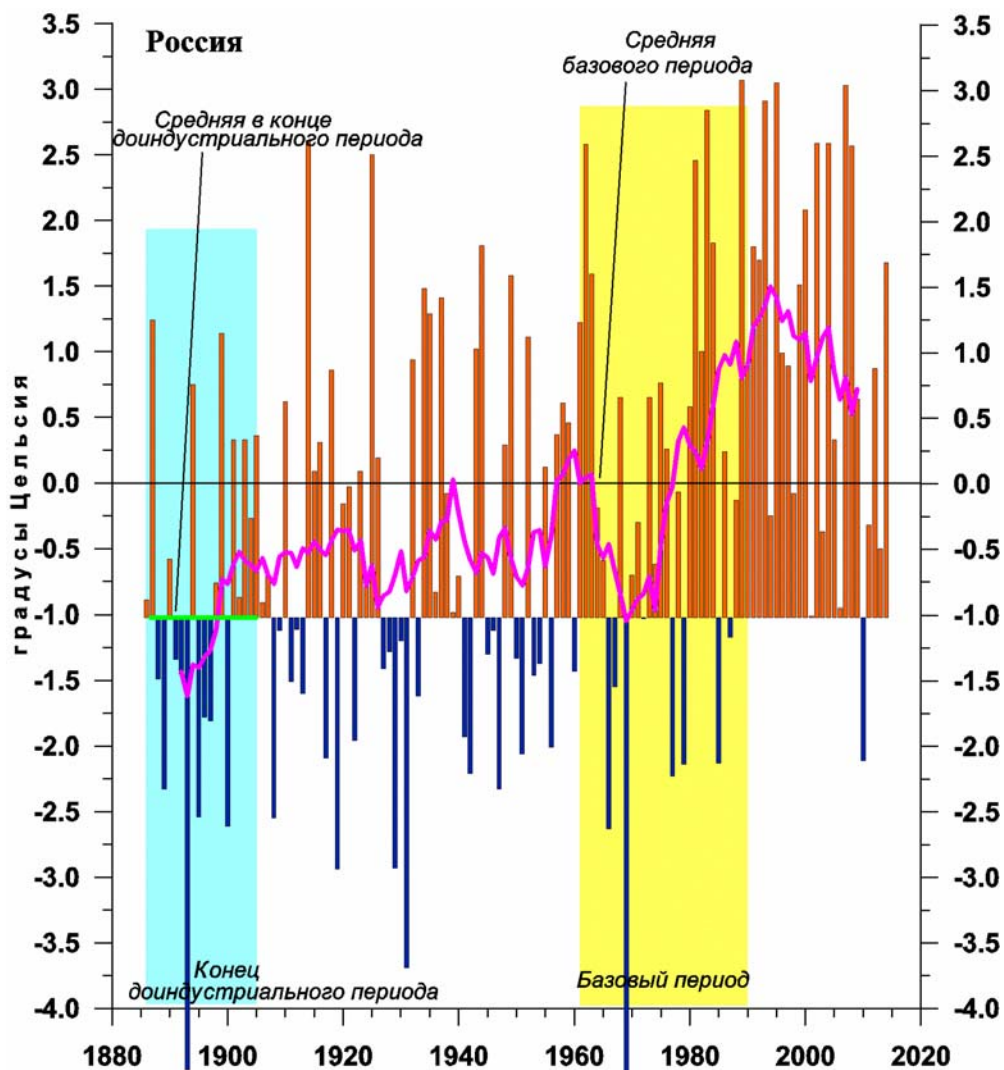


ФГБУ «Институт Глобального Климата и Экологии»



ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА 2014

ЗИМА 2013/14: декабрь 2013 – февраль 2014

Обзор состояния и тенденций изменения
климата России

★
Москва 2014

ОГЛАВЛЕНИЕ¹

ВВЕДЕНИЕ.....	3
1. ИЗМЕНЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ ПРИЗЕМНОГО ВОЗДУХА СЕВЕРНОГО ПОЛУШАРИЯ И РОССИИ ПО ДАННЫМ НАБЛЮДЕНИЙ (зимний сезон).....	5
2. КЛИМАТИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ЗИМЫ 2013/14 гг. НА ТЕРРИТОРИИ РОССИИ	6
3. ТЕНДЕНЦИИ СОВРЕМЕННЫХ ИЗМЕНЕНИЙ КЛИМАТА НА ТЕРРИТОРИИ РОССИИ (зимний сезон).....	12
4. ИЗМЕНЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ И ОСАДКОВ ЗИМНЕГО СЕЗОНА В РЕГИОНАХ РОССИИ, 1936-2014 гг.....	17
5. ОЦЕНКИ ЭКСТРЕМАЛЬНОСТИ И АНОМАЛЬНОСТИ КЛИМАТА РОССИИ, 1936-2014 гг. (зимний сезон)	21
ВЫВОДЫ	24
ПРИЛОЖЕНИЕ. Климатические особенности зимы 2013/14гг. на территории Республики Беларусь	27

¹ На обложке приведен ход средней сезонной аномалии температуры приземного воздуха, осредненной по территории России, за 1887 – 2014 гг. (зима)
Аномалия температуры рассчитана как отклонение от средней температуры за базовый период 1961-1990 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 базовом архиве ФГБУ «ИГКЭ Росгидромета и РАН». Архив включает данные инструментальных наблюдений на 1383 станциях земного шара, в том числе 455 станций стран СНГ и Балтии (из них 310 станций России). В настоящем выпуске использованы данные 240 российских станций, по которым своевременно поступили сводки КЛИМАТ в оперативном потоке.

Под «нормой» в бюллетене понимается среднее многолетнее значение рассматриваемой климатической переменной за 1961-1990 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.



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.

Регионально осредненные аномалии рассчитываются в два этапа. На первом этапе территория региона покрывается регулярной сеткой 2.5° широты * 5.0° долготы, и в каждой ячейке сетки рассчитывается среднее арифметическое из попавших в эту ячейку станционных аномалий. Затем выполняется взвешенное осреднение ячейечных средних с весами, пропорциональными площади пересечения ячейки с территорией региона.

Аналогично, для каждого региона по данным о станционных нормах рассчитываются регионально осредненные нормы. Региональные средние значения

самых 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 неперевышения значения X_0 , как и обеспеченностью. Региональные индексы экстремальности определяются как доля площади региона, где вероятности неперевышения $F(X_0) \leq \alpha\%$ 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 Росгидромета и РАН»** 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 Росгидромета и РАН»).

* 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»: Г.В. Груза (руководитель), М.Ю. Бардин, Э.Я. Ранькова, Э.В. Рочева, Т.В. Платова, О.Ф. Самохина, Ю.Ю. Соколов.

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

На рисунке 1.1 представлены временные ряды сезонных аномалий температуры у поверхности (зима 2013/14: декабрь-февраль), осредненных по континенту Северного полушария (СП) и территории России. Временной ряд сезонных аномалий температуры над СП рассчитан по среднемесячным данным Университета Восточной Англии (массив [scut4nh.txt](http://www.cru.uea.ac.uk) на сайте www.cru.uea.ac.uk). Временной ряд для территории России рассчитан по станционным данным о температуре приземного воздуха ФГБУ «ИГКЭ Росгидромета и РАН». Представлен также линейный тренд за 1976-2014 гг.

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

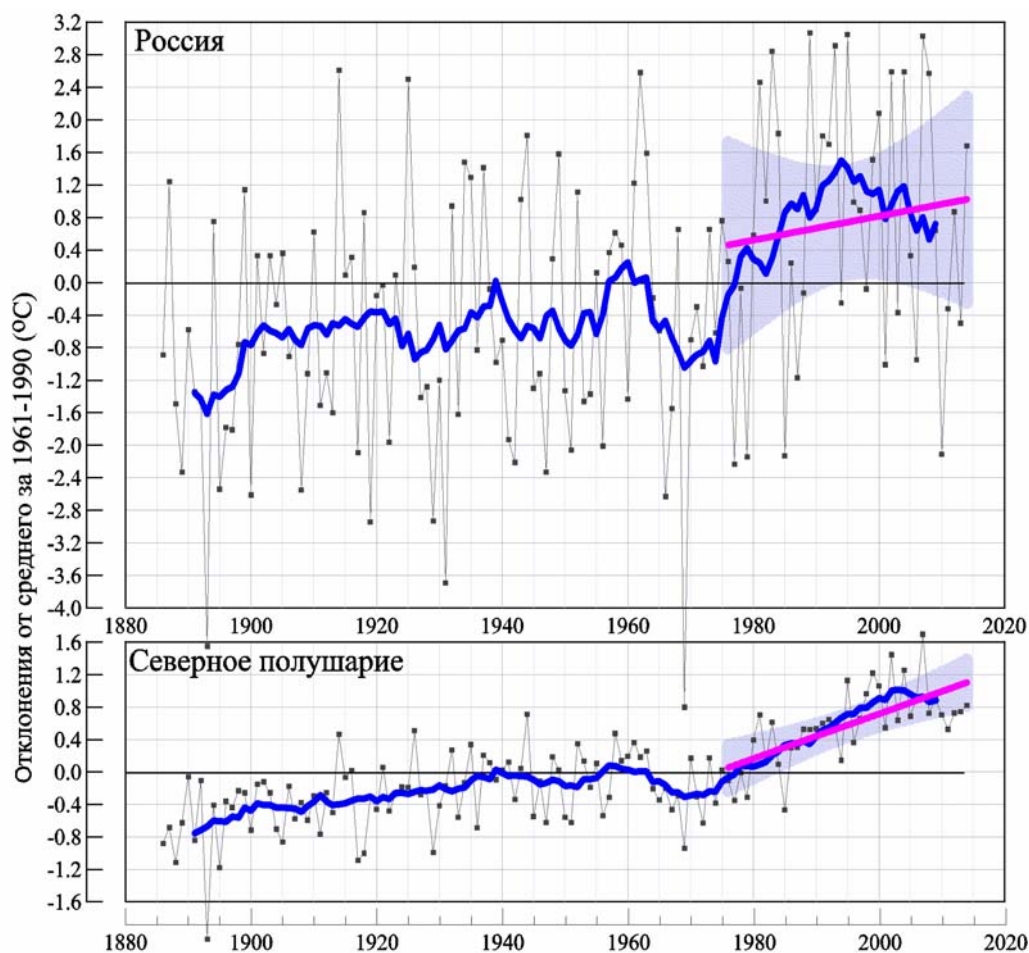


Рисунок 1.1 – Сезонная аномалия (зима: декабрь-февраль) температуры приземного воздуха, осредненная по Северному полушарию (суша) и территории России за 1886-2014 гг.

Аномалии рассчитаны как отклонения от средней за базовый период 1961-1990 гг. Сглаженная кривая получена 11-летним скользящим осреднением. Показаны м.н.к. – оценка линейного тренда и 95% -я доверительная область для линии тренда за 1976-2014 гг. Использованы данные Университета Восточной Англии (СП) и данные ФГБУ «ИГКЭ Росгидромета и РАН» (Россия).

Аномалия температуры воздуха над сушей СП зимой 2013/14 гг. составила +0.82°C (при стандартном отклонении 0.41°C) – десятая по величине положительная аномалия с 1886 г. (Рекордное значение аномалии среднесезонной температуры зимой зафиксировано в 2007 году - +1.70°C.)

Средняя по России аномалия температуры приземного воздуха зимой 2013/14 гг. составила +1.68°C при величине стандартного отклонения 1.82°C. Температура этой зимы была выше, чем в предыдущие 5 зим, но ниже средней за период с 1980 по 2008 г.

Оценки линейных трендов, характеризующие среднюю тенденцию изменений зимних температур за период 1976-2014 гг. в среднем для суши СП и России, приведены в табл. 1.1. Тренд средних по Северному полушарию зимних температур составляет почти половину общей изменчивости (вклад в дисперсию) температуры СП и значим по крайней мере на 1%-м уровне, несмотря на то, что в последние годы зимние температуры СП уменьшились по сравнению с концом 1990-х – началом 2000 гг. . На территории России после очень интенсивного роста с середины 1970-х до середины 1990-х гг. происходило существенное убывание зимних температур, так что формально положительный тренд статистически незначим.

Таблица 1.1

Сезонные (зима 2013/14: декабрь - февраль) аномалии температуры приземного воздуха относительно норм базового периода 1961-1990 гг. (°C), осредненные по суше СП и России и оценки линейного тренда за период 1976-2014

Регионы	vT_{2014}	$s_{1961-90}$	$b, ^\circ\text{C}/10 \text{ лет}$	$D \%$
СП	0.82	0.41	0.28	45
Россия	1.68	1.82	0.15	1

Примечание: vT – аномалия температуры, s - стандартное отклонение за период 1961-1990, b – коэффициент линейного тренда, D - вклад тренда в дисперсию.

2. КЛИМАТИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ЗИМЫ 2013/14 гг. НА ТЕРРИТОРИИ РОССИИ

На рис. 2.1 и 2.2 представлены карты сезонных и месячных аномалий температуры и осадков на территории России зимой 2013/14 гг. На картах указано местоположение станций с экстремумами ниже 5-го выше 95-го перцентилей. Значения аномалий, осредненных по регионам, представлены в таблицах 2.1 и 2.2.

Температура воздуха. Осредненная по территории РФ аномалия +1.68°C – лишь 16-ая положительная величина с 1936 г. (но стоит еще раз отметить, что температура этой зимы была значительно выше, чем в предыдущие 5 зим, из которых для трех зим аномалия была отрицательной). Однако на обширных территориях было очень тепло: на ЕЧР (за счет декабря и февраля), наибольшие аномалии наблюдались на северо-западе (наибольшая аномалия +5.5°C зафиксирована на станции Реболы Карельского АО). Аномально тепло на северо-востоке страны (за счет декабря и, особенно, февраля), осредненная по территории региона Восточная Сибирь аномалия

составила $+3.78^{\circ}\text{C}$ – максимальная величина в ряду, на многих станциях региона температура была выше 95-го перцентиля; максимальная аномалия зафиксирована на станции Эньмувеем: $+7.5^{\circ}\text{C}$ Чукотского АО. Очень тепло на юге Сибирского ФО (в основном, за счет декабря): аномалии до $+4.6^{\circ}\text{C}$ (на станции Богучаны Красноярского края).

