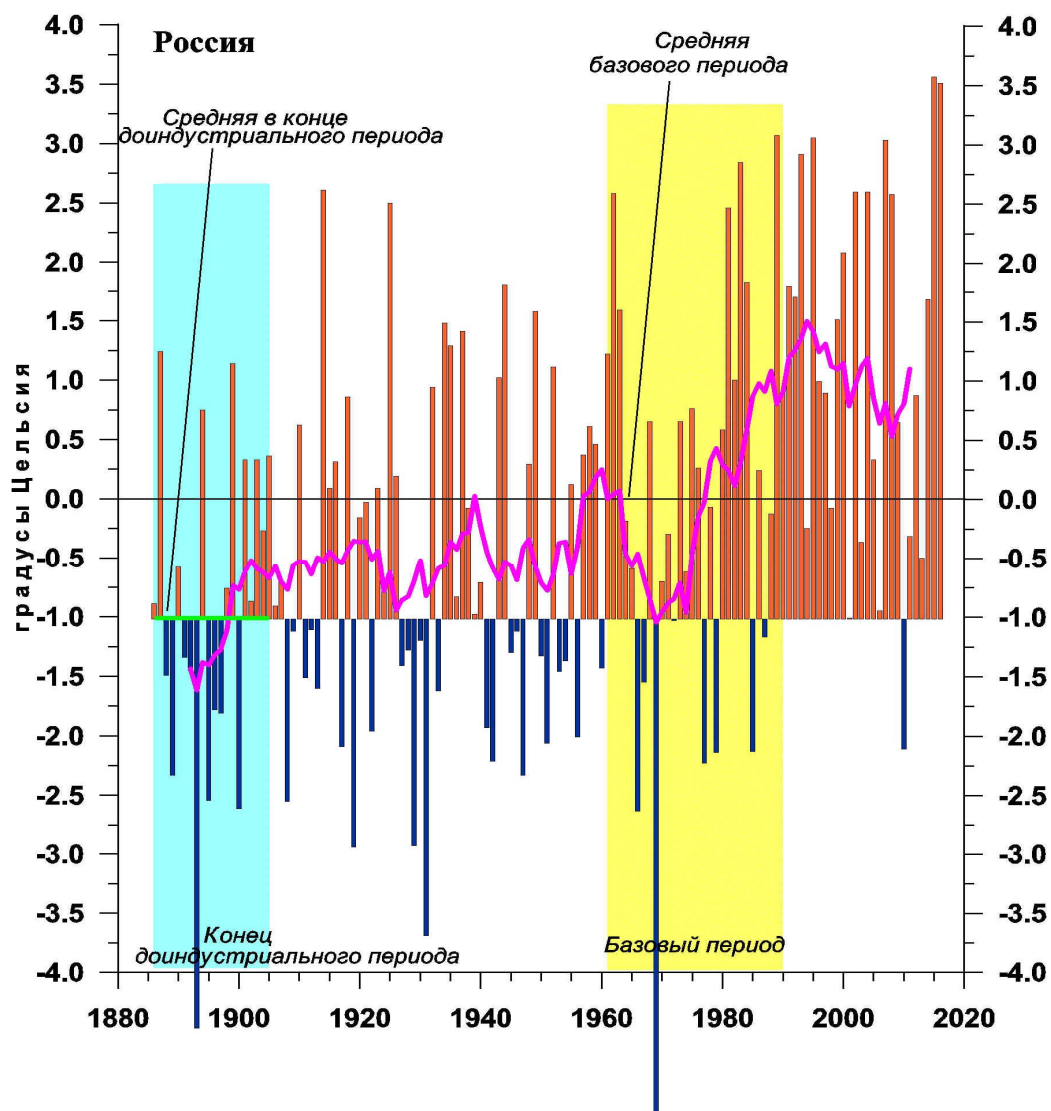


Федеральная служба  
по гидрометеорологии и мониторингу  
окружающей среды

Российская  
Академия Наук

ФГБУ «Институт Глобального Климата и Экологии»



## ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА 2016

ЗИМА: декабрь 2015 – февраль 2016

Обзор состояния и тенденций изменения  
климата России

★  
Москва 2016

## ОГЛАВЛЕНИЕ<sup>1</sup>

ВВЕДЕНИЕ.....	3
1. ИЗМЕНЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ ПРИЗЕМНОГО ВОЗДУХА СЕВЕРНОГО ПОЛУШАРИЯ И РОССИИ ПО ДАННЫМ НАБЛЮДЕНИЙ (зимний сезон).....	6
2. КЛИМАТИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ЗИМЫ 2015/16 гг. НА ТЕРРИТОРИИ РОССИИ .....	7
3. ТЕНДЕНЦИИ СОВРЕМЕННЫХ ИЗМЕНЕНИЙ КЛИМАТА НА ТЕРРИТОРИИ РОССИИ В ЗИМНИЙ СЕЗОН.....	15
4. ИЗМЕНЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ И ОСАДКОВ ЗИМНЕГО СЕЗОНА В РЕГИОНАХ РОССИИ, 1936-2016 гг.....	20
5. ОЦЕНКИ ЭКСТРЕМАЛЬНОСТИ И АНОМАЛЬНОСТИ КЛИМАТА РОССИИ, 1936-2016 гг. (зимний сезон) .....	24
ВЫВОДЫ .....	27
ПРИЛОЖЕНИЕ. Климатические особенности зимы 2015/16 гг. на территории Республики Беларусь .....	29

---

<sup>1</sup> На обложке приведен ход средней сезонной аномалии температуры приземного воздуха, осредненной по территории России, за 1887 – 2016 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 253 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.

Аналогично, для каждого региона по данным о стационарных нормах рассчитываются регионально осредненные нормы. Региональные средние значения самих климатических переменных рассчитываются суммированием регионально осредненных норм и регионально осредненных аномалий (такая процедура уменьшает смещение средних вследствие пропусков в рядах наблюдений).



**Рисунок 2 - Федеральные округа Российской Федерации**

Индексы экстремальности климата соответствуют площади под экстремальными аномалиями заданной обеспеченности. Это вероятностные индексы, в основе которых лежат значения эмпирической функции распределения  $F(X_0)$ , соответствующие наблюдаемым значениям рассматриваемой величины  $X_0$  в точках поля или на станциях:  $F(X_0) = P(x \leq X_0)$ . Значение  $F(X_0)$  часто называют вероятностью 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 искомым экстремумом.

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

\* Раздел подготовлен в рамках программы Союзного государства "Совершенствование системы обеспечения населения и отраслей экономики Российской Федерации и Республики Беларусь информацией о сложившихся и прогнозируемых погодных-климатических условиях, состоянии и загрязнении природной среды"



«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»).

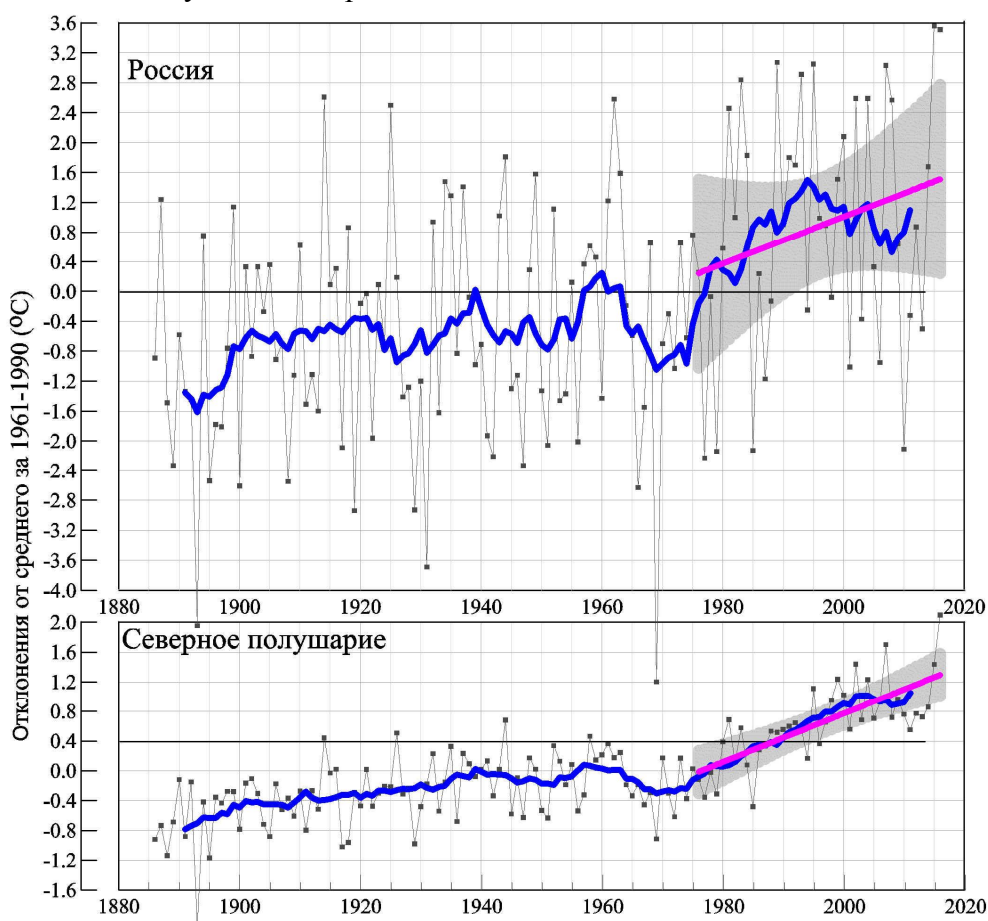
---

\*\* В выпуске принимали участие сотрудники Отдела мониторинга и вероятностного прогноза климата ФГБУ «ИГКЭ Росгидромета и РАН»: М.Ю. Бардин (руководитель), Г.В. Груза, Э.Я. Ранькова, Э.В. Рочева, Т.В. Платова, О.Ф. Самохина, Ю.Ю. Соколов, Е.С. Голубкова, А.В. Шевцова

# 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 2015/16: декабрь 2015 - февраль 2016), осредненных по суше Северного полушария (СП) и по территории России. Временной ряд сезонных аномалий температуры над СП рассчитан по среднемесячным данным Университета Восточной Англии (массив `scut4nh.txt` на сайте [www.cru.uea.ac.uk](http://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 1976-2016 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 2015 – февраль 2016) температуры приземного воздуха, осредненная по Северному полушарию (суша) и территории России за 1886-2016 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 1976-2016 гг. Используются данные Университета Восточной Англии (СП) и данные ФГБУ «ИГКЭ Росгидромета и РАН» (Россия).*

Аномалия температуры воздуха над сушей СП зимой составила  $+2.095^{\circ}\text{C}$  (при стандартном отклонении  $0.41^{\circ}\text{C}$ ) – исторический максимум с 1886 г.

Для России в целом средняя сезонная аномалия температуры приземного воздуха составила  $+3.51^{\circ}\text{C}$  при величине стандартного отклонения  $1.82^{\circ}\text{C}$  – вторая величина с 1886 г. (максимальная аномалия зимы 2014/15 гг.  $3.56^{\circ}\text{C}$ ).

Оценки линейных трендов, характеризующие среднюю тенденцию изменений зимних температур за период 1976-2016 гг. (современное глобальное потепление) в среднем для СП и России, приведены в табл. 1.1. Тренд средних по Северному полушарию зимних температур объясняет больше половины общей изменчивости (вклад в дисперсию) температуры СП и значим на 1%-м уровне. На территории России в течение периода с 1976 по 2016 гг. наблюдался очень интенсивный рост температур с середины 1970-х до середины 1990-х гг., после чего - существенное убывание зимних температур до 2010 г., так что хотя тренд формально положительный и почти равен по величине тренду для СП, он статистически незначим на фоне мощного колебания продолжительностью в несколько десятилетий. После 2010 г. вновь наблюдается рост зимних температур на территории РФ, вплоть до рекордно теплых двух последних зим, почти на  $0.5^{\circ}\text{C}$  более теплых, чем уровень предыдущих максимумов 2007, 1995, 1989 гг. Для суши СП наблюдается сходная картина изменений, но похолодание наблюдалось лишь в первом десятилетии 21 века и было значительно меньше по величине

**Таблица 1.1**

Сезонные (зима: декабрь 2015 – февраль 2016) аномалии температуры приземного воздуха относительно норм базового периода 1961-1990 гг. ( $^{\circ}\text{C}$ ), осредненные по суше СП и России и оценки линейного тренда за период 1976-2016 гг.

Регионы	$\nu T_{2016}$	$s_{1961-90}$	$b, ^{\circ}\text{C}/10 \text{ лет}$	$D \%$
СП	2.10	0.41	0.33	54
Россия	3.51	1.82	0.32	5

*Примечание:*  $\nu T$  – аномалия температуры,  $s$  - стандартное отклонение за период 1961-1990,  $b$  – коэффициент линейного тренда,  $D$  - вклад тренда в дисперсию.

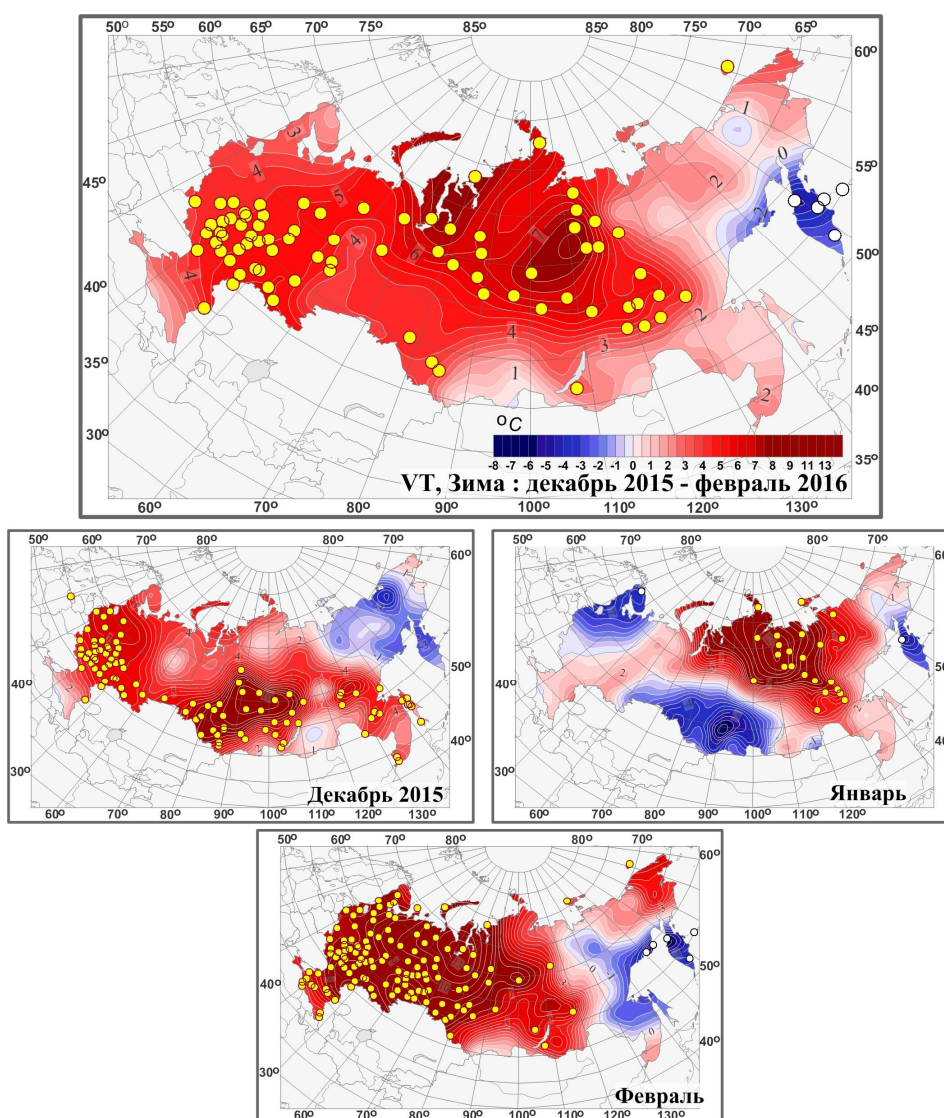
## 2. КЛИМАТИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ЗИМЫ 2015/16 гг. НА ТЕРРИТОРИИ РОССИИ

На рис. 2.1 и 2.3 представлены карты аномалии средней сезонной и средних месячных температур приземного воздуха ( $^{\circ}\text{C}$ ) и осадков (% нормы за 1961-1990 гг.) на территории России зимой 2015/16 гг., а на рис. 2.2 - карта средней сезонной температуры. На картах 2.1, 2.3 указано местоположение станций с экстремумами ниже 5-го или выше 95-го перцентилей. Значения аномалий, осредненных по регионам, представлены в таблицах 2.1 и 2.2.

