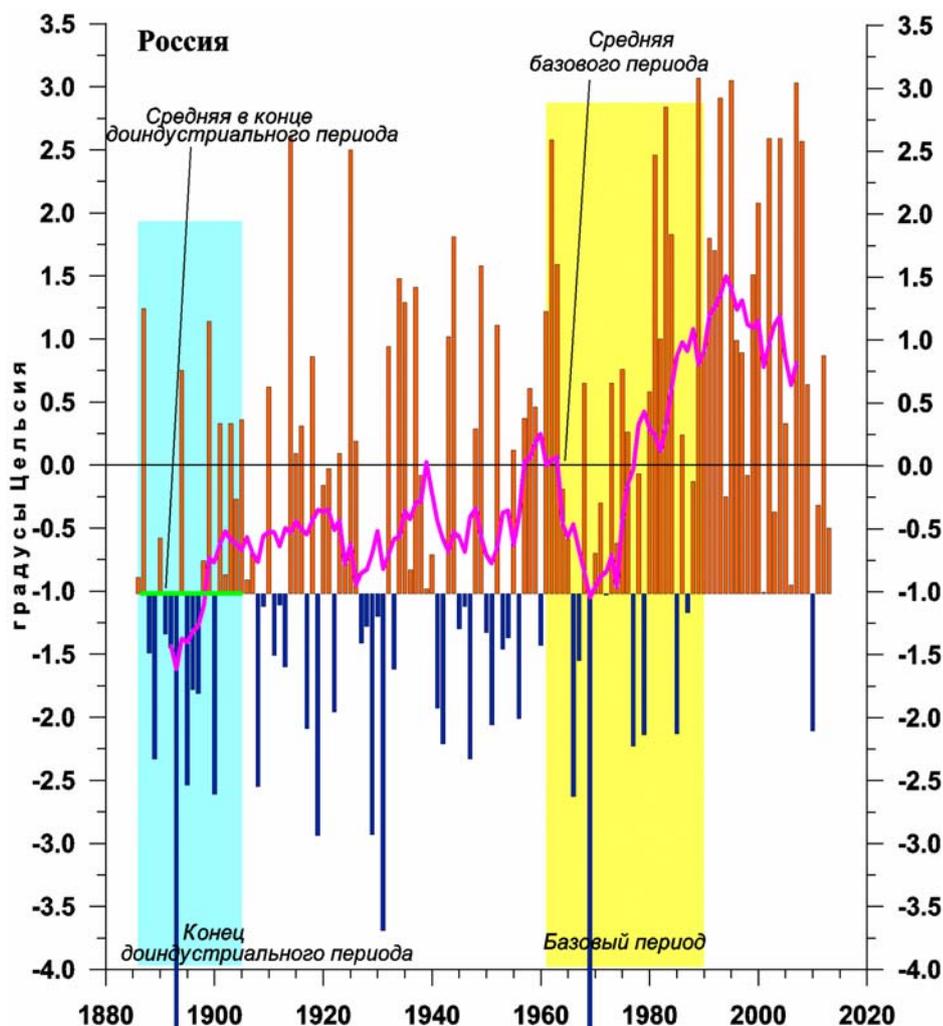


Федеральная служба
по гидрометеорологии и мониторингу
окружающей среды

Российская
Академия Наук

ФГБУ «Институт Глобального Климата и Экологии»



ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА 2013

ЗИМА 2012/13: декабрь - февраль

Обзор состояния и тенденций изменения
климата России

★
Москва 2013

ОГЛАВЛЕНИЕ¹

ВВЕДЕНИЕ.....	3
1. ИЗМЕНЕНИЯ СРЕДНЕСЕЗОННОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ ПРИЗЕМНОГО ВОЗДУХА СЕВЕРНОГО ПОЛУШАРИЯ И РОССИИ ПО ДАННЫМ НАБЛЮДЕНИЙ.....	5
2. КЛИМАТИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ЗИМЫ 2012/13 ГГ. НА ТЕРРИТОРИИ РОССИИ	6
3. ТЕНДЕНЦИИ СОВРЕМЕННЫХ ИЗМЕНЕНИЙ КЛИМАТА НА ТЕРРИТОРИИ РОССИИ	12
4. ИЗМЕНЕНИЯ РЕГИОНАЛЬНЫХ ТЕМПЕРАТУР И ОСАДКОВ ЗИМНЕГО СЕЗОНА В 1936-2013 ГГ.....	16
5. ИНДЕКСЫ ЭКСТРЕМАЛЬНОСТИ И АНОМАЛЬНОСТИ КЛИМАТА ЗИМНЕГО СЕЗОНА НА ТЕРРИТОРИИ РОССИИ.....	21
ВЫВОДЫ	24
ПРИЛОЖЕНИЕ. Климатические особенности зимы 2012/13 гг. на территории Республики Беларусь	27

¹ На обложке приведен ход средней сезонной аномалии температуры приземного воздуха, осредненной по территории России, за 1887 – 2013 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 ИГКЭ. 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 259 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.



Рисунок 1 – Физико-географические регионы РФ, рассматриваемые в Бюллетене.

Региональные средние значения аномалий метеорологических переменных рассчитываются в два этапа. На первом территория региона разбивается регулярной сеткой на ячейки 2.5 градуса широты на 5 градусов долготы, и в каждой ячейке сетки рассчитывается среднее арифметическое из значений аномалий на попавших в эту ячейку станциях. Затем выполняется взвешенное осреднение по региону средних по ячейкам с весами, пропорциональными площади пересечения ячейки с территорией региона.

Аналогично по данным о станционных «нормах» для каждого региона рассчитываются регионально осредненные «нормы». Региональные средние значения самих климатических переменных рассчитываются суммированием регионально осредненных «норм» и регионально осредненных аномалий (этим уменьшается смещение средних, вызываемое пропусками в рядах наблюдений). Региональные

средние значения климатических переменных используются при вычислении относительной аномалии осадков.



Рисунок 2 - Федеральные округа Российской Федерации

В 5 разделе приведены некоторые индексы экстремальности и аномальности климата.

Индексы экстремальности климата соответствуют областям экстремальных аномалий заданной обеспеченности - это вероятностные индексы, в основе которых - 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. Индексы экстремальности определяются, как доля площади, где вероятности непревышения $F(X_0) \leq \alpha\%$ (соответственно, $F(X_0) \geq 100 - \alpha\%$).

Для характеристики степени аномальности полей температуры воздуха используется "коэффициент аномальности" (предложенный Н.А.Багровым), равный среднеквадратическому значению (по площади) нормированной аномалии температуры. Чем больше индекс аномальности климата, тем больше отличается от нормы состояние климатической системы и тем дальше оно удалено от среднего положения.

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 бюллетени мониторинга климата регулярно размещаются на Интернет-сайтах <http://climatechange.igce.ru>, <http://climatechange.su> (ФГБУ «ИГКЭ Росгидромета и РАН»).

* 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.

** Бюллетень по территории Республики Беларусь подготовлен 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".

1. ИЗМЕНЕНИЯ СРЕДНЕСЕЗОННОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ ПРИЗЕМНОГО ВОЗДУХА СЕВЕРНОГО ПОЛУШАРИЯ И РОССИИ ПО ДАННЫМ НАБЛЮДЕНИЙ

На рисунке 1.1 представлены временные ряды сезонных аномалий температуры у поверхности (зима 2012/13: 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 `scut3nh.txt` на сайте www.cru.uea.ac.uk). Временной ряд для территории России рассчитан по стационарным данным о температуре приземного воздуха ФГБУ «ИГКЭ Росгидромета и РАН». Представлен также линейный тренд за 1976-2013 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.

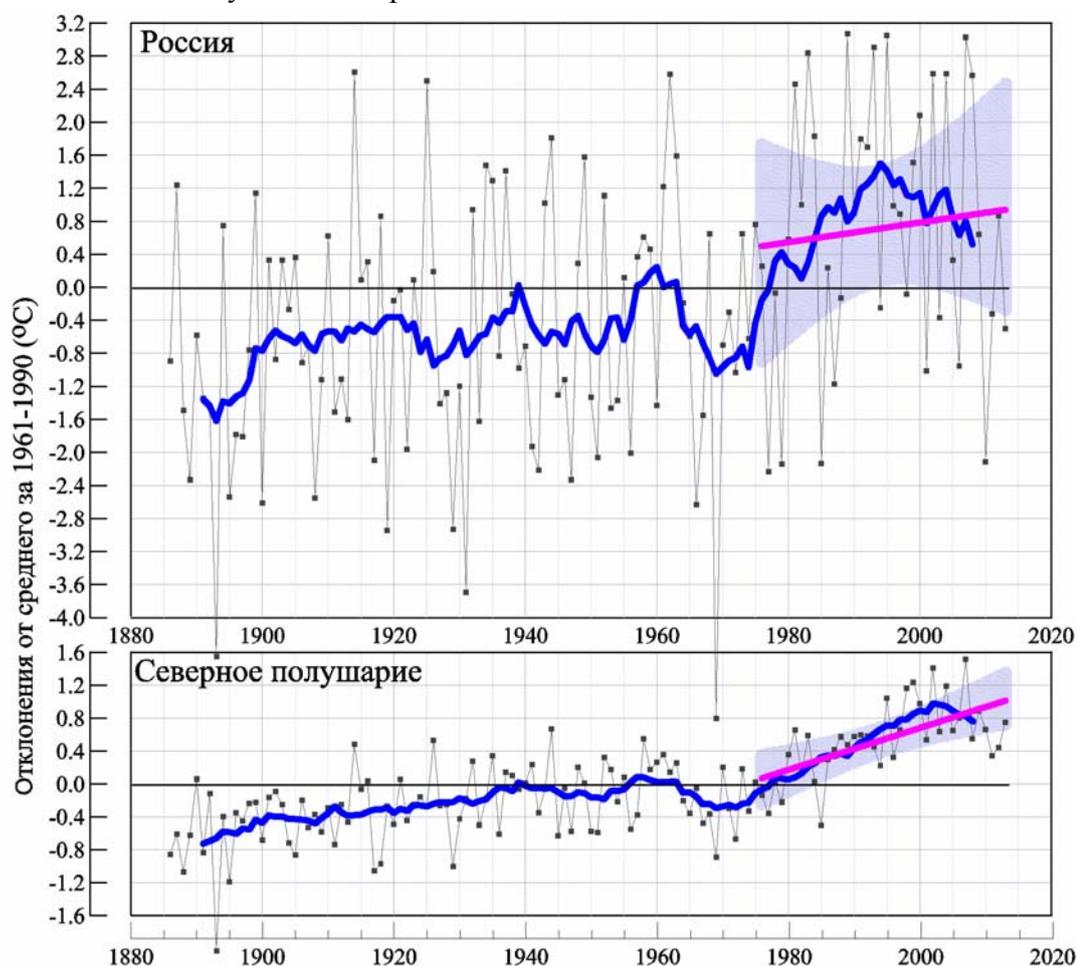


Рисунок 1.1 – Сезонная аномалия (зима: декабрь–февраль) температуры приземного воздуха, осредненная по Северному полушарию (суша) и территории России за 1886-2013 гг.

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. Использованы данные Университета Восточной Англии (СП) и данные ФГБУ «ИГКЭ Росгидромета и РАН» (Россия).

Аномалия температуры воздуха над сушей СП зимой 2012/13 составила $+0.75^{\circ}\text{C}$ (при стандартном отклонении 0.41°C) – 12-я по величине положительная аномалия с 1886 г. (Рекордное значение аномалии среднесезонной температуры зимой зафиксировано в 2007 году - $+1.51^{\circ}\text{C}$.)

Средняя по России аномалия температуры приземного воздуха зимой 2012/13 составила -0.50°C при стандартном отклонении 1.82°C .

Оценки линейных трендов, характеризующие среднюю тенденцию изменений зимних температур за период 1976-2013 гг. (современное глобальное потепление) в среднем для СП и России, приведены в табл. 1.1. Величина тренда средних по территории России зимних температур в два раза меньше, чем для средних по Северному полушарию, а вклад в дисперсию (1%; также см. область неопределенности тренда на рис.1) не позволяет утверждать наличие явной тенденции в изменении зимних температур на территории РФ. Сглаженная кривая на рис.1 показывает, что после периода быстрого потепления с конца 1960-х гг. до середины 1990-х зимние температуры в среднем по территории РФ убывают.

Таблица 1.1

Сезонные (зима 2012/13: декабрь - февраль) аномалии осредненной по суше СП и России температуры приземного воздуха относительно норм базового периода 1961-1990 гг. ($^{\circ}\text{C}$) и оценки линейного тренда за период 1976-2013

Регионы	νT_{2013}	$s_{1961-90}$	$b, ^{\circ}\text{C}/10 \text{ лет}$	$D \%$
СП	0.75	0.41	0.25	38
Россия	-0.50	1.82	0.12	1

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

2. КЛИМАТИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ЗИМЫ 2012/13 гг. НА ТЕРРИТОРИИ РОССИИ

На рис. 2.1 и 2.3 представлены карты сезонных и месячных аномалий температуры и осадков зимой 2012/13 гг. на территории России, а на рис 2.2 и 2.4 – соответствующие им эмпирические вероятности превышения.

Температура воздуха.

На европейской части России (далее ЕЧР), в северной части Западной Сибири и на западе Таймыра, в Хабаровском крае, на Камчатке и Сахалине зимой 2012/13 гг. было теплее, чем в среднем за базовый период 1961-90 гг. Сезонные аномалии выше $+2^{\circ}\text{C}$ наблюдались на юге ЕЧР, в дельте Оби и на Камчатке.

