).

2. Осредненная по РФ весенняя аномалия температуры:  $+0.59^{\circ}\text{C}$  – тринадцатая величина в ряду с 1936 года. На большей части АЧР температуры были выше климатической нормы, 95%-е экстремумы отмечались на северо-востоке страны (осредненная по Восточной Сибири аномалия температуры составила  $1.68^{\circ}\text{C}$  – ранг 4), на юге СФО, в Приморье, на Сахалине.

3. Доля площади территории России, занятая крупными положительными (выше 80-го процентиля) среднесезонными аномалиями температуры составила 47% страны (ранг 23), при этом не наблюдались площади под экстремумами тепла (выше  $2\sigma$ ) и площади под экстремумами холода (ниже  $-2\sigma$ ).

4. Из месяцев выделяется контрастный май: сезонная аномалия в целом по РФ составила  $0.62^{\circ}\text{C}$  – девятая величина в ряду, по ЕЧР:  $-2.08^{\circ}\text{C}$  (осредненные по всем федеральным округам ЕЧР аномалии температуры были отрицательные), по АЧР:  $1.62^{\circ}\text{C}$  - ранг 2, особенно тепло в Западной Сибири ( $3.22^{\circ}\text{C}$  - ранг 2), Средней Сибири  $1.94^{\circ}\text{C}$  - ранг 5), в Прибайкалье и Забайкалье ( $1.40^{\circ}\text{C}$  - ранг 5), а из федеральных округов: в УФО ( $2.64^{\circ}\text{C}$  – ранг 4) и в СФО ( $3.29^{\circ}\text{C}$  - ранг 2).

5. В апреле температуры выше климатической нормы наблюдались на юге и юго-востоке ЕЧР (в СКФО аномалия температуры составила  $2.49^{\circ}\text{C}$  – ранг 5); на Урале, на Чукотке, на Камчатке, на Сахалине, а температуры ниже климатической нормы - в центре и на севере ЕЧР, вдоль побережья моря Лаптевых, на востоке Якутии, в Забайкалье и в бассейне Амура.

6. В марте осредненные по всем федеральным округам (кроме ДФО) аномалии температуры были отрицательные. Температуры ниже климатической нормы наблюдались на большей части ЕЧР (кроме Карелии, Кольского полуострова, побережья Баренцева моря), в центре и на юге УФО и СФО. На большей части ДФО (осредненная по Восточной Сибири аномалия температуры составила  $3.32^{\circ}\text{C}$  – ранг 5) и вдоль побережья Северного Ледовитого океана температуры были выше климатической нормы.

7. Весной в среднем по РФ выпало 106% нормы осадков. Много осадков выпало в центральных и юго-восточных областях ЕЧР, в центральных и восточных районах АЧР. Дефицит осадков наблюдался на севере страны; а также на Алтае, в Саянах, в Забайкалье.

8. Хотя в целом по РФ по условиям выпадения осадков в целом по РФ ни один из месяцев не был экстремальным, следует особо отметить экстремально влажный апрель в Средней Сибири (130% - ранг 4) и в ЦФО (188% - ранг 1); и экстремально сухой май в Прибайкалье и Забайкалье (53% - среди четырех самых «сухих») и в СФО (67% - также среди четырех самых «сухих»). В марте на ряде станций ЦФО отмечены

5%-е экстремумы осадков избыток осадков, а значительный избыток осадков - в Саянах, в Забайкалье.

8. Площадь, занятая крупными аномалиями выше 80 перцентиля составила 32% (ранг 6-9), ниже 20-го перцентиля – 12%.