**Температура воздуха.** Осредненная по территории РФ сезонная аномалия  $3.51^{\circ}\text{C}$  – вторая величина в ряду после рекордной зимы 2015 года (аномалия  $+3.56^{\circ}\text{C}$ ). Температуры выше климатической нормы наблюдались всюду, кроме юга Магаданской

области и Камчатки. Экстремально тепло было в областях центра и востока ЕЧР: на большинстве станций температуры были выше 95-го перцентиля. В АЧР в районе Обской губы и на Среднесибирском плоскогорье аномалии температуры превышали 7°C, на многих станциях отмечены 95%-е экстремумы. Осредненные по ЕЧР и АЧР аномалии: 4.27°C и 3.20°C – максимальная и третья величины в соответствующих рядах. Аномалии на станциях в ЕЧР до 5°C, в АЧР - до 7°C. Максимальная аномалия температуры (8.34°C) зафиксирована на станции остров Диксон.

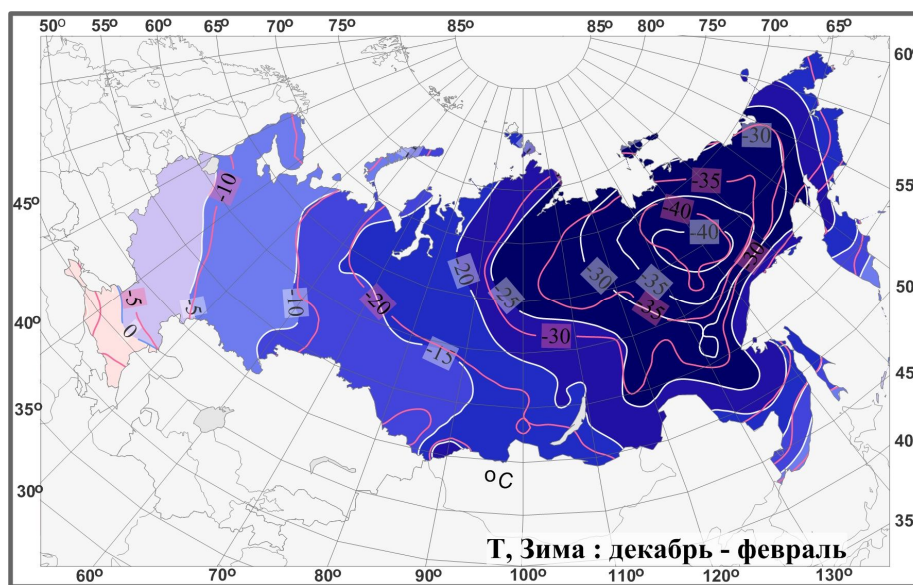
На Дальнем Востоке, юге АЧР к востоку от Алтая, на Северном Кавказе значительно менее тепло. В Магаданской области и особенно на Камчатке холодно: минимальная сезонная аномалия зафиксирована на станции Усть-Воямполка(-5.6°C).



**Рисунок 2.1** – Поля средней сезонной и средних месячных аномалий температуры приземного воздуха (°C) на территории России зимой 2015/16 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.*

Распределение средних сезонных температур на рис. 2.2 позволяет проследить рассмотренные особенности несколько под другим углом. В западной половине РФ сезонные изотермы смещены на восток от своего климатического положения примерно на  $5^{\circ}\text{C}$  (несколько меньше на юге АЧР). Область крайне низких сезонных температур (ниже  $-35^{\circ}\text{C}$ ) в Средней и Восточной Сибири меньше обычной более, чем вдвое: в основном, за счет западной ее части на Среднесибирском плоскогорье (юго-восточнее плато Путорана). На востоке изотермы расположены значительно гуще и близки к своему климатическому положению.



**Рисунок 2.2** – Поля средней сезонной температуры приземного воздуха ( $^{\circ}\text{C}$ ) на территории России зимой 2015/16 гг. Розовые изолинии: средние изотермы за период 1961-1990 гг.

Во все месяцы зимы 2015/16 гг. на территории страны наблюдались обширные области экстремальных аномалий: в декабре и феврале в ЕЧР, в Сибири – во все месяцы, но в разных частях. Во все месяцы наблюдались области аномалии выше  $10^{\circ}\text{C}$ , а в феврале такая область занимала половину Западной Сибири, Северный Урал и северо-восточную часть ЕЧР. С другой стороны, также во все месяцы наблюдались значительные (ниже  $-5^{\circ}\text{C}$ ) отрицательные аномалии, местами экстремальные (ниже 5-го процентиля).

*Декабрь 2015 года* очень теплый месяц (осредненная по территории РФ аномалия температуры:  $4.09^{\circ}\text{C}$  – вторая величина после рекордного 2013 г. ( $4.92^{\circ}\text{C}$ )). Экстремально тепло на западе и в центре ЕЧР, на юге Сибири и Дальнего Востока; почти на 33% станций, по которым поступили данные, температура была выше 95-го процентиля. На западе ЕЧР (в Смоленской, Псковской, Брянской областях) и юге ЕЧР (в Южном и Северо-Кавказском ФО) средние месячные температуры в декабре были выше  $0^{\circ}\text{C}$ . Аномалии температуры на станциях ЕЧР выше  $5^{\circ}\text{C}$  (максимальная аномалия зафиксирована в Новгороде:  $7.5^{\circ}\text{C}$ ), на станциях АЧР до  $10.9^{\circ}\text{C}$  (в Красноярском крае на станции Ванавара). Осредненные по Приволжскому и Сибирскому ФО аномалии температуры:  $5.55^{\circ}\text{C}$  и  $5.82^{\circ}\text{C}$  - вторые в соответствующих рядах.

Холодно в декабре на северо-востоке страны, аномалии температуры на станциях Чукотки до  $-5,3^{\circ}\text{C}$  (на станции Илирней). Минимальные температуры наблюдались в Якутии (в Верхоянске:  $-45,8^{\circ}\text{C}$ , в Оймяконе:  $-46,3^{\circ}\text{C}$ ).

**Январь.** Январская аномалия температуры, осредненная по РФ:  $+1,25^{\circ}\text{C}$ . Экстремально тепло на севере АЧР, особенно на Таймыре и в Якутии, на большинстве станций запада Дальневосточного ФО температура была выше 95 перцентиля, аномалии достигали почти  $15^{\circ}\text{C}$  (наибольшая аномалии зафиксирована на станции Джалинда:  $14,8^{\circ}\text{C}$ ). Январская аномалия температуры, осредненная по Дальневосточному ФО:  $3,94^{\circ}\text{C}$  – третья в ряду с 1936 года.

В то же время, очень холодно в январе на северо-западе ЕЧР (минимальная аномалия зафиксирована в Мурманске:  $-5,2^{\circ}\text{C}$ ), на юге Западной и Средней Сибири (в Минусинске:  $-8,1^{\circ}\text{C}$ ), на Камчатке до  $-6,1^{\circ}\text{C}$  (Усть-Воямполка). Минимальная температура в январе зафиксирована на станции Оймякон:  $-43^{\circ}\text{C}$ .

**Февраль.** Февральская аномалия температуры, осредненная по РФ:  $+5,18^{\circ}\text{C}$  – третья величина в ряду (самым теплым был февраль 1995 года: аномалия  $+6,47^{\circ}\text{C}$ , вторым – февраль 2002:  $5,31^{\circ}\text{C}$ ).

Экстремально тепло (на большинстве станций температура выше 95-го перцентиля) от западных границ России до течения Енисея, аномалии на севере Западной Сибири до  $+13,9^{\circ}\text{C}$  (на станции Новый Порт в районе Обской губы). Осредненные по ЕЧР и Западной Сибири аномалии температуры:  $8,12^{\circ}\text{C}$  и  $8,93^{\circ}\text{C}$  – исторические максимумы в соответствующих рядах.

В федеральных округах юга ЕЧР температуры на станциях были положительными (около  $5^{\circ}\text{C}$ ) и выше нормы примерно на  $7^{\circ}\text{C}$ .

Тепло (аномалии до  $+6^{\circ}\text{C}$ ) – на востоке Якутии и на Чукотке.

Холодно в центральных районах Якутии, вдоль побережья Охотского моря, особенно в Магаданской области и на Камчатке (минимальная аномалия температуры зафиксирована на станции Усть-Воямполка:  $-7,1^{\circ}\text{C}$ ).

### ***Атмосферные осадки.***

В целом за сезон осредненные по территории РФ осадки составили 121% нормы – вторая величина в ряду (рекордное количество осадков, 136% нормы, выпало зимой 1965/66 года). Осредненные по ЕЧР осадки: 138% нормы – исторический максимум в ряду. Значительный избыток осадков (более 120%) наблюдался всюду (кроме Ненецкого АО и Крымского ФО), на большинстве станций осадки превысили 95-й перцентиль. В АЧР значительный избыток осадков (более 120% нормы, на многих станциях более 95-го перцентиля) наблюдался в Средней Сибири (125% нормы – третья величина в ряду), в Приморье.

Дефицит осадков (менее 80%) наблюдался во многих районах Восточной Сибири.

На сезонное распределение осадков для областей с избытком осадков влияние оказали все месяцы сезона (в ЕЧР – особенно январь).

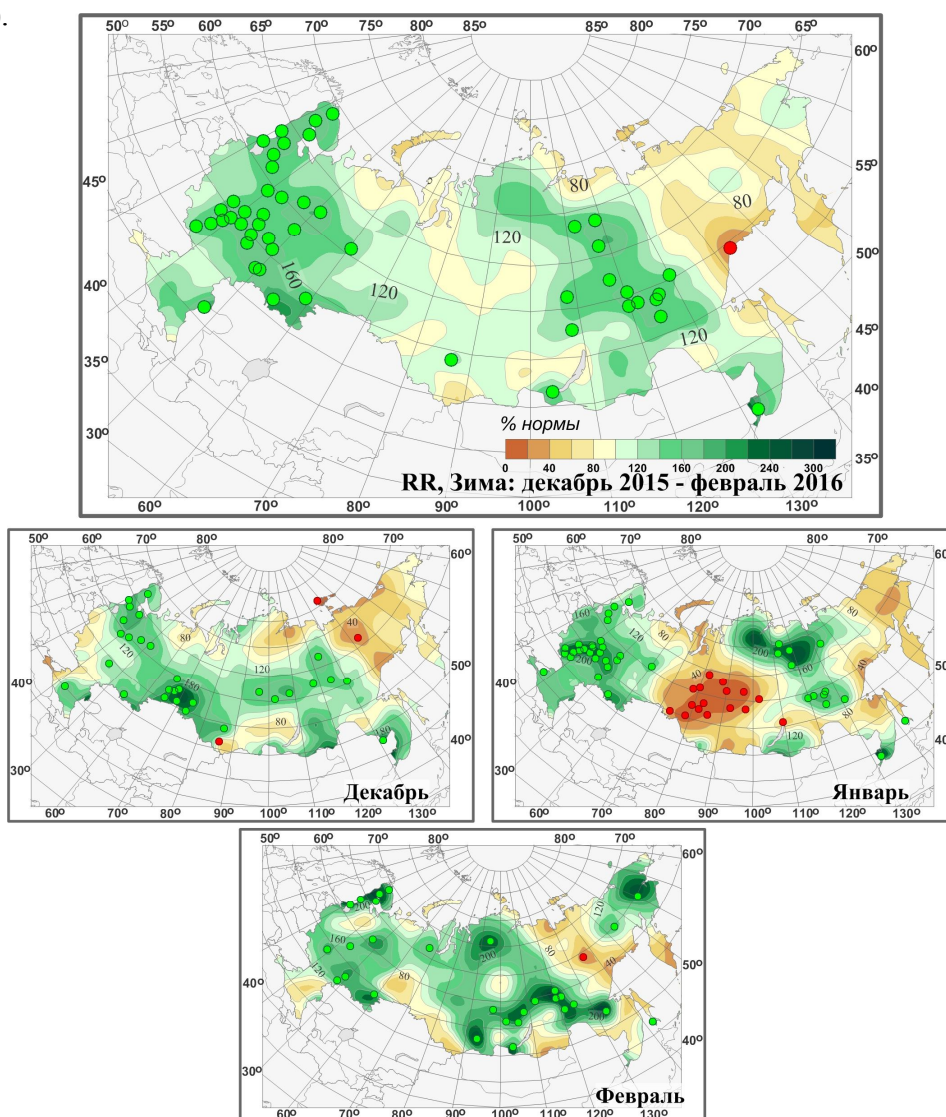
**Декабрь 2015 г.** В целом по РФ количество выпавших осадков составило 121% нормы – третья величина в ряду (максимальное количество осадков в декабре выпало в 2010 году: 139% нормы, вторым был декабрь 1955 года: 127%). Осредненные по ЕЧР



осадки: 123% нормы (ранг 5) (особенно много осадков выпало в Северо-Западном ФО: 144% нормы - вторая величина после рекордного декабря 2003 года: 146% нормы), по АЧР: 119% (ранг 8) (наибольшее количество осадков выпало в Западной и Средней Сибири: 149% и 127% нормы – третьи величины с 1936 года).

На территории РФ избыток осадков наблюдался на большей части ЕЧР (кроме западных районов) и, далее, в АЧР до течения Лены и Алдана (кроме Северо-Сибирской низменности, Байкальского региона и Алтая), в Приморье. На многих станциях севера ЕЧР, юга Западной Сибири, на Среднесибирском плоскогорье количество выпавших осадков превысило 95-й процентиль (на ряде станций более двух норм).

Значительный дефицит осадков (менее 80% нормы) отмечался, на севере Средней Сибири, в Якутии, на Чукотке и Камчатке, а также в районе Байкала и в Крыму (осредненные по Крымскому ФО осадки: 32% - восьмая среди минимальных величин).



**Рисунок 2.3** – Поля аномалий средних сезонных и месячных сумм осадков (в процентах от нормы за 1961-1990 гг.) на территории России зимы 2015/16гг. (декабрь 2015 г. – февраль 2016 г.). Кружками красного цвета показаны станционные экстремумы ниже 5-го процентиля, зеленого – выше 95-го процентиля.

**Январь.** Осредненные по России осадки: 111% нормы.

Значительный избыток осадков наблюдался всюду в ЕЧР (кроме северо-востока), в целом по ЕЧР выпало 155% нормы - вторая величина после рекордного января 2007 года (160% нормы). Наибольшее количество осадков выпало в Центральном ФО (193% нормы – исторический максимум) и в Приволжском ФО (169% - вторая величина после рекордного января 2007 года: 184%) – на большинстве станций этих округов осадки превысили 95-й процентиль.

Вторая область значительного избытка осадков - Таймыр и Якутия, на ряде станций выпало более 95-го процентиля осадков, местами около трех норм.

Экстремальный дефицит осадков (20%-80%) наблюдался на северо-востоке ЕЧР и, далее, в АЧР от течения Оби до Якутии. На многих станциях (особенно, в центре Сибири) количество осадков меньше 5-го процентиля. Осредненные по Сибирскому ФО осадки: 53% - исторический минимум.

Дефицит осадков (40%-80%) наблюдался вдоль побережья морей Тихого океана (в Чукотском АО, на Камчатке, в Магаданской области, в Приамурье).