На азиатской части России (далее АЧР) в основном наблюдались отрицательные аномалии температуры. Наиболее холодные условия наблюдались в южной части Сибирского ФО (сезонные аномалии до -4°C), а также на северо-западе Якутии и в Магаданской области (сезонные аномалии до -4.5°C).

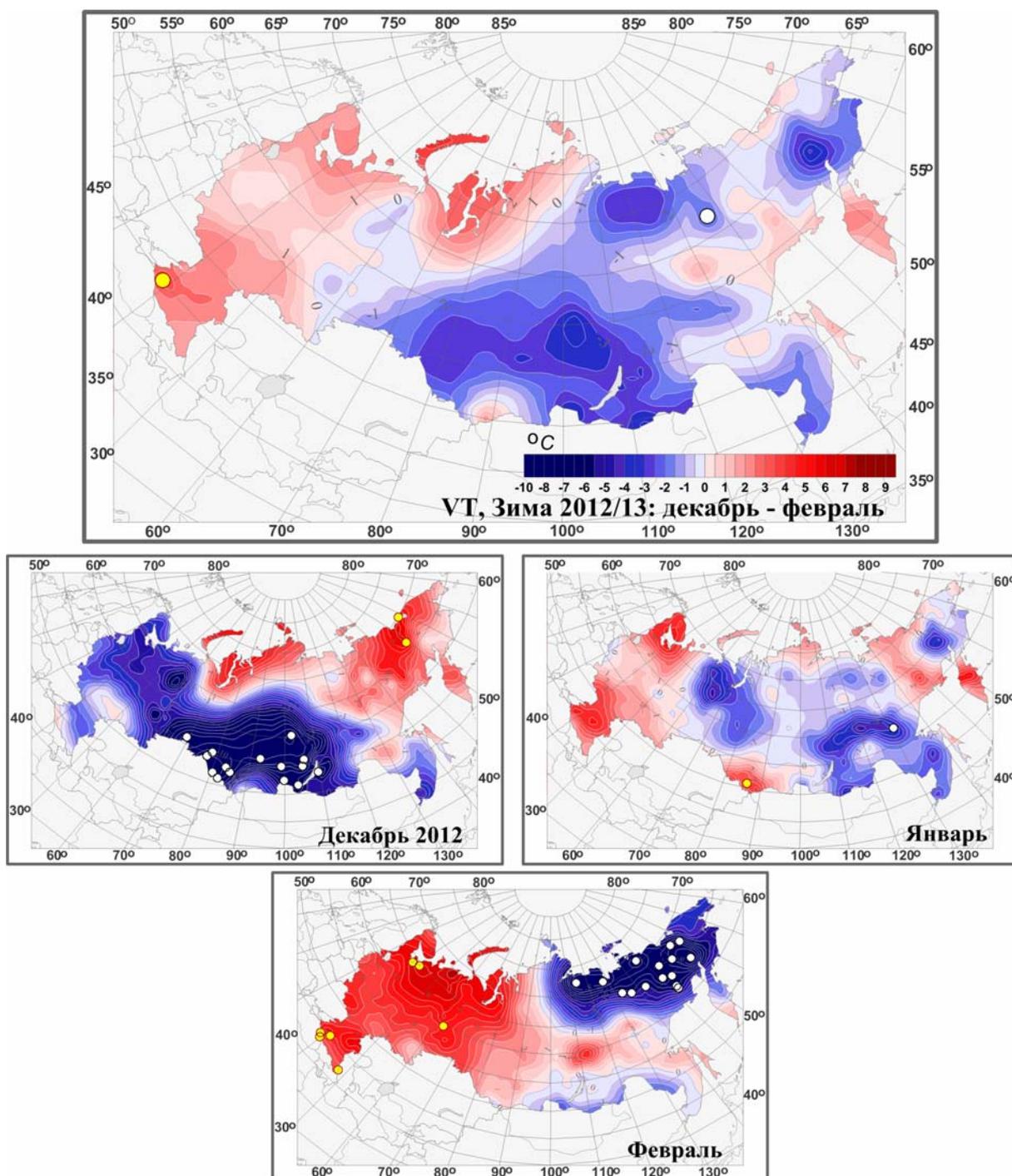


Рисунок 2.1 – Поля средней сезонной и средних месячных аномалий температуры приземного воздуха ($^{\circ}\text{C}$) на территории России зимой 2012/13 гг. Кружками белого цвета показаны стационарные экстремумы ниже 5-го перцентиля, желтого – выше 95-го перцентиля.

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

Декабрь. Очень холодно на большей части территории страны. Практически на всей ЕЧР наблюдались отрицательные аномалии температуры, ниже -3°C севернее 55°с.ш. В АЧР – резкий контраст между областью холода на юге и юго-западе и тепла вдоль Арктического побережья и в Восточной Сибири. Экстремальные отрицательные

аномалии ниже 5-го перцентиля наблюдались на юге Западной и Средней Сибири, в Прибайкалье, а также на юге Приморья; аномалии здесь достигали -11°C . Декабрьская аномалия температуры, осредненная по региону Прибайкалье и Забайкалье составила -5.18°C – это пятая по величине отрицательная аномалия в ряду наблюдений с 1936 г.

Январь. В январе не наблюдалось таких ярко выраженных крупных аномалий температуры, как в декабре и феврале. Большая область положительной аномалии занимала ЕЧР; тепло было на Алтае и в Саянах, вдоль побережья Северного Ледовитого океана, на востоке Якутии, в северной части Хабаровского края, на Камчатке - тепло. Аномалии выше $+3^{\circ}\text{C}$ наблюдались на Кольском полуострове, в Южном ФО, на Алтае, на Камчатке.

На АЧР наблюдались в основном отрицательные аномалии температуры, не столь значительные, как в декабре; наиболее холодные условия наблюдались на Северном Урале (аномалии до -4.9°C), на севере Иркутской области и на юге Якутии (аномалии до -5.5°C), в Магаданской области (аномалии до -3.8°C).

Февраль. Очень тепло было на ЕЧР и в Уральском ФО – на всех станциях здесь наблюдались значительные аномалии температуры, на юге и севере ЕЧР наблюдались аномалии выше 95-го перцентиля.

Крупная аномалия холода наблюдалась на северо-востоке Сибирского ФО и севере Дальневосточного ФО: здесь на многих станциях наблюдались аномалии ниже 5-го перцентиля, в Магаданской области аномалии достигали -9.8°C . Февральская аномалия температуры, осредненная по региону Восточная Сибирь составила -4.14°C – это третья минимальная величина в ряду. Отрицательные аномалии наблюдались вдоль южных границ РФ: на юго-востоке Сибирского ФО и юге Дальневосточного ФО - с аномалиями до -2.2°C в Бурятии. Между этими двумя областями холода располагалась полоса слабых положительных аномалий: в центральной части Сибирского ФО, в центральной части Дальневосточного ФО (юг Якутии и Хабаровского края, Сахалин), почти везде месячные аномалии не более $+2^{\circ}\text{C}$.

Атмосферные осадки.

На большей части территории РФ наблюдался дефицит осадков. Крупные сезонные аномалии наблюдались в восточных регионах.

Дефицит осадков (менее 80% нормы) наблюдался в Южном ФО, на Среднем Урале, в центре Сибирского и на большей части Дальневосточного ФО; в отдельных районах Дальневосточного ФО аномалия осадков составляла 60% и ниже, на побережье моря Лаптевых и Восточно-Сибирского – ниже 40%.

Сезонный избыток осадков наблюдался в южных районах страны. Наибольшее количество осадков выпало в Северо-Кавказском ФО, на Алтае, в Тыве, в Бурятии, в Читинской области. В регионе Приамурье и Приморье сезонная аномалия составила $+5.1$ мм/месяц (135% нормы).

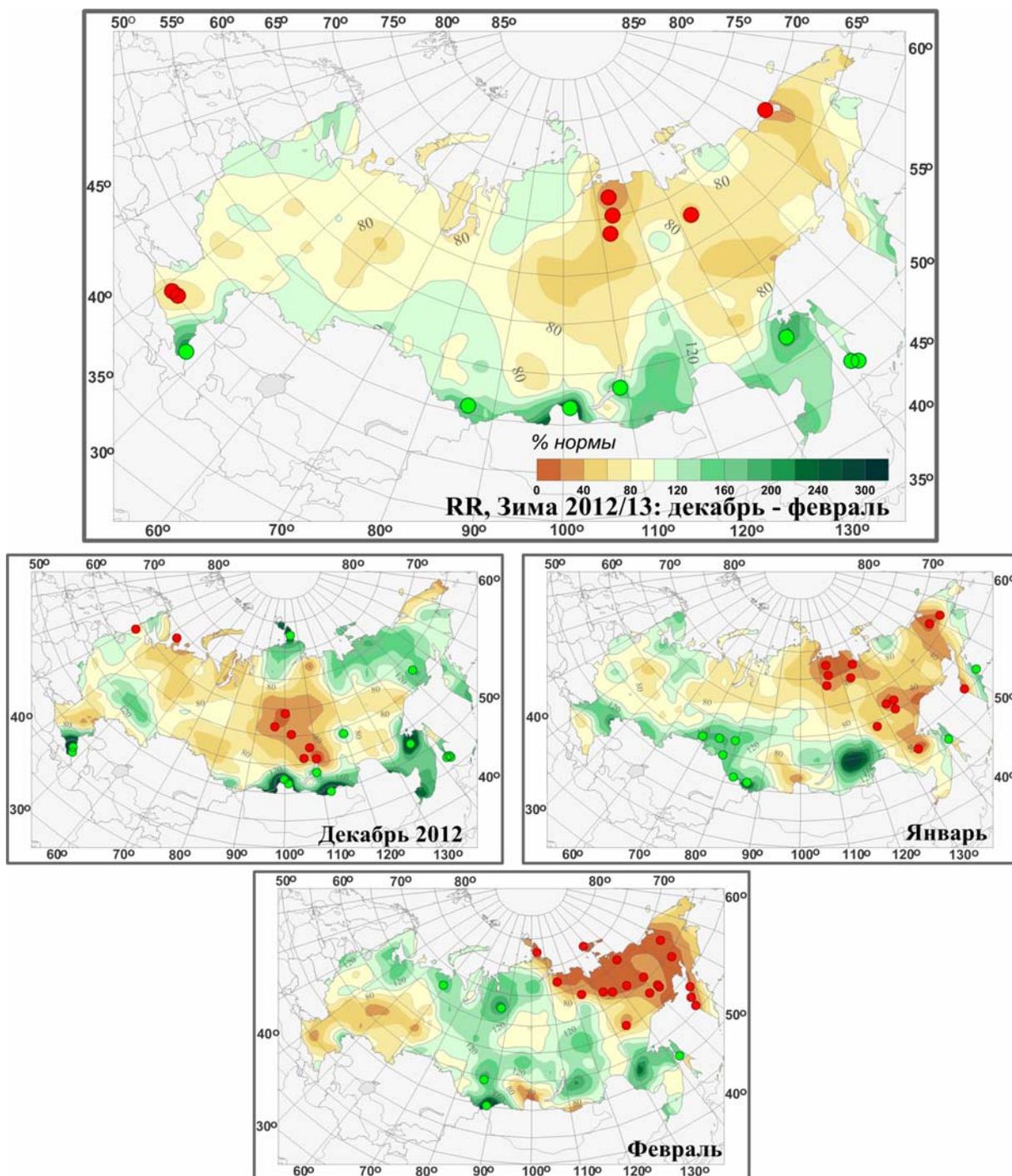


Рисунок 2.3 – Поля аномалий средних сезонных и месячных сумм осадков (в процентах от нормы за 1961-1990 гг.) на территории России зимой 2012/13 (декабрь-февраль). Кружками красного цвета показаны станционные экстремумы ниже 5-го перцентиля, зеленого – выше 95-го процентиля.

Декабрь. Дефицит осадков наблюдался на большей части территории РФ. Область серьезного дефицита (меньше 60% нормы, местами до 20% нормы) охватывала большую часть Средней Сибири. В центральных районах Средней Сибири на ряде станций количество выпавших осадков было меньше 5-го процентиля, осредненная по региону Средняя Сибирь аномалия составила -8.5 мм/месяц (62% нормы) - пятая по величине отрицательная величина в ряду наблюдений. Заметные отрицательные

аномалии наблюдались в северных районах европейской части РФ и в ЮФО, на Ямале, на Чукотке.

Очень значительный избыток осадков – в Северо-Кавказском ФО (до четырех норм), до 200% нормы вдоль границы Монголии и в Приморье; в этих регионах на ряде станций наблюдались аномалии выше 95-го перцентиля. В Среднем Поволжье, на Таймыре, на севере Дальневосточного ФО наблюдались аномалии более 150% нормы. Осредненная по региону Приамурье и Приморье аномалия составила +13.4 мм/месяц (167% нормы).

Январь. Как и в декабре, на большей части территории РФ наблюдался дефицит осадков. Однако область максимального дефицита сместилась на север Средней Сибири: в районе побережья моря Лаптевых менее 20% нормы. Значительный дефицит осадков, местами менее 40% нормы, наблюдался на большей части Дальневосточного ФО (на многих станциях количество выпавших осадков менее 5-го перцентиля). Дефицит осадков наблюдался также в центральных районах ЕЧР, на севере Западной Сибири.