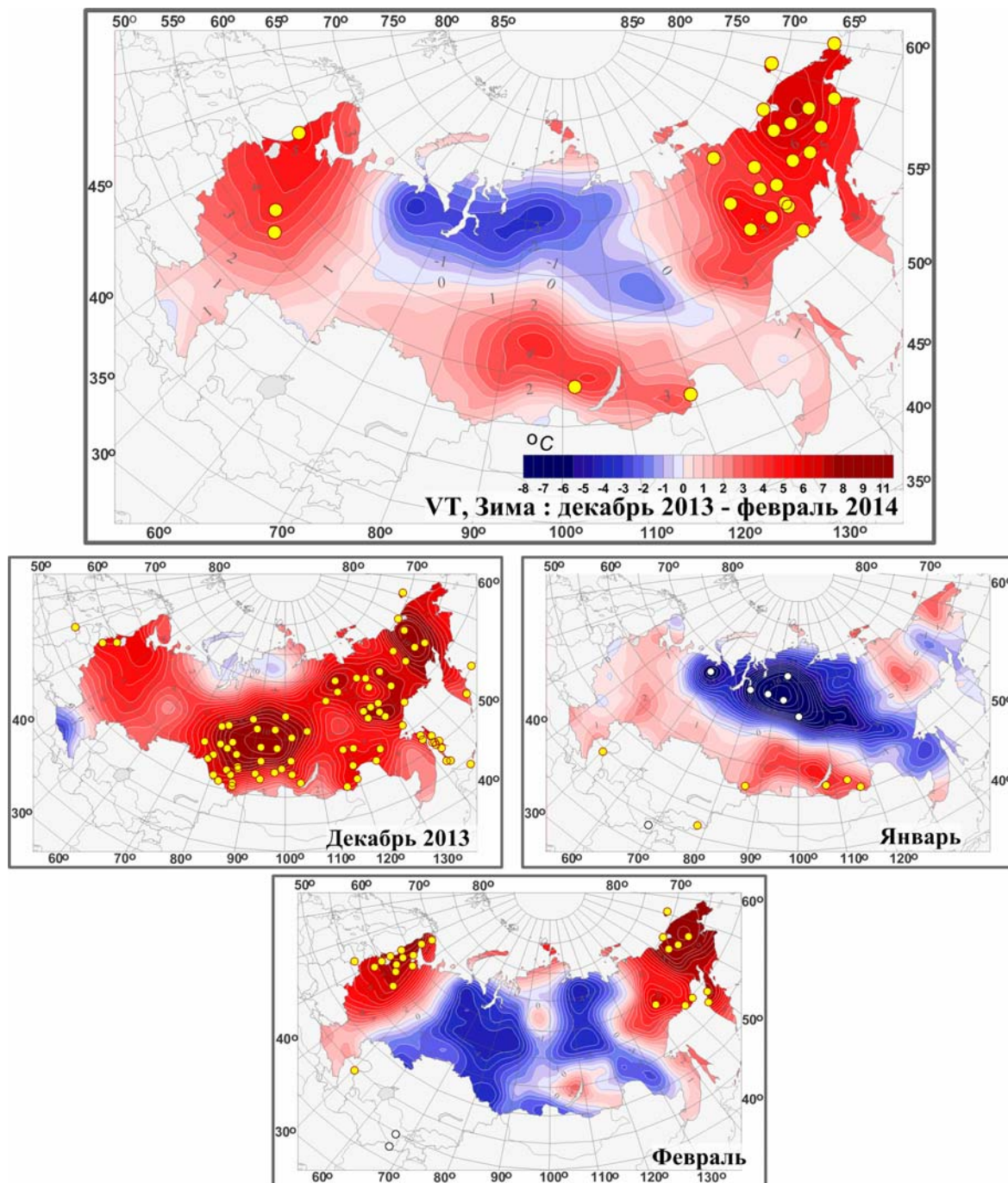


Рисунок 2.1 – Поля средней сезонной и средних месячных аномалий температуры приземного воздуха ($^{\circ}\text{C}$) на территории России зимой 2013/14 гг. Кружками белого цвета показано местоположение станционных экстремумов ниже 5-го перцентиля, желтого – выше 95-го перцентиля.

Аномалии рассчитаны как отклонения от среднего за базовый период 1961-1990 гг.

Незначительная средняя по России аномалия определялась областью холода (сложившейся за счет января и февраля) на Северном Урале, и далее в северной части АЧР до течения Лены: аномалии достигали -4.1°C (минимальная аномалия зафиксирована на станции Хоседа-Хард республики Коми).

Декабрь 2013 г. Осредненная по территории России декабрьская аномалия температуры $+4.93^{\circ}\text{C}$ - максимум за период наблюдений. Осредненные по физико-географическим регионам РФ аномалии температуры все кроме Европейской части России попали в пять максимальных. На большей части страны (кроме Северокавказского региона и вдоль побережья Карского моря) аномалии температуры были положительные и выше $+3^{\circ}\text{C}$. В АЧР на большинстве станций, исключая север Западной и Средней Сибири, температура была выше 95-го перцентиля.

Максимальные положительные аномалии среднемесячной температуры воздуха (более $+10^{\circ}\text{C}$) отмечены в центральных районах Красноярского края и в Магаданской области.

Январь. Осредненная по территории России январская аномалия температуры -0.38°C . Очень холодно на северо-востоке ЕЧР и далее в АЧР: от Северного Урала (на северо-западе) до Хабаровского края и Сахалина (на юго-востоке). На некоторых станциях здесь температура была ниже 5-го перцентиля, аномалии до -12.4°C (станция Агата) – в нижнем течении Енисея.

На большей части территории ЕЧР, на юге Западной Сибири температуры были близки к норме, аномалии более 2°C лишь в Среднем Поволжье ($+2.7^{\circ}\text{C}$ в Казани) и на побережье Белого моря: ($+2.5^{\circ}\text{C}$ на станции Кемь).

Очень тепло в районе Байкала: аномалии до $+5.2^{\circ}\text{C}$ (на станции Жигалово). Тепло также на востоке Якутии ($+4.0^{\circ}\text{C}$ на станции Усть-Мома) и в восточной части Чукотского АО ($+3.7^{\circ}\text{C}$ на станции Эньмувеем).

Февраль. Осредненная по территории России февральская аномалия температуры 0.65°C .

На западе и востоке страны в феврале было аномально тепло, а на остальной части страны наблюдались значительные отрицательные аномалии.

Особенно тепло на западе Северо-Западного ФО: здесь на всех станциях температура была выше 95-го перцентиля (наибольшая средняя месячная аномалия зафиксирована на станции Реболы: $+9.1^{\circ}\text{C}$). Осредненные по территории СЗФО и ЦФО аномалии температуры: $+4.63^{\circ}\text{C}$ и $+5.16^{\circ}\text{C}$ – десятая и восьмая положительные величины в соответствующих рядах. Очень тепло на востоке АЧР: восток Якутии, Чукотка, Камчатка, Магаданская область и Хабаровский край. На большинстве станций Чукотки температура была выше 95-го перцентиля (наибольшая аномалия зафиксирована на станции Эньмувеем: $+11.8^{\circ}\text{C}$). Осредненная по территории региона Восточная Сибирь аномалия температуры $+4.91^{\circ}\text{C}$ – четвертая положительная величина в ряду.

Наиболее крупные отрицательные аномалии температуры наблюдались в бассейне Оби (аномалия -5.3°C на станции Березово) и в Бассейне Лены и Вилюя (аномалия -5.3°C на станции Саскылах).

Атмосферные осадки. Зимой 2013/14 гг. преобладал избыток осадков. Наибольший избыток осадков, более 140% нормы, наблюдался в южной части Западной и Средней Сибири (но на Алтае – дефицит осадков, местами экстремальный), в северных и восточных районах ЕЧР, в Хабаровском крае и на Сахалине. В верхнем и среднем течении Оби и Енисея на многих станциях выпало более 95-го перцентиля осадков (максимальное количество: 195% сезонной нормы, зафиксировано в Красноярске). Осредненные по регионам Западная Сибирь и Восточная Сибирь аномалии составили 123% и 132% нормы – девятая и пятая величины в соответствующих рядах.

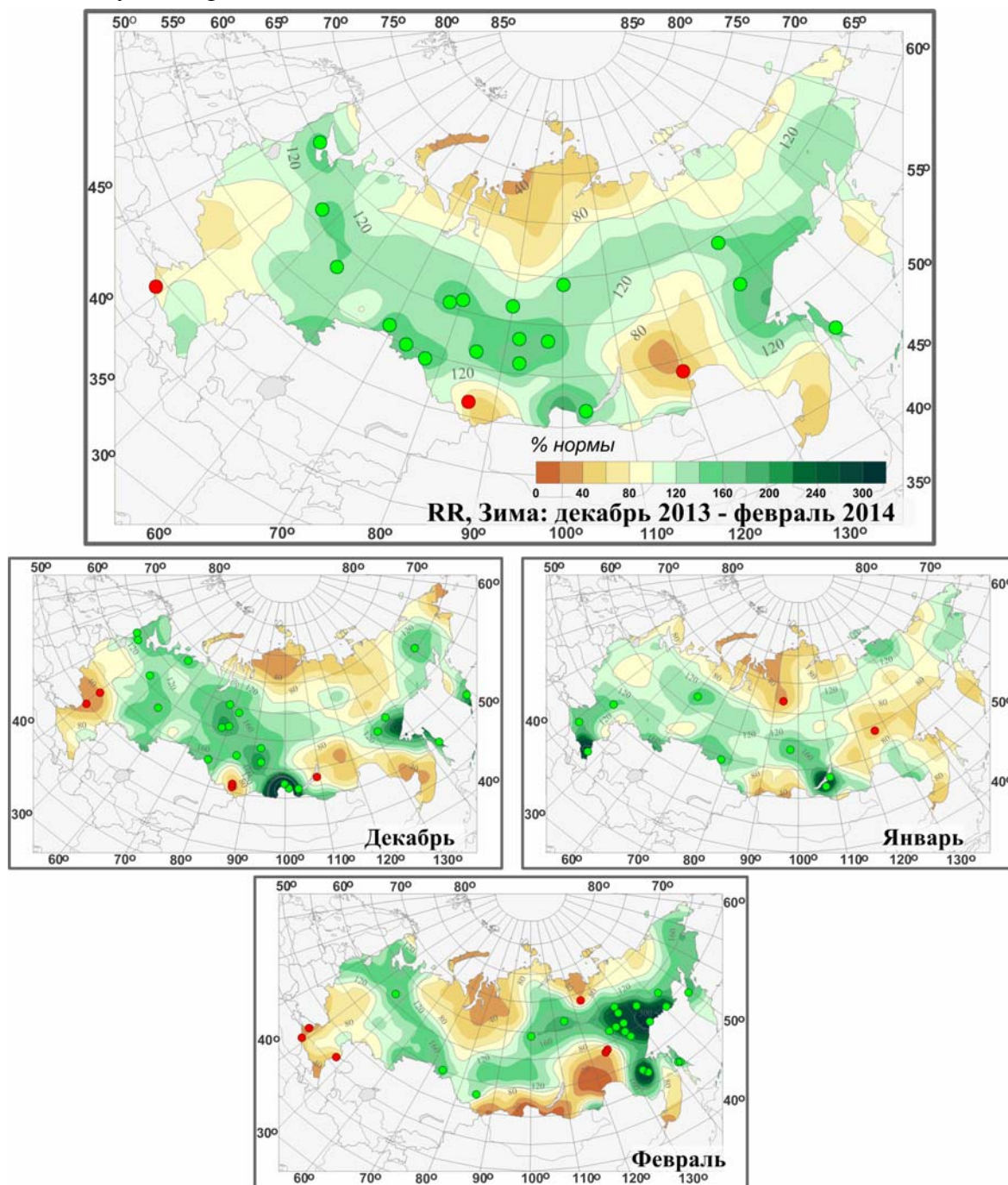


Рисунок 2.3 – Поля аномалий средних сезонных и месячных сумм осадков (в процентах от нормы за 1961-1990 гг.) на территории России зимой 2013/14 (декабрь 2013 – февраль 2014). Кружками красного цвета показаны станционные экстремумы ниже 5-го перцентиля, зеленого – выше 95-го перцентиля.

Дефицит осадков (80%-20%, во все месяцы сезона) наблюдался в северных районах АЧР, на Алтае, в Забайкалье, в Приморье. Дефицит осадков (80%-60%) наблюдался в центральных районах ЕЧР (за счет декабря и февраля).

Следует отметить, что ряд основных черт сезонного распределения осадков наблюдался во все 3 месяца сезона. Отметим основные отличия для месяцев.

Декабрь. В целом по РФ осадки были существенно выше нормы: 116% (средняя аномалия +4.7 мм/месяц); это 8-я величина в ряду.

В декабре проявились все основные характерные черты сезонного распределения осадков. Стоит отметить значительный дефицит осадков (<40%) на юге ЦФО – севере ЮФО и избыток на Южном Урале и в центре Западной Сибири.

Январь. В отличие от среднего за сезон, на юге ЕЧР наблюдался избыток осадков: осредненные по Южному и Северо-Кавказскому ФО аномалии составили: 147% (21.1 мм/месяц) и 200% (48.9 мм/месяц) – шестая и третья положительные величины в соответствующих рядах.

В то же время, в Хабаровском крае и на Сахалине наблюдался дефицит осадков (80%-40%).

Февраль. Осредненная по РФ февральская аномалия осадков составила 109% нормы (+1.7 мм/месяц).

Не так ярко проявился избыток осадков в Западной и Средней Сибири, а в Прибайкалье осадков выпало мало (на юге Саян до 20% нормы), как и в Забайкалье. Очень много осадков выпало на Дальнем Востоке и в широкой полосе от западной границы (от Беларуси до Финляндии) и, далее, через северные районы ЕЧР на Средний и Южный Урал и юг Западной Сибири. Максимум выпадения осадков наблюдался в Хабаровском крае и на востоке Якутии, где на большинстве станций осадков выпало более 95-го перцентиля (около трех норм выпало в феврале на станциях Томпо и Оймякон). Осредненная по территории Восточной Сибири аномалия осадков 146% нормы (+8.7 мм/месяц) – четвертая величина в ряду.

В таблицах 2.1 и 2.2 представлены регионально осредненные аномалии температуры и осадков, рассчитанные по значениям станционных аномалий зимнего сезона; для характеристики масштаба аномалий приведены также средние квадратические отклонения региональных аномалий за базовый период 1961-90 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), а для характеристики масштаба изменчивости с учетом выраженной асимметрии распределения осадков абсолютные величины разности между медианой и первым и третьим квартилями аномалий, рассчитанные для базового периода. Кроме того, в таблицах приведены значения эмпирической вероятности (вероятности неперевышения) региональных аномалий по данным за 1936-2013 годы.

Временные ряды регионально осредненных аномалий температуры и осадков

для каждого из рассматриваемых физико-географических регионов и Федеральных округов РФ представлены в Разделе 4.

Таблица 2.1

Регионально осредненные аномалии температуры зимой 2013/14 гг.