13. В целом по России линейный тренд весенней температуры воздуха за период 1976-2022 гг. составил  $+0.64^{\circ}\text{C}/10$  лет при вкладе тренда в дисперсию ряда 46%, что более чем в полтора раза выше, чем в среднем для суши Северного полушария ( $+0.36^{\circ}\text{C}/10$  лет, вклад в дисперсию ряда 83%). Наиболее быстрое потепление наблюдается на севере АЧР (до  $+1.5^{\circ}\text{C}/10$  лет – на Таймыре и до  $+1.4^{\circ}\text{C}/10$  лет в Чукотском АО), максимум - в марте (до  $+1.8^{\circ}\text{C}/10$  лет – на северо-востоке страны). На ЕЧР, в Приамурье и Приморье весенние температуры растут значительно слабее (до  $+0.5^{\circ}\text{C}$ ). Во многих регионах в конце 20-го – начале 21-го столетия наблюдалось замедление роста температуры, затем рост температуры возобновился.

9. Тренд весенних сумм осадков для России в целом положителен: составляет  $+5.7\% /10$  лет, объясняет 40% межгодовой изменчивости. Наиболее интенсивный рост осадков (более  $10\%/10$  лет) наблюдается на Кольском полуострове, в Среднем Поволжье, в нижнем течении Енисея, в Якутии, в бассейне Анадыря. Регионально осредненные суммы весенних осадков растут для всех физико-географических регионов и Федеральных округов. Следует отметить для марта исключительно высокие темпы роста осадков (выше 10% за 10 лет) на огромных территориях юга и востока страны.



## 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

## ВЕСНА 2022





## ВВЕДЕНИЕ

В настоящем Приложении\* приводится информация о состоянии приземного климата (температура приземного воздуха и атмосферные осадки) весной 2022 г. и о наиболее значительных климатических аномалиях этого периода на территории Республики Беларусь. Работа выполняется в рамках сотрудничества по программе Союзного государства "Совершенствование системы обеспечения населения и отраслей экономики Российской Федерации и Республики Беларусь информацией о сложившихся и прогнозируемых погодно-климатических условиях, состоянии и загрязнении природной среды".

Все оценки получены по данным о средних месячных значениях температуры приземного воздуха и месячных суммах атмосферных осадков в базовом архиве ИГКЭ, содержащем данные гидрометеорологических наблюдений на 455 станциях стран СНГ и Балтии (из них 6 станций Республики Беларусь, табл. 1).

**Таблица 1.**

Список используемых станций Республики Беларусь.

	Название	№ ВМО	широта	Долгота	Высота
1	Витебск	26666	55.20	30.20	169
2	Минск	26850	53.90	27.50	234
3	Брест	33008	52.10	23.70	144
4	Пинск	33019	52.10	26.10	144
5	Василевичи	33038	52.30	29.80	140
6	Гомель	33041	52.40	31.00	138

Под аномалиями температуры в бюллетене понимаются отклонения наблюдаемого значения от нормы, то есть от средней за базовый период 1991-2020 гг. Аномалии осадков рассматриваются как в отклонениях от нормы (аналогично температуре), так и в процентах от нормы (процентное отношение количества выпавших осадков к соответствующему значению нормы). Дополнительно приводится «вероятность непревышения» текущего значения во временном ряду рассматриваемой переменной за некоторый период с 1936 по 2018 гг. (доля значений временного ряда, меньших либо равных текущему значению).

Осреднение по регионам выполняется по станционным данным об аномалиях климатических переменных с использованием двухступенчатой процедуры. На первом этапе территория региона покрывается регулярной сеткой (разрешением 2.5 градуса широты на 5 градусов долготы), и в каждой ячейке сетки рассчитывается «ячеечное» среднее (среднее арифметическое из значений аномалий на попавших в эту ячейку станциях). На втором этапе выполняется взвешенное осреднение «ячеечных» средних с