**Февраль.** Осредненные по РФ осадки 133% - шестая величина с 1936 года. На большей части ЕЧР наблюдался избыток осадков, более двух норм выпало в Карелии, в Мурманской области (на станции Сортавала: 328% нормы) и в Приволжском ФО (164% нормы – восьмая величина с 1936 года). Избыток осадков наблюдался и далее в АЧР до течения Лены (кроме юга Западной Сибири и Забайкалья), а также на востоке Якутии, Приамурье и Хабаровском крае, и на Чукотке. Осредненные осадки по регионам: Средняя Сибирь и Прибайкалье и Забайкалье составили 164% и 196% нормы – третья и четвертая величины в соответствующих рядах. На ряде станций этих районов наблюдались 95-е экстремумы (более двух с половиной норм, а на станции Экимчан в Амурской области выпало 437% нормы).

Дефицит осадков (менее 60% нормы) в ЕЧР наблюдался на юге, в АЧР – на юге Западной Сибири, в Забайкалье, а также на большей части Якутии, на Камчатке, в Приморье.

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). Из-за выраженной асимметрии распределения осадков для характеристики масштаба аномалий разного знака приводятся величины разности между медианой и первым квартилем (25-й процентиль, т.е. точка, отсекающая 1-ю четверть распределения) функции распределения для характеристики величины дефицита осадков, а для оценки величины избытка осадков - разности между третьим квартилем и медианой, рассчитанные для базового периода.

(приводится также величина аномалии, соответствующая медиане распределения, что позволяет судить о величине асимметрии). Кроме того, в таблицах приведены значения эмпирической вероятности (вероятности неперевышения) региональных аномалий по данным за 1936-2015 годы.

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

Как уже отмечалось выше, зима 2015/16 гг. для России в целом (см. табл. 2.1) была второй в ряду (аномалия температуры  $+3.51^{\circ}\text{C}$ , что только на  $0.05^{\circ}\text{C}$  меньше аномалии зимой 2014/15 гг. ( $+3.56^{\circ}\text{C}$ )). В ЕЧР ( $+4.27^{\circ}\text{C}$  – рекордный максимум) особенно тепло в Приволжском ( $5.04^{\circ}\text{C}$  - ранг 2) и в Центральном ( $4.37^{\circ}\text{C}$  – ранг 3) ФО, в АЧР (аномалия  $3.20^{\circ}\text{C}$  – третья в ряду) экстремально тепло в Западной ( $4.55^{\circ}\text{C}$  – ранг 2) и Средней ( $5.17^{\circ}\text{C}$  – ранг 2) Сибири. Из месяцев сезона (табл. 2.1.1) экстремально тепло было в декабре 2015 г. (аномалия:  $4.09^{\circ}\text{C}$  – вторая величина с 1936 г., экстремально тепло в Центральном, Приволжском и Сибирском ФО) и февраль ( $5.18^{\circ}\text{C}$  – третья в ряду, экстремально тепло во всех федеральных округах ЕЧР и в Уральском ФО).

**Таблица 2.1**  
Регионально осредненные аномалии температуры зимой 2015/16 гг.

Регионы	$\nu T_{2016}$	$s_{1961-90}$	$P(t \leq T_{2016})$
Российская Федерация	<b>3.51</b>	<b>1.81</b>	<b>98.8</b>
<b>Физико-географические регионы России</b>			
Европейская часть России	<b>4.27</b>	<b>2.31</b>	<b>100.0</b>
Азиатская часть России	<b>3.20</b>	<b>1.89</b>	<b>97.5</b>
Западная Сибирь	<b>4.55</b>	<b>2.91</b>	<b>98.8</b>
Средняя Сибирь	<b>5.17</b>	<b>2.74</b>	<b>98.8</b>
Прибайкалье и Забайкалье	2.42	1.90	87.5
Приамурье и Приморье	1.55	1.67	81.3
Восточная Сибирь	0.65	1.39	68.8
<b>Федеральные округа РФ</b>			
Северо-Западный	4.18	2.88	90.0
Центральный	<b>4.37</b>	<b>2.69</b>	<b>97.5</b>
Приволжский	<b>5.04</b>	<b>2.54</b>	<b>98.8</b>
Южный	<b>3.80</b>	<b>2.08</b>	<b>96.2</b>
Северо-Кавказский	<b>2.51</b>	<b>1.59</b>	<b>95.0</b>
Уральский	<b>5.06</b>	<b>3.12</b>	<b>98.8</b>
Сибирский	3.87	2.57	93.8
Дальневосточный	2.10	1.46	91.3
Крымский	<b>2.58</b>	<b>1.72</b>	<b>96.2</b>

**Примечание:** 1. Аномалии  $\nu T_{2015}$  ( $^{\circ}\text{C}$ ) рассчитаны как отклонения от нормы 1961-1990 гг.;  $s$  ( $^{\circ}\text{C}$ ) – среднее квадратическое отклонение за базовый период; вероятности неперевышения  $P(t \leq T_{2016})$  рассчитаны по выборке за 1936-2015 гг. и выражены в %. Выделены экстремальные значения, попавшие в 5% максимальных.

Зима (табл. 2.2) в РФ в целом была экстремально снежной, количество выпавших осадков составило 121% нормы (ранг 2). В ЕЧР (138% нормы - исторический максимум) много осадков выпало в Центральном (146% - ранг 2) и в Приволжском (152% - ранг 2). В АЧР очень много осадков выпало в Средней Сибири (125% - ранг 3).

Из месяцев сезона (табл. 2.2.1) значительный избыток осадков наблюдался в декабре: в среднем по РФ выпало 121% нормы – вторая величина с 1936 г., в ЕЧР особенно много осадков выпало в Северо-Западном ФО: 144% (ранг 2), а в АЧР в Западной (149% - ранг 3) и Средней (127% - ранг 3) Сибири. В январе значительный избыток осадков наблюдался всюду в ЕЧР (155% - ранг 2), а сильный дефицит осадков в Сибирском ФО (53% нормы – исторический минимум). В феврале значительный избыток осадков наблюдался в Сибирском ФО: 153% - ранг 4.

**Таблица 2.1.1**

Регионально осредненные аномалии температуры в зимние месяцы.

Регионы	Декабрь 2015			Январь			Февраль		
	$vT_{2015}$	$S_{1961-90}$	$P(t \leq T_{2015})$	$vT_{2016}$	$S_{1961-90}$	$P(t \leq T_{2016})$	$vT_{2016}$	$S_{1961-90}$	$P(t \leq T_{2016})$
Российская Федерация	<b>4.09</b>	<b>1.92</b>	<b>98.8</b>	1.25	2.35	66.3	<b>5.18</b>	<b>2.42</b>	<b>97.5</b>
<b>Физико-географические регионы России</b>									
Европейская часть России	<b>4.98</b>	<b>2.70</b>	<b>98.8</b>	-0.28	3.46	35.0	<b>8.12</b>	<b>2.95</b>	<b>100.0</b>
Азиатская часть России	<b>3.74</b>	<b>2.14</b>	<b>96.2</b>	1.87	2.20	76.2	4.01		92.5
Западная Сибирь	<b>5.57</b>	<b>3.46</b>	<b>96.2</b>	-0.86	3.90	38.7	<b>8.93</b>	<b>3.52</b>	<b>100.0</b>
Средняя Сибирь	<b>5.99</b>	<b>2.78</b>	<b>96.2</b>	4.93	3.59	88.7	4.72	3.94	87.5
Прибайкалье и Забайкалье	2.90	2.57	85.0	-0.18	2.40	48.8	4.54	2.66	87.5
Приамурье и Приморье	<b>3.69</b>	<b>2.33</b>	<b>97.5</b>	1.72	2.36	72.5	-0.77	2.08	22.5
Восточная Сибирь	-0.51	2.30	45.0	2.60	2.59	86.3	-0.13	2.70	50.0
<b>Федеральные округа РФ</b>									
Северо-Западный	5.43	3.53	91.3	-1.67	4.14	25.0	<b>8.78</b>	<b>4.05</b>	<b>98.8</b>
Центральный	<b>5.81</b>	<b>2.95</b>	<b>97.5</b>	-0.43	4.19	35.0	<b>7.74</b>	<b>3.65</b>	<b>98.8</b>
Приволжский	<b>5.55</b>	<b>3.41</b>	<b>98.8</b>	0.79	3.96	47.5	<b>8.79</b>	<b>3.05</b>	<b>100.0</b>
Южный	3.12	2.13	91.3	1.04	3.32	52.5	<b>7.24</b>	<b>3.23</b>	<b>98.8</b>
Северо-Кавказский	2.00	1.68	86.3	0.83	2.63	53.8	<b>4.72</b>	<b>2.42</b>	<b>98.8</b>
Уральский	3.78	3.70	82.5	1.04	4.18	52.5	<b>10.36</b>	<b>3.92</b>	<b>100.0</b>
Сибирский	<b>5.82</b>	<b>2.99</b>	<b>98.8</b>	-0.25	3.31	48.8	<b>6.04</b>	<b>3.38</b>	<b>95.0</b>
Дальневосточный	1.98	2.06	86.3	<b>3.94</b>	<b>1.85</b>	<b>97.5</b>	0.44	2.42	52.5
Крымский	1.59	1.76	80.0	0.41	2.71	45.0	<b>5.74</b>	<b>2.84</b>	<b>100.0</b>

**Таблица 2.2**

Регионально осредненные аномалии осадков зимой 2015/16 гг.

Регионы	$vR_{2016}$	$RR_{2016}$	$m$	$m-q1$	$q3-m$	$P(r \leq R_{2016})$
Российская Федерация	<b>4.9</b>	<b>121</b>	<b>-0.50</b>	<b>0.98</b>	<b>1.58</b>	<b>98.8</b>
<b>Физико-географические регионы России<sup>7</sup></b>						
Европейская часть России	<b>14.4</b>	<b>138</b>	<b>-1.05</b>	<b>2.15</b>	<b>5.27</b>	<b>100.0</b>
Азиатская часть России	1.1	106	-0.35	0.92	1.32	78.8
Западная Сибирь	2.1	109	0.10	3.10	2.40	71.2
Средняя Сибирь	<b>4.4</b>	<b>125</b>	<b>-0.05</b>	<b>1.40</b>	<b>1.55</b>	<b>97.5</b>
Прибайкалье и Забайкалье	2.2	121	-0.50	0.78	1.60	85.0
Приамурье и Приморье	0.6	105	-0.15	3.25	2.35	66.3
Восточная Сибирь	-4.4	80	-0.45	2.32	2.92	32.5
<b>Федеральные округа РФ</b>						

Северо-Западный	<b>13.7</b>	<b>139</b>	0.00	3.85	4.08	<b>98.8</b>
Центральный	<b>18.5</b>	<b>146</b>	<b>-1.10</b>	<b>5.38</b>	<b>8.12</b>	<b>98.8</b>
Приволжский	<b>18.0</b>	<b>152</b>	<b>0.95</b>	<b>6.88</b>	<b>4.40</b>	<b>98.8</b>
Южный	7.2	117	1.40	10.18	4.65	83.7
Северо-Кавказский	5.3	111	-1.65	9.63	7.72	71.2
Уральский	4.0	116	-0.10	2.10	3.28	78.8
Сибирский	1.9	111	-0.55	1.15	2.48	76.2
Дальневосточный	-0.3	99	0.00	2.25	1.58	60.0
Крымский	-2.7	94	-2.70	6.32	10.88	50.0

**Примечание:** 1. Аномалии  $vR_{2015}$  (мм/месяц) рассчитаны как отклонения от нормы (среднее за базовый период 1961-1990 гг.),  $RR_{2016}$  – отношение  $R_{2016}$  к норме, выраженное в %,  $q1$ ,  $q3$  и  $m$  – соответственно первый, третий квартиль и медиана аномалий (мм/месяц) за базовый период; вероятности неперевышения  $P(r \leq R_{2016})$  – рассчитаны по выборке за 1936-2015 гг. и выражены в %. Выделены экстремальные значения, попавшие в 5% максимальных.

**Таблица 2.2.1**

Регионально осредненные аномалии осадков в зимние месяцы.

Регионы	Декабрь 2015 г.			Январь			Февраль		
	$vR_{2015}$	$RR_{2015}$	$P(r \leq R_{2015})$	$vR_{2016}$	$RR_{2016}$	$P(r \leq R_{2016})$	$vR_{2016}$	$RR_{2016}$	$P(r \leq R_{2016})$
Российская Федерация	<b>6.1</b>	<b>121</b>	<b>97.5</b>	2.6	111	78.8	6.0	133	93.8
<b>Физико-географические регионы России</b>									
Европейская часть России	<b>10.6</b>	<b>123</b>	<b>95.0</b>	<b>21.0</b>	<b>155</b>	<b>98.8</b>	11.8	141	86.3
Азиатская часть России	4.3	119	91.3	-4.7	75	11.2	3.8	126	92.5
Западная Сибирь	<b>13.4</b>	<b>149</b>	<b>97.5</b>	-10.0	58	10.0	3.0	117	68.8
Средняя Сибирь	<b>6.1</b>	<b>127</b>	<b>97.5</b>	-1.4	92	41.2	<b>8.3</b>	<b>164</b>	<b>97.5</b>
Прибайкалье и Забайкалье	0.4	103	61.3	-0.8	92	32.5	<b>6.9</b>	<b>196</b>	<b>96.2</b>
Приамурье и Приморье	2.7	113	67.5	-1.2	91	41.2	0.2	102	63.7
Восточная Сибирь	-4.9	80	35.0	-7.1	70	20.0	-1.3	93	56.3
<b>Федеральные округа РФ</b>									
Северо-Западный	<b>18.7</b>	<b>144</b>	<b>98.8</b>	10.5	130	88.7	12.7	147	88.7
Центральный	2.3	105	68.8	<b>36.3</b>	<b>193</b>	<b>100.0</b>	16.9	155	86.3
Приволжский	12.4	131	88.7	<b>24.6</b>	<b>169</b>	<b>98.8</b>	17.0	164	91.3
Южный	-5.7	89	53.8	<b>24.8</b>	<b>156</b>	<b>95.0</b>	2.5	108	52.5
Северо-Кавказский	13.1	123	77.5	13.4	127	75.0	-10.1	75	17.5
Уральский	12.1	142	93.8	-4.8	81	33.8	4.6	124	80.0
Сибирский	7.2	131	92.5	<b>-8.4</b>	<b>53</b>	<b>0.0</b>	<b>6.9</b>	<b>153</b>	<b>96.2</b>
Дальневосточный	-0.3	99	62.5	-1.5	92	52.5	0.9	106	68.8
Крымский	-38.8	32	8.7	28.5	161	83.7	2.2	106	61.3

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

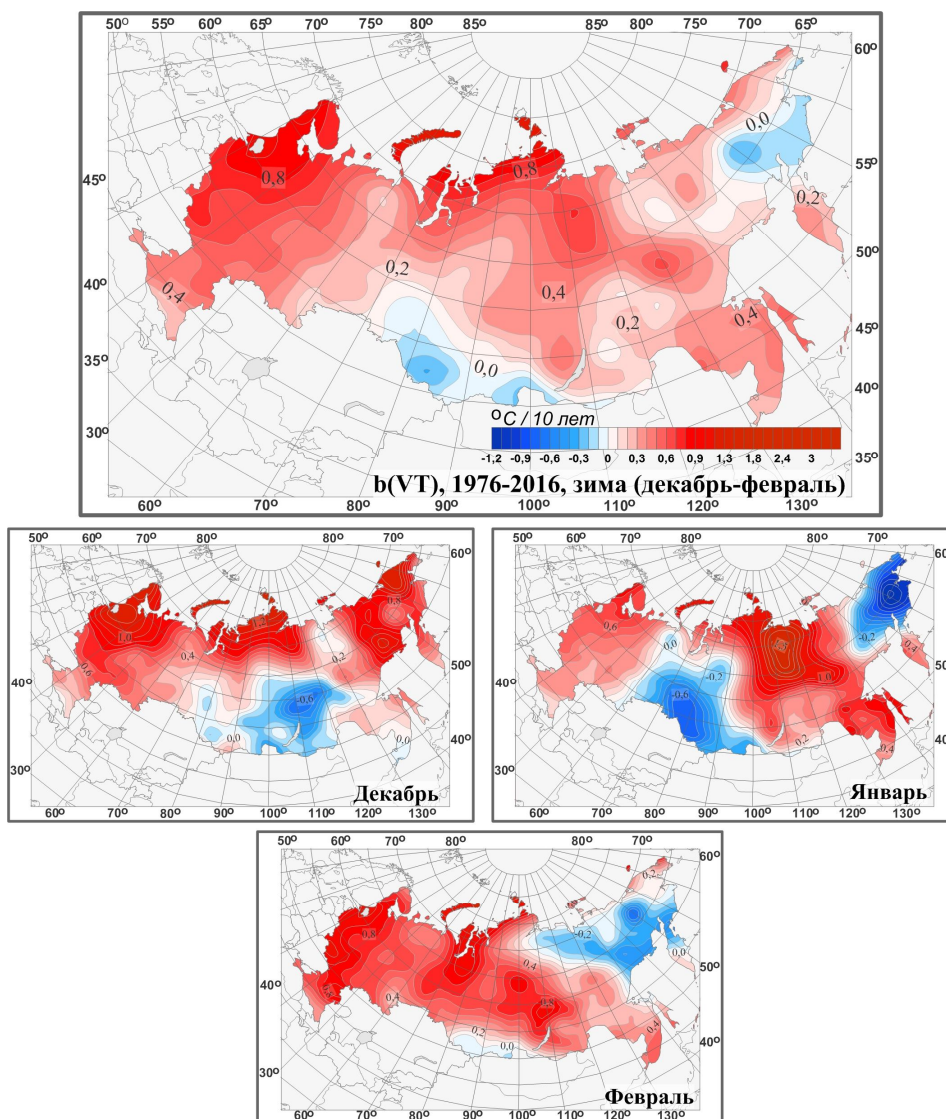


линейного тренда за 1976-2016 гг. температуры приземного воздуха и атмосферных осадков на территории России для зимнего сезона в целом и для каждого из месяцев зимы.