Регионы	νT_{2014}	$s_{1961-90}$	$P(t \leq T_{2014})$
Российская Федерация	1.68	1.82	80.8
Физико-географические регионы России			
Европейская часть России	2.14	2.33	71.8
Западная Сибирь	0.53	2.94	59.0
Средняя Сибирь	0.58	2.78	56.4
Прибайкалье и Забайкалье	2.15	1.89	85.9
Приамурье и Приморье	0.52	1.53	62.8
Восточная Сибирь	3.78	1.41	100.0
Федеральные округа РФ			
Северо-Западный	2.99	2.88	75.6
Центральный	3.14	2.69	83.3
Приволжский	1.53	2.54	66.7
Южный	0.91	2.08	69.2
Северо-Кавказский	0.41	1.59	59.0
Уральский	-0.34	3.12	43.6
Сибирский	1.65	2.57	78.2
Дальневосточный	1.93	1.46	91.0

Примечание: 1. Аномалии νT_{2014} ($^{\circ}\text{C}$) рассчитаны как отклонения от нормы 1961-1990 гг.; s ($^{\circ}\text{C}$) – среднее квадратическое отклонение за базовый период; вероятности превышения $P(t \leq T_{2014})$ рассчитаны по выборке за 1936-2013 гг. и выражены в %. Выделены экстремальные значения, попадающие в 5% максимальных.

Таблица 2.2

Регионально осредненные аномалии осадков, зимой 2013/14 гг.

Регионы	νR_{2014}	RR_{2014}	m	$m-q1$	$q3-m$	$P(r \leq R_{2014})$
Российская Федерация	3.1	113	-0.75	1.75	2.15	87.2
Физико-географические регионы России						
Европейская часть России	2.9	108	-0.30	3.55	4.25	65.4
Западная Сибирь	5.5	124	-0.20	3.90	2.98	89.7
Средняя Сибирь	1.6	109	-0.45	2.03	2.03	75.6
Прибайкалье и Забайкалье	1.1	110	0.30	1.20	1.28	67.9
Приамурье и Приморье	1.0	108	-0.70	3.23	3.10	67.9
Восточная Сибирь	4.9	122	-2.50	3.03	3.90	91.0
Федеральные округа РФ						
Северо-Западный	6.5	118	-0.25	4.02	4.75	84.6
Центральный	-4.5	88	-0.80	5.97	7.82	38.5
Приволжский	4.8	114	-1.35	5.40	5.10	78.2
Южный	-5.8	87	-1.25	5.80	5.52	32.1
Северо-Кавказский	7.4	116	0.80	6.37	5.55	75.6
Уральский	6.2	125	-0.55	3.57	3.82	94.9
Сибирский	3.1	117	-0.65	1.62	1.75	88.5
Дальневосточный	2.4	114	-1.40	1.50	2.00	89.7

Примечание: 1. Аномалии νR_{2014} (мм/месяц) рассчитаны как отклонения от нормы (среднее за базовый период 1961-1990 гг.), RR_{2014} – отношение R_{2014} к норме,

выраженное в %, $q1$, $q3$ и m – соответственно первый, третий квартиль и медиана аномалий (мм/месяц) за базовый период; вероятности неперевышения $P(r \leq R_{2014})$ – рассчитаны по выборке за 1936-2013 гг. и выражены в %. Выделены экстремальные значения, попадающие в 5% максимальных.

Как уже отмечалось выше, зима для России в целом (см. табл. 2.1) была теплее, чем в среднем за базовый период, аномалия температуры $+1.68^{\circ}\text{C}$ – 16-ая положительная величина в ранжированном по убыванию ряду наблюдений с 1936 года, значение аномалии не превышало стандартного отклонения. В декабре осредненная по территории России аномалия температуры $+4.93^{\circ}\text{C}$ - максимум за период наблюдений с 1936 г., в январе аномалия температуры составила -0.38°C (48-ая величина в ряду наблюдений), в феврале - $+0.65^{\circ}\text{C}$ (36-ая величина в ряду).

Аномалии температуры были положительными для всех регионов страны. Экстремально теплой зима была в регионе Восточная Сибирь (аномалия $+3.76^{\circ}\text{C}$ максимальная величина в ряду).

В регионе Россия в целом зимой (табл. 2.2) относительная аномалия осадков составила 113% нормы ($+3.1$ мм/месяц) – 11-ая положительная величина в ряду наблюдений. Аномалии осадков, осредненные по территории РФ в декабре, январе и в феврале составили $+4.7$ мм/месяц (116% нормы), $+2.9$ мм/месяц (112%), $+1.7$ мм/месяц (109%) – соответственно восьмая, 15-ая и 25-ая величины в соответствующих рядах.

Во всех физико-географических регионах РФ зимой аномалии осадков были положительные. значительный избыток осадков отмечался в регионах: Западная Сибирь (124% нормы) и Восточная Сибирь (122%). Из федеральных округов следует отметить Уральский ФО: осредненная аномалия составила 125% (вероятность неперевышения 95%,- шестая величина в ряду с 1936 г.).

3. ТЕНДЕНЦИИ СОВРЕМЕННЫХ ИЗМЕНЕНИЙ КЛИМАТА НА ТЕРРИТОРИИ РОССИИ (зимний сезон)

В этом разделе рассматриваются основные тенденции в изменении метеорологических величин с начала современного потепления, т.е, с середины 1970-х гг. На рис. 3.1 и 3.2 представлено географическое распределение коэффициента линейного тренда за 1976-2014 гг. температуры приземного воздуха и атмосферных осадков на территории России для зимнего сезона в целом и для каждого из месяцев зимы.

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

Зимние температуры растут везде вдоль арктического побережья, с максимумом на Таймыре и Кольском п-ове; везде на ЕЧР, в северной части Западной и Средней Сибири, в Приамурье, в Приморье и в Хабаровском крае, на Камчатке. Наибольшее потепление отмечается в декабре вдоль всего арктического побережья и в январе – на

северо-западе ЕЧР и на севере Средней Сибири и местами превосходит $+1^{\circ}\text{C}/10$ лет. В феврале интенсивность потепления везде, где оно наблюдается, значительно ниже.

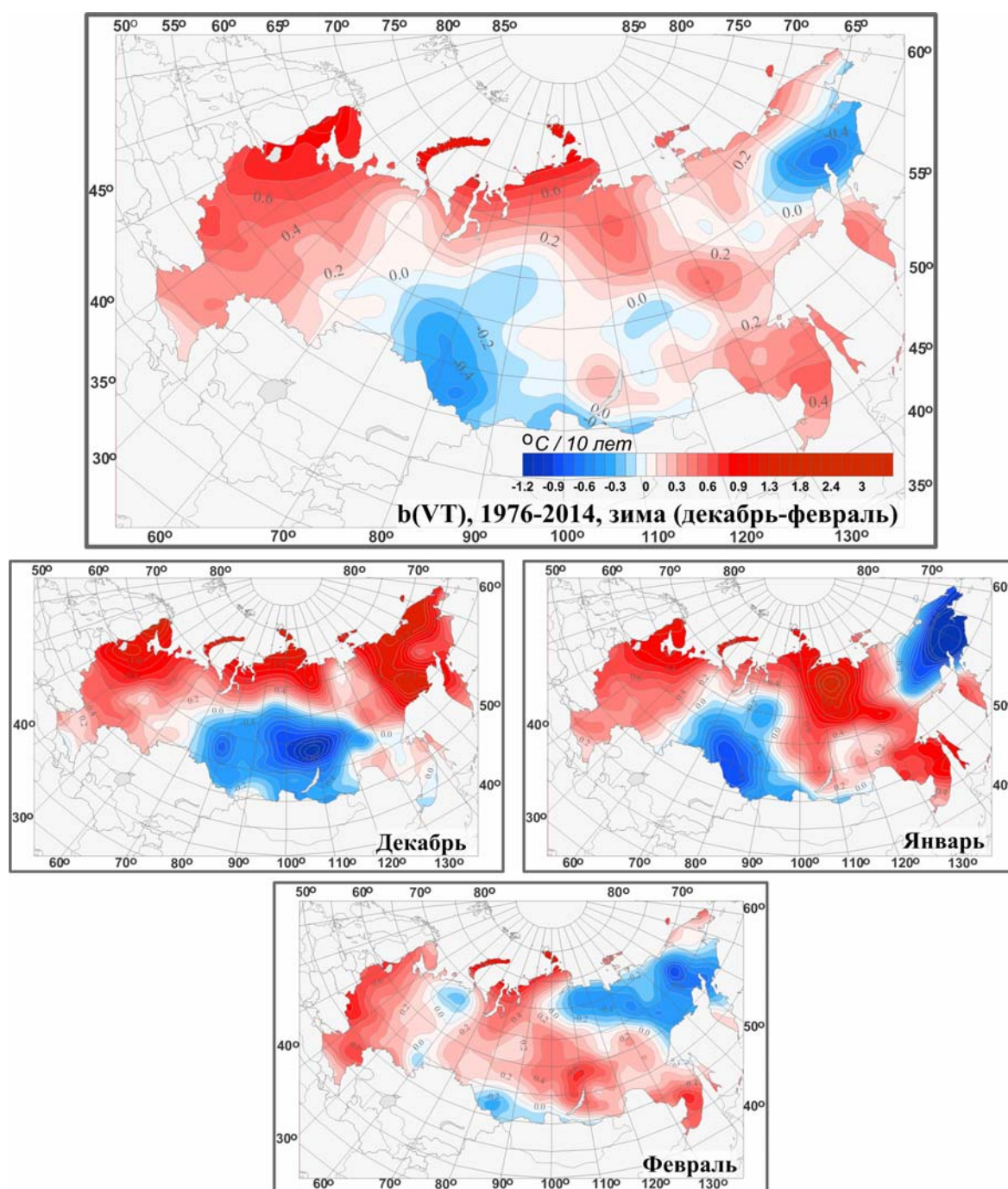


Рисунок 3.1 – Распределение локальных коэффициентов линейного тренда сезонных и месячных аномалий температуры ($^{\circ}\text{C}/10$ лет) на территории России по данным за 1976-2014 (зима)

Отрицательный тренд зимних температур за период с 1976 г. сохраняется на дальнем северо-востоке страны: в Магаданской области и на юге Чукотки за счет января и февраля (декабрьские температуры в этой области растут). Другая область похолодания наблюдается в южной части Западной Сибири (проявилась впервые несколько лет назад); похолодание здесь наблюдается в основном для декабря и января, причем минимум на юге Западной Сибири имеется в оба месяца и более выражен на

сезонной карте (достигает $-0.5^{\circ}\text{C}/10$ лет), а второй – на юге Средней Сибири – только в декабре. В феврале наблюдается похолодание на севере Средней Сибири и на северо-востоке ЕЧР. Область отрицательных трендов за период 1976-2014 гг. на юге Сибири увеличилась по сравнению с периодом 1976-2013 гг.

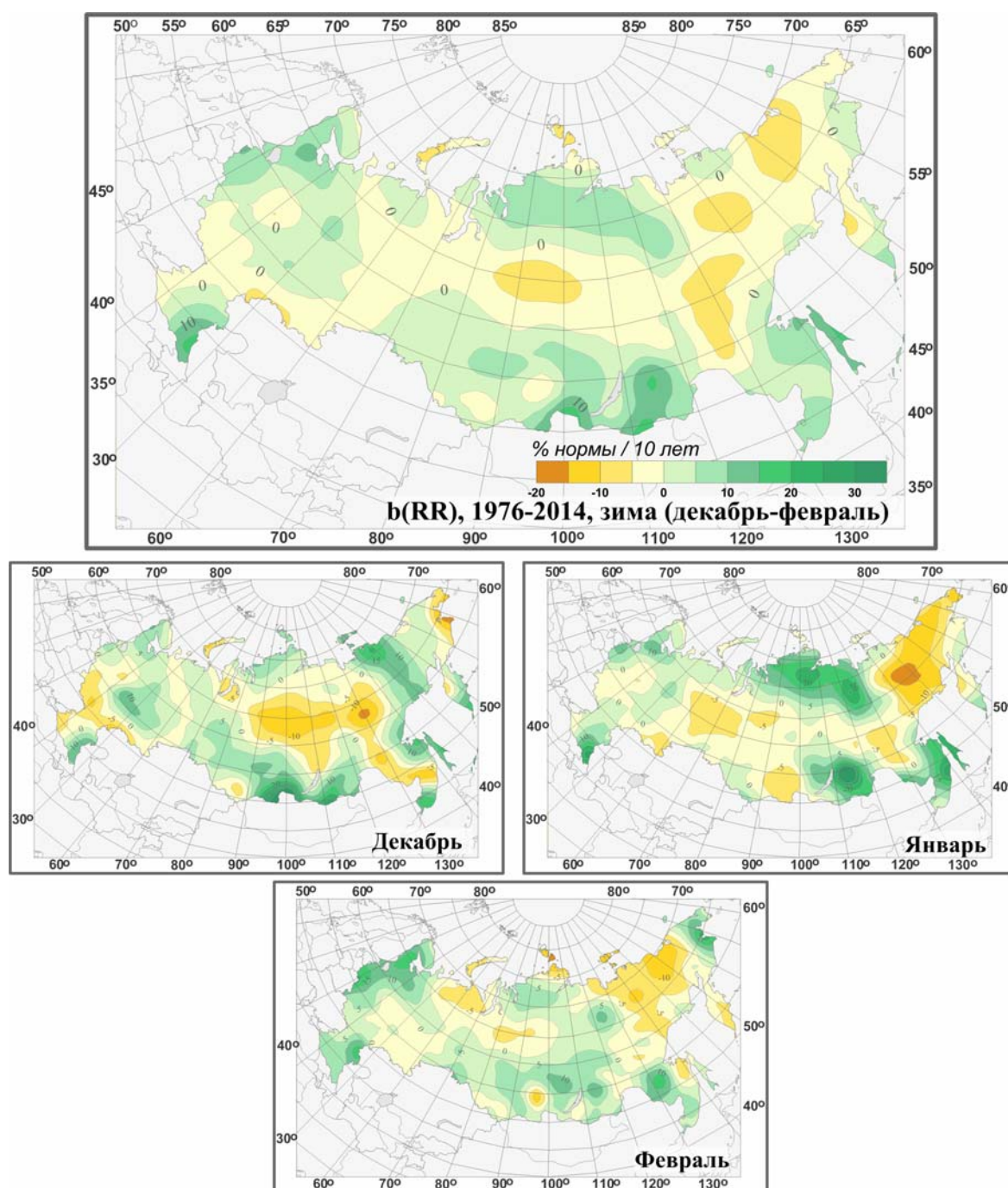


Рисунок 3.2 – Распределение локальных коэффициентов линейного тренда сезонных и месячных аномалий осадков (% нормы /10 лет) на территории России по данным за 1976-2014 (зима).

В изменении сезонных сумм осадков (рис. 3.2) преобладает рост; можно выделить несколько крупных областей заметного роста: одна занимает большую часть ЕЧР (максимум – на северо-западе), другая в СКФО; эти особенности сохраняются для

всех зимних месяцев; на севере и на юге Западной и Средней Сибири; в Приморье и на Сахалине. Обширные области убывания осадков расположены в Восточной Сибири и центральных районах Средней Сибири.

Для всех зимних месяцев наблюдается рост осадков на северо-западе ЕЧР (максимум – в феврале) и в СКФО, в Байкальском регионе; в декабре заметен рост осадков в Центральном и Приволжском ФО. Максимум роста на севере Западной и Средней Сибири – в январе. Убывание сезонных осадков в северо-восточных регионах АЧР происходит за счет января и февраля, а в Средней Сибири – за счет декабря.

