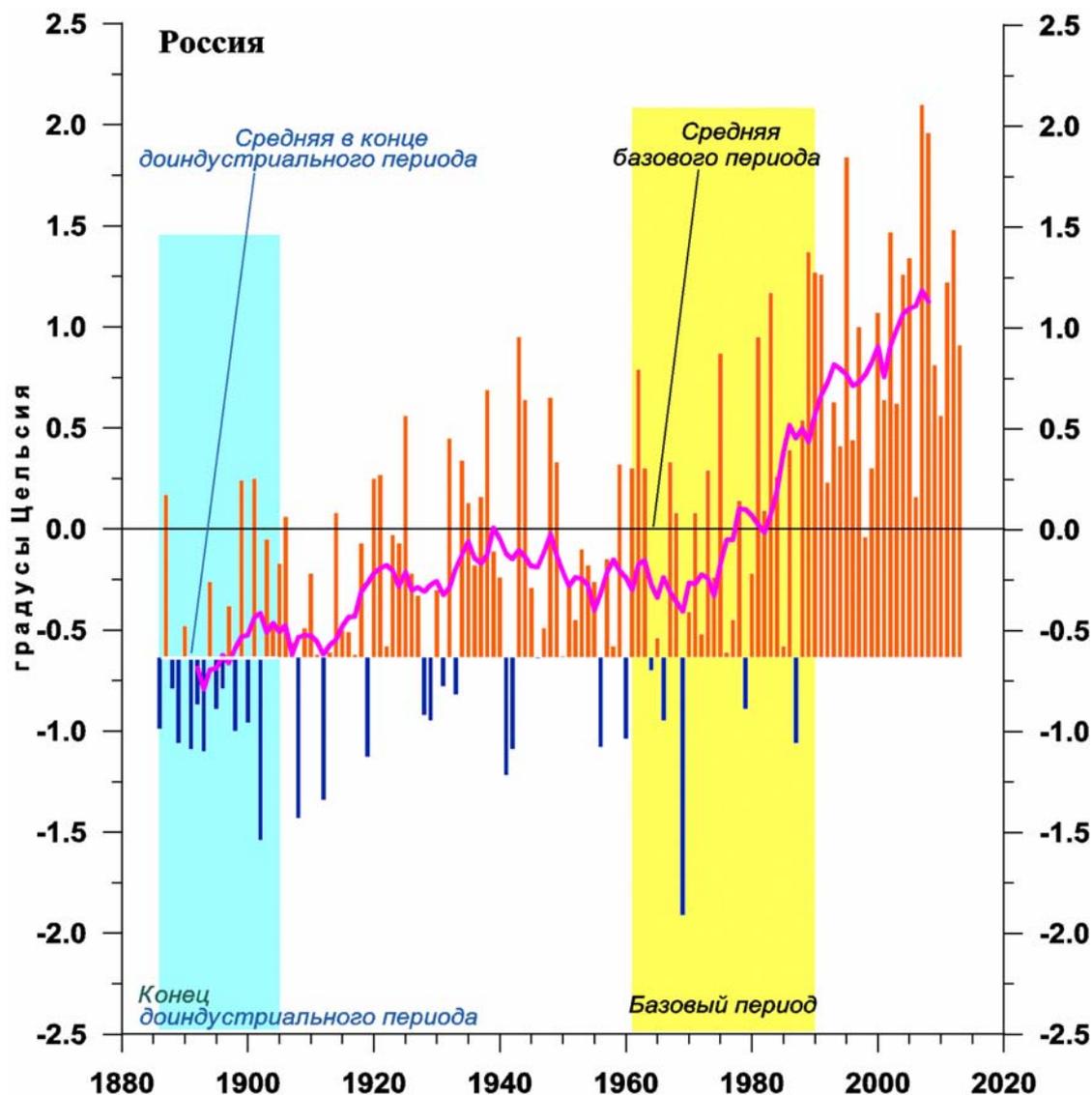


Федеральная служба по
гидрометеорологии и мониторингу
окружающей среды

Российская
Академия Наук

ФГБУ «Институт Глобального климата и экологии»



ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА 2013 ГОД (ДЕКАБРЬ 2012 – НОЯБРЬ 2013)