---

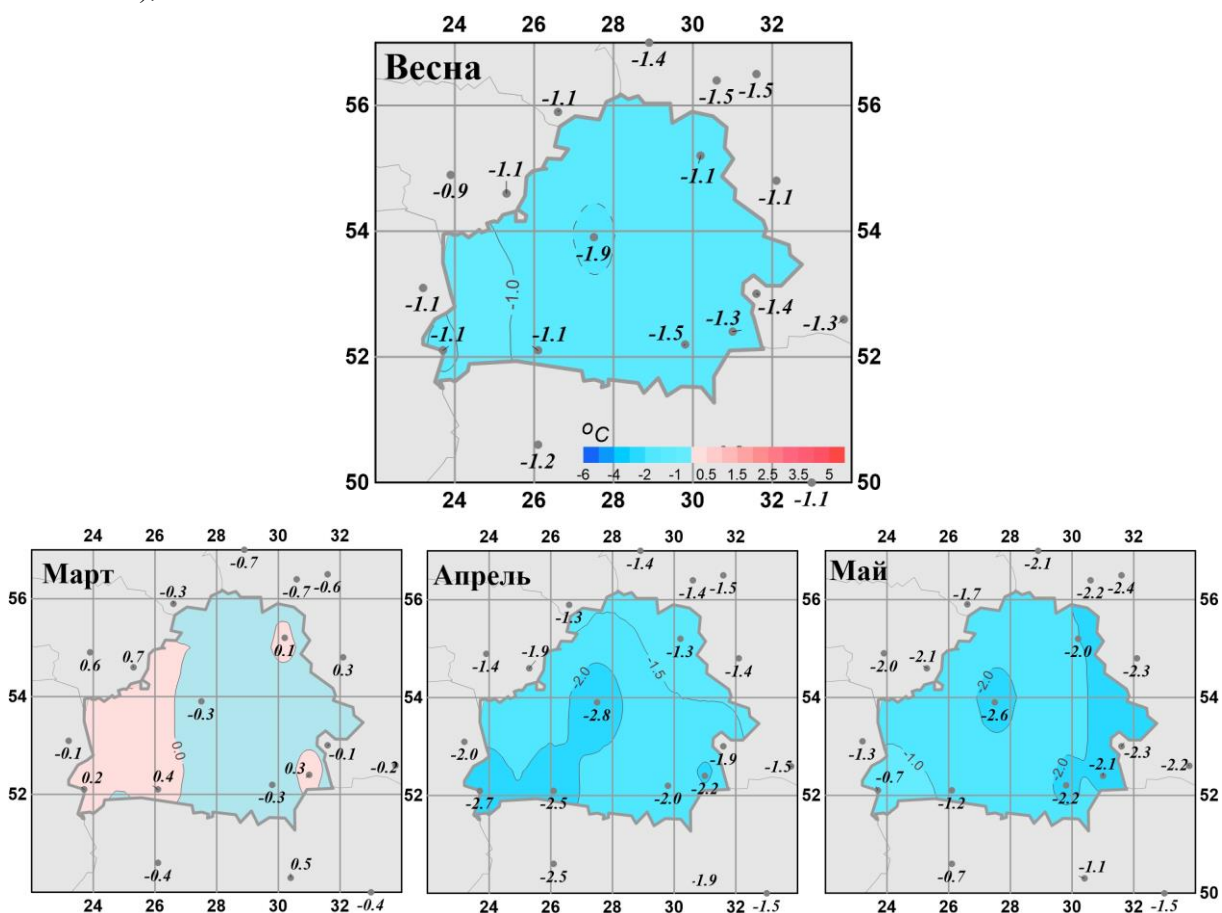
\* Материалы подготовлены в ФГБУ ИГКЭ Росгидромета и РАН с использованием данных НИУ Росгидромета: ФГБУ «Гидрометцентр РФ» и ФГБУ «ВНИИГМИ-МЦД»

веса, пропорциональными площади пересечения ячейки с территорией региона. Все расчеты, включая определение принадлежности ячейки к региону, площади их пересечения и ячеечных весовых множителей, выполняются автоматически, на основании заданной замкнутой ломаной, ограничивающей территорию региона.

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

### СЕЗОННЫЕ ОСОБЕННОСТИ ТЕМПЕРАТУРЫ И ОСАДКОВ НА ТЕРРИТОРИИ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ ВЕСНОЙ 2022 г.