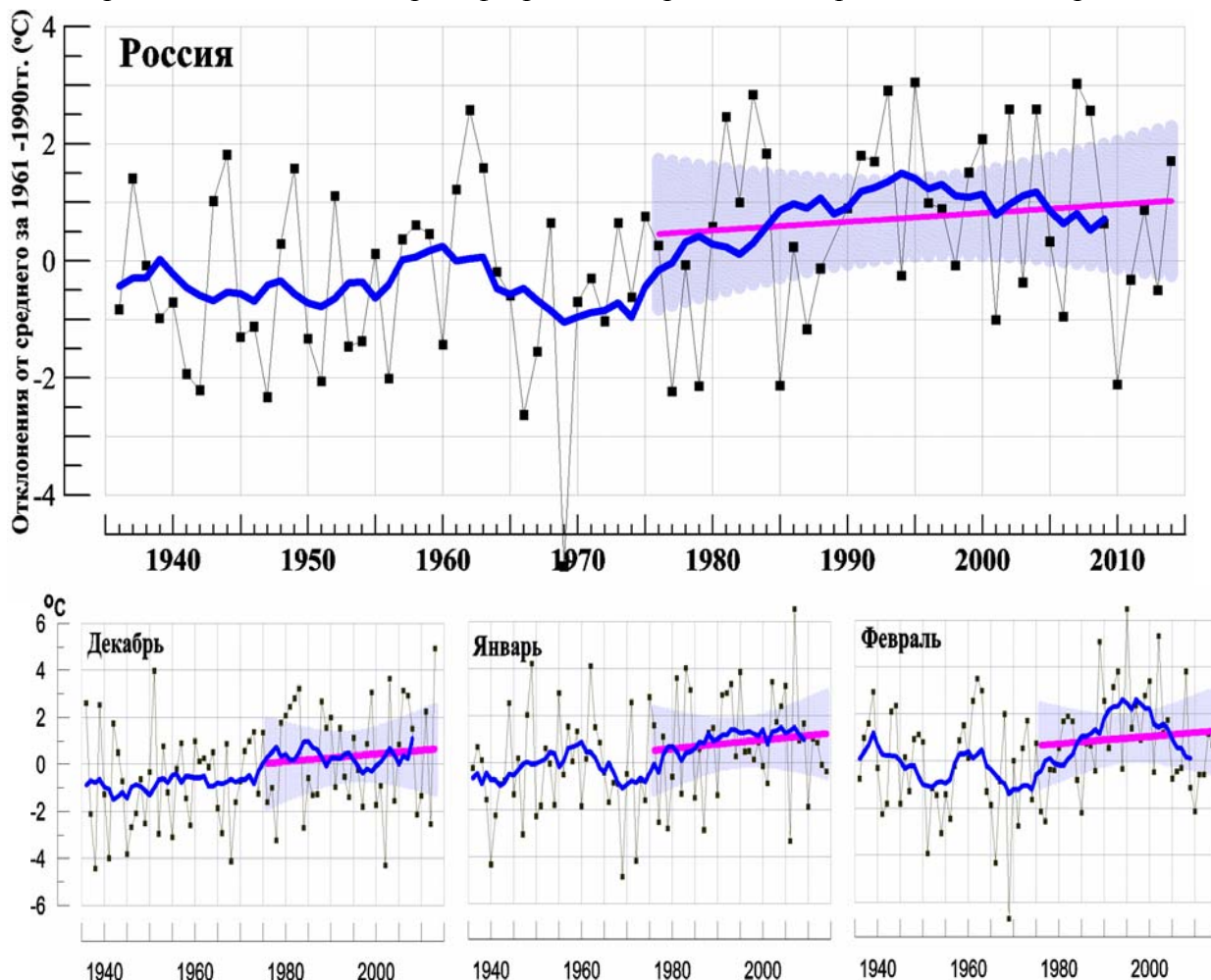


Рисунок 3.3 – Аномалия средней сезонной (вверху) и для месяцев сезона температуры приземного воздуха (°C) осредненная по территории РФ. Аномалии рассчитаны как отклонения от среднего 1961-1990 гг. Сглаженная кривая получена 11-летним скользящим осреднением. Линейный тренд получен по данным за 1976-2014 гг. Показана 95% -я доверительная область для линии тренда.

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

Тренд средней по России зимней температуры за период 1976-2014 гг. положителен: он составляет $0.15^{\circ}\text{C}/10$ лет, но объясняет лишь 1% межгодовой изменчивости (табл. 3.1). Как видно из рис. 3.3, рост средней по РФ зимней температуры наблюдался в период с 1970 до середины 1990-х гг., после чего происходит похолодание. В основном за такое поведение сезонных температур

отвечает февраль. Тренды как среднесезонных так и месячных температур за период с 1976 г. незначимы на фоне межгодовой изменчивости.

Таблица 3.1

Оценки линейного тренда температуры приземного воздуха и суммы осадков, осредненных по территории России и за зимний сезон, за 1976-2014 гг.

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

Регион Российская Федерация	Температура		Осадки	
	<i>b</i> °C/10 лет	<i>D</i> , %	<i>b</i> мм/мес/10 лет	<i>D</i> , %
Зима	0.15	1	0.3	3
Декабрь 2013	0.16	1	0.3	1
Январь 2014	0.19	1	0.1	0
Февраль 2014	0.16	1	0.5	3

Тренд сезонных сумм осадков для России в целом составляет 0.3 мм/мес/10 лет и объясняет 3% межгодовой изменчивости. В характере изменения осадков выражены долгопериодные колебания с масштабом в несколько десятилетий (рис. 3.4). Тренды среднесезонной и месячных температур все положительны, но статистически незначимы.

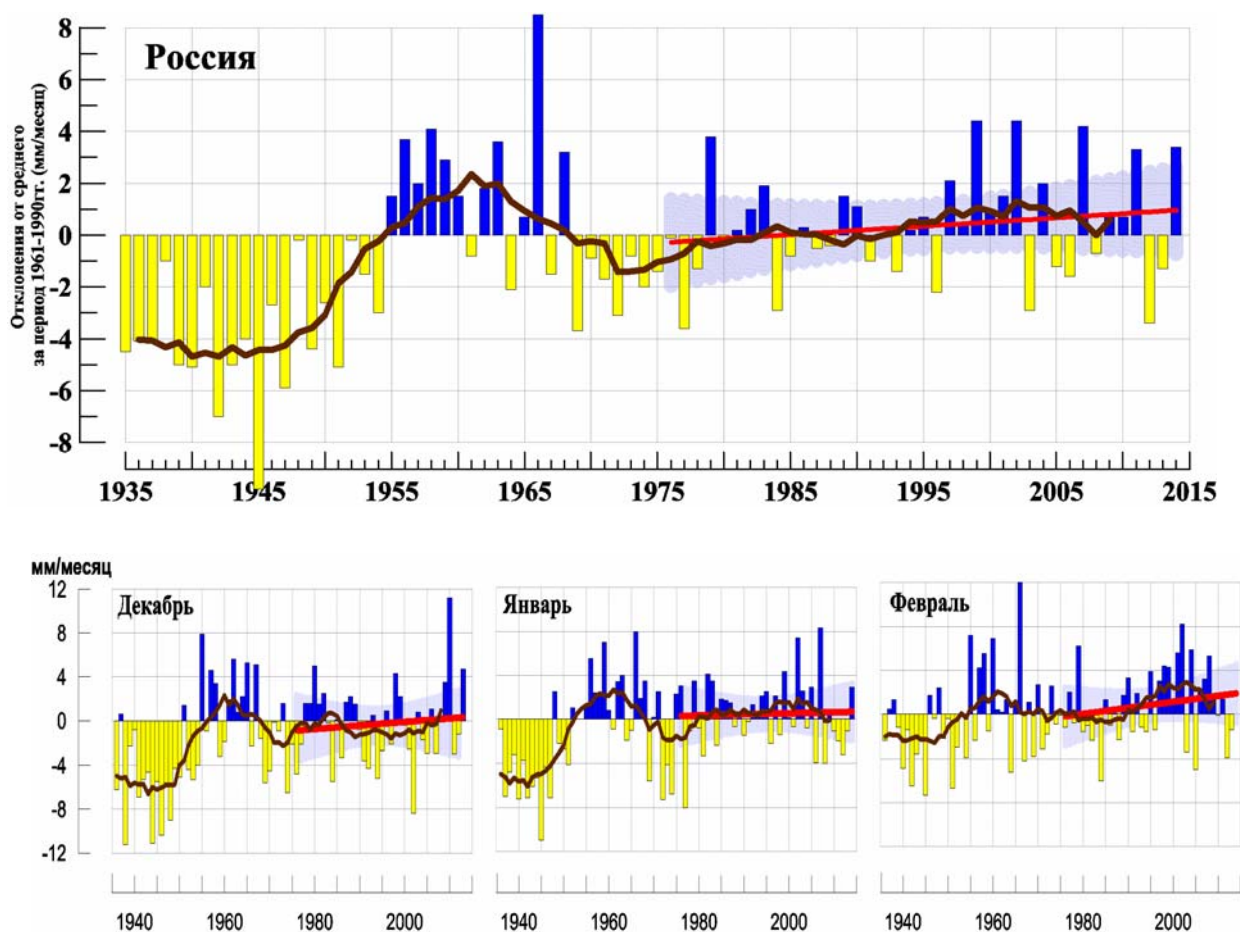


Рисунок 3.4 – То же, что на рис. 3.3, но для атмосферных осадков (мм/мес).

4. ИЗМЕНЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ И ОСАДКОВ ЗИМНЕГО СЕЗОНА РЕГИОНАХ РОССИИ, 1936-2014 гг.

В разделе анализируется характер изменения регионально-осредненных температур и осадков для физико-географических регионов России и Федеральных округов. На рис. 4.1 – 4.4 приведены временные ряды осредненных по регионам аномалий средней месячной температуры приземного воздуха ($^{\circ}\text{C}$) и месячных сумм осадков (мм/месяц) зимнего сезона за 1936 – 2014 гг. На всех рисунках показаны линейные тренды за 1976-2014 гг., рассчитанные методом наименьших квадратов.

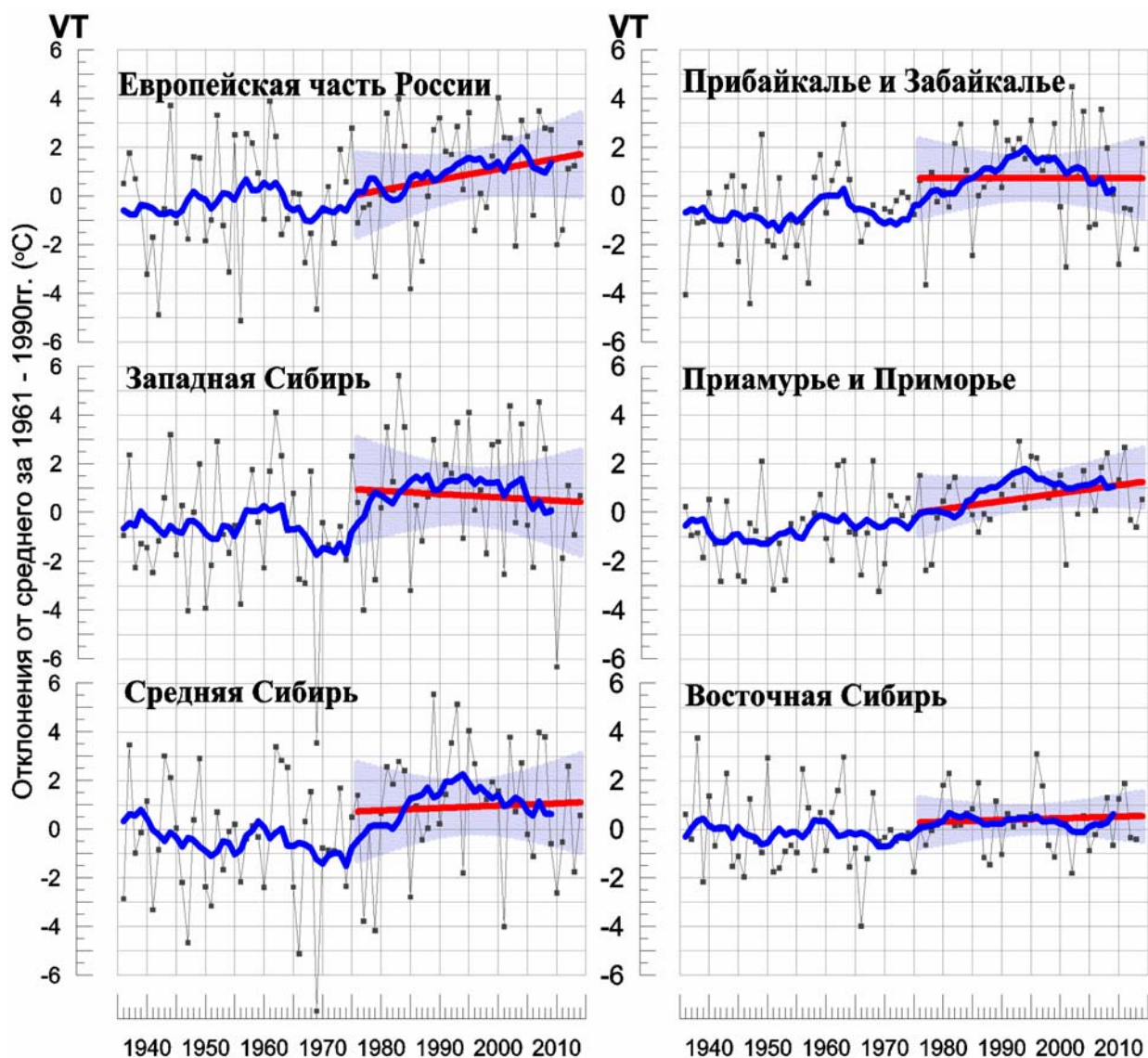


Рисунок 4.1 - Сезонные аномалии температуры приземного воздуха ($^{\circ}\text{C}$), осредненные по территории физико-географических регионов РФ (зима). Аномалии рассчитаны как отклонения от среднего 1961-1990 гг. Сглаженная кривая получена 11-летним скользящим осреднением. Линейный тренд получен по данным за 1976-2014 гг. Показана 95% -я доверительная область для линии тренда.

Характер изменения зимней температуры в регионах и федеральных округах (рис. 4.1, 4.2) имеет ряд общих черт. Везде наблюдается рост температуры, начиная с 1970-1975 гг. и до конца 1980-х – середины 1990-х гг. Позднее в большинстве физико-

географических регионов прослеживается уменьшение зимних температур (кроме ЕЧР), особенно в регионах: Средняя Сибирь, Прибайкалье и Забайкалье. В Восточной Сибири (и Дальневосточном ФО) после начала 1990-х гг. температуры оставались примерно постоянными. По-видимому, с начала 20-го века здесь (а также в Приамурье и Приморье) возобновился рост температуры. В ЕЧР и федеральных округах европейской России рост температуры сохраняется.