Обзор состояния и тенденций изменения
климата России

★
Москва 2014

ОГЛАВЛЕНИЕ¹

ВВЕДЕНИЕ	3
1. ИЗМЕНЕНИЯ СРЕДНЕГОДОВОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ У ПОВЕРХНОСТИ ЗЕМНОГО ШАРА, СЕВЕРНОГО ПОЛУШАРИЯ И РОССИИ ПО ДАННЫМ НАБЛЮДЕНИЙ.....	5
2. КЛИМАТИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ 2013 ГОДА НА ТЕРРИТОРИИ РОССИИ	7
3. ТЕНДЕНЦИИ СОВРЕМЕННЫХ ИЗМЕНЕНИЙ КЛИМАТА НА ТЕРРИТОРИИ РОССИИ	18
4. ИЗМЕНЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ И ОСАДКОВ В РЕГИОНАХ РОССИИ, 1936-2013 гг.....	23
5. ОЦЕНКИ ЭКСТРЕМАЛЬНОСТИ И АНОМАЛЬНОСТИ КЛИМАТА РОССИИ, 1936-2013 гг.	27
ВЫВОДЫ	30
ПРИЛОЖЕНИЕ. Климатические особенности 2013г. на территории Республики Беларусь.....	32

¹ На обложке приведен ход средней годовой аномалии температуры приземного воздуха, осредненной по территории России, за 1887 – 2013 гг. 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 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 256 российских станций, по которым своевременно поступили сводки КЛИМАТ в оперативном потоке.

Под «нормой» в бюллетене понимается среднее многолетнее значение рассматриваемой климатической переменной за 1961-1990 гг. (базовый период). Аномалии температуры определяются как отклонения наблюденного значения от нормы. Аномалии осадков рассматриваются как в отклонениях от нормы (аналогично температуре), так и в процентах от нормы, то есть как процентное отношение количества выпавших осадков к соответствующему значению нормы. Вероятность непревышения текущего значения климатической переменной (или ее аномалии) рассчитывается как доля наблюдений в прошлом, в которых значение этой переменной (или ее аномалии) было не больше текущего.

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



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

В качестве региональных климатических переменных анализируются регионально осредненные аномалии и индексы экстремальности и аномальности рассматриваемых метеорологических полей.

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

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

самых климатических переменных рассчитываются суммированием регионально осредненных норм и регионально осредненных аномалий (такая процедура уменьшает смещение средних вследствие пропусков в рядах наблюдений).



Рисунок 2 - Федеральные округа Российской Федерации

Индексы экстремальности климата соответствуют площади под экстремальными аномалиями заданной обеспеченности. Это вероятностные индексы, в основе которых лежат значения эмпирической функции распределения $F(X_0)$, соответствующие наблюдаемым значениям рассматриваемой величины X_0 в точках поля или на станциях: $F(X_0) = P(x \leq X_0)$. Значение $F(X_0)$ часто называют вероятностью непревышения значения X_0 , или обеспеченностью. Региональные индексы экстремальности определяются как доля площади региона, где вероятности непревышения $F(X_0) \leq \alpha\%$ или $F(X_0) \geq 100 - \alpha\%$ и $\alpha\%$ – обеспеченность искомых экстремумов.

Для характеристики степени аномальности полей температуры воздуха используется "коэффициент аномальности" (предложен Н.А. Багровым), равный среднему квадратическому значению нормированной аномалии температуры (осреднение по площади). Чем больше индекс аномальности климата, тем больше отличается от нормы анализируемое поле.

В Приложении приводятся данные мониторинга климата на территории Республики Беларусь*.

Бюллетень подготовлен в ФГБУ «ИГКЭ Росгидромета и РАН»** с использованием материалов НИУ Росгидромета: ФГБУ «Гидрометцентр РФ» и ФГБУ «ВНИИГМИ-МЦД». Дополнительная информация по проблеме изменений климата и годовые и сезонные бюллетени мониторинга климата регулярно размещаются на Интернет-сайтах <http://climatechange.igce.ru>, <http://climatechange.su> (ФГБУ «ИГКЭ Росгидромета и РАН»).

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

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

1. ИЗМЕНЕНИЯ СРЕДНЕГОДОВОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ У ПОВЕРХНОСТИ ЗЕМНОГО ШАРА, СЕВЕРНОГО ПОЛУШАРИЯ И РОССИИ ПО ДАННЫМ НАБЛЮДЕНИЙ

На рисунке 1.1 представлены временные ряды среднегодовых аномалий температуры у поверхности Земли (декабрь 2012 – ноябрь 2013 г.), осредненных по территории Земного шара (континенты и океаны), континентов Северного полушария (СП) и России. Ряд для Земного шара построен по ежемесячным данным о глобально осредненной аномалии приповерхностной температуры Университета Восточной Англии (массив hadcrut4gl.txt на сайте www.cru.uea.ac.uk). Этот ряд получен осреднением аномалии температуры воздуха у поверхности (2м) суши и аномалии температуры воды поверхности океана. Среднемесячные аномалии температуры воздуха над сушей СП рассчитаны также в Университете Восточной Англии по данным наблюдений на станциях глобальной метеорологической сети (массив crutem4nh.txt на сайте www.cru.uea.ac.uk). Временной ряд для территории России рассчитан и построен по станционным данным о температуре приземного воздуха ФГБУ «ИГКЭ Росгидромета и РАН».