Избыток осадков наблюдался на юге России: в южных районах Западной Сибири (здесь наблюдались стационарные аномалии выше 95-го перцентиля), в низовьях рек Дона и Волги; в Читинской области и в Бурятии аномалия местами превосходила 200% нормы. Избыточные осадки наблюдались также на севере ЕЧР, вдоль побережья Берингова моря.

Февраль. Значительно усилился дефицит осадков на северо-востоке страны: повсюду на севере Якутии, в Магаданской области – менее 20% нормы; на многих станциях количество выпавших осадков менее 5-го перцентиля. Осредненная по региону Восточная Сибирь аномалия составила -8.0 мм/месяц (51% нормы). Дефицит осадков (менее 60% нормы) наблюдался также в Южном и Приволжском ФО.

На остальной территории преобладал избыток осадков: на севере ЕЧР, на севере Уральского и Сибирского ФО, в Хакасии и на Алтае, в Бурятии, на юге Якутии, в Амурской области и в центральных районах Хабаровского края - более 120% нормы.

В таблицах 2.1 и 2.2 представлены регионально осредненные аномалии температуры и осадков, рассчитанные по значениям стационарных 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 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 1936-2012 годы.

Таблица 2.1

Регионально осредненные аномалии температуры зимой 2012/13 гг.

Регионы	νT_{2013}	$s_{1961-90}$	$P(t \leq T_{2013})$
Российская Федерация	-0.5	1.82	36.4
Физико-географические регионы России			
Европейская часть России	1.23	2.33	61.0
Западная Сибирь	-0.94	2.94	37.7
Средняя Сибирь	-1.76	2.78	23.4
Прибайкалье и Забайкалье	-2.19	1.89	13.0
Приамурье и Приморье	-0.62	1.53	33.8
Восточная Сибирь	-0.41	1.41	40.3
Федеральные округа РФ			
Северо-Западный	1.10	2.88	57.1
Центральный	1.10	2.69	53.2
Приволжский	0.88	2.54	61.0
Южный	2.42	2.08	83.1
Северо-Кавказский	2.27	1.59	93.5
Уральский	-0.13	3.12	44.2
Сибирский	-2.06	2.57	16.9
Дальневосточный	-0.70	1.46	27.3

Примечание: 1. Аномалии νT_{2013} ($^{\circ}\text{C}$) рассчитаны как отклонения от нормы (среднее за базовый период 1961-1990 гг.); s ($^{\circ}\text{C}$) – среднее квадратическое отклонение за базовый период; вероятности неперевышения $P(t \leq T_{2013})$ – рассчитаны по выборке за 1936-2012 гг. и выражены в %.

Таблица 2.2

Регионально осредненные аномалии осадков, зимой 2012/13 гг.

Регионы	νR_{2013}	RR_{2013}	m	$m-q1$	$q3-m$	$P(r \leq R_{2013})$
Российская Федерация	-1.30	95	-0.75	1.75	2.15	40.3
Физико-географические регионы России						
Европейская часть России	-2.6	93	-0.30	3.55	4.25	32.5
Западная Сибирь	0.3	101	-0.20	3.90	2.98	57.1
Средняя Сибирь	-3.3	82	-0.45	2.03	2.03	16.9
Прибайкалье и Забайкалье	0.3	103	0.30	1.20	1.28	51.9
Приамурье и Приморье	5.1	135	-0.70	3.23	3.10	87.0
Восточная Сибирь	-2.6	88	-2.50	3.03	3.90	49.4
Федеральные округа РФ						
Северо-Западный	-0.9	97	-0.25	4.02	4.75	44.2
Центральный	-2.2	94	-0.80	5.97	7.82	42.9
Приволжский	-4.3	87	-1.35	5.40	5.10	37.7
Южный	-6.9	84	-1.25	5.80	5.52	27.3
Северо-Кавказский	3.9	108	0.80	6.37	5.55	61.0
Уральский	-1.1	96	-0.55	3.57	3.82	46.8
Сибирский	-0.7	96	-0.65	1.62	1.75	49.4
Дальневосточный	-0.9	95	-1.40	1.50	2.00	55.8

Примечание: 1. Аномалии νR_{2013} (мм/месяц) рассчитаны как отклонения от нормы (среднее за базовый период 1961-1990 гг.), RR_{2013} - отношение R_{2013} к норме, выраженное в %, $q1$, $q3$ и m – соответственно первый, третий квартиль и медиана аномалий (мм/месяц) за базовый период; вероятности неперевышения $P(r \leq R_{2013})$ – рассчитаны по выборке за 1936-2012 гг. и выражены в %.

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

Зима 2012/13 гг. для России в целом (см. табл. 2.1) была холодной, аномалия температуры -0.50°C (это 50-тая величина в ранжированном по убыванию ряду наблюдений с 1936 года: вероятность непревышения этой аномалии 36%). Во всех регионах РФ (кроме региона Европейская часть России) наблюдались отрицательные аномалии температуры (аномалии по модулю не превышают стандартного отклонения). В регионе Европейская часть России зимой аномалия температуры была положительная. Из федеральных округов следует отметить Северо-Кавказский ФО, где зима была очень теплой, сезонная аномалия температуры $+2.27^{\circ}\text{C}$ (это шестая величина в ряду наблюдений с 1936 г.).

В регионе Россия в целом зимой (табл. 2.2) аномалия осадков составила -1.3 мм/месяц (относительная аномалия 95% нормы). Осадки ниже нормы наблюдались в регионах: Европейская часть России, Средняя Сибирь, Восточная Сибирь. Избыток осадков - регионе Приамурье и Приморье: относительная аномалия 135%.

3. ТЕНДЕНЦИИ СОВРЕМЕННЫХ ИЗМЕНЕНИЙ КЛИМАТА НА ТЕРРИТОРИИ РОССИИ

В этом разделе рассматриваются оценки средних изменений 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 1976-2013 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 сезонных 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 (максимум – в среднем и нижнем течении Лены). Наибольшее потепление в Средней Сибири отмечается в январе на севере и в феврале – на юге. В Приамурье и Приморье потепление происходит в январе и феврале.

Отрицательный тренд зимних температур за период с 1976 г. сохраняется на дальнем северо-востоке страны: в Магаданской области и на юге Чукотки для января и февраля (декабрьские температуры в этой области растут). Проявившаяся впервые несколько лет назад область похолодания в южной части Западной Сибири растет, захватывая Алтай и Саяны, в Забайкалье – верховья Онона и Аргуни, север Бурятии и

юг Якутии; похолодание здесь наблюдается в основном для декабря и января, причем минимум на юге Западной Сибири имеется в оба месяца и проявляется на сезонной карте, а второй – на юге Средней Сибири – только в декабре. По сравнению с предыдущим периодом (1976-2012гг.) уменьшение температуры в Сибири происходит быстрее как за сезон в целом, так и в декабре и январе. В феврале наблюдается похолодание на северо-востоке ЕЧР.

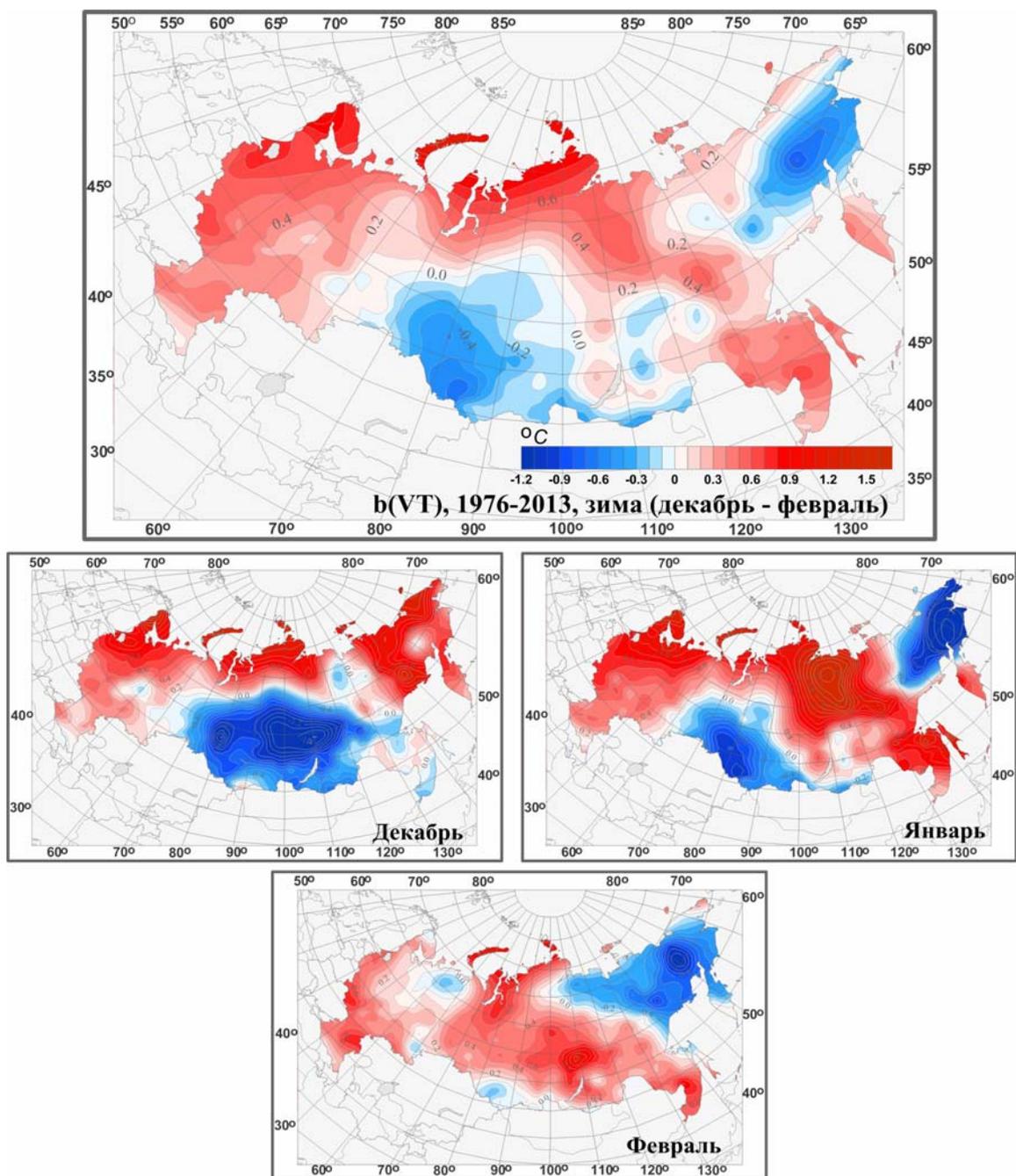


Рисунок 3.1 – Распределение локальных коэффициентов линейного тренда сезонных и месячных аномалий температуры (°C/10 лет) на территории России по данным за 1976-2013 (зима).

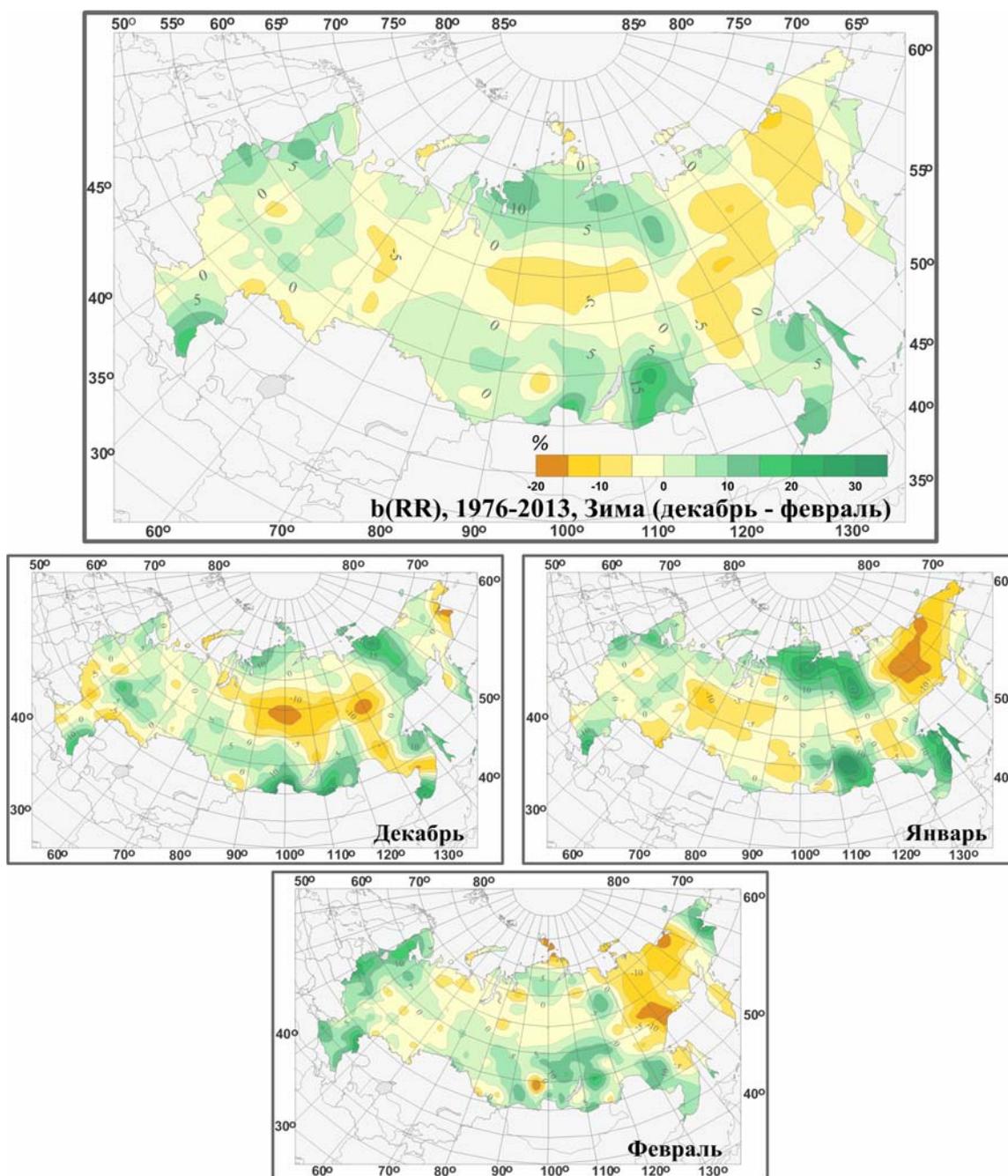


Рисунок 3.2 – Распределение локальных коэффициентов линейного тренда сезонных и месячных аномалий осадков (% нормы /10 лет) на территории России по данным за 1976-2013 (зима).