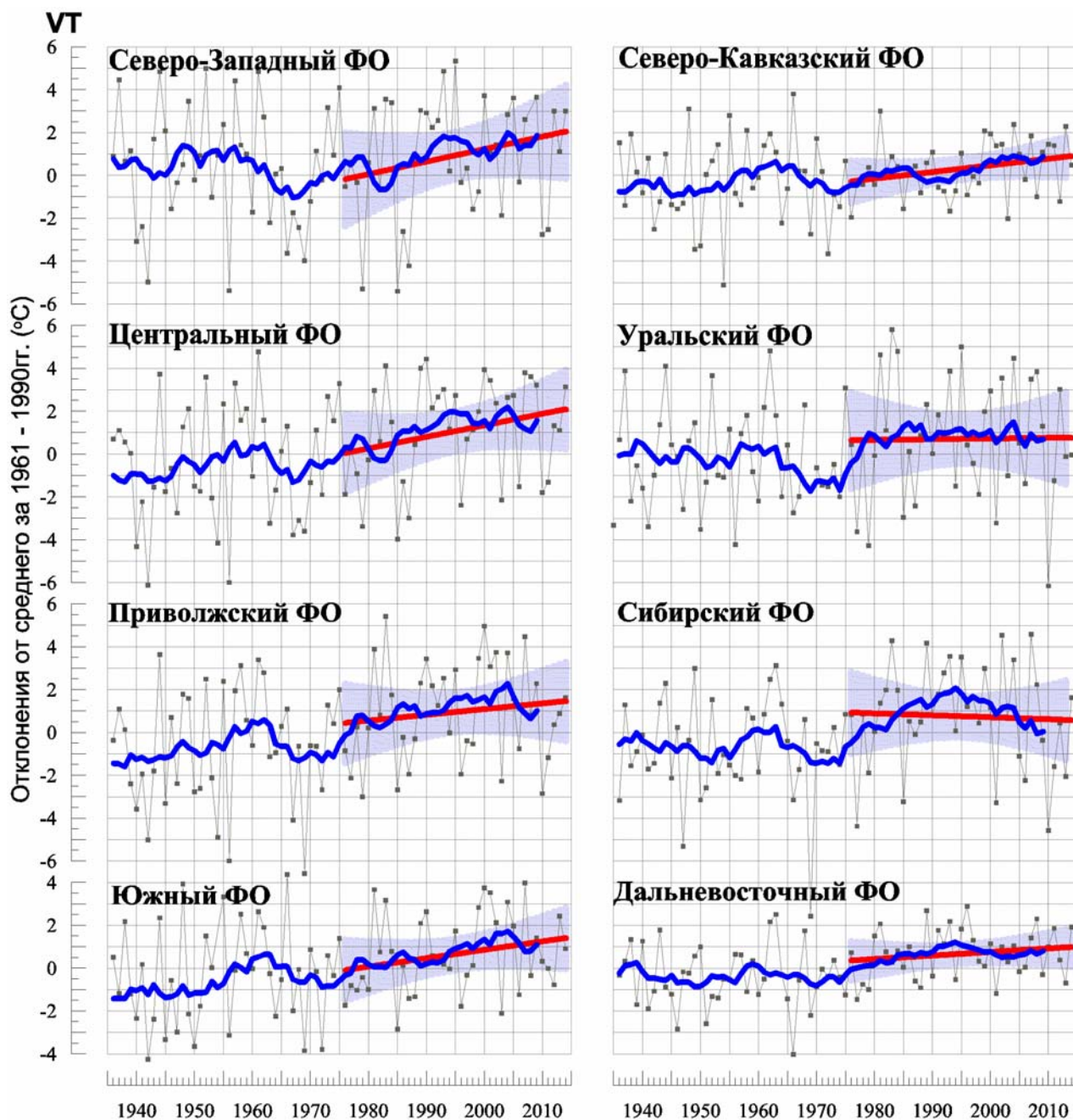


Рисунок 4.2 - Сезонные аномалии температуры приземного воздуха ($^{\circ}\text{C}$), осредненные по территории федеральных округов РФ (зима). Условные обозначения см. на рис. 4.1

В таблице 4.1 приведены оценки линейных трендов регионально осредненных значений температуры и осадков за 1976-2014 гг. для физико-географических регионов

и федеральных округов РФ. По сравнению с периодом 1976-2013 гг. во всех регионах и федеральных округах (кроме УФО) тренды увеличились на $0.04-0.06^{\circ}\text{C}/10$ лет. Особенно заметное увеличение произошло для Восточной Сибири: с $-0.07^{\circ}\text{C}/10$ лет до $+0.07^{\circ}\text{C}/10$ лет.

Для осадков региональные оценки сезонных трендов изменились по сравнению с периодом 1976-2013 гг. незначительно. Тренд почти для всех регионов и ФО положителен (исключая Среднюю Сибирь, Приволжский и Южный ФО). Вклад региональных трендов в суммарную изменчивость почти везде статистически незначим (на 5%-ом уровне), за исключением региона Приамурье и Приморье.

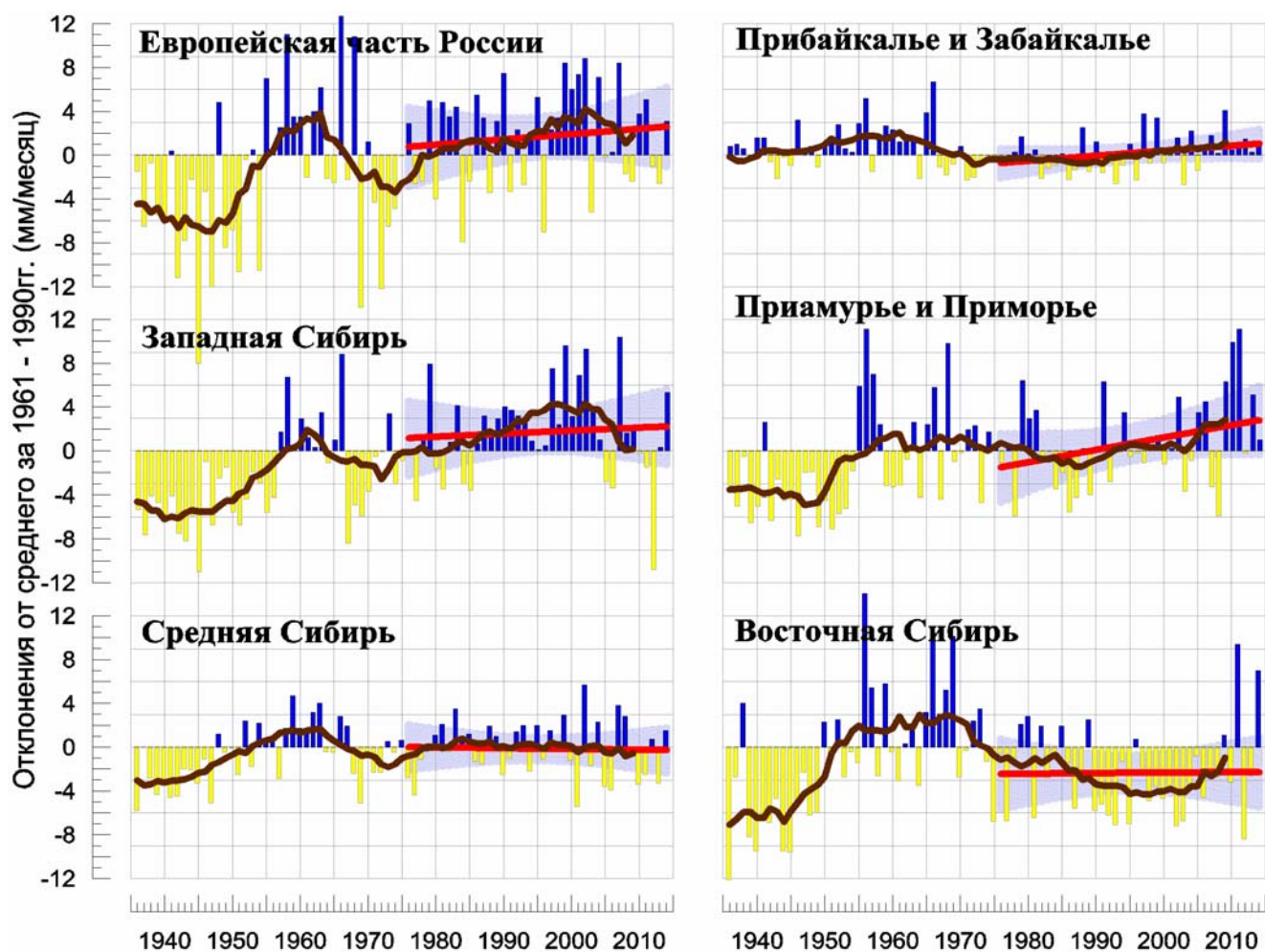


Рисунок 4.3 - Сезонные аномалии месячных сумм осадков (мм/месяц), осредненные по территории регионов РФ (зима).

Условные обозначения см. на рис. 4.1.

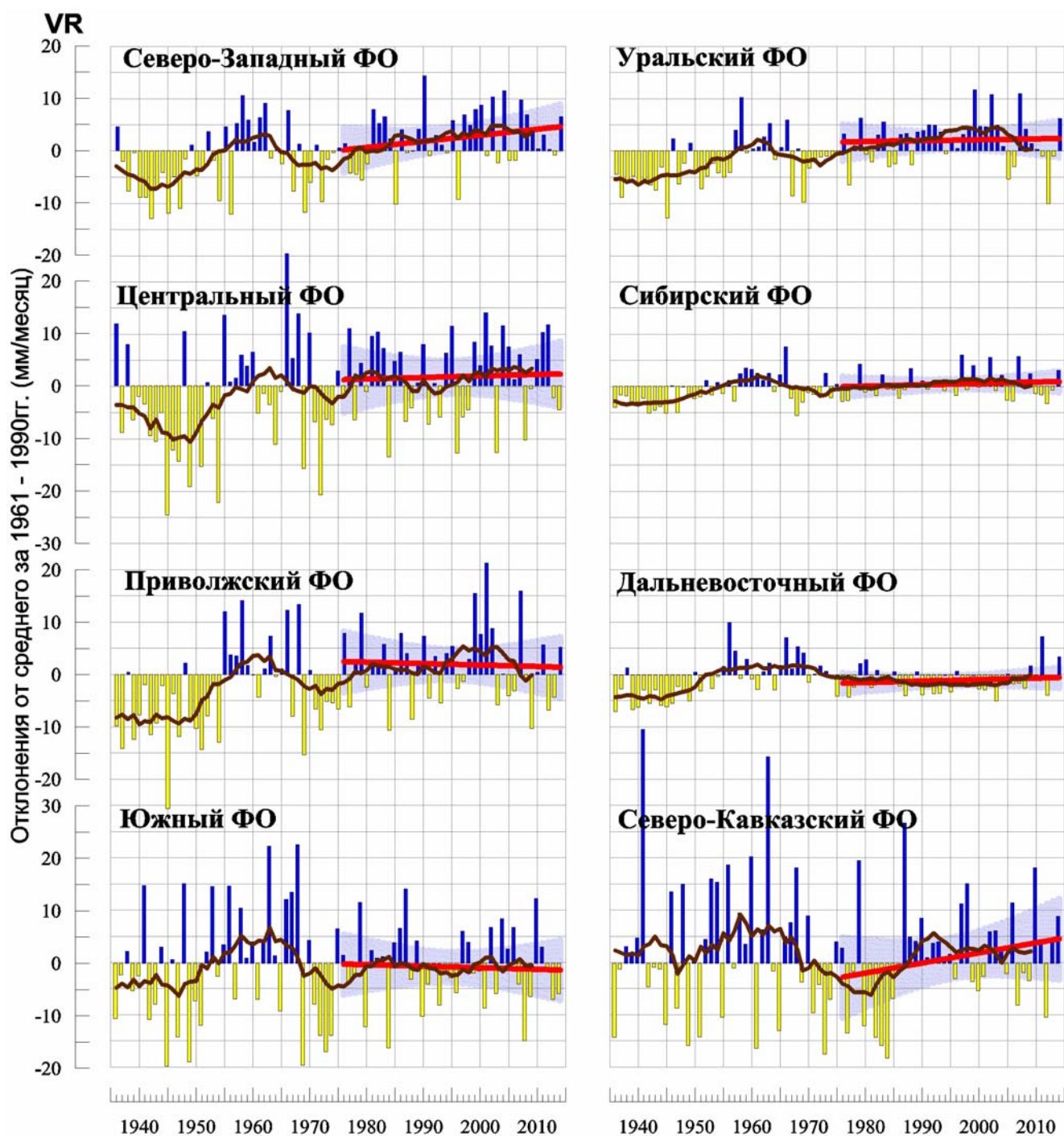


Рисунок 4.4 - Сезонные аномалии месячных сумм осадков (мм/месяц), осредненные по территории федеральных округов РФ (зима). Условные обозначения см. на рис. 4.1.

Таблица 4.1

Оценки линейного тренда осредненных по территории России среднесезонных аномалий температуры приземного воздуха и сумм осадков за 1976-2014 гг. (зимний сезон),

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

Регионы	Температура		Осадки		
	<i>b</i> °C/10 лет	<i>D</i> , %	<i>b</i> мм/мес/10 лет	<i>b</i> , %/10 лет	<i>D</i> , %
Россия	0.15	1	0.3	1.3	3
Физико-географические регионы России					
Европейская часть России	0.43	5	0.5	1.2	1
Западная Сибирь	-0.14	0	0.3	1.2	1
Средняя Сибирь	0.10	0	-0.1	-0.4	0
Прибайкалье и Забайкалье	0.00	0	0.5	4.4	9
Приамурье и Приморье	0.31	7	1.1	7.5	10
Восточная Сибирь	0.07	0	-0.0	-0.2	0
Федеральные округа РФ					
Северо-Западный	0.59	6	1.2	3.3	6
Центральный	0.54	7	0.3	0.7	0
Приволжский	0.26	2	-0.3	-0.9	0
Южный	0.39	6	-0.3	-0.7	0
Северно-Кавказский	0.31	8	1.9	3.8	5
Уральский	0.02	0	0.2	0.8	0
Сибирский	-0.09	0	0.3	1.5	2
Дальневосточный	0.17	3	0.2	1.3	1

5. ОЦЕНКИ ЭКСТРЕМАЛЬНОСТИ И АНОМАЛЬНОСТИ КЛИМАТА РОССИИ, 1936-2014 гг. (зимний сезон)

В разделе приведены некоторые индексы экстремальности и аномальности для зимнего сезона в целом по территории России за период 1936 -2014 гг. (рис. 5.1. – 5.4). В качестве индексов экстремальности рассматриваются доли площади под крупными аномалиями температуры и осадков (вероятности не превышения ниже 20-го и выше 80-го перцентилей), а также экстремальными (абсолютная величина превосходит 2 стандартных отклонения) аномалиями температуры.