В таблицах 2 и 3 приведены стационарные данные о наблюдаемой температуре и осадках для каждого месяца рассматриваемого весеннего сезона и для сезона в целом, а на рисунках 1 и 2 – соответствующие этим данным распределения аномалий (поля изолиний), также для сезона и для каждого из месяцев.



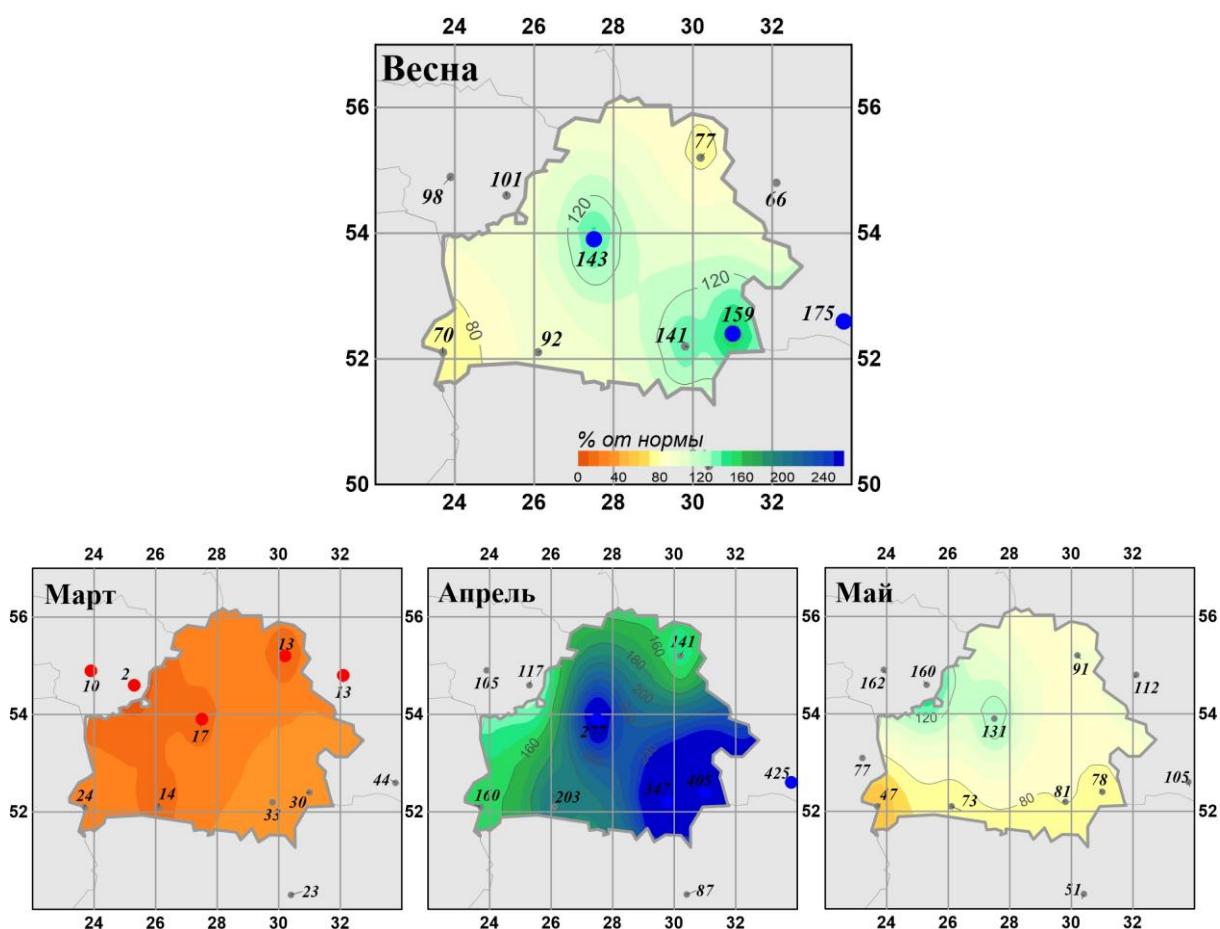
**Рисунок 1** - Средние сезонные и средние месячные аномалии температуры (°C) приземного воздуха на территории республики Беларусь весной.