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 в ЕЧР, в АЧР везде, кроме юга Сибирского ФО и юга Чукотского и севера Корякского АО.

Наибольшее потепление в среднем за сезон отмечается в северных районах страны – на северо-западе ЕЧР и на севере Средней Сибири и местами превосходит  $+1^{\circ}\text{C}/10$  лет (Таймыр). В феврале максимальная интенсивность потепления немного ниже, чем в декабре и январе.

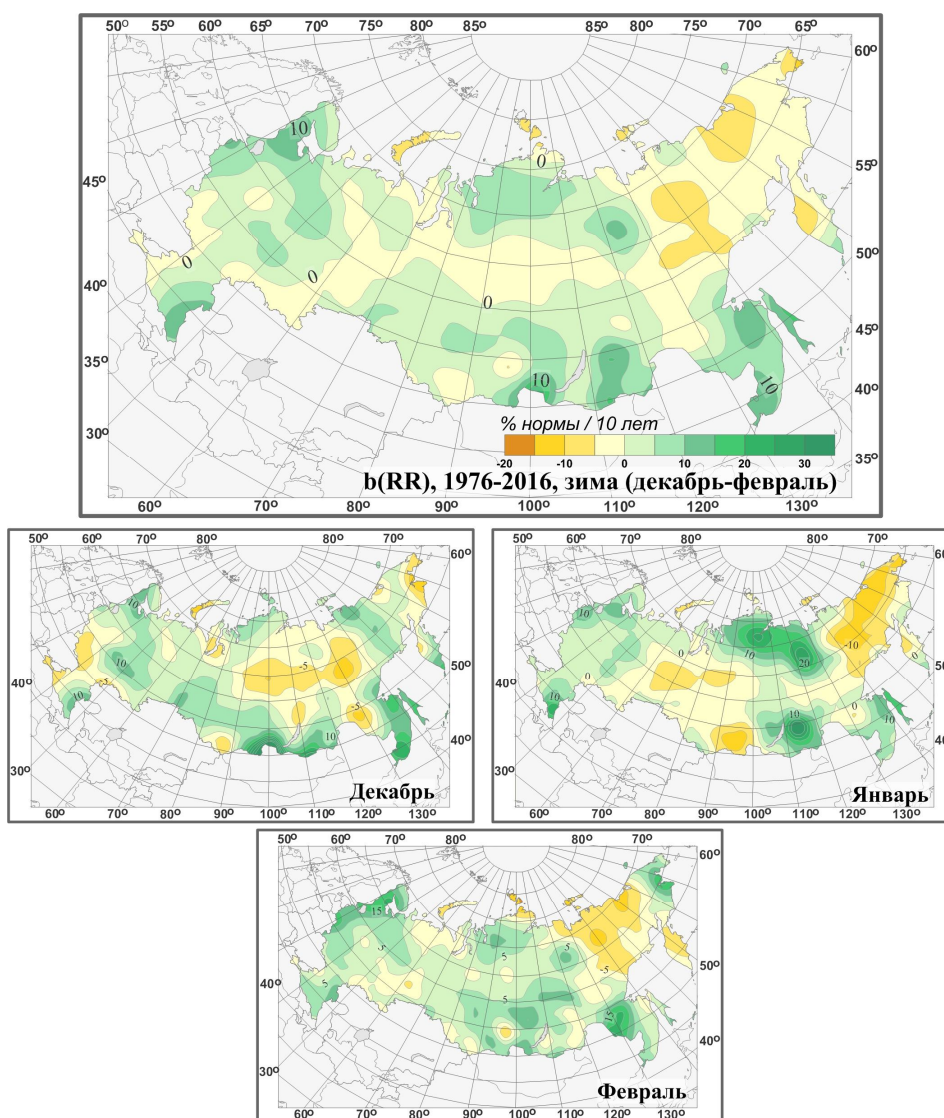


**Рисунок 3.1** – Распределение локальных коэффициентов линейного тренда сезонных и месячных аномалий температуры ( $^{\circ}\text{C}/10$  лет) на территории России по данным за 1976-2016 (зима)

Отрицательный тренд зимних температур за период с 1976 г. сохраняется на



дальнем северо-востоке страны: на юге Чукотского и на севере Корякского АО за счет января и февраля (декабрьские температуры в этой области растут). Другая область похолодания наблюдается в южной части Сибири (проявилась впервые несколько лет назад). Похолодание здесь наблюдается в основном в декабре (вокруг Байкала с максимумом к северу от него) и январе (в южной половине Западной Сибири): на сезонной карте значения тренда достигают  $-0.3^{\circ}\text{C}/10$  лет. В феврале наблюдается похолодание на севере Средней Сибири. Следует отметить, что область отрицательных трендов средней зимней температуры за период 1976-2016 гг. на юге Сибири уменьшилась по сравнению с периодом 1976-2015 гг. за счет экстремально теплых декабря 2015 г. и февраля 2016 г. в этом регионе.



**Рисунок 3.2** – Распределение локальных коэффициентов линейного тренда сезонных и месячных аномалий осадков (% нормы / 10 лет) на территории России по данным за 1976-2016 (зима).

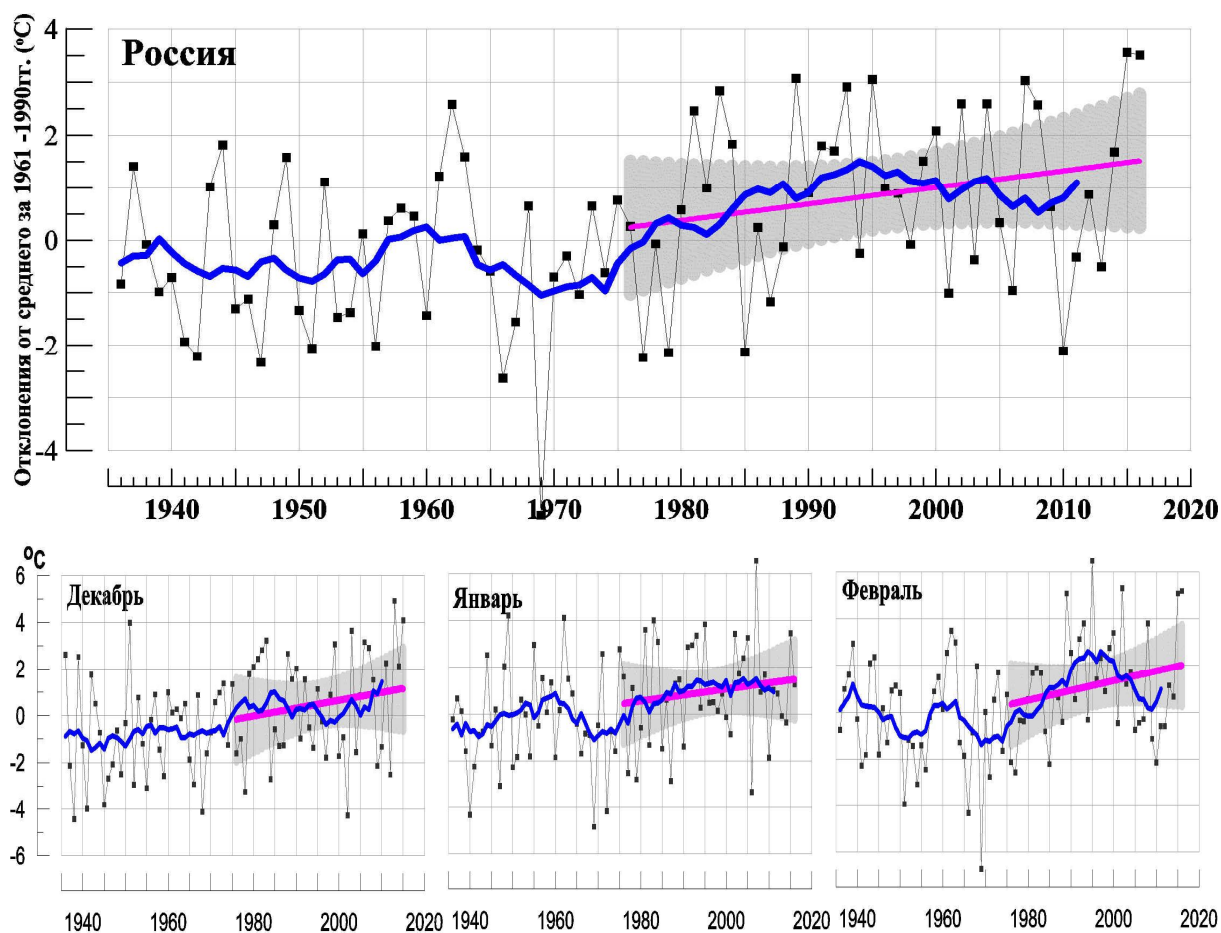
В изменении сезонных сумм осадков (рис. 3.2) преобладает рост; можно выделить несколько крупных областей заметного роста: в ЕЧР (максимумы – на северо-западе и в СКФО; эти особенности сохраняются для всех зимних месяцев); на севере и

на юге Западной и Средней Сибири; в Приморье и на Сахалине. Обширные области убывания осадков расположены в Восточной Сибири. Осадки убывают также на островах Северного Ледовитого океана.

Для всех зимних месяцев наблюдается рост осадков на северо-западе ЕЧР (максимум – в феврале) и в СКФО, в областях вокруг Байкала и в Приморье (особенно в декабре). 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. По сравнению с оценками 1976-2015 гг., в Средней Сибири на сезонной карте практически отсутствует область убывания осадков: хотя для декабря она наблюдается, но значительно уменьшилась интенсивность убывания за счет значительного избытка осадков в этом районе в декабре 2015 г. Стоит отметить убывание декабрьских осадков в западных областях южной половины ЕЧР.

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



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

*Аномалии рассчитаны как отклонения от среднего 1961-1990 гг. Сглаженная кривая получена 11-летним скользящим осреднением. Линейный тренд получен по данным за 1976-2016 гг. Показана 95% -я доверительная область для линии тренда.*

Таблица 3.1

Оценки линейного тренда температуры приземного воздуха и суммы осадков, осредненных по территории России и за зимний сезон, за 1976-2016 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> , %
<b>Зима</b>	0.32	5	0.6	9
Декабрь	0.34	3	0.6	4
Январь	0.26	2	0.3	2
Февраль	0.42	5	0.7	7

Тренд средней по России зимней температуры за период 1976-2016 гг. положителен: он составляет  $0.32^{\circ}\text{C}/10$  лет, но объясняет лишь 5% 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 температуры последовательно уменьшались до начала 2010-х гг., затем снова наблюдается рост. В основном такое поведение сезонных температур связано с февралем и отчасти январем. Тренды как среднесезонных, так и месячных температур за период с 1976 г. незначимы на фоне межгодовой изменчивости.

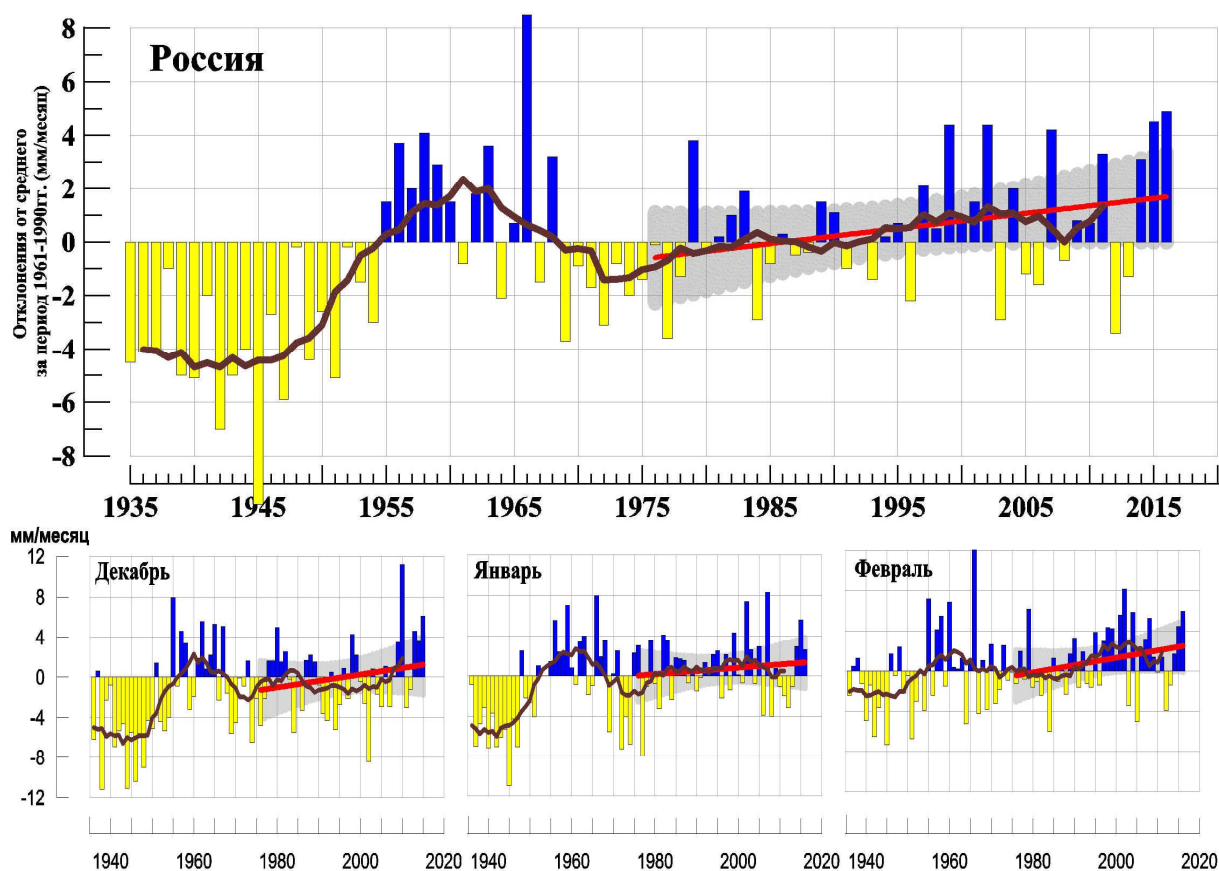


Рисунок 3.4 – То же, что на рис. 3.3, но для атмосферных осадков (мм/мес).

Зимние осадки в целом по России довольно устойчиво растут с 1970-х гг.; тренд

значим на уровне 5%. Однако очень значительны колебания с периодом в несколько десятилетий, особенно выраженные в 30-е – 60-е годы, а для отдельных месяцев и в дальнейшем (в особенности в феврале).