С 1970-х гг. наблюдается монотонный рост глобальной и полушарной температур. Линейный тренд среднегодовой температуры за период 1976-2013 гг. составил для Земного шара $+0.16^{\circ}\text{C}/10$ лет (объясненная трендом доля дисперсии ряда - 80%), для Северного полушария - $+0.32^{\circ}\text{C}/10$ лет (79%). В последние несколько лет заметно некоторое замедление потепления (для сравнения: тренд за период 1976-2007 гг. для Земного шара был $+0.18^{\circ}\text{C}/10$ лет), однако этот период слишком короток для того, чтобы делать определенные выводы об изменении тенденции.

Средние годовые аномалии температуры составили $+0.47^{\circ}\text{C}$ для Земного шара в целом и $+0.83^{\circ}\text{C}$ для Северного полушария: это девятая и 12-я величины в соответствующих рядах наблюдений с 1850 года (значения аномалий ниже линии тренда за период 1976-2013 гг.). Для России в целом среднегодовая аномалия температуры составила $+0.91^{\circ}\text{C}$ – 17-тая величина в ранжированном по убыванию ряду наблюдений.

Оценки линейных трендов, характеризующие среднюю тенденцию изменений годовых температур за период 1976-2013 гг. в среднем для Земного шара, СП и России, приведены в табл. 1.1.

Таблица 1.1

Годовые (декабрь 2012-ноябрь 2013 года) аномалии и оценки линейного тренда пространственно осредненной приповерхностной температуры Земного шара и температуры приземного воздуха СП и России за период 1976-2013г.

Регионы мира	$\nu T_{2013}, ^{\circ}\text{C}$	1976-2013	
		$b, ^{\circ}\text{C}/10$ лет	$D \%$
Земной шар	0.47	0.16	80
СП	0.83	0.32	79
Россия	0.91	0.41	34