*Аномалии рассчитаны относительно периода 1991-2020 гг. Цифрами приведены значения аномалий температуры (в градусах Цельсия) на станциях. Красными кружками показаны стационарные экстремумы – выше 95-го перцентиля*

**Таблица 2**

Характеристики температурного режима на станциях Беларуси весной 2022 г.

	<i>Витебск</i>	<i>Минск</i>	<i>Брест</i>	<i>Пинск</i>	<i>Василевичи</i>	<i>Гомель</i>
	<b>26666</b>	<b>26850</b>	<b>33008</b>	<b>33019</b>	<b>33038</b>	<b>33041</b>
а) температура (град. Цельсия)						
<i>Весна</i>	5.77	5.33	7.73	7.47	6.57	7.07
Март	0.1	0.4	2.9	2.5	1.1	1.5
Апрель	5.9	4.8	6.5	6.5	6.6	6.8
Май	11.3	10.8	13.8	13.4	12.0	12.9
б) аномалия температуры (град. Цельсия)						
<i>Весна</i>	<b>-1.06</b>	<b>-1.89</b>	<b>-1.07</b>	<b>-1.1</b>	<b>-1.52</b>	<b>-1.33</b>
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

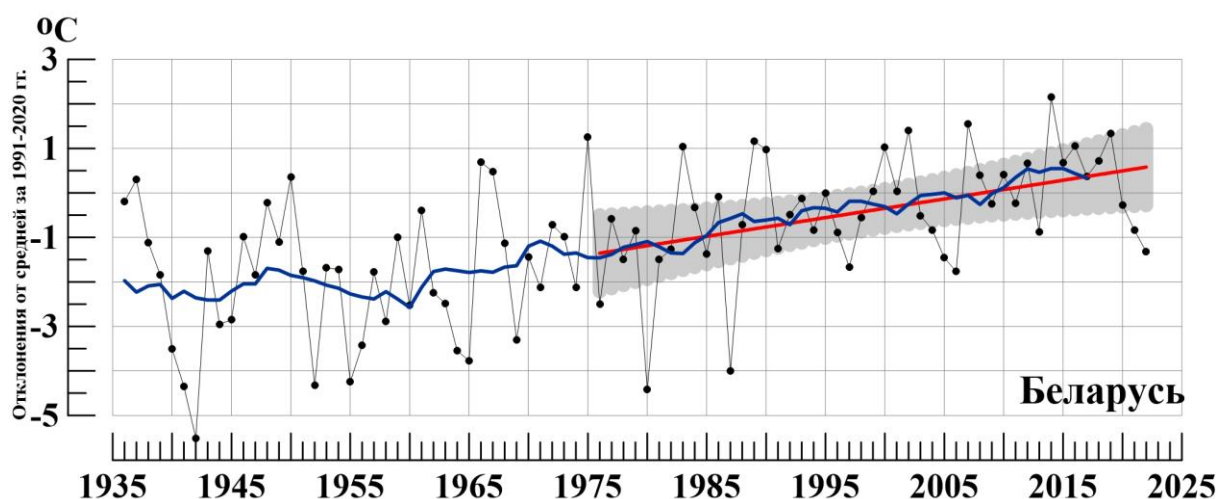


**Рисунок 2** - Средние сезонные и месячные аномалии атмосферных осадков (% от нормы) на территории республики Беларусь весной 2022 г.  
 Аномалии рассчитаны относительно периода 1991-2020 гг. Цифрами приведены значения аномалий температуры (в градусах Цельсия) и осадков (в % от нормы) на станциях.

Характеристики режима осадков на станциях Беларуси весной 2022 г.