#### 4. ИЗМЕНЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ И ОСАДКОВ ЗИМНЕГО СЕЗОНА В РЕГИОНАХ РОССИИ ЗА ПЕРИОД 1936-2016 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 – 2016 гг. На всех рисунках показаны линейные тренды за 1976-2016 гг., рассчитанные методом наименьших квадратов. Величины трендов и объясненные трендами доли дисперсии рядов представлены в таблице 4.1.

Таблица 4.1

Оценки линейного тренда осредненных по территории России среднесезонных аномалий температуры приземного воздуха и сумм осадков за 1976-2016 гг. (зимний сезон),

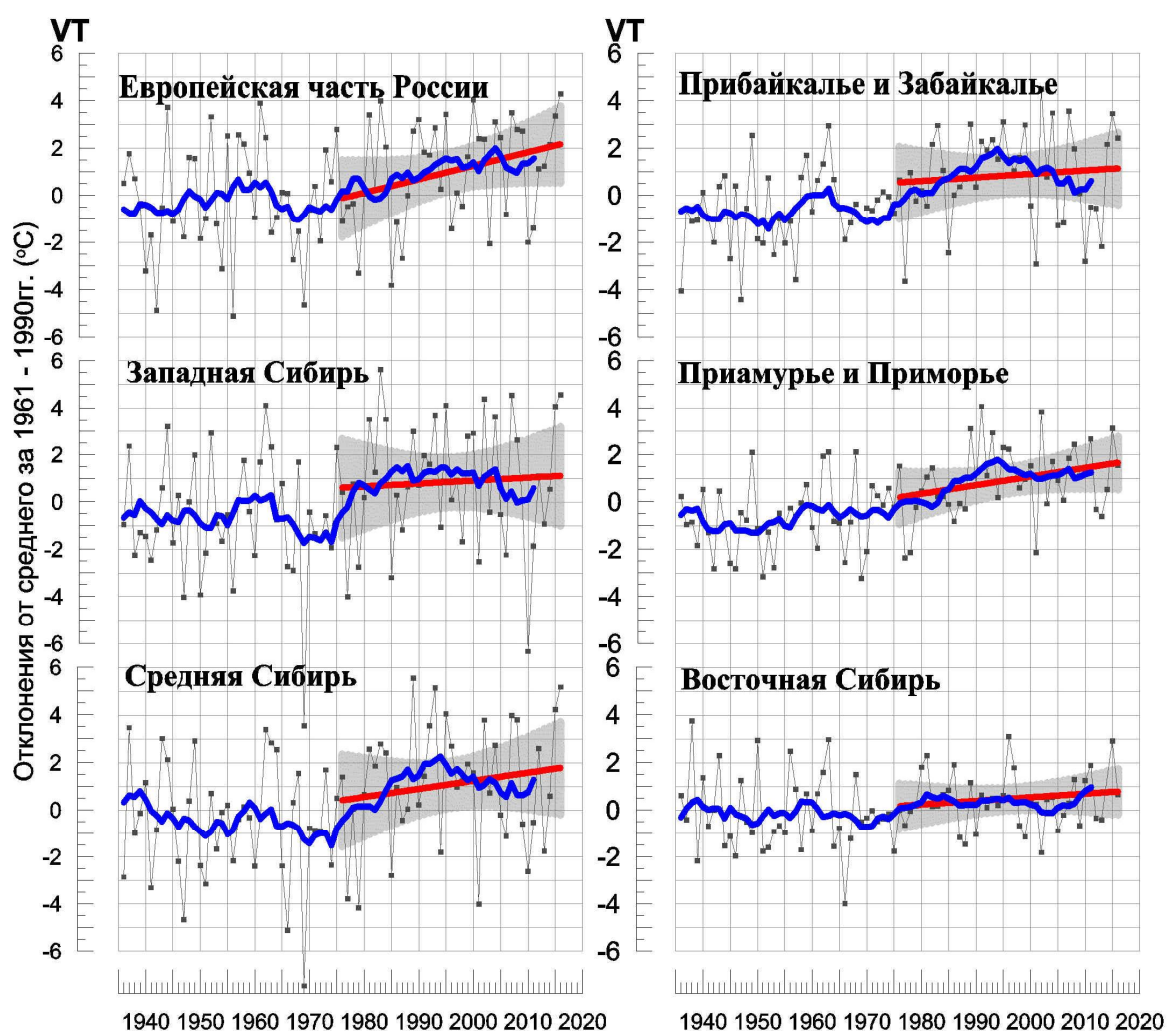
*$b$  – коэффициенты линейного тренда,  $D$  - вклад тренда в дисперсию ряда.*

Регионы	Температура		Осадки		
	$b$ $^{\circ}\text{C}/10$ лет	$D$ , %	$b$ мм/мес/10 лет	$b$ , %/10 лет	$D$ , %
Россия	0.32	5	0.6	2.3	9
<b>Физико-географические регионы России</b>					
Европейская часть России	0.57	10	1.0	2.5	6
Азиатская часть России	0.22	3	0.4	2.2	6
Западная Сибирь	0.13	0	0.4	1.9	2
Средняя Сибирь	0.34	3	0.3	1.4	1
Прибайкалье и Забайкалье	0.15	1	0.5	4.5	11
Приамурье и Приморье	0.37	9	1.3	8.9	14
Восточная Сибирь	0.15	2	0.0	0.0	0
<b>Федеральные округа РФ</b>					
Северо-Западный	0.72	9	1.7	4.9	12
Центральный	0.68	11	1.0	2.4	2
Приволжский	0.44	5	0.4	1.1	0
Южный	0.50	10	-0.1	-0.3	0
Северно-Кавказский	0.39	13	1.5	3.0	3
Уральский	0.28	1	0.4	1.7	1
Сибирский	0.15	1	0.4	2.4	4
Дальневосточный	0.27	7	0.4	2.0	3
Крымский	0.39	9	-0.5	-1.0	0

За счет аномально теплых зим 2015/16 гг. и 2014/15 гг. (эти две зимы были намного теплее 5 предыдущих лет) по сравнению с периодом 1976-2014 гг. во всех регионах и федеральных округах тренды увеличились на 0.06 - 0.27 $^{\circ}\text{C}/10$  лет, (такой же

теплой как зима 2014/15 гг. – эти две зимы были намного теплее 5 предыдущих лет). Особенно заметное увеличение произошло для Западной Сибири: с  $-0.14^{\circ}\text{C}/10$  лет до  $+0.13^{\circ}\text{C}/10$  лет и Средней Сибири: с  $0.10^{\circ}\text{C}/10$  лет до  $0.34^{\circ}\text{C}/10$  лет, а также Уральском ФО: с  $0.02^{\circ}\text{C}/10$  лет до  $0.28^{\circ}\text{C}/10$  лет и Сибирском ФО: с  $-0.09^{\circ}\text{C}/10$  лет до  $+0.15^{\circ}\text{C}/10$  лет.

Для осадков региональные оценки сезонных трендов по сравнению с периодом 1976-2014 гг. увеличились в ЕЧР от  $0.6\%/мес/10$  лет до  $1.0\%/мес/10$  лет. Тренд почти для всех регионов и ФО положителен (исключая Южный и Крымский ФО). Вклад региональных трендов в суммарную изменчивость почти везде статистически незначим (на 5%-ом уровне), за исключением регионов Прибайкалье и Забайкалье и Приамурье и Приморье и СЗФО. С конца 1990-х гг. в течение почти десятилетия осадки в ЕЧР (Приволжский ФО) и Западной Сибири (Уральский ФО) осадки убывали, после чего возобновился рост.



**Рисунок 4.1** - Сезонные аномалии температуры приземного воздуха ( $^{\circ}\text{C}$ ), осредненные по территории физико-географических регионов РФ, зима 2015/16 гг. Аномалии рассчитаны как отклонения от среднего 1961-1990 гг. Сглаженная кривая получена 11-летним скользящим осреднением. Линейный тренд получен по данным за 1976-2016 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 во многих физико-географических регионах прослеживается уменьшение зимних температур, особенно в регионах: Средняя Сибирь, Прибайкалье и Забайкалье, менее значительное в Западной Сибири. В этих регионах и в целом по России после 2010 г. вновь отмечается рост зимней температуры. В Восточной Сибири (и Дальневосточном ФО) после начала 1990-х гг. температуры оставались примерно постоянными; по-видимому, с начала 20-го века здесь возобновился рост температуры. В ЕЧР и федеральных округах европейской России рост температуры сохраняется.

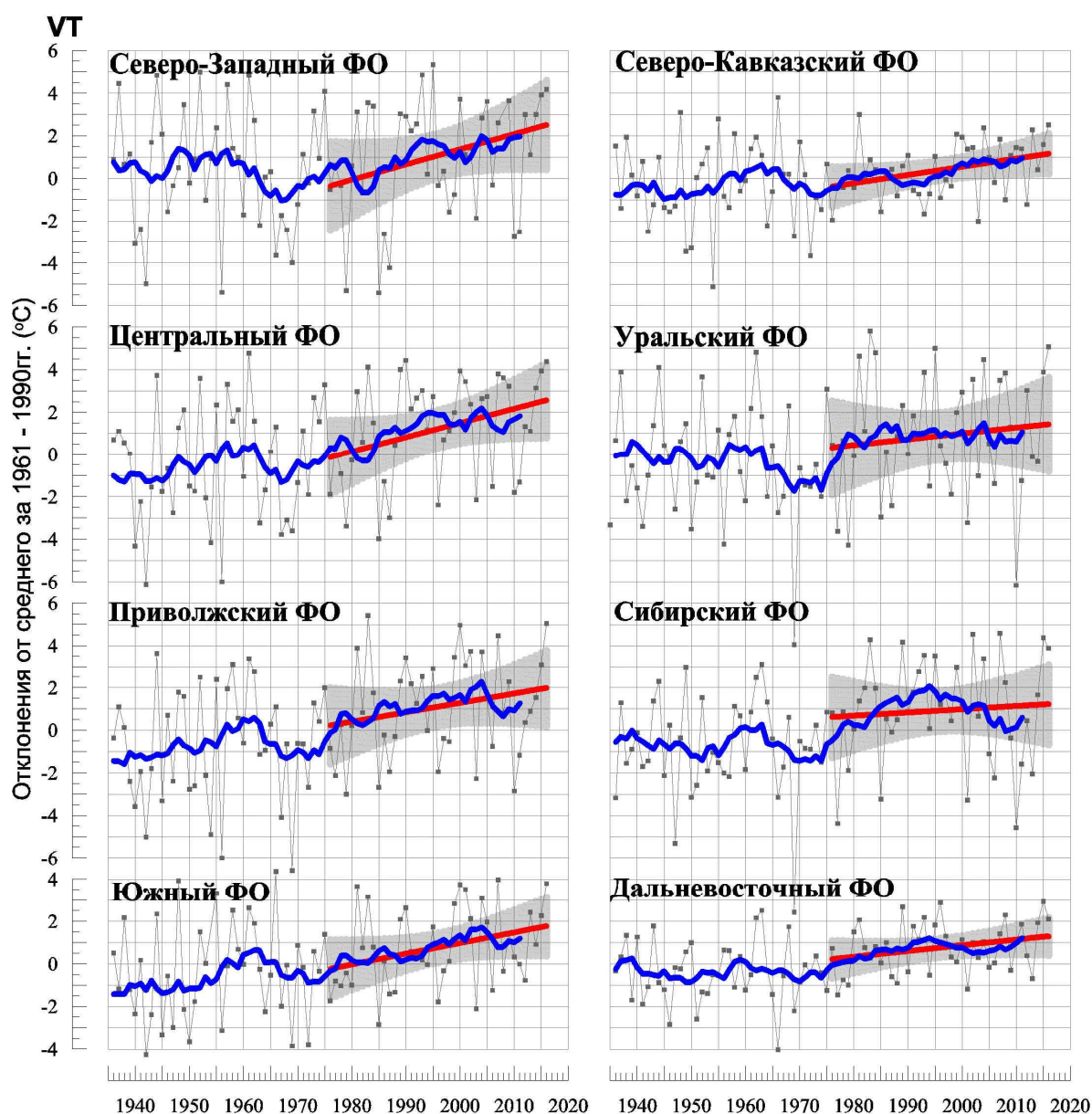
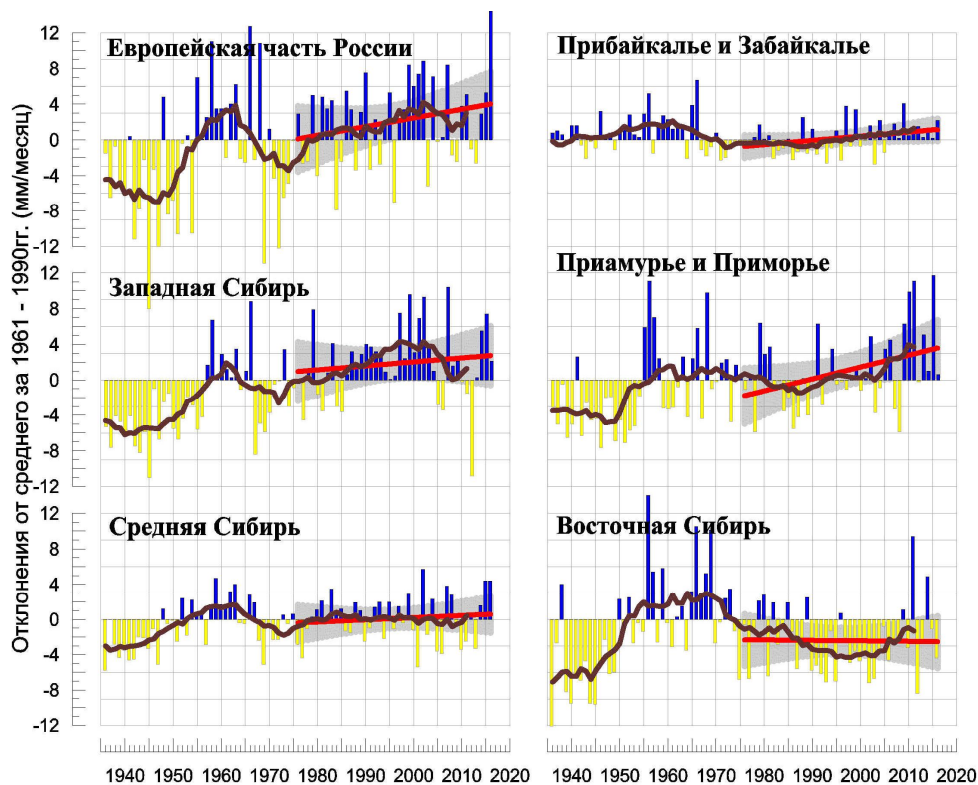


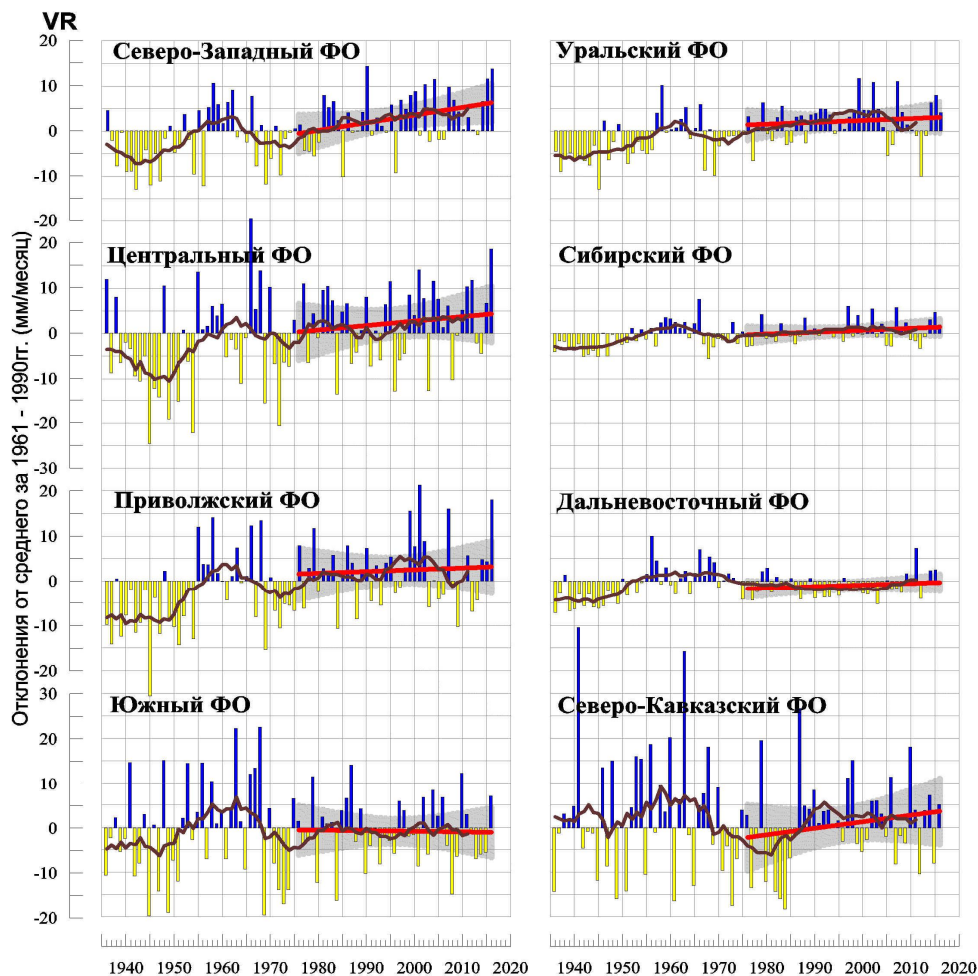
Рисунок 4.2 – То же, что на рис.4.1, но для федеральных округов





**Рисунок 4.3** - Сезонные аномалии месячных сумм осадков (мм/месяц), осредненные по территории регионов РФ, зима 2015/16 гг.