В изменении сезонных сумм осадков (рис. 3.2) можно выделить три крупные области роста: одна занимает большую часть ЕЧР (максимум – на северо-западе и в СКФО; эти особенности сохраняются для всех зимних месяцев), другая – на севере Западной и Средней Сибири и третья – на юге азиатской части РФ. Обширная область убывания осадков расположена 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 декабре заметен рост осадков в Центральном и Приволжском ФО. Максимум роста на севере Западной и Средней Сибири и на юге

АЧР – в январе, но декабрьские осадки также растут здесь. В регионе, примыкающем к Байкалу, рост осадков наблюдается во все сезоны, но в декабре – в южной части, а в январе и феврале – в северной. Убывание сезонных осадков в северо-восточных регионах АЧР происходит за счет января и февраля, а в Средней Сибири – за счет декабря.

По сравнению с периодом 1976-2012 гг. наблюдается увеличение скорости роста осадков в Забайкалье в январе, и в Приамурье - в феврале.

В таблице 3.1 приведены оценки линейного тренда температуры и осадков месяцев зимнего сезона для РФ.

Таблица 3.1

Оценки линейного тренда температуры приземного воздуха и суммы осадков, осредненных по территории России и за зимний сезон, за 1976-2013 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	0.12	1	0.2	1
Декабрь	-0.03	0	0.1	0
Январь	0.26	2	0.0	0
Февраль	0.18	1	0.5	3

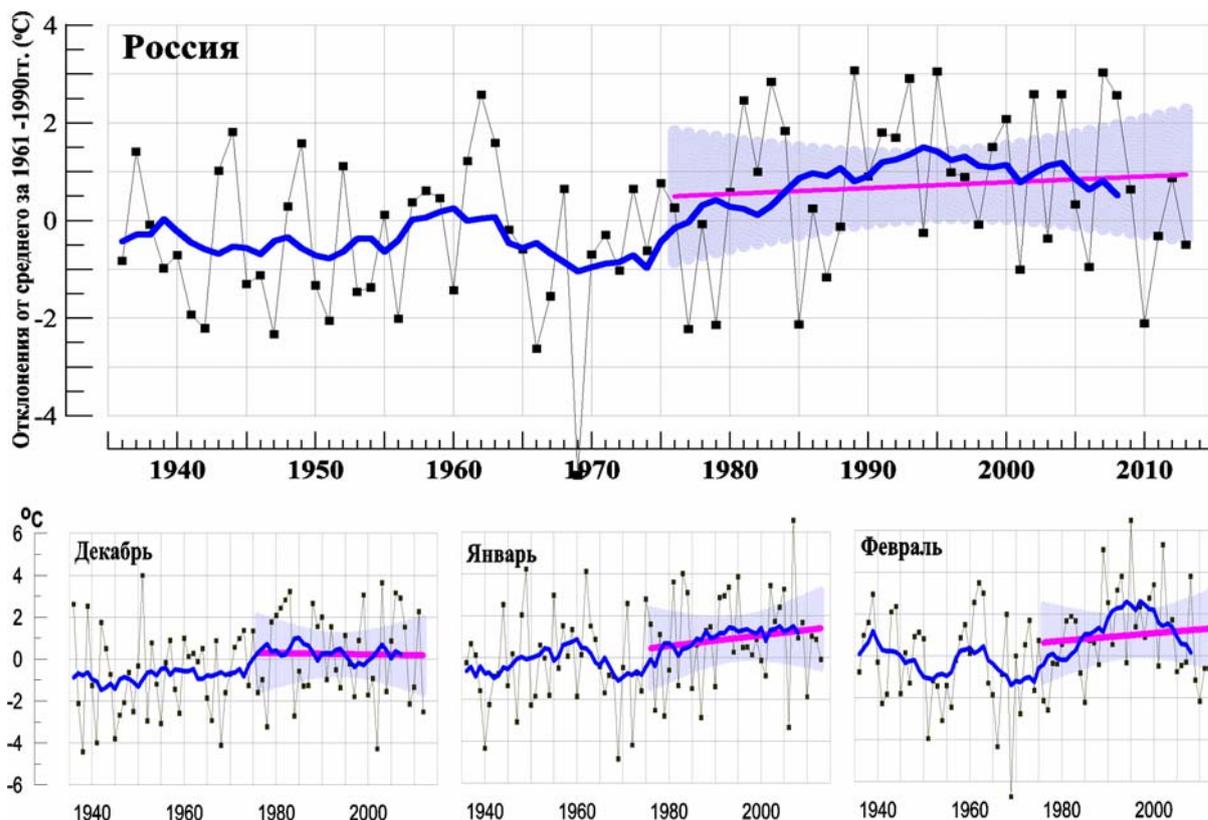


Рисунок 3.3 – Аномалия средней сезонной (вверху) и для месяцев сезона температуры приземного воздуха (°C) осредненная по территории РФ.

Аномалии рассчитаны как отклонения от среднего 1961-1990 гг. Сглаженная кривая получена 11-летним скользящим осреднением. Линейный тренд получен по данным за 1976-2013 гг. Показана 95% -я доверительная область для линии тренда.

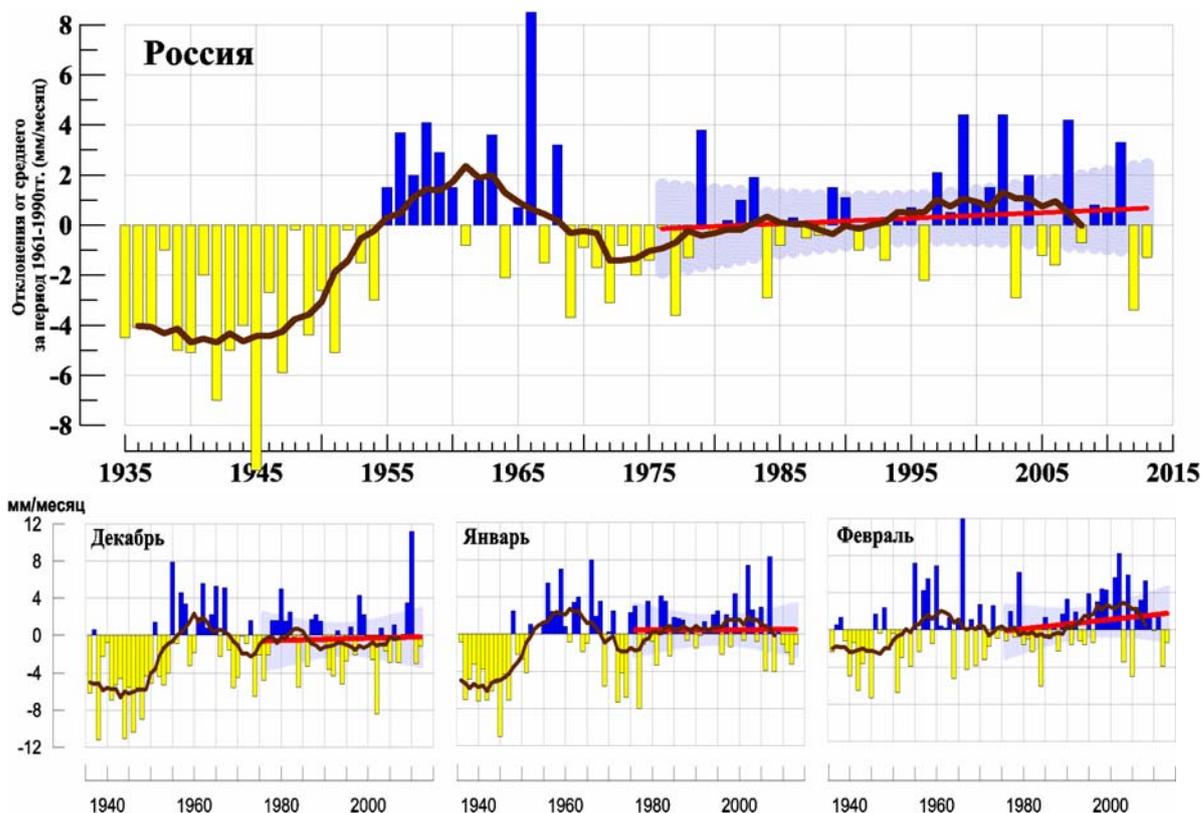


Рисунок 3.4 – То же, что на рис. 3.3, но для атмосферных осадков (мм/мес).

Тренд средней по России зимней температуры за период 1976-2013 гг. положителен: он составляет $0.12^{\circ}\text{C}/10$ 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. Более или менее монотонный рост температур за период с 1976 г. наблюдается для января, но и он незначим на фоне межгодовой изменчивости. Тренд сезонных сумм осадков составляет 0.2 (мм/мес)/10 лет и объясняет 1% межгодовой изменчивости. В характере изменения осадков выражены долгопериодные колебания с масштабом в несколько десятилетий (рис. 3.4).

4. ИЗМЕНЕНИЯ РЕГИОНАЛЬНЫХ ТЕМПЕРАТУР И ОСАДКОВ ЗИМНЕГО СЕЗОНА В 1936-2013 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 – 2013 гг. На всех рисунках показаны линейные тренды за 1976-2013 гг., рассчитанные методом наименьших квадратов.

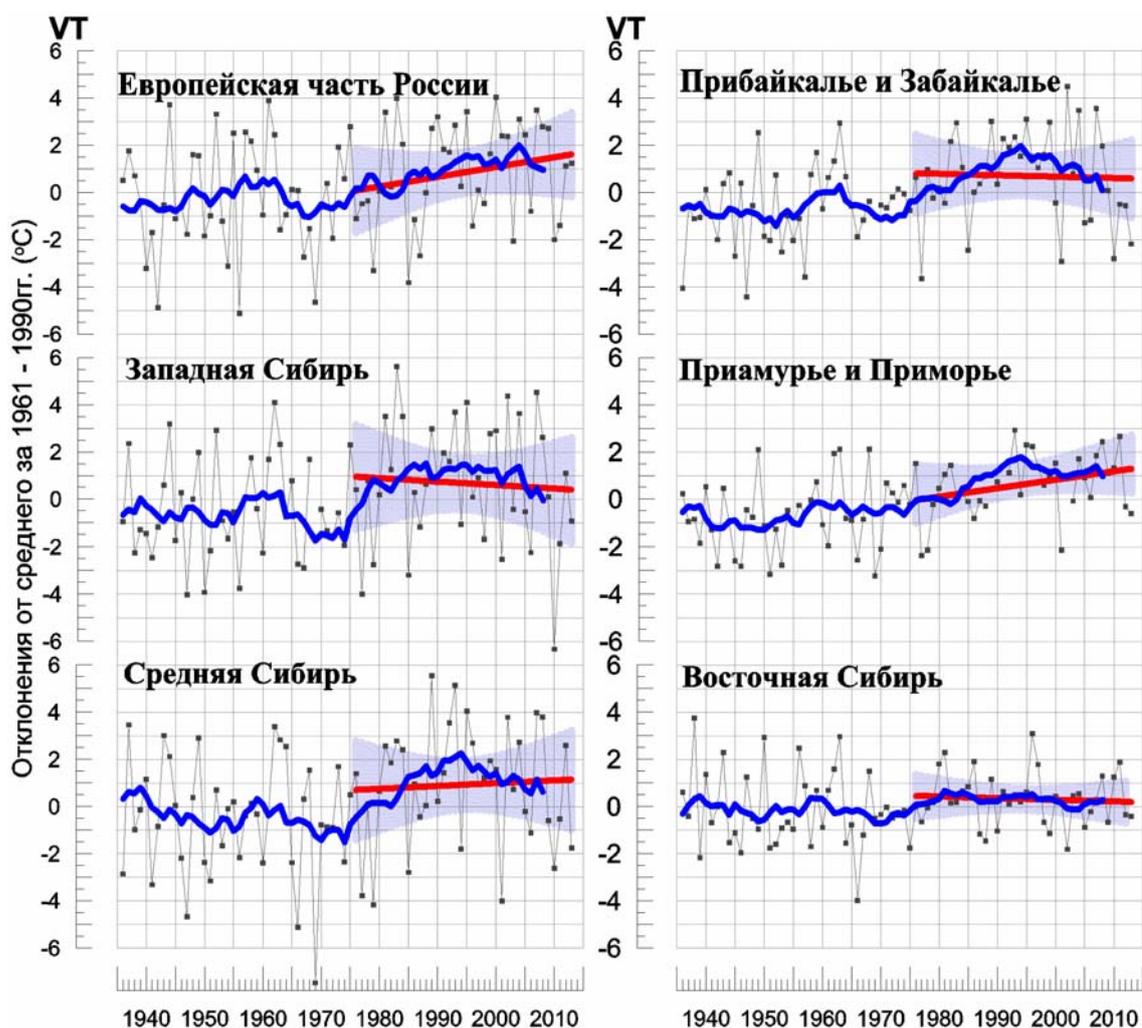


Рисунок 4.1 - Сезонные аномалии температуры приземного воздуха ($^{\circ}\text{C}$), осредненные по территории физико-географических регионов РФ (зима). Аномалии рассчитаны как отклонения от среднего 1961-1990 гг. Сглаженная кривая получена 11-летним скользящим осреднением. Линейный тренд получен по данным за 1976-2013 гг. Показана 95% -я доверительная область для линии тренда.