Температура. Зимой 2014 гг. (рис. 5.1) площадь, занятая крупными положительными аномалиями составляла 39%, отрицательными аномалиями - 4%. В период до 1975 года на территории РФ преобладали крупные отрицательные аномалии. После 1980 г. напротив, преобладают площади с крупными положительными аномалиями (хотя тренд за период 1976-2014 составляет всего лишь 2.8%/10 лет и объясняет лишь 2% дисперсии ряда). Заметных тенденций изменения суммарной площади с крупными аномалиями обоих знаков не наблюдается.

На рис.5.2 представлены ряды доли площади под экстремальными (выше 2σ и ниже -2σ) аномалиями сезонной температуры (в предположении гауссовости распределения это соответствует примерно 2.3% процента для каждого хвоста распределения). На графике хорошо прослеживаются экстремально холодные зимы: 1966 (21% площади занято экстремальными аномалиями), 1969 (50%), 1979 (12%), 2010

(13%). С начала 1980-х гг. преобладают положительные экстремумы. Максимальные площади под экстремальными положительными аномалиями зимой наблюдались в 2002 (19%) и в 2007 (14%).

Зимой 2013/14 гг. доля площади под экстремальными положительными аномалиями на территории России составила 5%, экстремальные отрицательные аномалии не наблюдались вовсе.

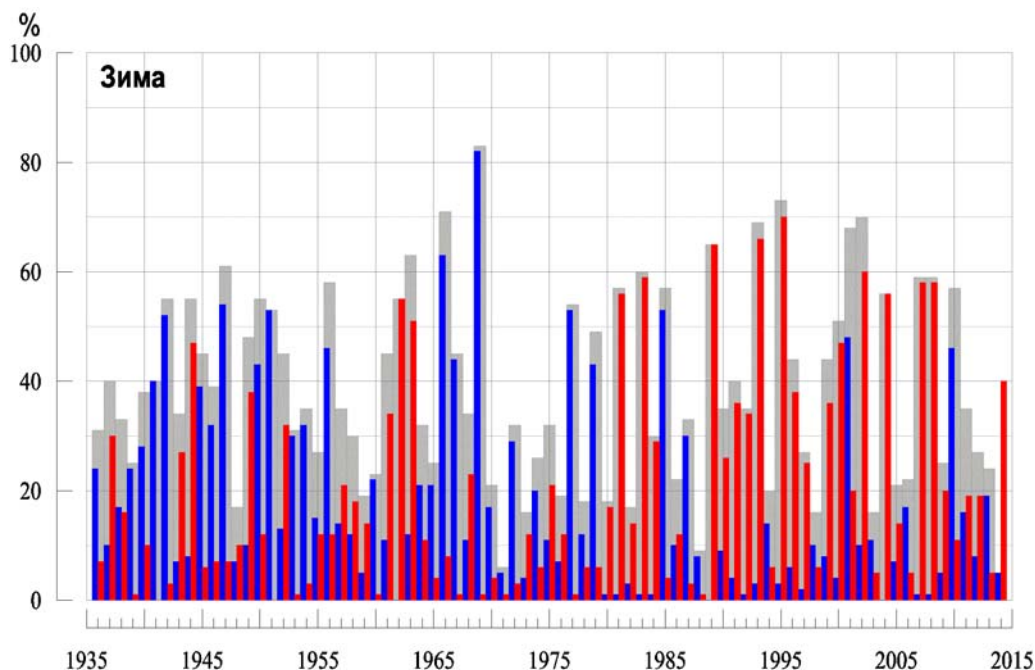


Рисунок 5.1 - Доля площади РФ (в процентах) с крупными аномалиями (ниже 20-го перцентиля: синие столбики, выше 80-го перцентиля: красные столбики, суммарная площадь с крупными аномалиями: серые столбики) температуры зимой, 1936-2014 гг.

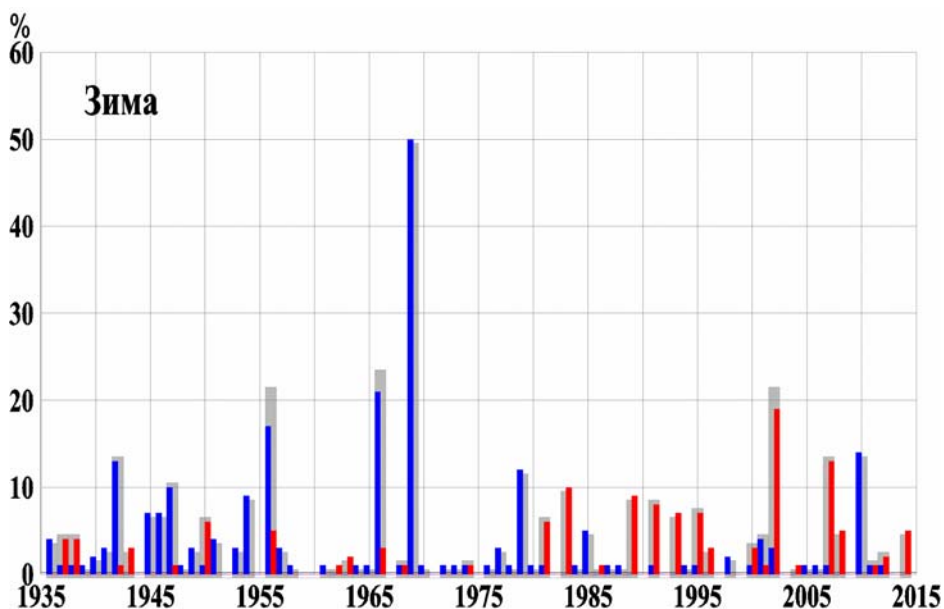


Рисунок 5.2 - Доля площади РФ (в процентах) с экстремальными (сезонная аномалия меньше -2σ : синие столбики, больше $+2\sigma$: красные столбики; суммарная площадь с этими аномалиями: серые столбики) аномалиями температуры зимой, 1936-2014 гг. Базовый период для расчета статистик: 1961-1990 гг.

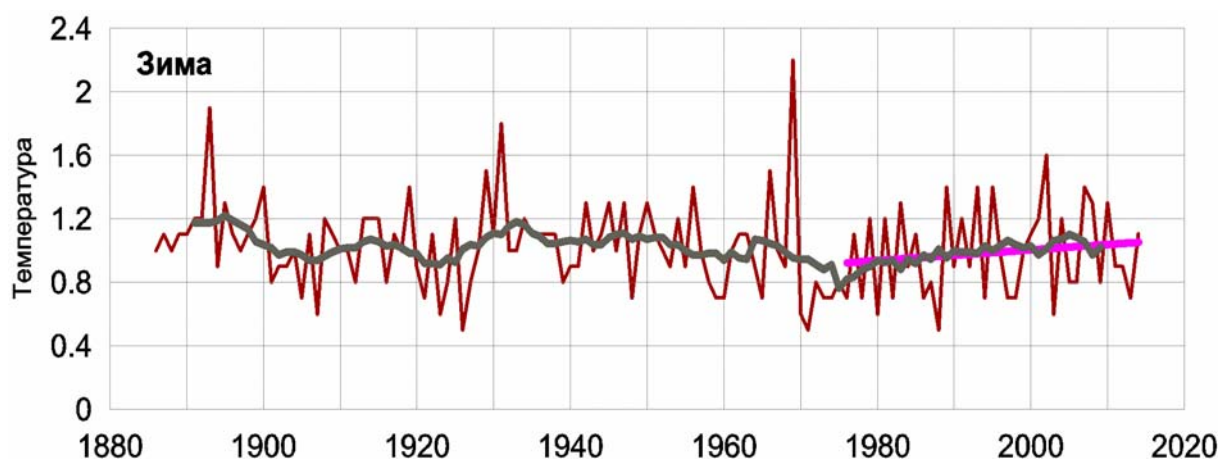


Рисунок 5.3. - Индекс аномальности (индекс Багрова) температурного режима на территории России зимой 1886-2014 гг.

Анализ изменений индекса аномальности Багрова (рис. 5.3) показывает, что с начала 1970-х гг. аномальность температурного режима на территории РФ в зимний сезон очень слабо растет – тренд объясняет 2% общей дисперсии ряда за 1976-2014.

Осадки. Для осадков до 1954 года площади, занятые аномалиями ниже 20-го перцентиля преобладали. Начиная с 1955 года преобладают крупные аномалии выше 80-го перцентиля и наблюдается их рост с середины 1970-х гг. (тренд за период 1976-2014 гг. составляет 1.6%/10 лет и объясняет 4% дисперсии ряда). Зимой 2013/14 гг. площадь, занятая крупными аномалиями выше 80 перцентиля составила 35%, ниже 20-го перцентиля – 9%.

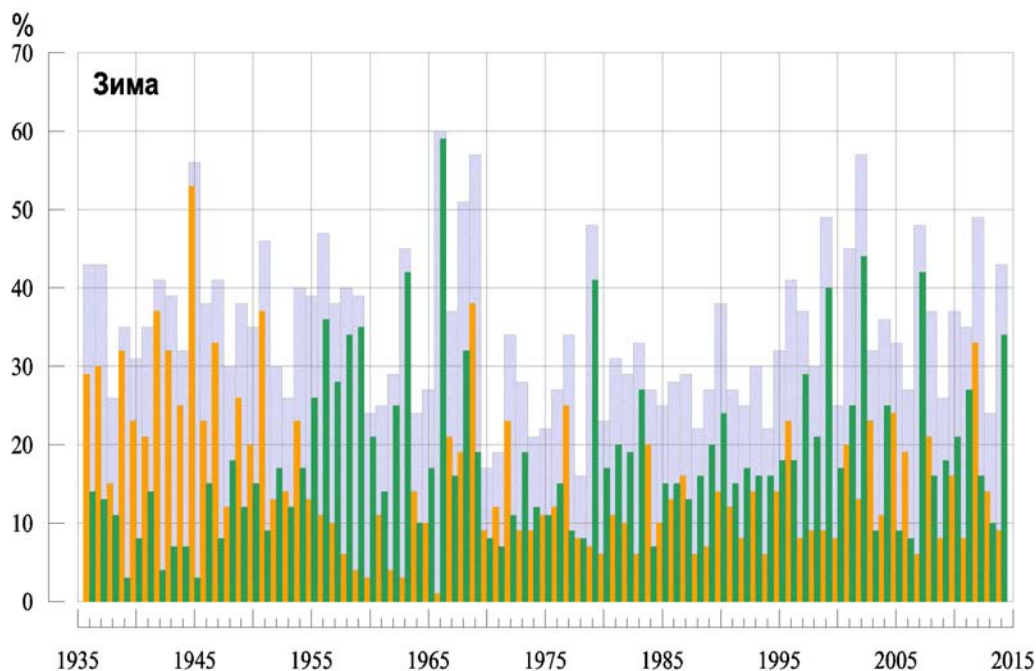


Рисунок 5.4 - Доля площади РФ (в процентах) с крупными аномалиями осадков (ниже 20-го перцентиля: желтые столбики, выше 80-го перцентиля: зеленые столбики, суммарная площадь с крупными аномалиями: серые столбики) зимой, 1936-2014 гг.

ВЫВОДЫ

1. Зима 2013/14 гг. в России была сравнительно теплой: в среднем по территории РФ аномалия температуры приземного воздуха составила $+1.68^{\circ}\text{C}$ ($s = 1.82^{\circ}\text{C}$) – 16-ая положительная величина в ряду. Однако на обширных территориях было очень тепло: на северо-востоке страны (аномалии до $+7.5^{\circ}\text{C}$, на многих станциях температура была выше 95-го перцентиля, осредненная по территории региона Восточная Сибирь аномалия составила $+3.76^{\circ}\text{C}$ – максимальная величина в ряду); на ЕЧР (наибольшие аномалии на северо-западе до $+5.5^{\circ}\text{C}$); на юге Сибирского ФО (аномалии выше $+4^{\circ}\text{C}$). Холодно было в северной части АЧР от Северного Урала до течения Лены (аномалии до -4.0°C).

2. Температурный режим был очень неоднороден в течение сезона.

Декабрь 2013 г. был очень теплым почти на всей территории РФ: средняя по России декабрьская аномалия температуры $+4.93^{\circ}\text{C}$ - максимум за период наблюдений. Осредненные по физико-географическим регионам РФ аномалии температуры все кроме Европейской части России попали в пять максимальных. На большей части страны (кроме предгорья Кавказа и вдоль побережья Карского моря) аномалии температуры были выше $+3^{\circ}\text{C}$. В центре и на юге Западной и Средней Сибири, в Дальневосточном ФО повсеместно наблюдались температуры выше 95-го перцентиля, максимальные аномалии (до $+10^{\circ}\text{C}$) наблюдались в центральных районах Красноярского края.

Температуры ниже нормы наблюдались лишь вдоль побережья Карского моря (аномалии до -1.2°C), а также в СКФО и ЮФО (аномалии до -2.5°C).

В остальные зимние месяцы в азиатской части России наблюдались обширные области холода, но в среднем по стране аномалии были близки к нулю.

Январь. Осредненная средняя по территории России январская аномалия температуры -0.38°C - 48-ая величина в ряду наблюдений. Очень холодно было на северо-востоке ЕЧР и далее в АЧР: от Северного Урала до Хабаровского края и Сахалина (аномалии температуры до -12°C в нижнем течении Енисея). Холодно на западе Чукотского АО и на Камчатке (аномалии до -2.5°C).

Тепло в районе Байкала, на востоке Якутии и в восточной части Чукотского АО, (аномалии до $+3^{\circ}\text{C}$ - $+5^{\circ}\text{C}$).

Февраль. Осредненная средняя по территории России февральская аномалия температуры $+0.65^{\circ}\text{C}$ - 36-ая величина в ряду наблюдений. На западе ЕЧР и дальнем северо-востоке страны было аномально тепло, а на большей части остальной территории наблюдались значительные отрицательные аномалии.

Аномально тепло на западе Северо-Западного ФО: (на всех станциях температура была выше 95-го перцентиля) и на востоке Якутии, на Камчатке, в Магаданской области, в Хабаровском крае и в особенности на Чукотке: аномалии температуры больше $+10^{\circ}\text{C}$ и местами превосходили 95-й перцентиль.

Наиболее крупные отрицательные аномалии температуры наблюдались в бассейнах рек Оби, Лены, Вилюя (аномалии до -5°C).

3. Осредненная по территории России аномалия осадков составила 113% нормы

(+3.1 мм/месяц) – 11-ая величина с 1936 г.

Наибольший избыток осадков, более 140% нормы, наблюдался в южной части Западной и Средней Сибири, в северных и восточных районах ЕЧР, в Хабаровском крае и на Сахалине. В верхнем и среднем течении Оби и Енисея на многих станциях выпало более 95-го перцентиля осадков.