Условные обозначения см. на рис. 4.1.



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

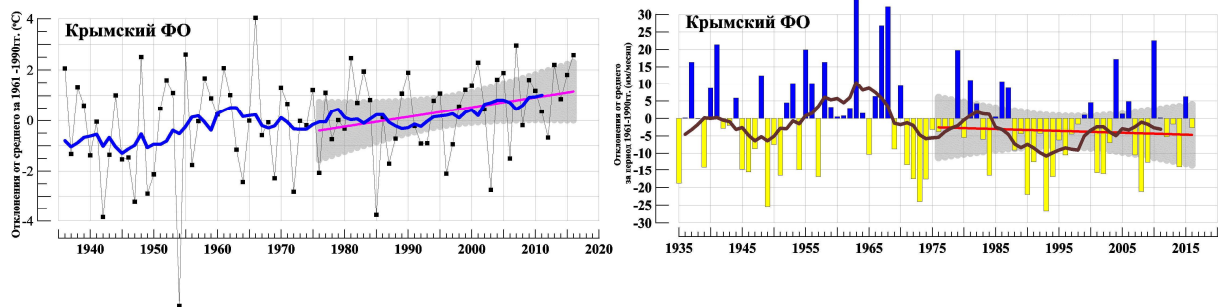


Рисунок 4.5 – – То же, что на рис. 4.1 - 4.4, но для Крымского ФО.

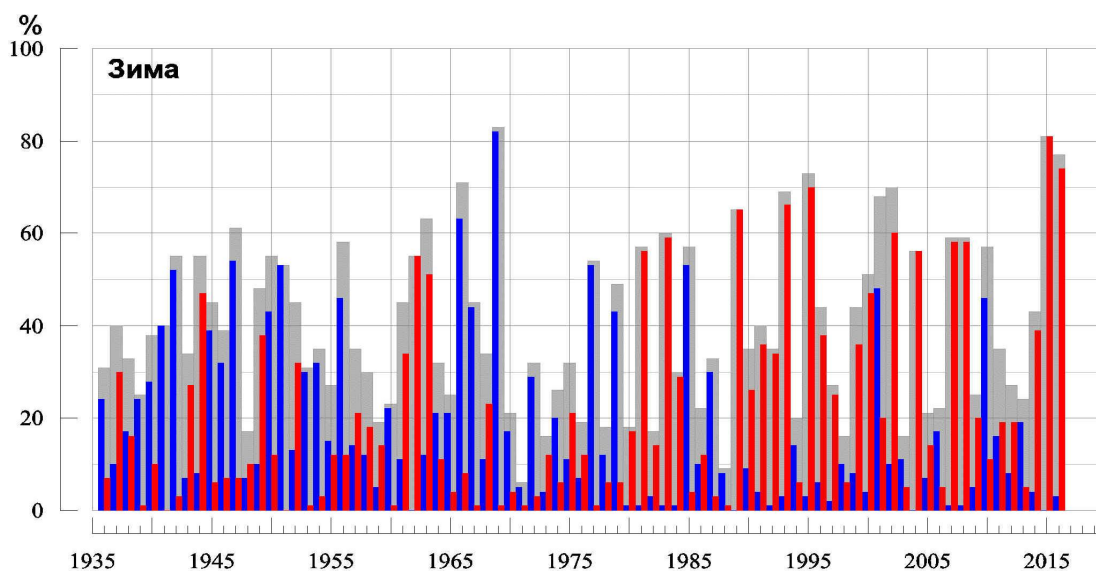
## 5. ОЦЕНКИ ЭКСТРЕМАЛЬНОСТИ И АНОМАЛЬНОСТИ КЛИМАТА РОССИИ, 1936-2016 гг. (зимний сезон)

В разделе приведены некоторые индексы экстремальности и аномальности для зимнего сезона в целом по территории России за период 1936 -2016 гг. (рис. 5.1. – 5.4). В качестве индексов экстремальности рассматриваются доли площади под крупными аномалиями температуры и осадков (вероятности превышения ниже 20% и выше 80%), а также экстремальными (абсолютная величина превосходит 2 стандартных отклонения) аномалиями температуры.

**Температура.** Зимой 2015/16 гг. (рис. 5.1) доля площади, занятая крупными положительными аномалиями (выше 80-го перцентиля) составила 74% - вторая величина с 1936 года (максимальная площадь, занятая аномалиями выше 80-го перцентиля, наблюдалась в 2015 году: 81%), отрицательными аномалиями - 3%. В период до 1975 года на территории РФ преобладали крупные отрицательные аномалии (зимой 1969 года доля площади с крупными отрицательными аномалиями составила 82%). После 1980 г. напротив, преобладают площади с крупными положительными аномалиями (тренд за период 1976-2016 составляет 5.7%/10 лет и объясняет 8% дисперсии ряда). Тренд суммарной площади с крупными аномалиями обоих знаков составляет 3.8%/10 лет, дисперсия тренда 3%.

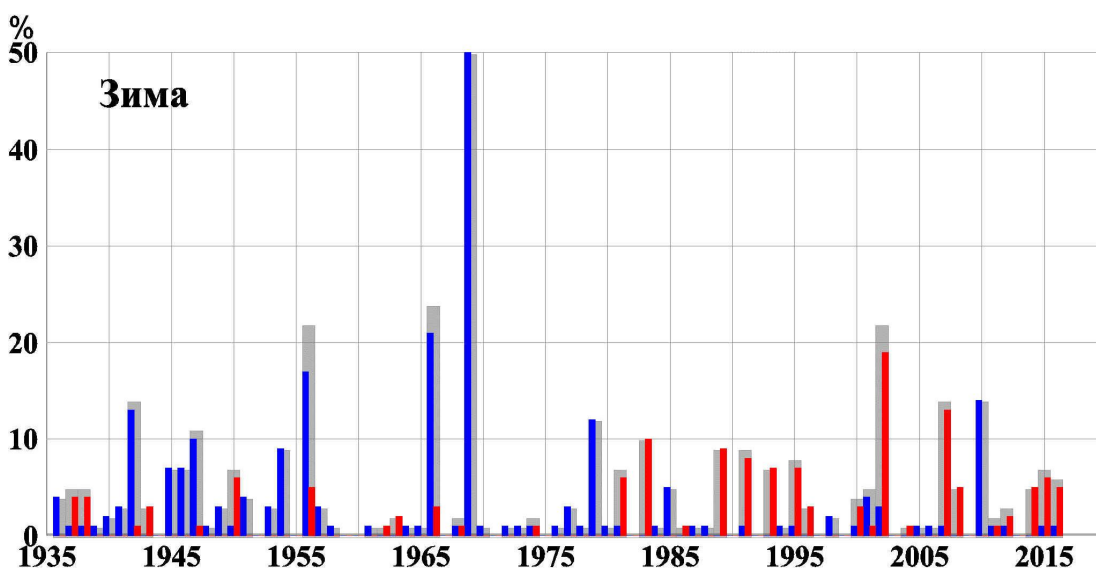
На рис.5.2 представлены ряды доли площади под экстремальными (выше  $2\sigma$  и ниже  $-2\sigma$ ) аномалиями сезонной температуры (в предположении гауссовости распределения это соответствует примерно 2.3% процента для каждого хвоста распределения). На графике хорошо прослеживаются экстремально холодные 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 (13%).

Зимой 2015/16 гг. доля площади под экстремальными положительными аномалиями на территории России составила 5%, под экстремальными отрицательными аномалиями – 1%.



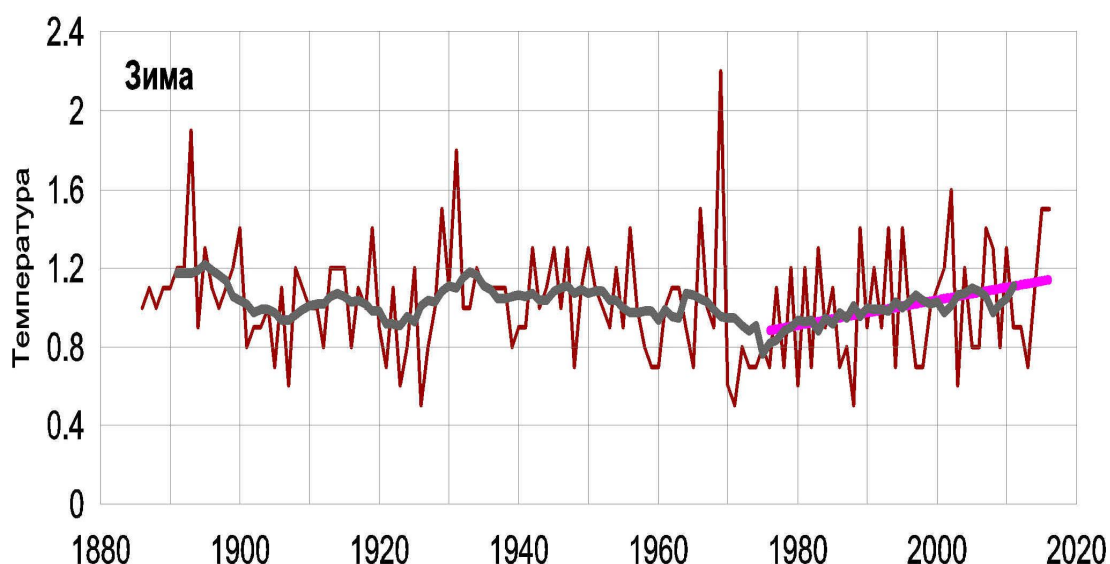
**Рисунок 5.1** – Доля площади РФ (в процентах) с крупными сезонными аномалиями температуры, 1936-2016 гг. (зима):

— ниже 20-го перцентиля, — выше 80-го перцентиля,  
 — суммарная площадь с крупными аномалиями обоих знаков.



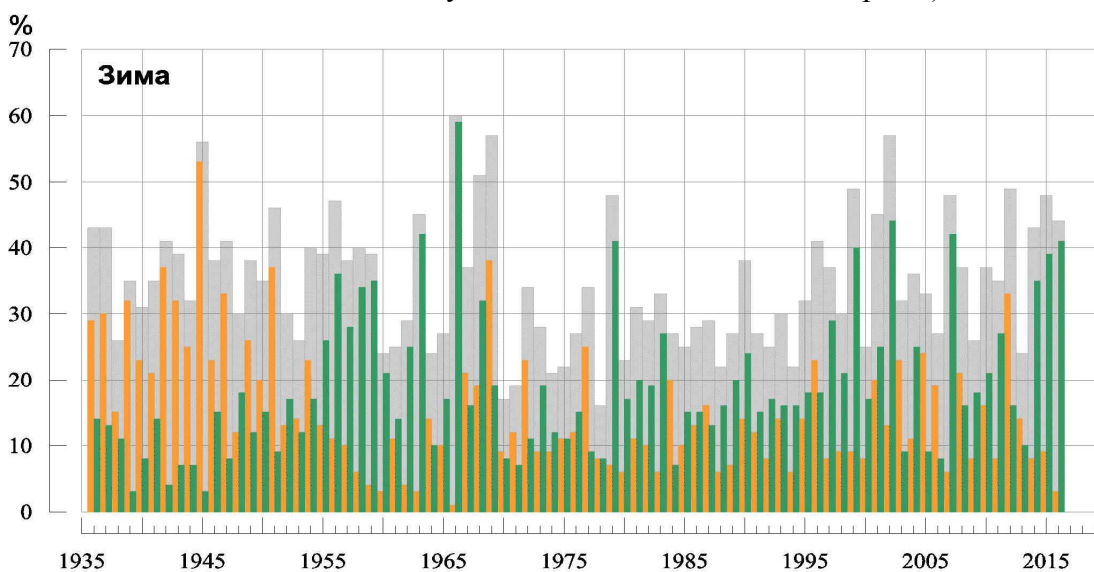
**Рисунок 5.2** - Доля площади РФ (в процентах) с экстремальными (сезонная аномалия меньше  $-2\sigma$ : синие столбики, больше  $+2\sigma$ : красные столбики; суммарная площадь с этими аномалиями: серые столбики) аномалиями температуры зимой, 1936-2016 гг. Базовый период для расчета статистик: 1961-1990 гг.

Индекс аномальности Багрова (рис. 5.3) зимой 2015/16 гг. составляет 1.5 (3-5 величина с 1936 г., 5-7 величина за весь период наблюдений). Максимальным индекс аномальности Багрова был зимой 1968/69гг.: 2.2. С начала 1970-х гг. аномальность температурного режима на территории РФ в зимний сезон слабо растет – тренд объясняет 7% общей дисперсии ряда за 1976-2016.



**Рисунок 5.3.** - Индекс аномальности (индекс Багрова) температурного режима на территории России зимой 1886-2016 гг.

**Осадки.** Для осадков до 1954 года площади, занятые аномалиями ниже 20-го перцентиля преобладали (максимальная площадь, занятая аномалиями ниже 20-го перцентиля наблюдалась в 1945 году и составила 53% площади страны).



**Рисунок 5.4** – Доля площади РФ (в процентах) с крупными сезонными аномалиями осадков, 1936-2016 гг. (зима):

— ниже 20-го перцентиля, — выше 80-го перцентиля,  
 — суммарная площадь с крупными аномалиями обоих знаков.

Начиная с 1955 года преобладают крупные аномалии выше 80-го перцентиля и наблюдается их рост с середины 1970-х гг. (тренд за период 1976-2016 гг. составляет 2.8%/10 лет и объясняет 10% дисперсии ряда). Зимой 2015/16 гг. площадь, занятая крупными аномалиями выше 80 перцентиля составила 41% (5-6 величина в ряду), ниже 20-го перцентиля – 3%.

## ВЫВОДЫ

1. Зима 2015/16 гг. была экстремально теплой: осредненная по территории РФ сезонная аномалия  $+3.51^{\circ}\text{C}$  - значение близкое к историческому максимуму  $3.56^{\circ}\text{C}$  (зима 2014/15 гг.), и что почти на  $0.5^{\circ}\text{C}$  выше, чем уровень предыдущих максимумов 2007, 1995, 1989 гг. На 31% станций (центра и востока ЕЧР, района Обской губы и на Среднесибирском плоскогорье) отмечены 95%-е экстремумы. Аномалии на станциях в ЕЧР до  $+5^{\circ}\text{C}$ , в АЧР - до  $+7^{\circ}\text{C}$ .