Характер изменения зимней температуры в регионах (рис. 4.1, 4.2) имеет ряд общих черт. Во всех регионах (кроме Восточной и Западной Сибири) наблюдается рост температуры, начиная с 1970-1975 гг. В целом по России и во всех регионах, кроме ЕЧР, примерно с 1995 года прослеживается уменьшение зимних температур, особенно в регионах: Средняя Сибирь, Прибайкалье и Забайкалье. В Западной и Восточной Сибири (и Дальневосточном ФО) после начала 1990-х гг. температуры остаются примерно постоянными. В ЕЧР и федеральных округах европейской России рост температуры сохраняется (в Приволжском ФО некоторое похолодание наблюдается после 2007 г., но аналогичные колебания наблюдались и в предшествующем периоде).

В таблице 4.1 приведены оценки линейных трендов регионально осредненных значений температуры и осадков за 1976-2013 гг. для физико-географических регионов и федеральных округов РФ. По сравнению с периодом 1976-2012 гг. во всех регионах и федеральных округах положительные тренды уменьшились (кроме ЮФО и СКФО), особенно сильно – в Средней Сибири ($0.12^{\circ}\text{C}/10$ лет за 1976-2013 гг. против $0.25^{\circ}\text{C}/10$ лет за 1976-2012 гг.), впервые стал отрицательным тренд для Прибайкалья и

Забайкалья, а отрицательные – усилились (т.е., увеличились по абсолютной величине), особенно – в Западной Сибири (1976-2013 гг.: $-0.15^{\circ}\text{C}/10$ лет, 1976-2012 гг.: $-0.09^{\circ}\text{C}/10$ лет).

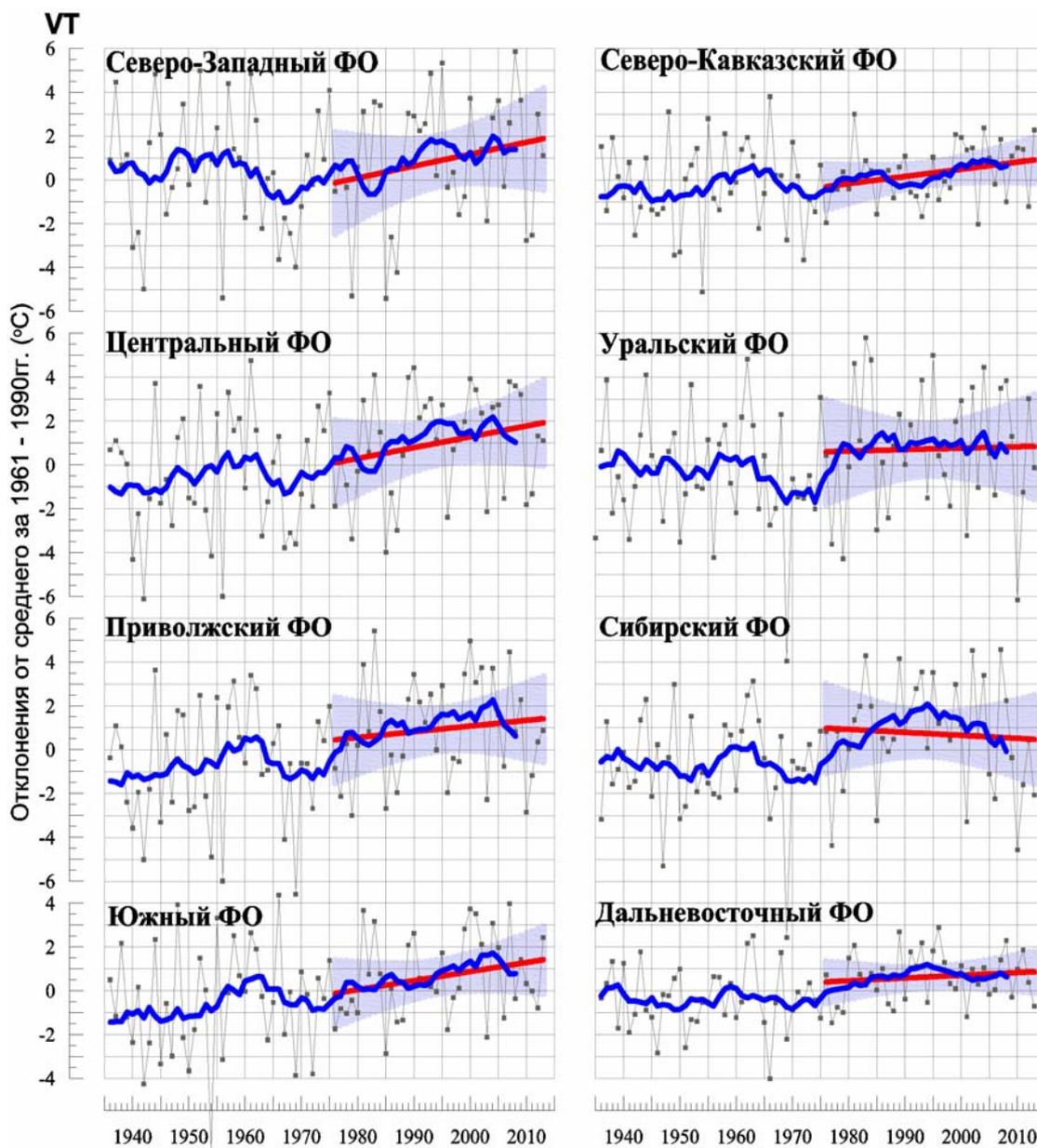


Рисунок 4.2 - Сезонные аномалии температуры приземного воздуха ($^{\circ}\text{C}$), осредненные по территории федеральных округов РФ (зима). Условные обозначения см. на рис. 4.1

В изменениях осадков (рис. 4.3, 4.4) выражены колебания с периодами порядка от одного до трех десятилетий. Во всех регионах (кроме Восточной и Средней Сибири, а также Южного и Приволжского ФО) в зимний период прослеживается увеличение осадков за период с 1976 г. (таблица 4.1), однако более или менее монотонным это рост выглядит лишь для регионов Приамурье и Приморье и Прибайкалье и Забайкалье,.

Наиболее заметен рост региональных зимних осадков в Приамурье и Приморье: 8%/10 лет (вклад тренда в суммарную дисперсию 11%), и в Прибайкалье и Забайкалье: 4.4%/10 лет (вклад тренда в суммарную дисперсию 9%)

Для осадков региональные оценки сезонных трендов изменились по сравнению с периодом 1976-2012 гг. незначительно. Вклад региональных трендов в суммарную изменчивость во всех регионах статистически незначим (на 5%-ом уровне), за исключением региона Приамурье и Приморье.

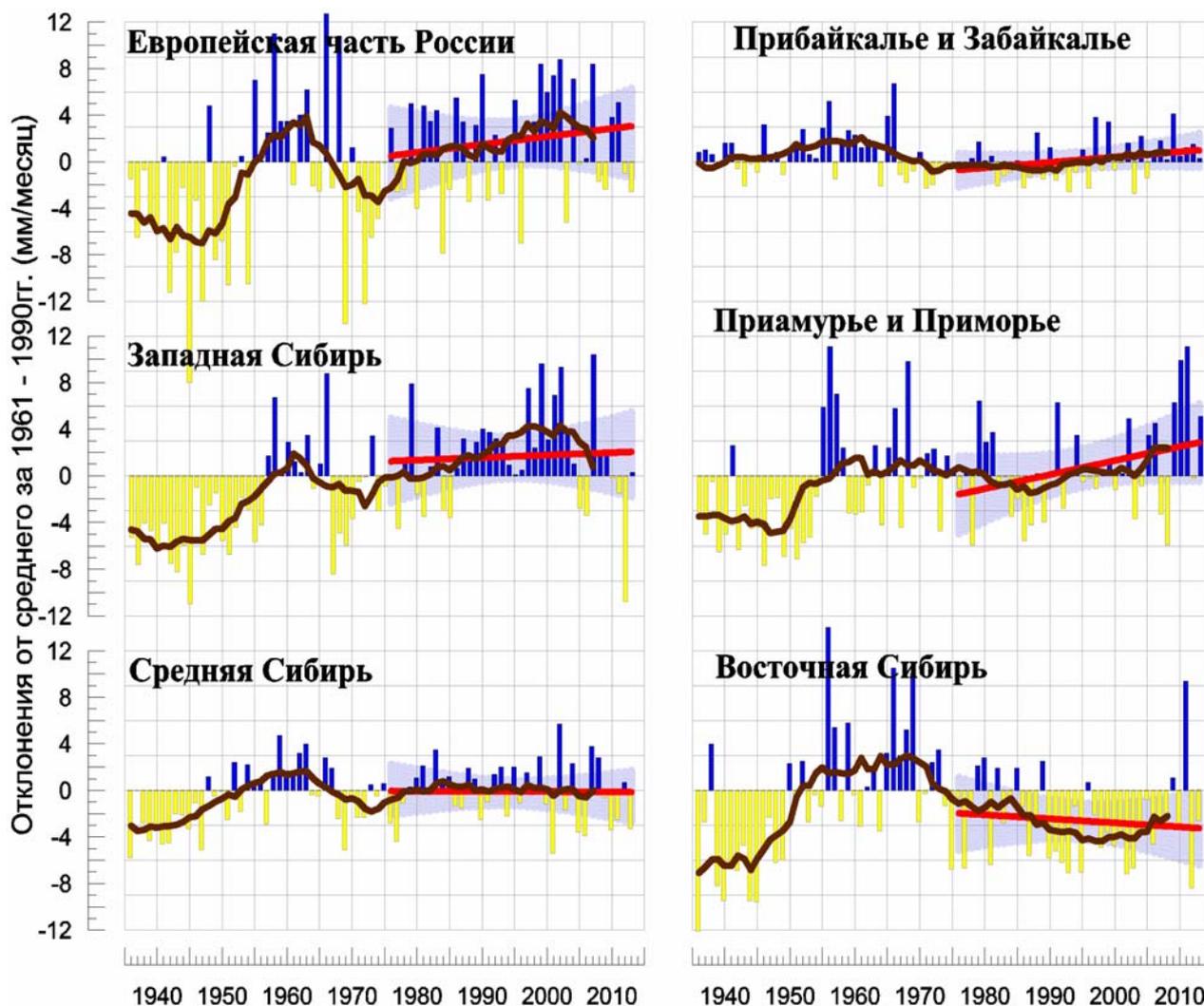


Рисунок 4.3 - Сезонные аномалии месячных сумм осадков (мм/месяц), осредненные по территории регионов РФ (зима).

Условные обозначения см. на рис. 4.1.

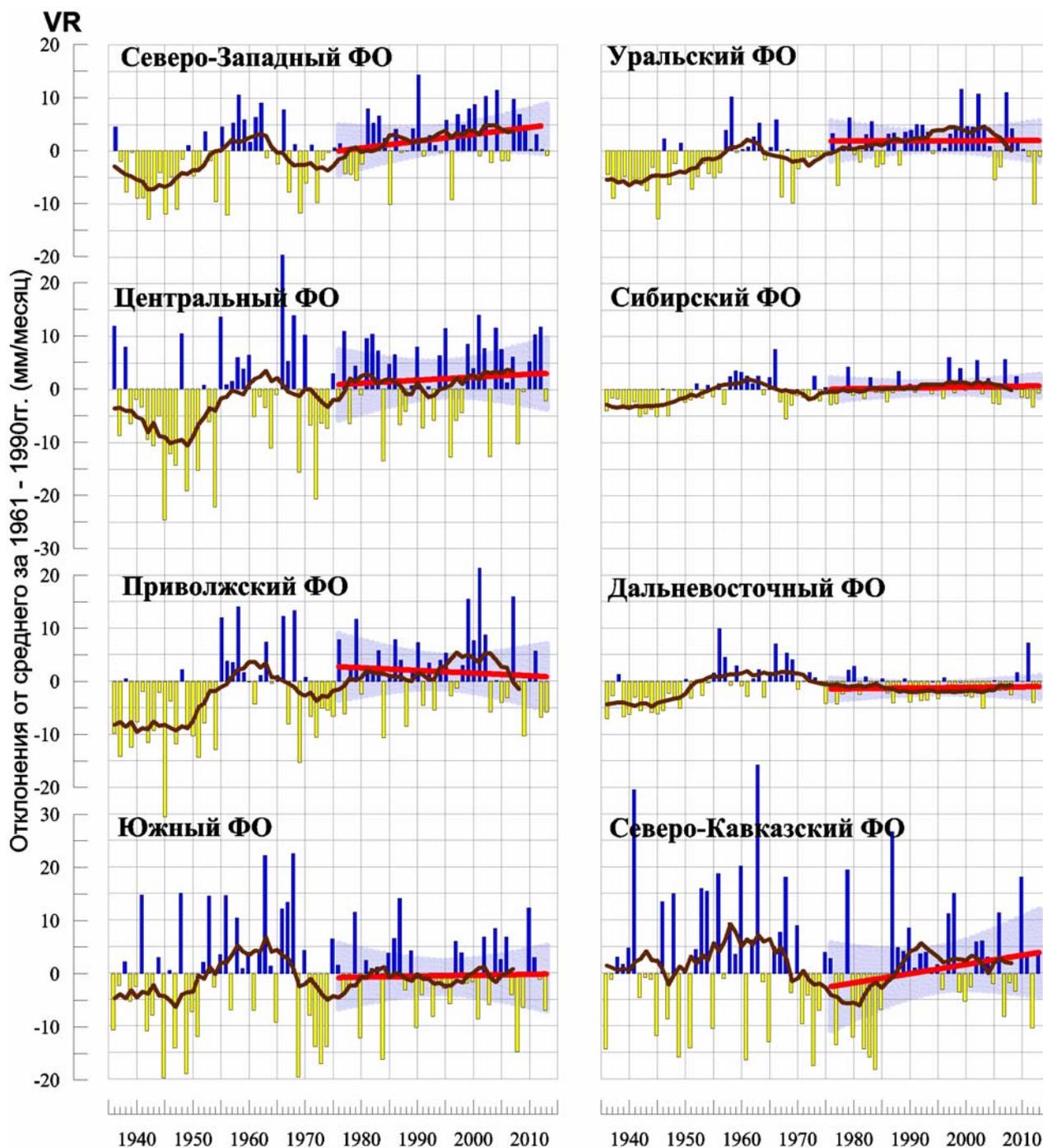


Рисунок 4.4 - Сезонные аномалии месячных сумм осадков (мм/месяц), осредненные по территории федеральных округов РФ (зима). Условные обозначения см. на рис. 4.1.