Значительный дефицит осадков (80%-20%) наблюдался в северных районах АЧР, на Алтае, в Забайкалье, в Приморье. В центральных районах ЕЧР дефицит осадков составил 80%-60%.

Распределение осадков зимних месяцев было в основном сходно с сезонным.

В *декабре* преобладал избыток осадков (в целом по РФ 116% нормы). Следует отметить значительный дефицит осадков (<40%) на юге ЦФО – севере ЮФО и избыток на Южном Урале и в центре Западной Сибири.

В *январе* в отличие от среднего за сезон, на юге ЕЧР наблюдался избыток осадков: осредненные по Южному и Северо-Кавказскому ФО аномалии составили: 147% (21.1 мм/месяц) и 200% (48.9 мм/месяц) – шестая и третья положительные величины в соответствующих рядах.

В *феврале* осредненная по РФ сумма осадков составила 109% нормы (аномалия +1.7 мм/месяц). Не так ярко проявился избыток осадков в Западной и Средней Сибири, а в Прибайкалье осадков выпало мало (на юге Саян до 20% нормы), как и в Забайкалье. Очень много осадков выпало на Дальнем Востоке и в широкой полосе от западной границы (от Беларуси до Финляндии) и, далее, через северные районы ЕЧР на Средний и Южный Урал и юг Западной Сибири.

5. Линейный тренд средней по России зимней температуры воздуха за период 1976-2014 гг. составил $+0.15^{\circ}\text{C}/10$ лет при вкладе тренда в дисперсию ряда лишь 1%. Рост средней по РФ зимней температуры наблюдался лишь до середины 1990-х гг., после чего они последовательно уменьшаются. В то же время, для Северного полушария в целом тренд зимней температуры над сушей весьма значителен: он составляет $+0.28^{\circ}\text{C}/10$ лет, вклад в дисперсию 45%, несмотря на то, что и для СП наблюдается небольшое относительное похолодание примерно с 2007 г.

Основная географическая особенность климатических изменений температуры на территории России в зимний период – 2 области отрицательного тренда зимних температур: первая постоянно наблюдается в Магаданской области и на Чукотке, вторая - в южной половине Западной и Средней Сибири и на северо-востоке Иркутской области - впервые проявилась в 2010 г. и ежегодно расширяется. Рост температуры наблюдается вдоль всего арктического побережья (наиболее выражен в западной его части, включая Таймыр), на всей европейской территории России (максимум – на северо-западе), в значительной части Средней Сибири, в Приамурье, Приморье и Хабаровском крае, на Камчатке.

Некоторые черты изменения сезонных температур проявляются для всех трех зимних месяцев: рост температуры в ЕЧР и в районе Таймыра; другие – в отдельные месяцы: похолодание на дальнем северо-востоке – в январе и феврале (а в декабре – сильное потепление), похолодание в Сибири (в основном в декабре и январе), потепление в Приморье – в январе и феврале.

6. Тренд зимних сумм осадков для России в целом положителен: составляет +1.3%/10лет, но незначим (объясняет 3% межгодовой изменчивости). Рост осадков отмечается в северо-западных районах ЕЧР (в основном за счет февраля), на севере Западной и Средней Сибири и на юге азиатской части РФ (максимум роста – в январе). Значимый региональный тренд наблюдается в Приамурье и Приморье: +7.5%/10 лет, объясняет 10% дисперсии. Во все месяцы наблюдается рост осадков в СКФО.

Заметная тенденция к уменьшению осадков проявляется в Средней Сибири в декабре, в Восточной Сибири в январе и феврале.

6. Зимой 2013/14 гг. площади, занятые крупными отрицательными (меньше 20-го перцентиля) и положительными (больше 80-го перцентиля) аномалиями среднесезонной температуры составили 4% и 39% соответственно. Площадь под экстремальными ($>2\sigma$) положительными аномалиями среднесезонной температуры составила 5% территории России, экстремальные отрицательные аномалии ($<-2\sigma$) не наблюдались вовсе. Аномальность температурного режима на территории РФ в зимний сезон очень слабо растет – тренд объясняет 2% общей дисперсии ряда 1976-2014.

7. Зимой 2013/14 гг. площадь, занятая крупными аномалиями осадков выше 80 перцентиля составила 35%, ниже 20-го перцентиля – 9%.

ПРИЛОЖЕНИЕ

Федеральная служба
по гидрометеорологии и мониторингу
окружающей среды

Российская
Академия Наук

ФГБУ «Институт Глобального климата и экологии»

Обзор состояния и тенденций изменения климата на территории Республики Беларусь

ЗИМА 2013/14



ВВЕДЕНИЕ

В настоящем Приложении* приводится информация о состоянии приземного климата (температура приземного воздуха и атмосферные осадки) зимой 2014 г. и о наиболее значительных климатических аномалиях этого периода на территории Республики Беларусь. Работа выполняется в рамках сотрудничества по программе Союзного государства "Совершенствование системы обеспечения населения и отраслей экономики Российской Федерации и Республики Беларусь информацией о сложившихся и прогнозируемых погодно-климатических условиях, состоянии и загрязнении природной среды".

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

Таблица 1.

Список используемых станций Республики Беларусь.

	Название	№ ВМО	широта	Долгота	высота
1	Витебск	26666	55.20	30.20	169
2	Минск	26850	53.90	27.50	234
3	Могилев	26863	53.90	30.30	180
4	Брест	33008	52.10	23.70	144
5	Пинск	33019	52.10	26.10	144
6	Василевичи	33038	52.30	29.80	140
7	Гомель	33041	52.40	31.00	138

Под аномалиями температуры в бюллетене понимаются отклонения наблюдаемого значения от нормы, то есть от средней за базовый период 1961-1990 гг. Аномалии осадков рассматриваются как в отклонениях от нормы (аналогично температуре), так и в процентах от нормы (процентное отношение количества выпавших осадков к соответствующему значению нормы). Дополнительно приводится «вероятность неперевышения» текущего значения во временном ряду рассматриваемой переменной за некоторый период с 1936 по 2013 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»

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

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

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

СЕЗОННЫЕ ОСОБЕННОСТИ ТЕМПЕРАТУРЫ И ОСАДКОВ НА ТЕРРИТОРИИ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ ЗИМОЙ 2013/14 гг.

В таблицах 2 и 3 приведены станционные данные о наблюдаемой температуре и осадках для каждого месяца рассматриваемого зимнего сезона и для сезона в целом, а на рисунках 1 и 2 – соответствующие этим данным распределения аномалий (поля изолиний), также для сезона и для каждого из месяцев. В таблицах 4 и 5 приведены аномалии температуры и осадков, а также оценки трендов, в среднем по всей территории республики Беларусь.

Таблица 2

Характеристики температурного режима на станциях Беларуси зимой 2013/14 гг.

	<i>Витебск</i>	<i>Минск</i>	<i>Могилев</i>	<i>Брест</i>	<i>Пинск</i>	<i>Василевичи</i>	<i>Гомель</i>
	26666	26850	26863	33008	33019	33038	33041
а) температура (град. Цельсия)							
<i>Зима</i> 2013/14	-3.3	-2.8	-3.8	-0.4	-1.2	-2.7	-2.9
Декабрь 2013	-0.5	0.0	-1.0	1.6	0.9	-0.3	-0.9
Январь	-8.4	-7.4	-8.6	-3.9	-5.1	-6.9	-6.6
Февраль	-1.0	-1.0	-1.8	1.2	0.5	-0.8	-1.2
б) аномалия температуры (град. Цельсия)							
<i>Зима</i> 2013/14	3.30	2.71	2.43	2.75	3.00	2.50	2.66
Декабрь 2013	4.30	3.82	3.08	3.30	3.48	3.03	2.70
Январь	-0.23	-0.48	-0.62	0.55	0.63	-0.05	0.72
Февраль	5.84	4.79	4.84	4.39	4.88	4.52	4.56

Таблица 3

Характеристики режима осадков на станциях Беларуси зимой 2014 г.

	<i>Витебск</i>	<i>Минск</i>	<i>Могилев</i>	<i>Брест</i>	<i>Пинск</i>	<i>Василевичи</i>	<i>Гомель</i>
	26666	26850	26863	33008	33019	33038	33041
а) Сумма осадков (мм/месяц)							
<i>Зима</i> 2013/14	50.3	37.0	40.3	22.3	29.0	34.7	35.3

Декабрь 2013	53	40	34	17	34	29	26
Январь	56	52	50	37	47	58	57
Февраль	42	19	37	13	6	17	23
б) Аномалия сумм осадков / (мм/месяц)							
<i>Зима 2013/14</i>	<i>10.8</i>	<i>-5.2</i>	<i>4.7</i>	<i>-15.5</i>	<i>-4.9</i>	<i>-4.4</i>	<i>-0.1</i>
Декабрь 2013	1.5	-12.6	-9.9	-26.9	-6.1	-17.4	-17.5
Январь	18.3	12.0	14.6	0.0	13.1	19.3	21.2
Февраль	12.5	-15.1	9.4	-19.5	-21.7	-15.1	-4.1
в) Относительная аномалия сумм осадков (% от нормы)							
<i>Зима 2013/14</i>	<i>127</i>	<i>88</i>	<i>112</i>	<i>59</i>	<i>85</i>	<i>88</i>	<i>99</i>
Декабрь 2013	103	76	77	39	85	62	60
Январь	149	130	141	100	139	150	159
Февраль	143	56	134	40	22	53	85

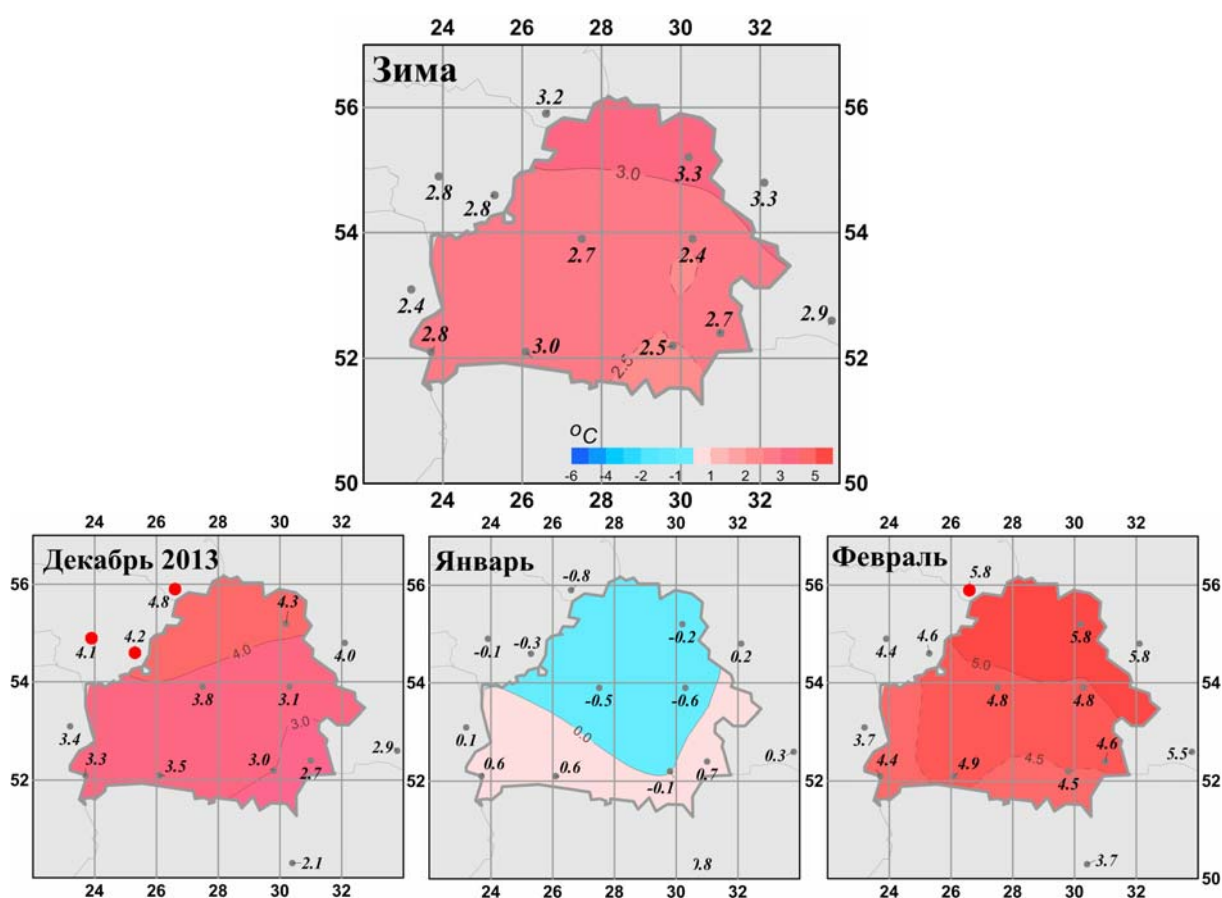


Рисунок 1 - Средние сезонные и средние месячные аномалии температуры ($^{\circ}\text{C}$) приземного воздуха на территории республики Беларусь зимой 2013/14 гг. Аномалии рассчитаны относительно периода 1961-1990 гг. Цифрами приведены значения аномалий температуры (в градусах Цельсия) на станциях. Красными кружками показаны стационарные экстремумы – выше 95-го перцентиля

Зимой 2013/14гг. (рис. 1) на всей территории республики было теплее, чем в среднем за базовый период, аномалии от +2.43°C (в Могилеве) до +3.30°C (в Витебске). Осредненная по территории республики сезонная аномалия температуры +2.76°C – 16-ая положительная величина в ряду. Декабрь – самый теплый месяц в сезоне, температуры выше нормы были на всех станциях республики, аномалии от +2.70°C (в Гомеле) до +4.30°C (в Витебске). Осредненная по территории республики декабрьская аномалия температуры +3.43°C – седьмая положительная величина в ряду. В январе на всех станциях аномалии температуры по модулю не превышали 0.7°C. В феврале температуры выше нормы были на всех станциях республики, аномалии от +4.39°C (в Бресте) до +5.84°C (в Витебске). Осредненная по территории республики декабрьская аномалия температуры +4.77°C – 11-ая положительная величина в ряду.