2. Доля площади территории России, занятая крупными положительными среднесезонными аномалиями температуры (выше 80-го перцентиля), составила 74% вторая величина, после зимы 2014/15 гг. (81%). Доля площади РФ под экстремальными положительными аномалиями (выше  $2\sigma$ ) составила 5%.

3. Очень теплым был декабрь 2015 года, аномалия температуры:  $4.09^{\circ}\text{C}$  – вторая величина после рекордного 2013 г. ( $4.92^{\circ}\text{C}$ ). На 33% станций, по которым поступили данные (запад и центр ЕЧР, юг Сибири и Дальнего Востока) температура была выше 95-го перцентиля. Холодно в декабре на северо-востоке страны, аномалии температуры на станциях Чукотки около  $-5^{\circ}\text{C}$ .

Очень теплым был февраль, аномалия:  $+5.18^{\circ}\text{C}$  – третья величина (после рекордного февраля 1995 ( $+6.47^{\circ}\text{C}$ ) и 2002 ( $+5.31^{\circ}\text{C}$ )). Температуры выше 95-го перцентиля на 50% станций, по которым поступили данные - от западных границ России до течения Енисея, аномалии до  $13^{\circ}\text{C}$  на севере Западной Сибири. Холодно в центральных районах Якутии, вдоль побережья Охотского моря, аномалии на Камчатке до  $-7^{\circ}\text{C}$ .

В январе очень тепло на севере АЧР (особенно на Таймыре и в Якутии); в Дальневосточном ФО аномалия  $+3.94^{\circ}\text{C}$  – третья в ряду с 1936 года. Очень холодно в январе на северо-западе ЕЧР, на юге Западной и Средней Сибири (аномалии до  $-8^{\circ}\text{C}$ ), на Камчатке.

4. Зимой в среднем по РФ выпало 121% нормы осадков - вторая величина в ряду.

Значительный избыток осадков (на большинстве станций 95%-е экстремумы) наблюдался почти всюду на ЕЧР (138% нормы – исторический максимум в ряду) и в Средней Сибири (125% нормы – третья величина). Во многих районах Восточной Сибири наблюдался дефицит осадков.

5. Зимой 2015/16 гг. площадь, занятая крупными аномалиями осадков больше 80 перцентиля составила 41% (5-6-я величина в ряду), ниже 20-го перцентиля – 3%.

6. Значительный избыток осадков наблюдался в декабре: в среднем по РФ выпало 121% нормы – треть величина с 1936 г. В ЕЧР особенно много осадков выпало в Северо-Западном ФО: 144% (ранг 2), в АЧР - в Западной (149% - ранг 3) и Средней (127% - ранг 3) Сибири. В Восточной Сибири, в районе Байкала, в Крыму наблюдался дефицит осадков.

Значительный избыток осадков наблюдался также в феврале: в среднем по РФ выпало 133% нормы. Избыток осадков наблюдался всюду в ЕЧР, и далее в АЧР до течения Лены (кроме юга Западной Сибири и Забайкалья), осредненные по Сибирскому ФО осадки: 153% - ранг 4. Избыток осадков наблюдался также на востоке Якутии, в

Приамурье, в Хабаровском крае, на Чукотке. Дефицит осадков (<60% нормы) наблюдался на юге ЕЧР, на большей части Якутии, на Камчатке, а также на юге Западной Сибири, в Забайкалье, в Приморье.

В январе значительный избыток осадков наблюдался всюду в ЕЧР (кроме северо-востока) - выпало 155% нормы – вторая величина, на большинстве станций отмечены 95%-е экстремумы (наибольшее количество осадков выпало в Центральном ФО: 193% нормы – исторический максимум в ряду). Еще одна область значительного избытка осадков в январе - Таймыр и Якутия.

Экстремальный дефицит осадков в январе наблюдался (20%-80%) наблюдался от течения Оби до Якутии. Осредненные по Сибирскому ФО осадки: 53% - исторический минимум. На многих станциях центра Сибири отмечены 5-е экстремумы.

7. Линейный тренд средней по России зимней температуры воздуха за период 1976-2016 гг. составил  $+0.32^{\circ}\text{C}/10$  лет при вкладе тренда в дисперсию ряда лишь 5%. Интенсивный рост средней по РФ зимней температуры наблюдался до середины 1990-х гг., после чего температуры последовательно уменьшались до начала 2010-х гг., затем снова наблюдается рост. Для Северного полушария в целом тренд зимней температуры над сушей составляет  $+0.33^{\circ}\text{C}/10$  лет, вклад в дисперсию 54%. Для СП наблюдается сходная картина изменений, но похолодание наблюдалось лишь в первом десятилетии 21 века и было значительно меньше по величине.

Основная географическая особенность климатических изменений температуры на территории России в зимний период – две области отрицательного тренда зимних температур: первая постоянно наблюдается на юге Чукотского и севере Корякского АО, вторая - в южной части Сибири - впервые проявилась в 2010 г. Область отрицательных трендов за период 1976-2016 гг. на юге Сибири уменьшилась по сравнению с периодом 1976-2015 гг. Рост температуры наблюдается вдоль всего арктического побережья (наиболее выражен в западной его части, включая Таймыр), в ЕЧР (максимум – на северо-западе до  $+0.8^{\circ}\text{C}/10$  лет -  $+0.9^{\circ}\text{C}/10$  лет), 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.

7. Тренд зимних сумм осадков для России в целом положителен: составляет  $+2.3\%/10$  лет, но незначим (объясняет 9% межгодовой изменчивости). Рост осадков отмечается в северо-западных районах ЕЧР (в основном за счет февраля), на севере Западной и Средней Сибири и на юге АЧР (максимум роста – в январе). Значимый региональный тренд наблюдается в Прибайкалье и Забайкалье ( $+4.5\%/10$  лет, объясняет 11% дисперсии) Приамурье и Приморье ( $+8.9\%/10$  лет, 14%). Во все месяцы наблюдается рост осадков в СКФО. По сравнению с периодом 1976-2015 гг. увеличилась скорость роста осадков в ЕЧР от  $0.6\%/мес/10$  лет до  $1.0\%/мес/10$  лет.

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



## 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 2015/16



## ВВЕДЕНИЕ

В настоящем Приложении<sup>\*</sup> приводится информация о состоянии приземного климата (температура приземного воздуха и атмосферные осадки) зимой 2016 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 непревышения» текущего значения во временном ряду рассматриваемой переменной за некоторый период с 1936 по 2016 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»

---

<sup>\*</sup> 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 стационарных «нормах» (средних многолетних за базовый период) рассчитываются регионально осредненные «нормы». Регионально осредненные значения самих климатических переменных рассчитываются суммированием регионально осредненных «норм» и регионально осредненных аномалий (этот алгоритм уменьшает смещение средних, вызываемое пропусками в рядах наблюдений).

### СЕЗОННЫЕ ОСОБЕННОСТИ ТЕМПЕРАТУРЫ И ОСАДКОВ НА ТЕРРИТОРИИ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ ЗИМОЙ 2016 г.

В таблицах 2 и 3 приведены стационарные 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.

*Зимой* (рис. 1) осредненная по территории республики аномалия температуры  $3.68^{\circ}\text{C}$  – 9-ая величина с 1936 года, на всех станциях республики аномалии температуры были много выше нормы, аномалии от  $+3.73^{\circ}\text{C}$  (в Василевичах) до  $+4.01^{\circ}\text{C}$  (в Витебске). В Минске и Пинске зимние температуры были выше 95-го перцентиля. Тепло было в декабре и в феврале.

**Таблица 2**

Характеристики температурного режима на станциях Беларуси зимой 2015/16 г.

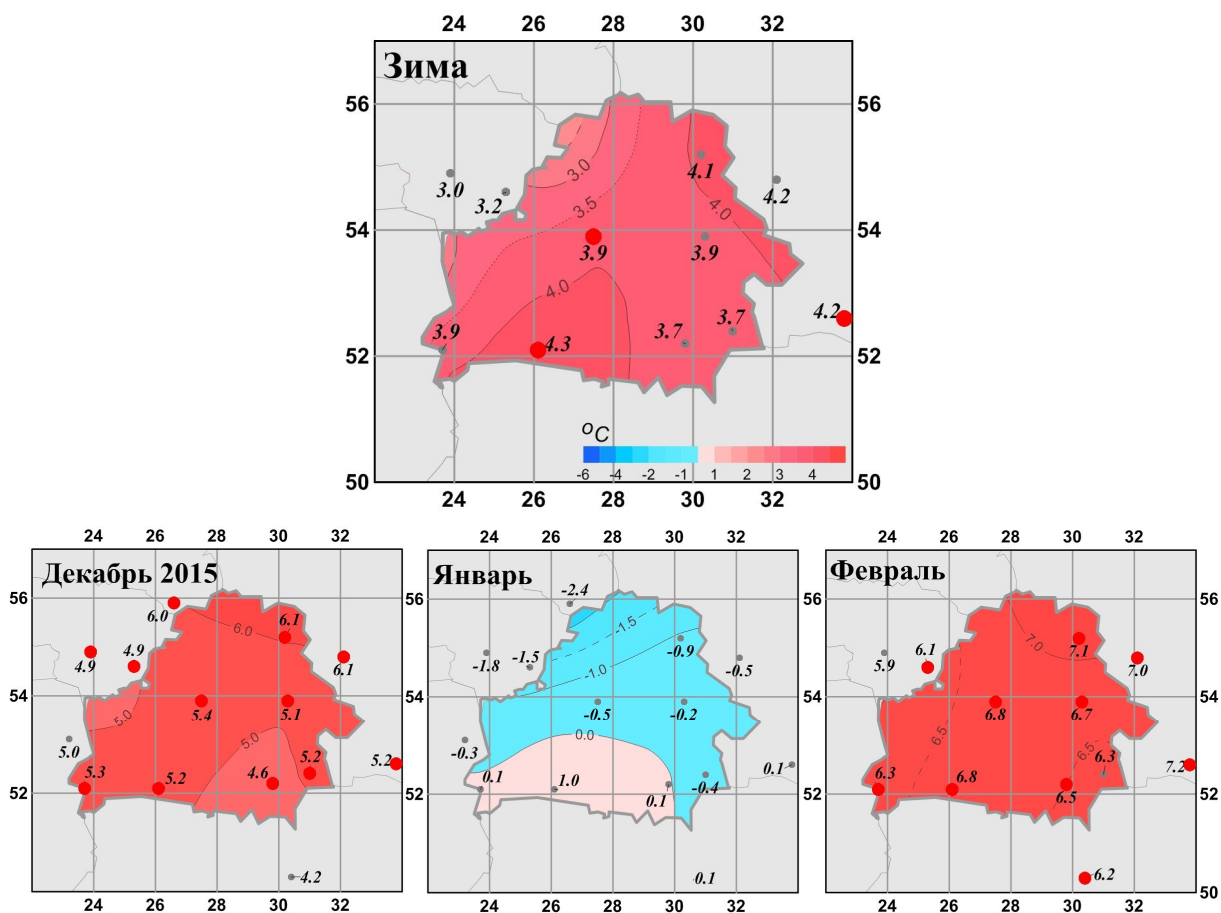
	<i>Витебск</i>	<i>Минск</i>	<i>Могилев</i>	<i>Брест</i>	<i>Пинск</i>	<i>Василевичи</i>	<i>Гомель</i>
	<b>26666</b>	<b>26850</b>	<b>26863</b>	<b>33008</b>	<b>33019</b>	<b>33038</b>	<b>33041</b>
а) температура (град. Цельсия)							
<i>Зима 2015/16</i>	<b>-2,50</b>	<b>-1,60</b>	<b>-2,37</b>	<b>0,80</b>	<b>0,10</b>	<b>-1,43</b>	<b>-1,87</b>
Декабрь 2015	1,3	1,6	1,0	3,6	2,6	1,3	1,6
Январь	-9,1	-7,4	-8,2	-4,3	-4,7	-6,8	-7,7
Февраль	0,3	1,0	0,1	3,1	2,4	1,2	0,5
б) аномалия температуры (град. Цельсия)							
<i>Зима 2015/16</i>	<b>4,01</b>	<b>3,91</b>	<b>3,87</b>	<b>3,91</b>	<b>4,33</b>	<b>3,73</b>	<b>3,69</b>
Декабрь 2015	6,10	5,42	5,08	5,30	5,18	4,63	5,20
Январь	-0,93	-0,48	-0,22	0,15	1,03	0,05	-0,38
Февраль	7,14	6,79	6,74	6,29	6,78	6,52	6,26

Декабрьская аномалия, осредненная по территории республики  $5.25^{\circ}\text{C}$  – третья в ряду (максимальная аномалия зафиксирована в декабре 2006 года:  $5.96^{\circ}\text{C}$ , вторым был декабрь 1960:  $5.48^{\circ}\text{C}$ ). На всех станциях республики температуры были выше 95-го

процентиля. В декабре аномалии температуры на станциях от +4.63°C (в Василевичах) до +6.10°C (в Витебске).

Февральская аномалия, осредненная по территории республики 6.58°C – четвертая в ряду, почти на всех станциях республики (кроме Гомеля) температуры были выше 95-го процентиля. Аномалии температуры на станциях от 6.26°C (в Гомеле) до 7.14°C (в Витебске).

Январская аномалия, осредненная по территории республики температуры -0.31°C, аномалии от -0.93°C (в Витебске) до 1.03°C (в Пинске).



**Рисунок 1** - Средние сезонные и средние месячные аномалии температуры (°C) приземного воздуха на территории республики Беларусь зимой 2015/16 г.

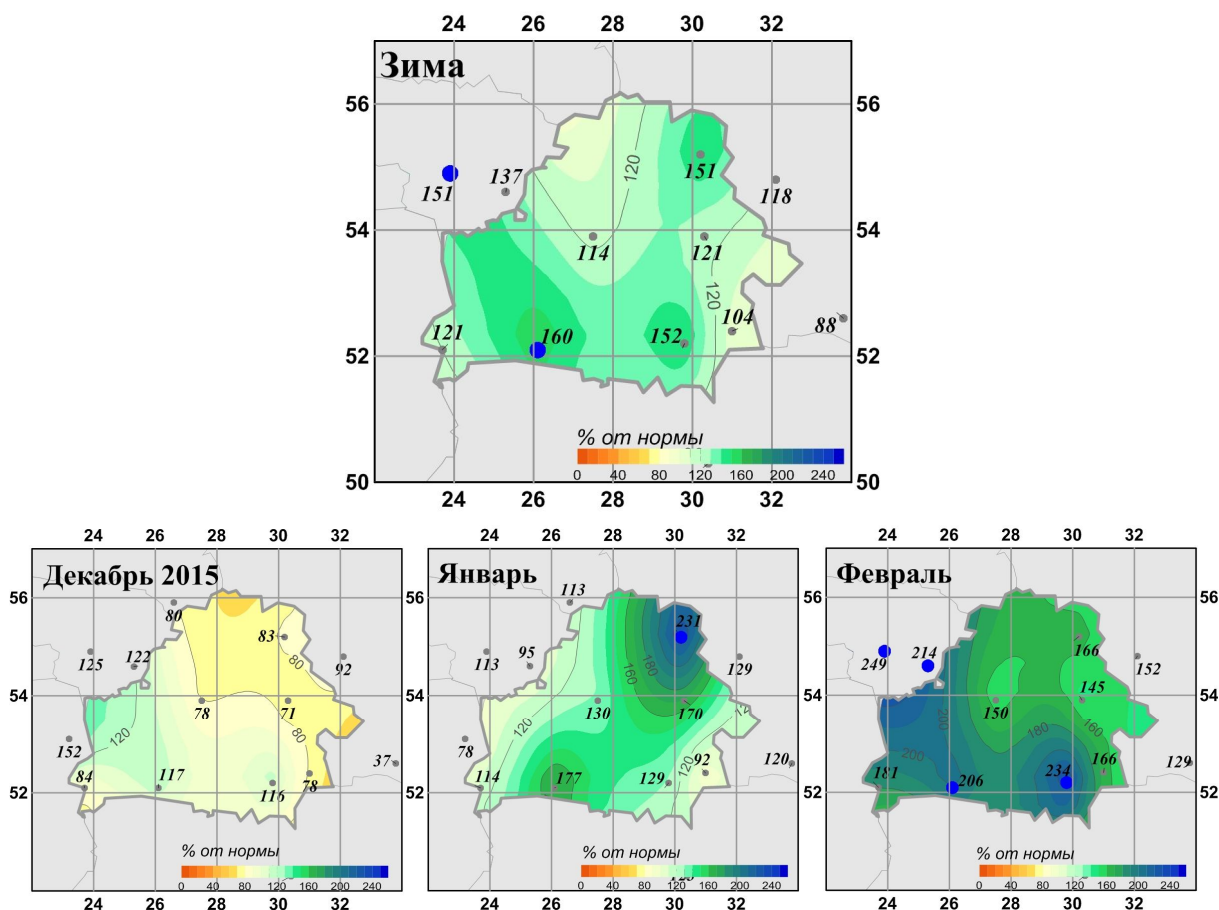
*Аномалии рассчитаны относительно периода 1961-1990 гг. Цифрами приведены значения аномалий температуры (в градусах Цельсия) на станциях. Красными кружками показаны стационарные экстремумы – выше 95-го процентиля*

**Зимой** (рис. 2) осредненные по территории республики осадки составили 129% сезонной нормы (11.1мм/месяц) – 24-ая величина в ряду. На всех станциях республики осадки были выше нормы, выпало от 104% нормы (в Гомеле) до 160% нормы (в Пинске). В Пинске количество выпавших осадков превысило 95-й процентиль.