Таблица 3.1

Оценки линейного тренда среднесезонных осредненных по территории России температуры приземного воздуха и сумм осадков за 1976-2013 гг. зима: декабрь – февраль),

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

Регионы	Температура		Осадки		
	b °C/10 лет	D , %	b мм/мес/10 лет	b , %/10 лет	D , %
Россия	0.12	1	0.2	0.9	1
Физико-географические регионы России					
Европейская часть России	0.41	5	0.5	1.2	1
Западная Сибирь	-0.15	0	0.1	0.5	0
Средняя Сибирь	0.12	0	-0.1	-0.8	0
Прибайкалье и Забайкалье	-0.06	0	0.5	4.4	9
Приамурье и Приморье	0.35	7	1.2	8.0	11
Восточная Сибирь	-0.07	0	-0.3	-1.6	1
Федеральные округа РФ					
Северо-Западный	0.54	5	1.1	3.1	5
Центральный	0.49	5	0.6	1.4	1
Приволжский	0.26	2	-0.4	-1.3	0
Южный	0.41	6	-0.1	-0.3	0
Северно-Кавказский	0.33	8	1.7	3.6	4
Уральский	0.07	0	0.0	0.1	0
Сибирский	-0.14	0	0.2	1.0	1
Дальневосточный	0.13	2	0.1	0.6	0

5. ИНДЕКСЫ ЭКСТРЕМАЛЬНОСТИ И АНОМАЛЬНОСТИ КЛИМАТА ЗИМНЕГО СЕЗОНА НА ТЕРРИТОРИИ РОССИИ

В разделе приведены некоторые индексы экстремальности и аномальности для зимнего сезона в целом по территории России за период 1936 -2013 гг. (рис. 5.1. – 5.4). В качестве индексов экстремальности рассматриваются доли площади под крупными аномалиями температуры и осадков (вероятности неперевышения ниже 20-го и выше 80-го перцентилей, а также экстремальными (абсолютная величина превосходит 2σ) аномалиями температуры.

Для температуры (рис. 5.1) в зимний период до 1975 года на территории РФ преобладали крупные отрицательные аномалии. Начиная с 1975 года замечен рост площади с положительными аномалиями (они преобладают после 1980 г.), при этом суммарная площадь с крупными аномалиями обоих знаков остается примерно одинаковой. Зимой 2012/13 гг. площадь, занятая крупными отрицательными аномалиями была довольно велика (22%), значительно больше, чем под положительными аномалиями (5%).

Для осадков до 1954 года площади, занятые сезонными аномалиями ниже 20-го перцентилея преобладали. Начиная с 1955 года преобладают крупные аномалии выше 80-го перцентилея и наблюдается их рост с середины 1970-х гг. Зимой 2012/13 гг.

площадь, занятая крупными аномалиями больше 80 перцентиля составила 10%, ниже 20-го перцентиля – 15%.

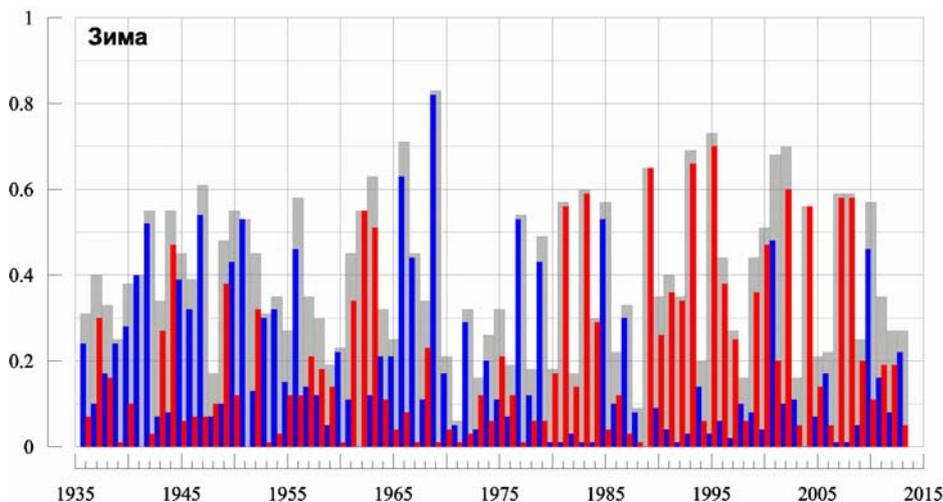


Рисунок 5.1 - Доля площади РФ с крупными аномалиями (ниже 20-го перцентиля: синие столбики, выше 80-го перцентиля: красные столбики, суммарная площадь с крупными аномалиями: серые столбики) температуры зимой, 1936-2013 гг.

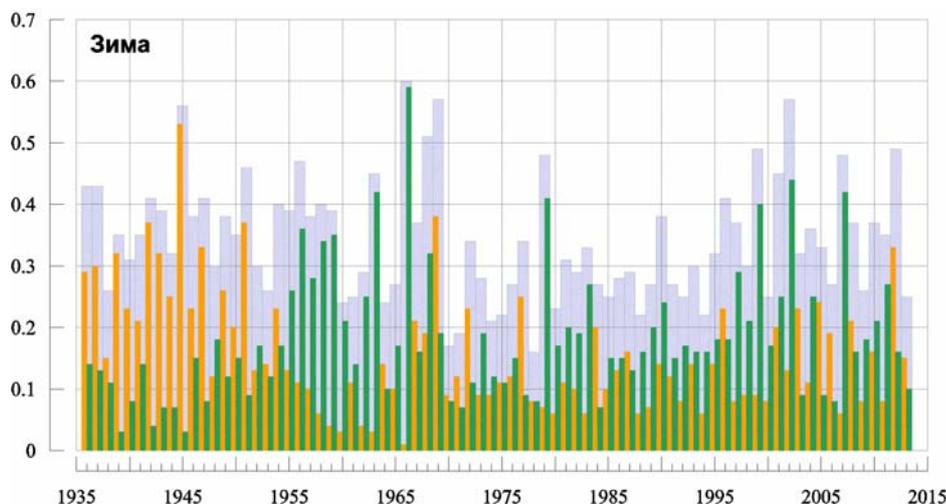


Рисунок 5.2 - Доля площади РФ с крупными аномалиями осадков (ниже 20-го перцентиля: желтые столбики, выше 80-го перцентиля: зеленые столбики, суммарная площадь с крупными аномалиями: серые столбики) зимой, 1936-2013 гг.

На рис.5.3 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 (18%) и в 2007 (13%).

Зимой 2012/13 гг. таких экстремумов на территории России не наблюдалось вовсе (ни теплых, ни холодных).

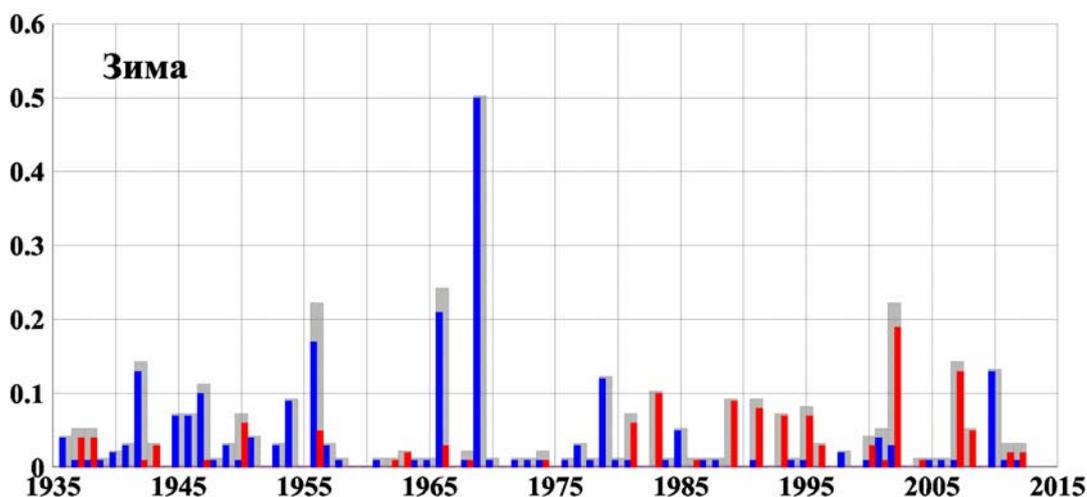


Рисунок 5.3 - Доля площади РФ с экстремальными (сезонная аномалия меньше -2σ : синие столбики, больше $+2\sigma$: красные столбики; суммарная площадь с этими аномалиями: серые столбики) аномалиями температуры зимой, 1936-2013 гг. Базовый период для расчета статистик: 1961-1990 гг.

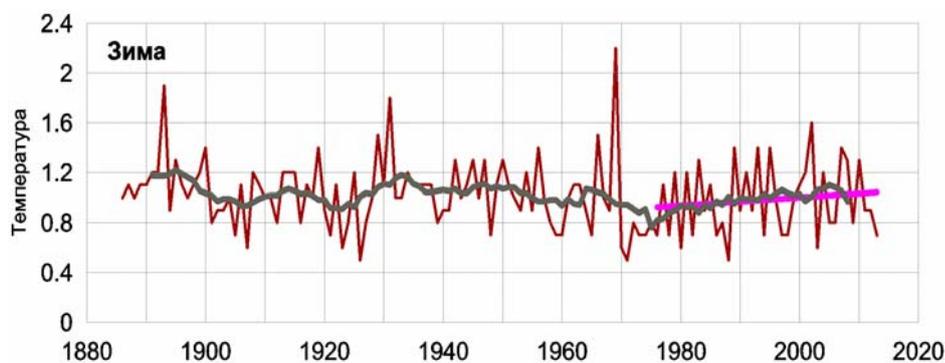


Рисунок 5.4. - Индекс аномальности (индекс Багрова) температурного режима на территории России зимой 1886-2013 гг.

Анализ изменений индекса аномальности Багрова (рис. 5.4) показывает, что с начала 1970-х гг. аномальность температурного режима на территории РФ в зимний сезон очень слабо растет – тренд объясняет 1% общей дисперсии ряда за 1976-2013 гг.

ВЫВОДЫ

1. Зима 2012/13 гг. над континентами Северного полушария в целом была теплой; средняя за сезон и по пространству температура была выше нормы на 0.71°C , 12-ая по величине положительная аномалия в ряду наблюдений с 1886 г. (почти в два раза превышает стандартное отклонение 0.41°C).

Средняя скорость потепления для суши Северного полушария за 1976-2012 гг. составляет $0.25^{\circ}\text{C}/10$ лет (линейный тренд объясняет 38% дисперсии).

2. Зима 2012/13 гг. в России была умеренно холодной: в среднем по территории РФ аномалия температуры приземного воздуха зимой составила -0.50°C (стандартное отклонение 1.82°C). В Европейской части России было тепло (аномалия 1.23°C); здесь наиболее теплой зима была в Северо-Кавказском ФО, сезонная аномалия температуры составила $+2.27^{\circ}\text{C}$ - шестая по величине положительная аномалия с 1936 г. На АЧР в основном наблюдались отрицательные аномалии температуры, наиболее низкие - в южной части Сибирского ФО (сезонные аномалии до -4°C), а также на северо-западе Якутии и в Магаданской области (до -4.5°C).

В декабре было очень холодно на большей части территории страны. Практически на всей ЕЧР наблюдались отрицательные аномалии температуры. В АЧР – резкий контраст между областью холода на юге и юго-западе и тепла вдоль Арктического побережья и в Восточной Сибири. Экстремальные отрицательные аномалии, наблюдающиеся не чаще одного раза в 20 лет, отмечались на юге Западной и Средней Сибири, в Прибайкалье; аномалии здесь достигали -11°C . Декабрьские аномалии температуры, осредненные по регионам составили для Прибайкалья и Забайкалья -5.18°C (5-я среди наиболее холодных зим в регионе с 1936 г.) и Западная Сибирь -5.42°C (9-я).