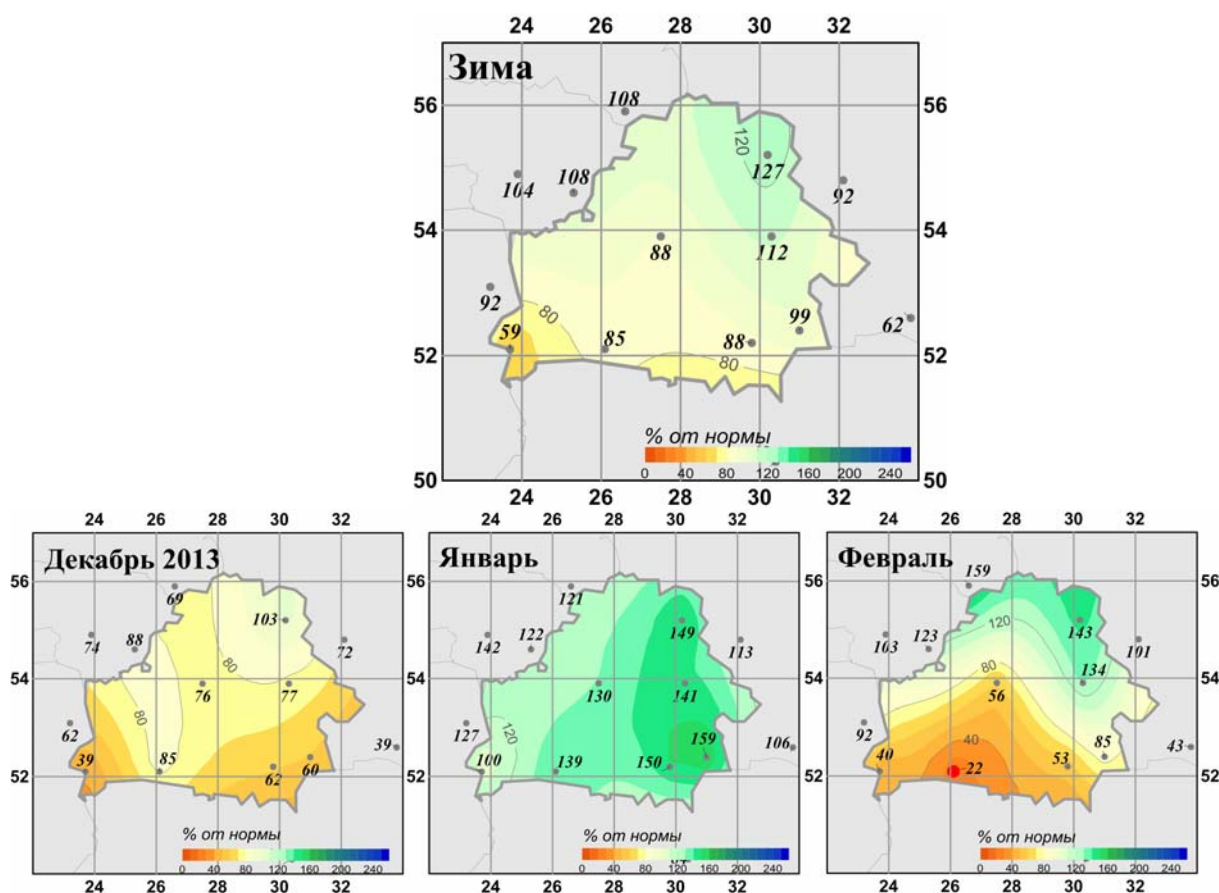


Рисунок 2 - Средние сезонные и месячные аномалии атмосферных осадков (% от нормы) на территории республики Беларусь зимой 2013/14 гг.

Аномалии рассчитаны относительно периода 1961-1990 гг. Цифрами приведены значения аномалий температуры (в градусах Цельсия) и осадков (в % от нормы) на станциях. Красным кружком показан стационарный экстремум – ниже 5-го процентиля

Зимой (рис. 2) на большинстве станций республики осадков выпало меньше нормы. Осредненная по территории республики сезонная аномалия осадков 94% нормы (-2.1 мм/месяц). В декабре на большинстве станций количество выпавших осадков было меньше нормы, относительные аномалии от 39% нормы (в Бресте) до 103% нормы (в Витебске). В январе на большинстве станций наблюдался значительный избыток осадков, относительные аномалии на станциях составили от 100% (в Бресте)

до 159% (в Гомеле). Осредненная по территории республики сезонная аномалия осадков +13.7 мм/месяц – 15-ая величина в ранжированном по убыванию ряду.

В феврале на севере республики наблюдался избыток осадков (относительные аномалии до 143% в Могилеве). На остальной части республики наблюдался дефицит осадков (выпало до 22% нормы в Пинске).

Таблица 4

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

	νT_{2014}	s	νR_{2014}	s
Зима 2013/14	2.76	2.71	-2.1	8.1
Декабрь 2013	3.43	2.39	-13.9	14.4
Январь	0.09	4.17	13.7	16.7
Февраль	4.77	3.70	-6.0	13.0

Примечание: Аномалии νT_{2014} ($^{\circ}\text{C}$), νR_{2014} (мм/месяц) рассчитаны как отклонения от нормы (среднее за период 1961-1990 гг.), s ($^{\circ}\text{C}$, мм/месяц), – среднее квадратическое отклонение

Таблица 5

Оценки линейного тренда 1976-2014 гг. в среднем по Республике Беларусь

Сезон	Температура		Осадки	
	$b_{1976-2014}$ $^{\circ}\text{C}/10$ лет	$D_{1976-2014}$ %	$b_{1976-2014}$ мм/мес/10лет	$D_{1976-2014}$ %
Зима 2013/14	0.49	5	2.1	9
Декабрь 2013	0.37	2	-0.6	0
Январь	0.49	2	1.2	1
Февраль	0.70	4	5.4	24

На рисунках 3, 4 показаны временные ряды осредненных по территории Беларуси сезонных и месячных аномалий температуры воздуха и осадков с 1936 по 2014 гг.

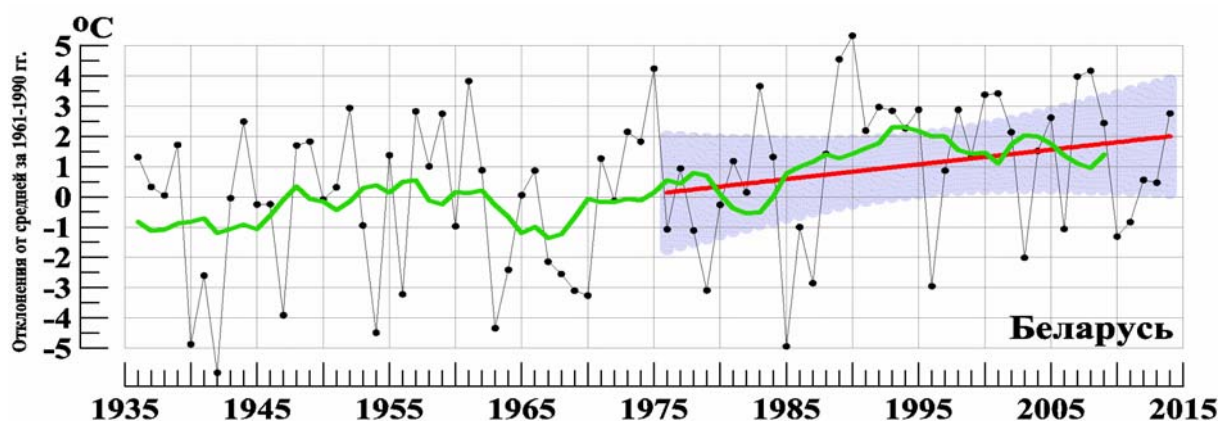


Рисунок 3 - Сезонные (декабрь - февраль) аномалии температуры приземного воздуха ($^{\circ}\text{C}$), осредненные по территории Республики Беларусь.

Аномалии рассчитаны как отклонения от среднего 1961-1990 гг. Сглаженная кривая получена 11-летним скользящим осреднением. Линейный тренд проведен по данным за 1976-2014 гг.

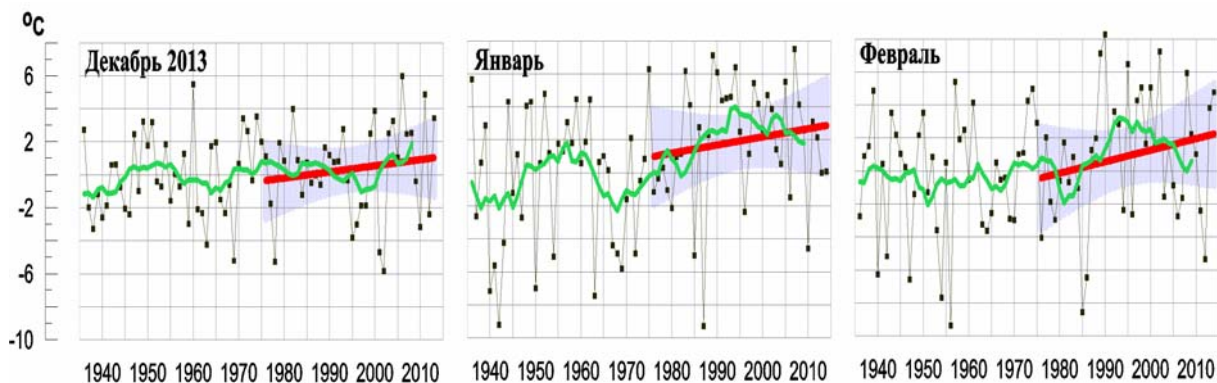


Рисунок 4 - Средние месячные аномалии температуры приземного воздуха ($^{\circ}\text{C}$), осредненные по территории Республики Беларусь.
Условные обозначения см. на рисунке 3.

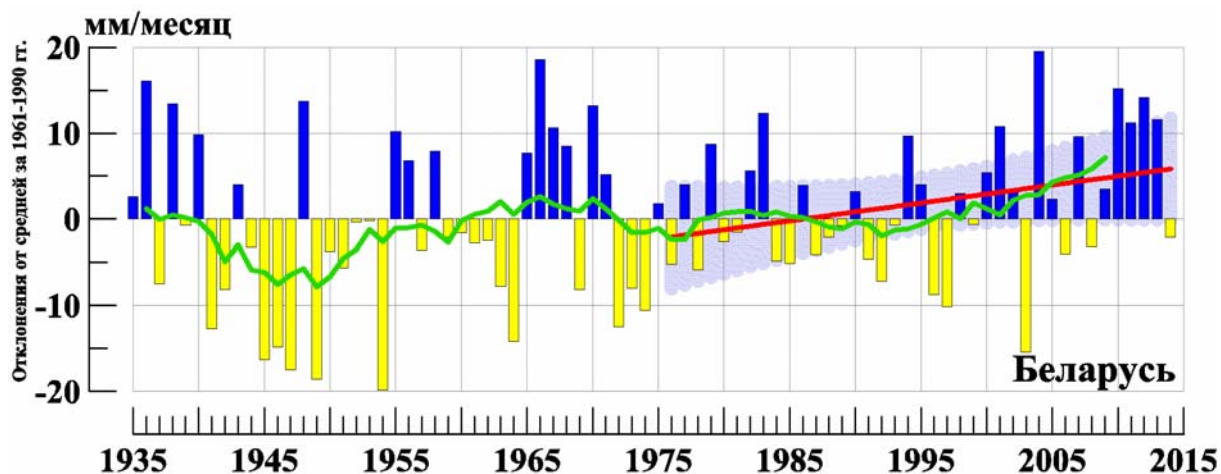


Рисунок 5 - Сезонные (декабрь – февраль) аномалии месячных сумм осадков (мм/месяц), осредненные по территории Республики Беларусь.
Условные обозначения см. на рис. 3

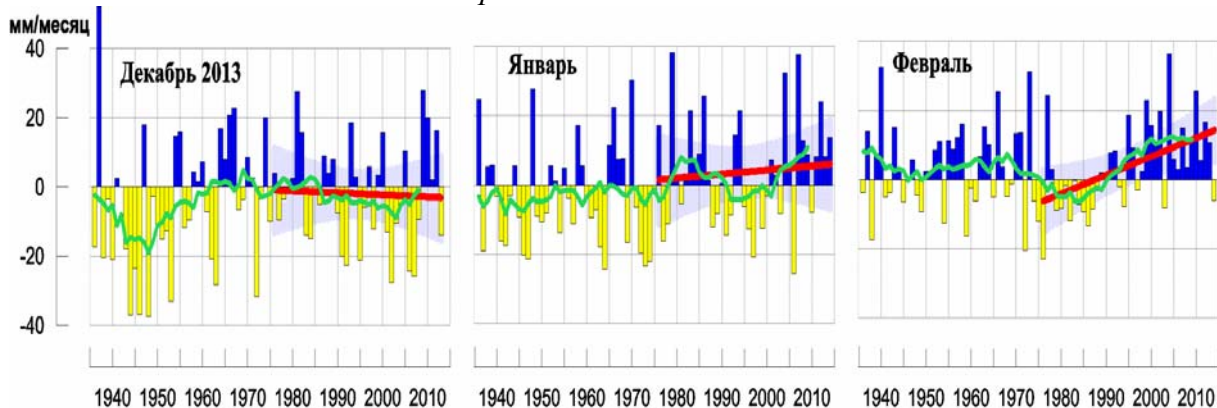


Рисунок 6 - Средние месячные аномалии атмосферных осадков (мм/месяц), осредненные по территории Республики Беларусь.
Условные обозначения см. на рисунке 3.

Тренд зимних температур, в среднем по территории Беларуси, составил $+0.49^{\circ}\text{C}/10$ лет (ответствен за 5% дисперсии). Во все месяцы сезона тренд положителен, но незначим даже на уровне 5%. Наибольшее потепление наблюдается в феврале: тренд составил $+0.70^{\circ}\text{C}/10$ лет (ответствен за 4% дисперсии ряда).

В изменении регионально осредненных осадков сезонный тренд составил 2.1

мм/месяц/10 лет (ответствен за 9% дисперсии). В декабре тренд осадков слабо отрицательный, наибольшее увеличение осадков наблюдается в феврале: 5.4 мм/месяц/10 лет (тренд ответствен за 24% дисперсии).

ВЫВОДЫ

1. В среднем по Беларуси сезонная аномалия температуры воздуха составила $+2.76^{\circ}\text{C}$ – 16-ая положительная величина в ранжированном по убыванию ряду наблюдений с 1936 г. Тепло было в декабре (аномалия $+2.70^{\circ}\text{C}$, ранг 7) и феврале (аномалия $+4.77^{\circ}\text{C}$, ранг 11). В январе всех станциях температуры не сильно отличались от нормы, аномалии температуры по модулю не превышали 0.7°C

2. В среднем по Беларуси сезонная аномалия осадков составила 94% нормы (-2.1 мм/месяц). На большинстве станций осадков выпало меньше нормы, лишь на северо-востоке республики осадков выпало больше нормы. Дефицит осадков наблюдался в декабре на всей территории республики и в феврале – в южных районах страны. Избыток осадков наблюдался в январе (всюду), в феврале – на севере республики.

3. В среднем по территории Беларуси отмечается тенденция к потеплению, как в среднем за сезон (линейный тренд составил $0.49^{\circ}\text{C}/10$ лет, ответствен за 5% дисперсии), так и в отдельные зимние месяцы, но тренд незначим даже на уровне 5%. Наибольшее потепление наблюдается в феврале: тренд составил $+0.70^{\circ}\text{C}/10$ лет.

В целом для Беларуси отмечается слабая тенденция к увеличению осадков, линейный тренд составил 2.8 мм/месяц/10 лет (ответствен за 9% дисперсии), значимый на уровне 1% рост осадков отмечается в феврале.