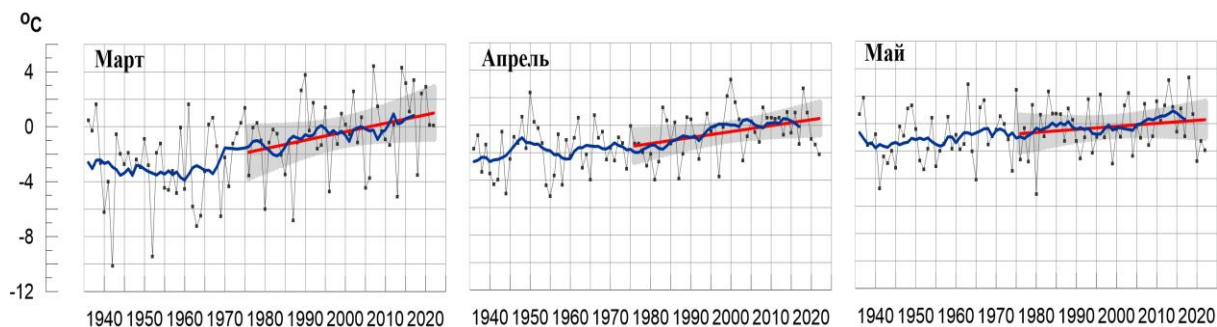
	<i>Витебск</i>	<i>Минск</i>	<i>Брест</i>	<i>Пинск</i>	<i>Василевичи</i>	<i>Гомель</i>
	<b>26666</b>	<b>26850</b>	<b>33008</b>	<b>33019</b>	<b>33038</b>	<b>33041</b>
<b>а) Сумма осадков (мм/месяц)</b>						
<i>Весна</i>	<b>39.0</b>	<b>71.0</b>	<b>32.7</b>	<b>40.0</b>	<b>66.7</b>	<b>68.0</b>
Март	6	7	8	5	14	11
Апрель	53	119	59	72	133	142
Май	58	87	31	43	53	51
<b>б) Аномалия сумм осадков / (мм/месяц)</b>						
<i>Весна</i>	<b>-9.5</b>	<b>20.7</b>	<b>-12.7</b>	<b>-3.3</b>	<b>17.9</b>	<b>22.6</b>
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
<b>в) Относительная аномалия сумм осадков (% от нормы)</b>						
<i>Весна</i>	<b>77</b>	<b>143</b>	<b>70</b>	<b>92</b>	<b>141</b>	<b>159</b>
Март	13	17	24	14	33	30
Апрель	141	277	160	203	347	405
Май	91	131	47	73	81	78

На рисунках 3-6 показаны временные ряды осредненных по территории Беларуси сезонных и месячных аномалий температуры воздуха и осадков с 1936 по 2022 гг. В таблицах 4 и 5 приведены аномалии температуры и осадков, а также оценки трендов, в среднем по всей территории республики Беларусь.