В январе не отмечалось особенно значительных аномалий. В ЕЧР было тепло, в АЧР преимущественно ниже нормы.

В феврале на большей части территории России было тепло, особенно на севере ЕЧР (аномалии более $+6^{\circ}\text{C}$).

На северо-востоке Сибирского ФО и севере Дальневосточного ФО очень холодно, здесь на многих станциях наблюдались аномалии ниже 5-го перцентиля (ниже -9°C в Магаданской области). Февральская аномалия температуры, осредненная по региону Восточная Сибирь составила -4.14°C (3-я среди самых холодных зим с 1936 г.). Холодно было также на юго-востоке Сибирского ФО и юге Дальневосточного ФО.

3. Количество выпавших осадков зимой 2012/13 гг. было меньше среднего многолетнего на большей части территории РФ; в целом по России относительная аномалия осадков составила 95% (вероятность непревышения 40%). Наибольшие по величине отрицательные аномалии наблюдались в восточных регионах: Средняя Сибирь, Восточная Сибирь; менее значительный - в ЕЧР, на Урале и в Западной Сибири. Избыток осадков отмечен везде вдоль южной границы РФ и на северо-западе ЕЧР, особенно в регионе Приамурье и Приморье (относительная аномалия 135% нормы).

В декабре дефицит осадков наблюдался на большей части страны, в особенности – в Средней Сибири (на ряде станций количество выпавших осадков было меньше 5-го процентиля, осредненная по региону Средняя Сибирь аномалия составила 62% нормы - пятая по величине отрицательная величина в ряду наблюдений).

Значительный избыток осадков наблюдался в Северо-Кавказском ФО (на отдельных станциях до четырех норм), до 200% нормы вдоль границы Монголии и в Приморье.

В январе также преимущественно наблюдался дефицит осадков, особенно выраженный в Дальневосточном ФО (до 20% на побережьях морей Лаптевых и Восточно-Сибирского).

Избыток осадков (более 120% нормы) на севере ЕЧР, в низовьях рек Дона и Волги, в южных районах Западной Сибири (здесь на ряде станций количество выпавших осадков более 95-го процентиля), в Бурятии и в Читинской области (до 3-х норм), вдоль побережья Берингова моря.

В феврале усилился дефицит осадков на севере Дальневосточного ФО: здесь осадки менее 20% месячной нормы и экстремумы ниже 5-го процентиля наблюдаются на огромной территории на севере Якутии, в Магаданской области. Образовалась область значительного дефицита осадков в центральных и южных областях ЕЧР.

Избыток осадков (более 120% нормы) на севере ЕЧР, на севере Уральского и Сибирского ФО, в Хакасии и на Алтае, в Бурятии, на юге Якутии, в Амурской области и в центральных районах Хабаровского края.

4. В целом по России линейный тренд зимней температуры воздуха за период 1976-2013 гг. составил $+0.12^{\circ}\text{C}/10$ лет при вкладе тренда в дисперсию ряда лишь 1% - этот тренд незначим; 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 $+0.25^{\circ}\text{C}/10$ лет, вклад в дисперсию 38%, несмотря на то, что и для СП наблюдается небольшое относительное похолодание примерно с 2005 г.

Основные географические особенности климатических изменений температуры на территории России в зимний период: рост вдоль всего арктического побережья, на всей европейской территории России (максимум – на северо-западе), в значительной части Средней Сибири, в Приамурье, Приморье и Хабаровском крае, на Камчатке. В южной половине Западной и Средней Сибири, в Забайкалье, в Магаданской области и на Чукотке наблюдается отрицательный тренд зимних температур. Область отрицательных трендов за период 1976-2013 гг. существенно расширилась по сравнению с периодом 1976-2012 гг.

Наибольшее потепление на ЕЧР (до $+1.0^{\circ}\text{C}/10$ лет) отмечается в декабре и январе, на севере Средней Сибири (до $+1.8^{\circ}\text{C}/10$ лет) и в Приамурье и Приморье (до $+1.6^{\circ}\text{C}/10$ лет) - в январе. Наиболее интенсивное похолодание просматривается в Сибири (до $-1.6^{\circ}\text{C}/10$ лет) – в декабре и январе, на дальнем северо-востоке (до $-1.8^{\circ}\text{C}/10$ лет) – в январе.

5. Тренд зимних сумм осадков для России в целом положителен: составляет $+0.9\% /10$ лет, но незначим (объясняет 1% 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 – в январе). Значимый региональный тренд наблюдается в Приамурье и Приморье: +8.0%/10 лет, объясняет 11% 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 2012/13 гг. площади, занятые крупными отрицательными (меньше 20-го перцентиля) и положительными (больше 80-го перцентиля) аномалиями температуры составили 22% и 5% соответственно, а площади, занятые крупными отрицательными и положительными аномалиями осадков составили 15% и 10% соответственно.

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 2012/13



ВВЕДЕНИЕ

В настоящем Приложении* приводится информация о состоянии приземного климата (температура приземного воздуха и атмосферные осадки) зимой 2012/13 гг. 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 непревышения» текущего значения во временном ряду рассматриваемой переменной за некоторый период с 1936 по 2012 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 ячейчных весовых множителей, выполняются автоматически, на основании заданной замкнутой ломаной, ограничивающей территорию региона.

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

СЕЗОННЫЕ ОСОБЕННОСТИ ТЕМПЕРАТУРЫ И ОСАДКОВ НА ТЕРРИТОРИИ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ ЗИМОЙ 2012/13 г.

Зимой 2012/13 гг. сезонная аномалия температуры воздуха, осредненная по территории Беларуси, составила +0.47°C (42 величина в ранжированном по убыванию ряду наблюдений с 1936 г.), аномалия осадков 11.6 мм/месяц (ранг 10).

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 2012/13 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 2013</i>	-5.8	-5.1	-6.1	-3.1	-3.6	-4.5	-4.6
Декабрь	-6.5	-6.1	-7.0	-4.5	-5.1	-5.9	-6.1
Январь	-8.5	-7.3	-8.6	-4.1	-5.1	-6.5	-6.5
Февраль	-2.5	-2.0	-2.7	-0.6	-0.5	-1.2	-1.3
б) аномалия температуры (град. Цельсия)							
<i>Зима 2013</i>	0.77	0.38	0.13	0.05	0.66	0.63	0.93
Декабрь	-1.70	-2.28	-2.92	-2.80	-2.52	-2.57	-2.50
Январь	-0.33	-0.38	-0.62	0.35	0.63	0.35	0.82
Февраль	4.34	3.79	3.94	2.59	3.88	4.12	4.46

Таблица 3

Характеристики режима осадков на станциях Беларуси зимой 2012/13 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) Сумма осадков (мм/месяц)							
<i>Зима 2013</i>	43.3	52.7	44.7	52.0	55.3	66.0	49.7
Декабрь	50	65	61	51	69	91	76
Январь	42	49	32	66	67	47	37
Февраль	38	44	41	39	30	60	36
б) Аномалия сумм осадков / (мм/месяц)							
<i>Зима 2013</i>	3.8	10.4	9.0	14.2	21.4	26.9	14.2
Декабрь	-1.5	12.4	17.1	7.1	28.9	44.6	32.5
Январь	4.3	9.0	-3.4	29.0	33.1	8.3	1.2
Февраль	8.5	9.9	13.4	6.5	2.3	27.9	8.9
в) Относительная аномалия сумм осадков (% от нормы)							
<i>Зима 2013</i>	110	125	124	137	162	168	138
Декабрь	97	124	139	116	172	196	175
Январь	111	123	90	179	197	121	103
Февраль	129	129	148	120	108	187	133

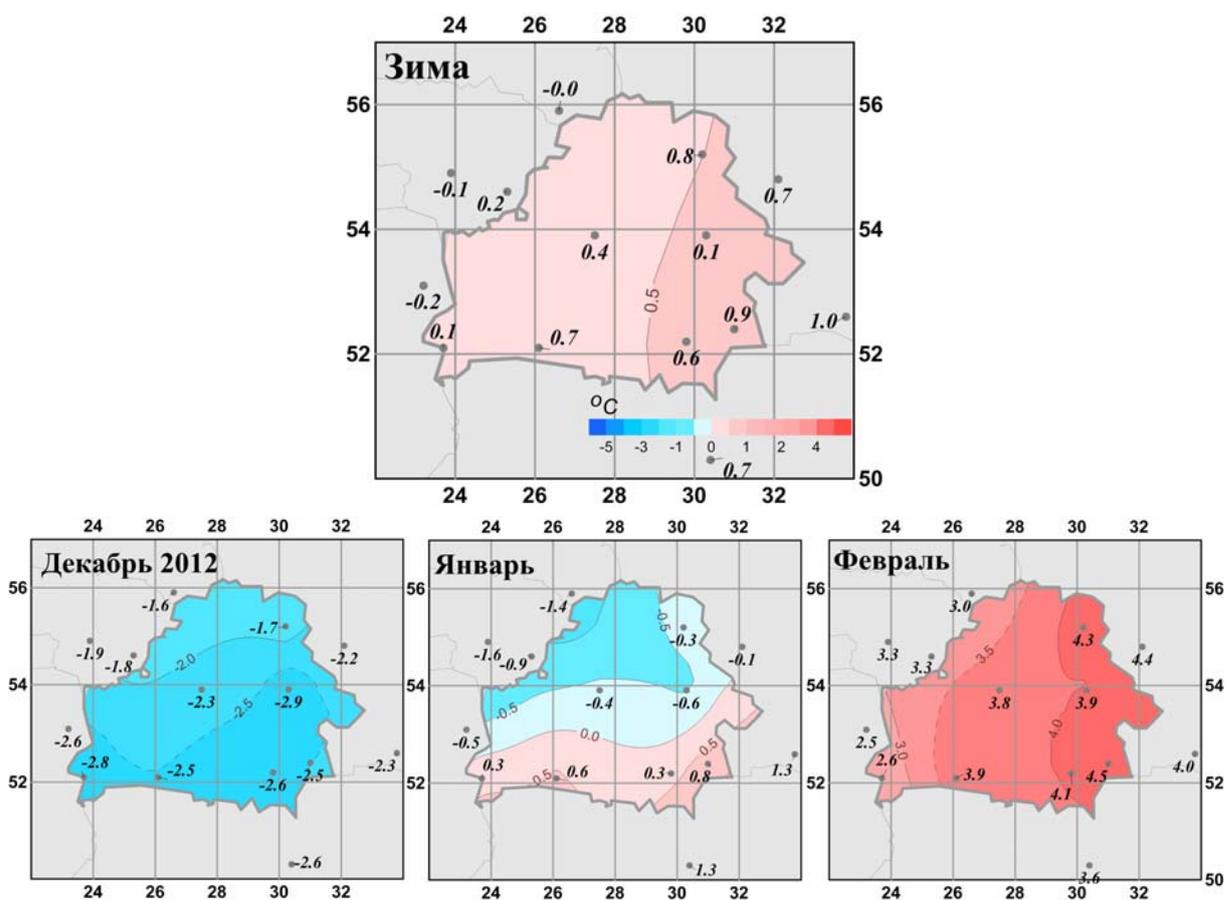


Рисунок 1 - Средние сезонные и средние месячные аномалии температуры ($^{\circ}\text{C}$) приземного воздуха на территории республики Беларусь зимой 2012/13 гг. Аномалии рассчитаны относительно периода 1961-1990 гг. Цифрами приведены значения аномалий температуры (в градусах Цельсия) на станциях.

Зимой было немного теплее средней многолетней на всей территории Республики Беларусь, аномалии температуры на станциях от +0.05°C (Брест) до +0.93°C (Гомель). Самым холодным месяцем в сезоне был декабрь, аномалии от -1.70°C (Витебск) до -2.92°C (Могилев). В январе на севере республики аномалии отрицательные (до -0.62°C (Могилев), на юге – положительные до +0.82°C (Гомель). Февраль – очень теплый месяц в сезоне, аномалии от +2.59°C (Брест) до +4.46°C (Гомель).

Зимой (рис. 2) осадков на всей территории республики выпало больше нормы, в Пинске и в Василевичах количество выпавших осадков превысило 95 процентиль.