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

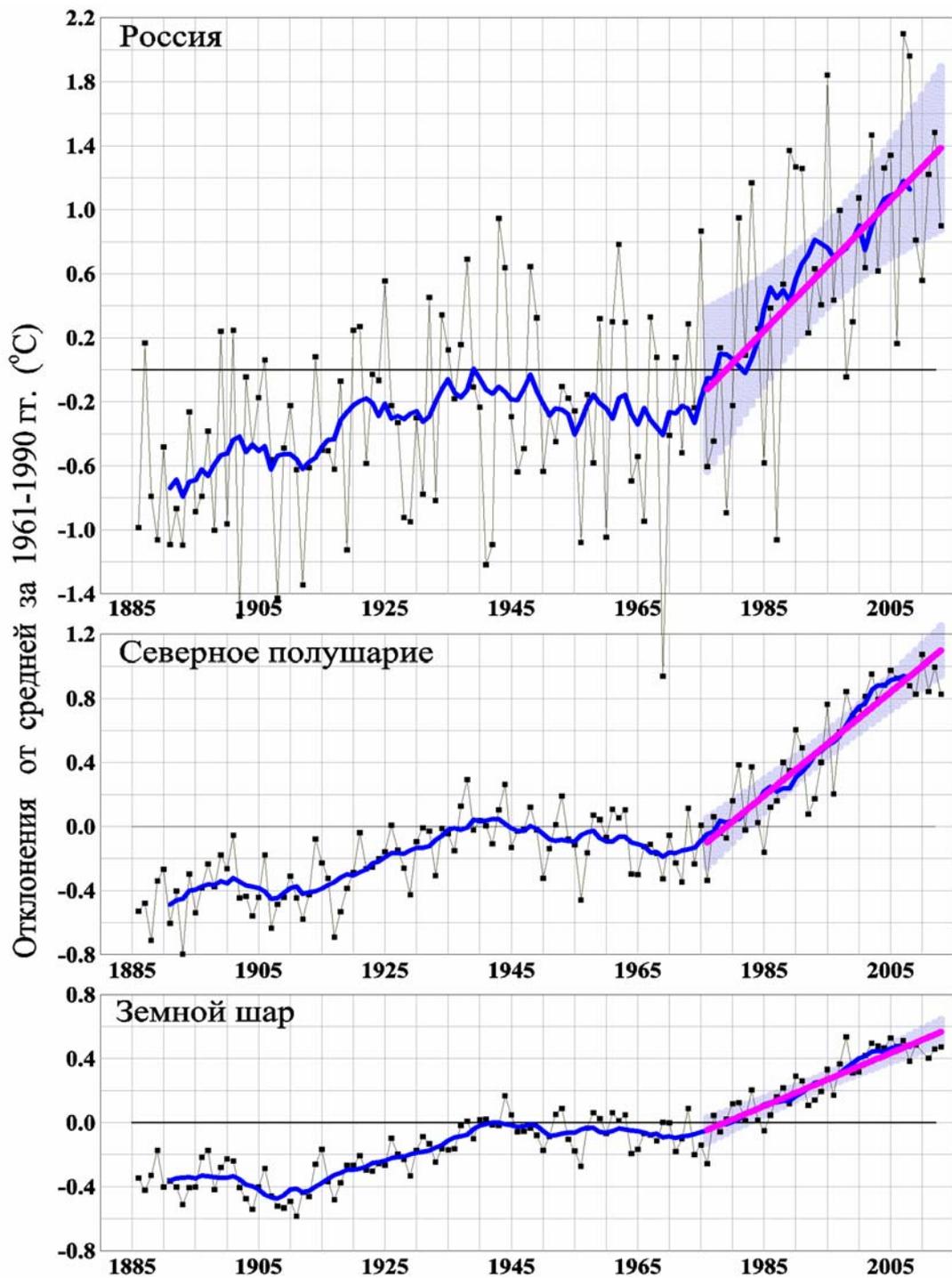


Рисунок 1.1 – Годовая аномалия (декабрь–ноябрь) приповерхностной температуры Земного шара, Северного полушария (суша) и России за 1886-2013 гг.

Аномалии рассчитаны как отклонения от средней за базовый период 1961-1990 гг. Сглаженная кривая получена 11-летним скользящим осреднением. Использованы данные Университета Восточной Англии (Земной шар - массив hadcrut4gl.txt, СП - scrutem4nh.txt) и данные ФГБУ «ИГКЭ Росгидромета и РАН» (Россия - данные на станциях).

2. КЛИМАТИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ 2013 ГОДА НА ТЕРРИТОРИИ РОССИИ

На рис. 2.1 и 2.3 представлены карты годовых и сезонных аномалий температуры и осадков в 2013 г. на территории России, а на рис. 2.2 и 2.4 - карты месячных аномалий. На всех картах показаны стационарные экстремумы ниже 5-го перцентиля и выше 95-го перцентиля.

Температура воздуха.

В таблице 2.1 представлены среднегодовые и средние сезонные аномалии температуры для физико-географических регионов России и федеральных округов РФ. Для каждого значения аномалии приведены вероятность неперевышения относительно выборки за 1936-2013 гг. и среднее квадратическое отклонение.

Таблица 2.1

Средние годовые (декабрь - ноябрь.) и сезонные аномалии температуры приземного воздуха для физико-географических регионов России и федеральных округов РФ в 2013 году:

νT - отклонения от средних за 1961-1990 гг.; $P(t \leq T_{2013})$ - вероятности неперевышения (в скобках в столбце νT) – рассчитаны по данным за 1936-2012 гг. и выражены в %; s – среднее квадратическое отклонение за 1961-1990 гг. (выделены экстремальные значения, попавшие в 5% максимальных или минимальных).