Февраль - наиболее снежный месяц в сезоне – в среднем по республике выпало 185% нормы (25.6 мм/месяц) – 4-6-ая величина с 1936 года. (Наиболее снежными февральями были: февраль 2004 (221%), февраль 1940 (209%), февраль 1973 (204%)). Выпало от 145% нормы (в Могилеве) до 206% нормы (в Пинске). В Пинске и в Василевичах количество выпавших осадков превысило 95-й процентиль.

В январе в среднем по республике выпало 131% нормы (11.6 мм/месяц) – 18-19-ая величина с 1936 года. На станциях выпало от 92% нормы (в Гомеле) до 231% нормы (в Витебске). В Витебске количество выпавших осадков превысило 95-й перцентиль.

В декабре в среднем по республике выпало 97% нормы, на большинстве станций республики осадков выпало меньше нормы, лишь на юге (в Пинске (117%) и в Василевичах (116%)) осадков выпало больше нормы.



**Рисунок 2** - Средние сезонные и месячные аномалии атмосферных осадков (% от нормы) на территории республики Беларусь зимой 2015/16 г.

*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*

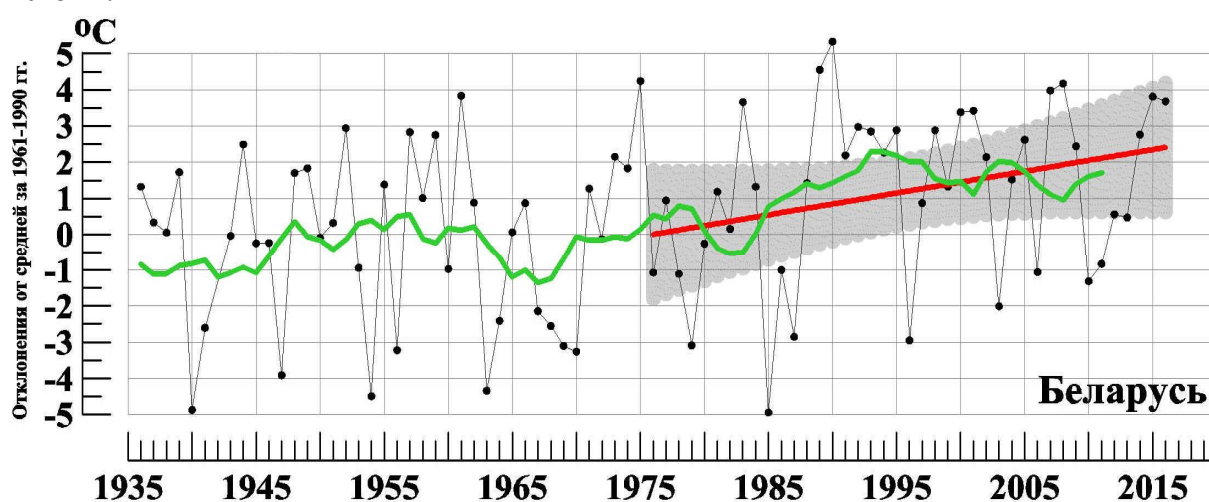
**Таблица 3**

Характеристики режима осадков на станциях Беларуси зимой 2015/16 гг.

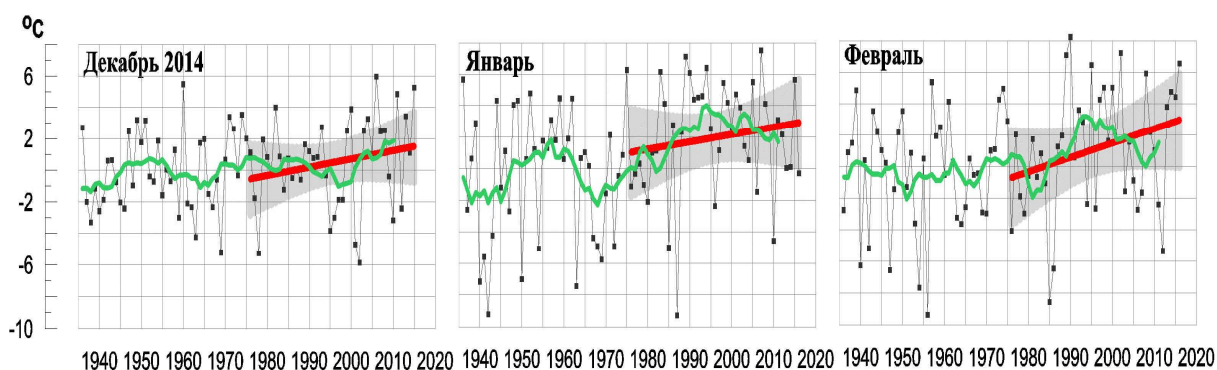
	<i>Витебск</i>	<i>Минск</i>	<i>Могилев</i>	<i>Брест</i>	<i>Пинск</i>	<i>Василевичи</i>	<i>Гомель</i>
	26666	26850	26863	33008	33019	33038	33041
<b>а) Сумма осадков (мм/месяц)</b>							
<i>Зима 2015/16</i>	59,7	48,0	43,7	46,0	54,7	59,7	37,3
<i>Декабрь 2015</i>	43	41	31	37	47	54	34
<i>Январь</i>	87	52	60	42	60	50	33
<i>Февраль</i>	49	51	40	59	57	75	45

<b>б) Аномалия сумм осадков / (мм/месяц)</b>							
<i>Зима 2015/16</i>	<i>20,5</i>	<i>5,8</i>	<i>8,0</i>	<i>8,2</i>	<i>20,8</i>	<i>20,6</i>	<i>1,9</i>
Декабрь 2015	-8,5	-11,6	-12,9	-6,9	6,9	7,6	-9,5
Январь	49,3	12,0	24,6	5,0	26,1	11,3	-2,8
Февраль	19,5	16,9	12,4	26,5	29,3	42,9	17,9
<b>в) Относительная аномалия сумм осадков (% от нормы)</b>							
<i>Зима 2015/16</i>	<i>151</i>	<i>114</i>	<i>121</i>	<i>121</i>	<i>160</i>	<i>152</i>	<i>104</i>
Декабрь 2015	83	78	71	84	117	116	78
Январь	231	130	170	114	177	129	92
Февраль	166	150	145	181	206	234	166

На рисунках 3, 4 показаны временные ряды осредненных по территории Беларуси сезонных и месячных аномалий температуры воздуха и осадков с 1936 по 2015 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 1976-2016 гг.

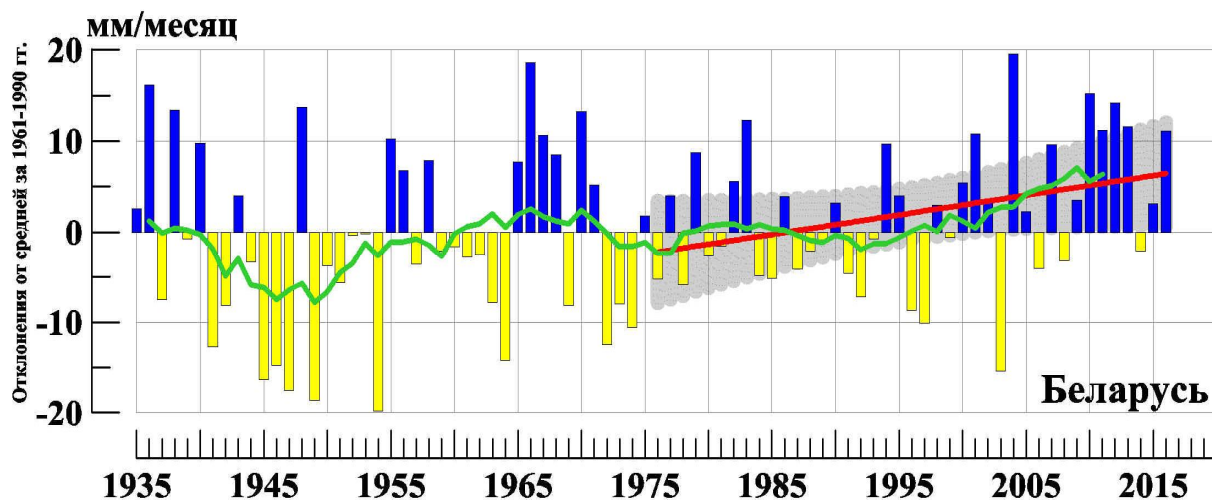


**Рисунок 4** - Средние месячные аномалии температуры приземного воздуха ( $^{\circ}\text{C}$ ), осредненные по территории Республики Беларусь. Условные обозначения см. на рисунке 3.

Тренд зимних температур, в среднем по территории Беларуси, составил  $+0.60^{\circ}\text{C}/10$  лет (ответствен за 9% дисперсии) (зимой 2014/15гг.  $+0.55^{\circ}\text{C}/10$  лет и 7% соответственно). Во все месяцы сезона тренд положителен, но незначим даже на уровне

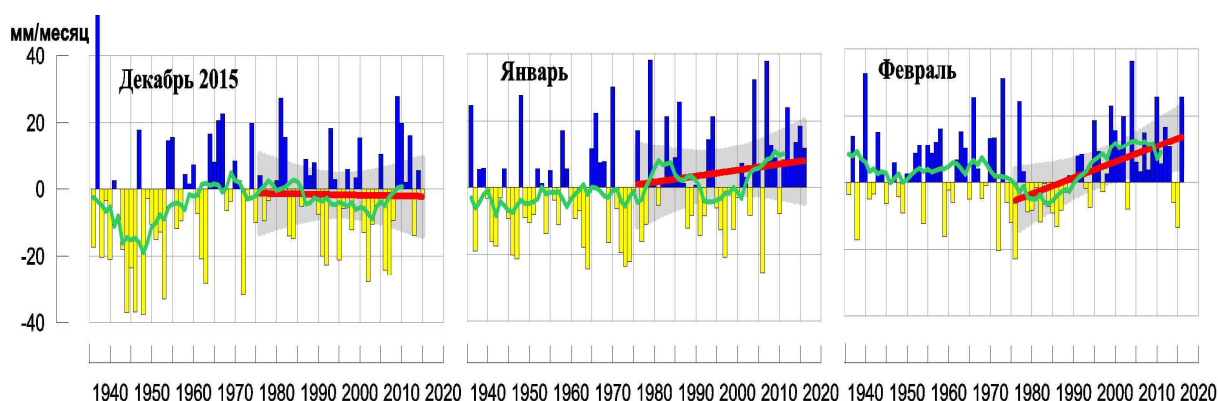


5%. Наибольшее потепление наблюдается в феврале: тренд составил  $+0.92^{\circ}\text{C}/10$  лет (ответствен за 8% дисперсии ряда).



**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.

**Таблица 4**

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

	$\nu T_{2016}$	s	$\nu R_{2016}$	s
<i>Зима 2015/16</i>	<b>3.68</b>	<b>2.71</b>	<b>11.1</b>	<b>8.1</b>
Декабрь 2015	5.25	2.39	-1.5	14.4
Январь	-0.31	4.17	11.6	16.7
Февраль	6.58	3.70	25.6	13.0

**Примечание:** Аномалии  $\nu T_{2016}$  ( $^{\circ}\text{C}$ ),  $\nu R_{2016}$  (мм/месяц) рассчитаны как отклонения от нормы (среднее за период 1961-1990 гг.), s ( $^{\circ}\text{C}$ , мм/месяц), – среднее квадратическое отклонение

В изменении регионально осредненных осадков сезонный тренд составил 5.7

мм/месяц/10 лет (ответствен за 11% дисперсии). В декабре тренд осадков слабо отрицательный (-0.3 мм/месяц/10 лет), наибольшее увеличение осадков наблюдается в феврале: 4.8 мм/месяц/10 лет (тренд ответствен за 20% дисперсии).

**Таблица 5**

Оценки линейного тренда 1976-2016 гг. в среднем по Республике Беларусь

Сезон	Температура		Осадки	
	$b_{1976-2016}$ °C/10 лет	$D_{1976-2016}$ %	$b_{1976-2016}$ мм/мес/10лет	$D_{1976-2016}$ %
<i>Зима 2015/16</i>	<b>0.60</b>	<b>9</b>	<b>5.7</b>	<b>11</b>
Декабрь 2015	0.37	2	-0.3	0
Январь	0.47	2	1.8	2
Февраль	0.92	8	4.8	20

## ВЫВОДЫ

1. Зима в Беларуси была очень теплой, осредненная по территории республики сезонная аномалия температуры  $+3.68^{\circ}\text{C}$  – 9-ая положительная величина в ряду. На всех станциях республики сезонные аномалии выше  $+3.5^{\circ}\text{C}$ . В Минске и Пинске зимние температуры были выше 95-го перцентиля. Тепло было в декабре и в феврале.

Декабрьская аномалия, осредненная по территории республики  $5.25^{\circ}\text{C}$  – третья в ряду, на всех станциях республики температуры были выше 95-го перцентиля, аномалии на станциях выше  $4.5^{\circ}\text{C}$ .

Февральская аномалия, осредненная по территории республики  $6.58^{\circ}\text{C}$  – четвертая в ряду, почти на всех станциях республики (кроме Гомеля) температуры были выше 95-го перцентиля, аномалии на станциях выше  $6^{\circ}\text{C}$

Январская аномалия, осредненная по территории республики температуры  $-0.31^{\circ}\text{C}$ .

2. В среднем по Беларуси осадки составили 124% нормы. На всех станциях республики осадки были выше нормы. В Пинске количество выпавших осадков превысило 95-й перцентиль.

Февраль - наиболее снежный месяц в сезоне – в среднем по республике выпало 185% нормы – 4-6-ая величина с 1936 года. На всех станциях республики осадков выпало выше нормы, в Пинске и в Василевичах количество выпавших осадков превысило 95-й перцентиль.

В январе в среднем по республике выпало 131% нормы, на большинстве станциях (кроме Гомеля) осадков выпало выше нормы, в Витебске) количество выпавших осадков превысило 95-й перцентиль.

В декабре на большинстве станций республики осадков выпало меньше нормы, лишь на юге (в Пинске и в Василевичах) осадков выпало больше нормы.

3. В среднем по территории Беларуси отмечается тенденция к потеплению, как в среднем за сезон (линейный тренд составил  $0.60^{\circ}\text{C}/10$  лет, ответствен за 9% дисперсии), так и в отдельные зимние месяцы, но тренд незначим даже на уровне 5%. Наибольшее

потепление наблюдается в феврале: тренд составил  $+0.92^{\circ}\text{C}/10$  лет.

В целом для Беларуси отмечается слабая тенденция к увеличению осадков, линейный тренд составил  $5.7$  мм/месяц/10 лет (ответствен за 11% дисперсии), значимый на уровне 1% рост осадков отмечается в феврале.