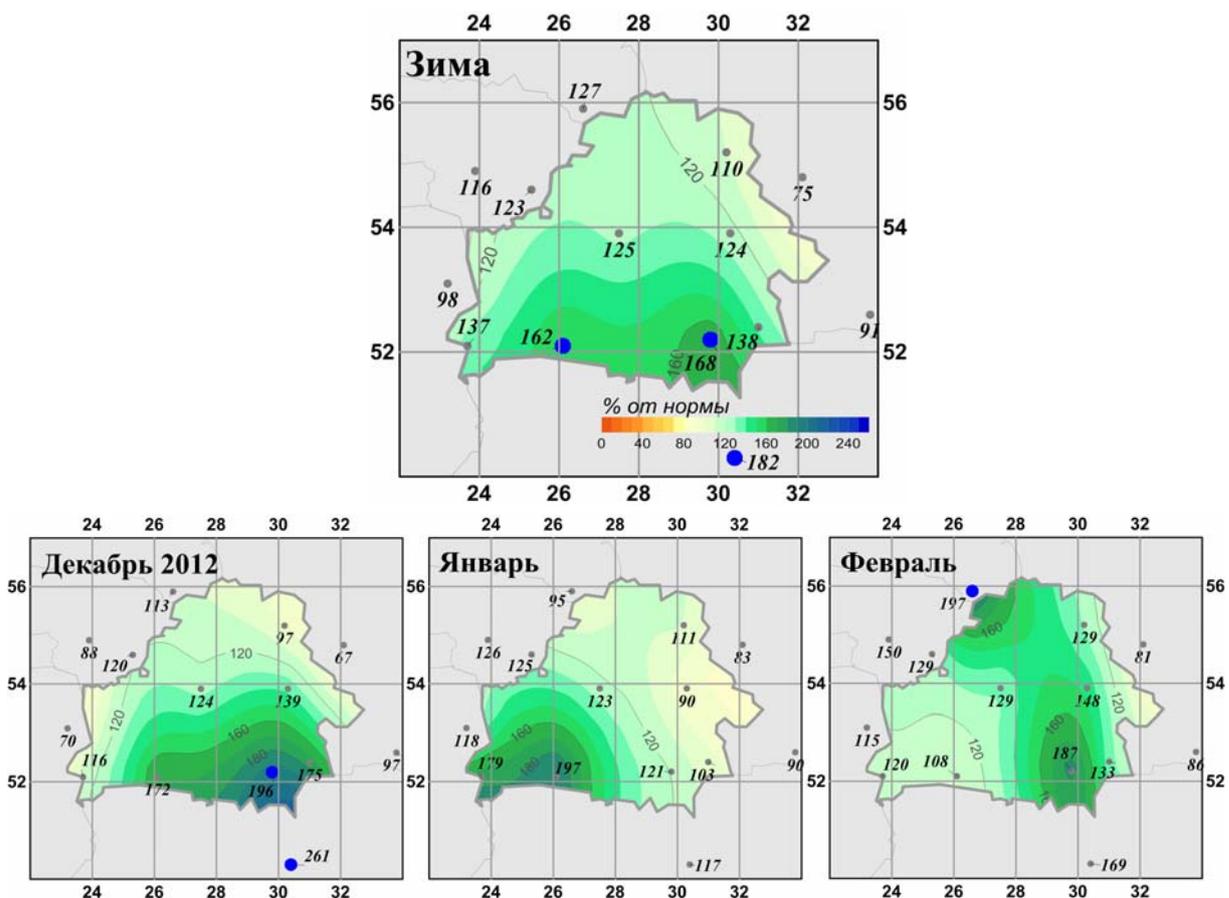


Рисунок 2 - Средние сезонные и месячные аномалии атмосферных осадков (% от нормы) на территории республики Беларусь зимой 2012/13 гг. Аномалии рассчитаны относительно периода 1961-1990 гг. Цифрами приведены значения аномалий температуры (в градусах Цельсия) и осадков (в % от нормы) на станциях. Синими кружками показаны станции, на которых количество выпавших осадков больше 95 процентиля.

Много осадков выпало в декабре на юго-востоке республики – до 196% нормы (Василевичи), в январе – на юго-западе (до 197% нормы в Пинске), в феврале на всей территории республики осадков выпало больше нормы - от 108% (Пинск) до 187% (Василевичи).

Таблица 4

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

	νT_{2013}	s	νR_{2013}	s
Зима 2013	0.47	2.71	11.6	8.1
Декабрь	-2.42	2.39	16.1	14.4
Январь	0.01	4.17	8.2	16.7
Февраль	3.82	3.70	10.7	13.0

Примечание: Аномалии νT_{2013} ($^{\circ}\text{C}$), νR_{2012} (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 1976-2013 гг. в среднем по Республике Беларусь

Сезон	Температура		Осадки	
	$b_{1976-2013}$ $^{\circ}\text{C}/10$ лет	$D_{1976-2013}$ %	$b_{1976-2013}$ мм/мес/10лет	$D_{1976-2013}$ %
Зима 2013	0.46	4	2.4	12
Декабрь	0.26	1	-0.1	0
Январь	0.61	4	0.8	0
Февраль	0.59	3	6.2	30

На рисунках 3, 4 показаны временные ряды осредненных по территории Беларуси сезонных и месячных аномалий температуры воздуха и осадков с 1936 по 2013 гг.

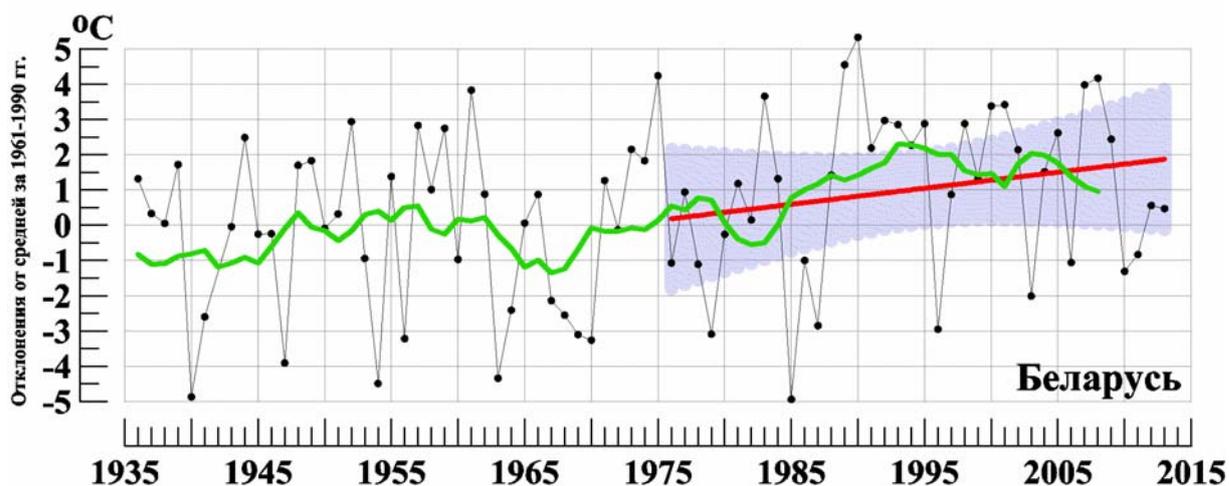


Рисунок 3 - Сезонные (декабрь – февраль) аномалии температуры приземного воздуха ($^{\circ}\text{C}$), осредненные по территории Республики Беларусь.

Аномалии рассчитаны как отклонения от среднего 1961-1990 гг. Сглаженная кривая получена 11-летним скользящим осреднением. Линейный тренд проведен по данным за 1976-2013 гг.

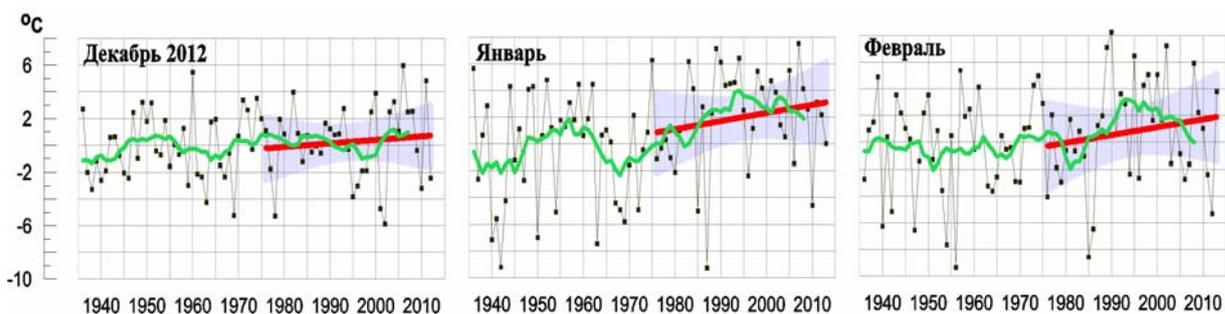


Рисунок 4 - Средние месячные аномалии температуры приземного воздуха ($^{\circ}\text{C}$), осредненные по территории Республики Беларусь.
Условные обозначения см. на рисунке 3.

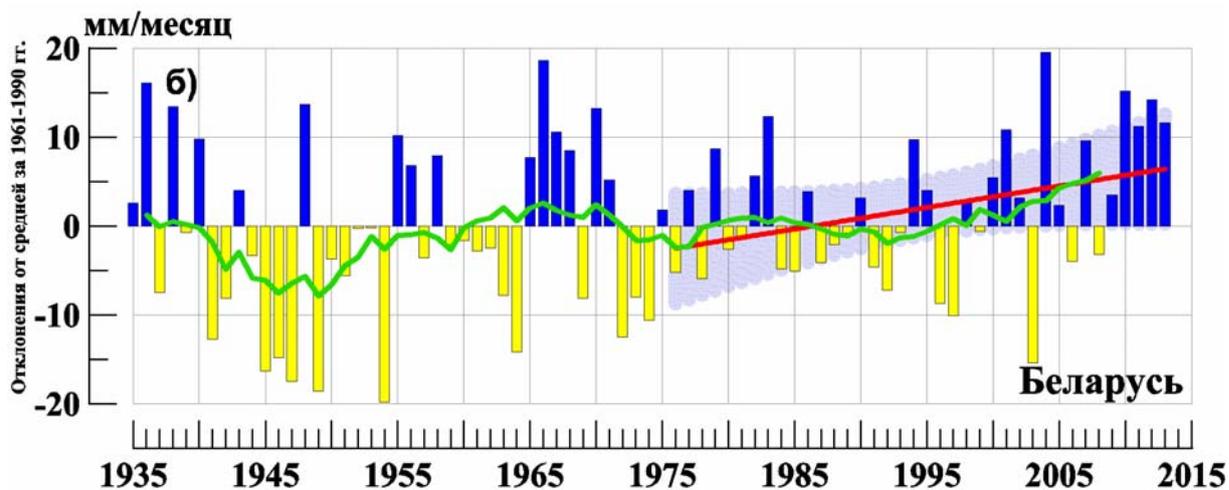


Рисунок 5 - Сезонные (декабрь – февраль) аномалии месячных сумм осадков (мм/месяц), осредненные по территории Республики Беларусь.
Условные обозначения см. на рис. 3

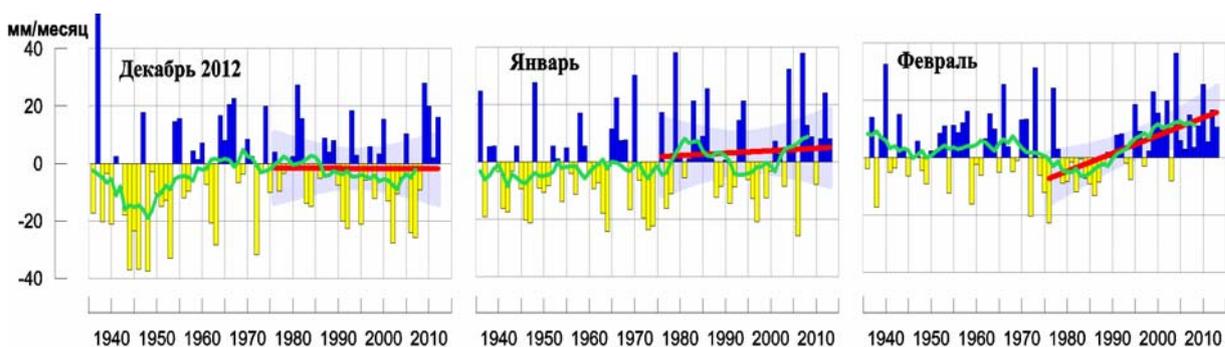


Рисунок 6 - Средние месячные аномалии атмосферных осадков (мм/месяц), осредненные по территории Республики Беларусь.
Условные обозначения см. на рисунке 3.

Тренд зимних температур, в среднем по территории Беларуси, составил $0.46^{\circ}\text{C}/10$ лет (ответствен за 4% дисперсии). Во все месяцы сезона тренд положителен. В изменении регионально осредненных осадков сезонный тренд составил 2.4 мм/месяц/10 лет (ответствен за 12% дисперсии). Наиболее интенсивный рост осадков отмечается в феврале - $+6.2$ мм/месяц/10 лет.

Вклад трендов температуры и осадков в суммарную изменчивость во все месяцы

сезона статистически незначим даже на 5%-ом уровне значимости, за исключением положительного тренда осадков в феврале.

ВЫВОДЫ

1. В среднем по Беларуси сезонная аномалия температуры воздуха составила $+0.47^{\circ}\text{C}$ (ранг 42).

Самым холодным месяцем в сезоне был декабрь, аномалии от -2.92°C (Могилев) до -1.70°C (Витебск). Февраль – очень теплый месяц в сезоне, на всех станциях аномалии температуры выше $+2.5^{\circ}\text{C}$.

2. В среднем по Беларуси сезонная аномалия осадков составила 11.6 мм/месяц (ранг 10), в Пинске и в Василевичах количество выпавших осадков за сезон превысило 95 перцентиль. Количество выпавших осадков во все месяцы было либо близко к норме, либо выше нормы.

3. В среднем по территории Беларуси отмечается тенденция к потеплению, как в среднем за сезон, так и в отдельные зимние месяцы.

В целом для Беларуси отмечается тенденция к увеличению осадков, линейный тренд составил 2.4 мм/месяц/10 лет (ответствен за 12% дисперсии), наиболее интенсивный рост осадков отмечается в феврале.

Вклад трендов температуры и осадков в суммарную изменчивость во все месяцы сезона статистически незначим даже на 5%-ом уровне.