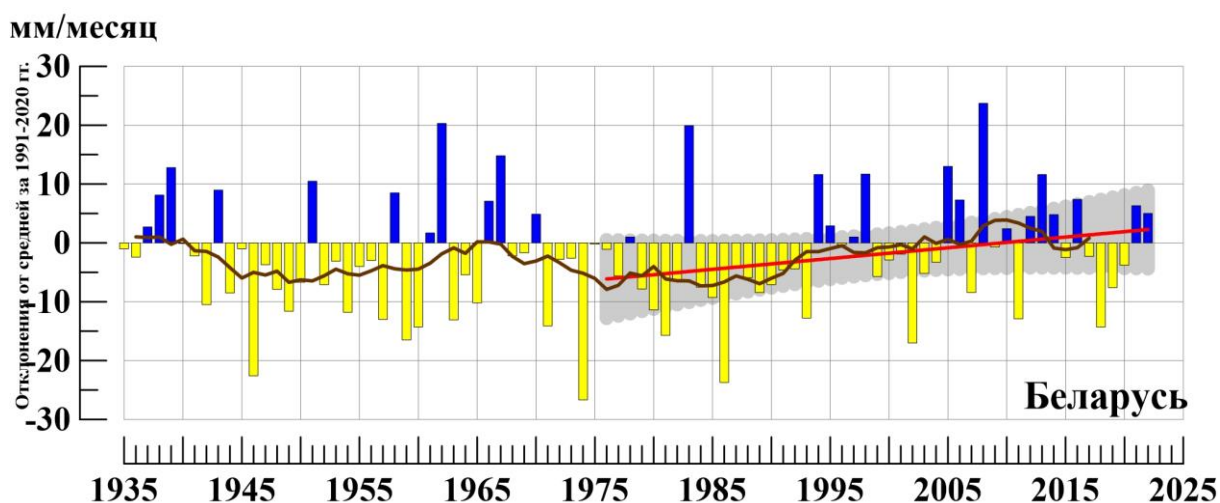


**Рисунок 3** - Сезонные (март - май) аномалии температуры приземного воздуха ( $^{\circ}\text{C}$ ), осредненные по территории Республики Беларусь.

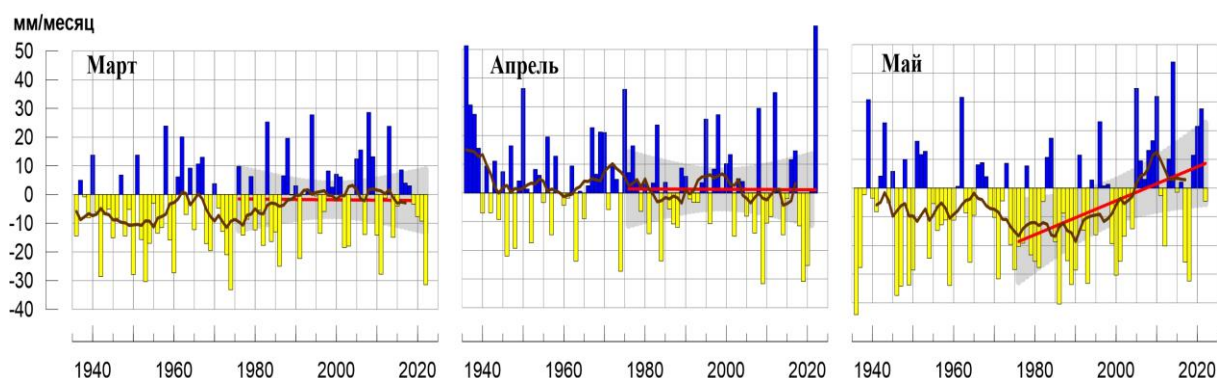
Аномалии рассчитаны как отклонения от среднего 1991-2020 гг. Сглаженная кривая получена 11-летним скользящим осреднением. Линейный тренд проведен по данным за 1976-2022 гг.



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



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



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

Таблица 4

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

	$\nu T_{2022}$	$s$	$RR_{2022}$	$\nu R_{2022}$	$s$
<b>Весна</b>	<b>-1.32</b>	<b>1.58</b>	<b>112</b>	<b>5.0</b>	<b>10.6</b>
Март	0.11	2.93	11	-31.4	14.5
Апрель	-2.14	1.51	245	58.2	14.8
Май	-1.95	1.95	92	-4.6	17.4

**Примечание:** Аномалии  $\nu T_{2022}$  (°C),  $\nu R_{2022}$  (мм/месяц) рассчитаны как отклонения от нормы (среднее за период 1991-2020 гг.),  $RR_{2022}$  (%) – осадки в процентах от нормы,  $s$  (°C, мм/месяц), – среднее квадратическое отклонение

Таблица 5

Оценки линейного тренда 1976-2022 гг. в среднем по Республике Беларусь

Сезон	Температура		Осадки	
	$b_{1976-2022}$ °C/10 лет	$D_{1976-2022}$ %	$b_{1976-2022}$ мм/мес/10лет	$D_{1976-2022}$ %
<b>Весна</b>	<b>0.42</b>	<b>19</b>	<b>4.3</b>	<b>7</b>
Март	0.62	10	-0.1	0
Апрель	0.43	13	-0.1	2
Май	0.22	3	5.9	15