Регион	Год		Зима		Весна		Лето		Осень	
	$\nu T, ^\circ C (P)$	$s, ^\circ C$	$\nu T, ^\circ C (P)$	$s, ^\circ C$	$\nu T, ^\circ C (P)$	$s, ^\circ C$	$\nu T, ^\circ C (P)$	$s, ^\circ C$	$\nu T, ^\circ C (P)$	$s, ^\circ C$
Россия	0.91 (79)	0.76	-0.5 (36)	1.82	0.85 (71)	1.19	1.29 (95)	0.33	1.99(97)	0.90
Физико-географические регионы России										
Европейская часть РФ	1.34 (86)	0.97	1.23 (61)	2.33	0.35 (65)	1.44	1.84 (92)	1.00	1.90 (90)	1.04
Западная Сибирь	0.69 (74)	1.08	-0.94 (38)	2.94	0.21 (52)	1.62	1.02 (87)	0.80	2.48(97)	1.54
Средняя Сибирь	0.76 (66)	1.10	-1.76 (23)	2.78	1.23 (74)	1.66	1.17 (87)	0.65	2.39(90)	1.80
Прибайкалье и Забайкалье	0.23 (52)	0.73	-2.19 (13)	1.89	0.28 (54)	1.39	0.65 (66)	0.57	2.10(91)	1.23
Приамурье и Приморье	0.71 (74)	0.73	-0.62 (34)	1.52	-0.08 (51)	1.15	1.50 (95)	0.75	2.03(97)	0.89
Восточная Сибирь	1.09 (82)	0.62	-0.41 (40)	1.41	2.62 (94)	1.22	1.04 (84)	0.56	1.07 (65)	0.94
Федеральные Округа РФ										
Северо-Западный	1.18 (77)	1.14	1.10 (57)	2.88	-0.91 (30)	1.54	2.42 (99)	1.17	2.10 (92)	1.24
Центральный	1.32 (80)	1.10	1.10 (53)	2.69	0.43 (65)	1.69	1.83 (87)	1.22	1.92 (91)	1.13
Приволжский	1.43 (84)	1.05	0.88 (61)	2.54	0.64 (70)	1.69	1.60(87)	1.19	2.53(97)	1.25
Южный	1.74 (96)	0.96	2.42 (83)	2.08	2.48 (99)	1.47	1.40 (83)	1.04	0.67 (68)	1.05
Северо-Кавказский	1.31 (96)	0.73	2.27 (94)	1.59	1.86 (99)	0.96	0.89 (70)	0.76	0.19 (52)	0.85
Уральский	0.95 (75)	1.18	-0.13 (44)	3.12	-0.40 (39)	1.75	1.85 (95)	1.02	2.45 (92)	1.64
Сибирский	0.43 (57)	0.93	-2.06 (17)	2.57	0.74 (58)	1.47	0.74 (79)	0.47	2.27 (92)	1.49
Дальневосточный	0.95 (80)	0.69	-0.70 (27)	1.46	1.69 (87)	1.23	1.13 (90)	0.48	1.71 (92)	1.01

В таблице 2.2 приведены средние месячные аномалии температуры ($^{\circ}C$) в для физико-географических регионов России и федеральных округов РФ в 2013 г

Таблица 2.2

Средние месячные аномалии температуры, осредненные по территории регионов РФ в 2013 г.

Красным цветом выделены месяцы с положительными аномалиями температуры, синим – с отрицательными.

Регионы	Аномалии температуры (°С)											
	дек 12	январь	февраль	март	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь	ноябрь
Российская Федерация	-2.52	-0.09	1.14	-1.56	2.02	2.02	1.63	0.88	1.38	-0.08	0.81	5.30
Физико-географические регионы России												
Европейская часть России	-2.64	1.79	4.48	-3.04	1.36	2.76	2.73	0.99	1.80	0.10	0.92	4.70
Западная Сибирь	-5.42	-0.77	3.36	-1.9	2.87	-0.48	0.28	1.36	1.48	-0.41	0.93	6.87
Средняя Сибирь	-3.73	-1.29	-0.18	-2.06	2.36	3.24	2.05	0.28	1.20	-0.51	1.81	5.87
Прибайкалье и Забайкалье	-5.18	-1.40	0.00	-0.78	0.13	1.48	0.64	-0.03	1.41	-0.31	0.94	5.66
Приамурье и Приморье	-0.75	-1.39	0.34	-1.16	-0.30	1.20	1.81	1.41	1.27	0.84	0.56	5.22
Восточная Сибирь	2.64	0.23	-4.14	1.03	4.02	2.71	1.19	1.18	0.63	0.16	-0.69	3.75
Федеральные округа РФ												
Северо-Западный	-3.84	1.64	5.37	-6.81	1.5	2.57	3.33	1.72	2.22	0.8	0.82	4.73
Центральный	-2.31	1.34	4.3	-3.4	0.88	3.81	2.96	0.76	1.77	-0.52	1.41	5.01
Приволжский	-2.31	1.23	3.64	-1.62	1.57	2.02	2.45	0.66	1.7	0.46	1.25	5.84
Южный	-0.95	3.71	4.5	1.93	1.53	4.06	2.08	0.51	1.49	-1.26	0.33	2.93
Северо-Кавказский	-0.32	2.93	4.25	2.19	1.16	2.24	1.5	0.33	0.83	-0.82	-0.2	1.57
Уральский	-3.13	-1.65	4.38	-4.79	2.96	0.6	1.73	2.27	1.57	-0.29	0.66	6.92
Сибирский	-6.41	-0.6	0.9	-0.51	1.81	0.79	0.51	0.29	1.46	-0.66	1.29	6.19
Дальневосточный	1.04	-0.72	-2.37	-0.31	2.46	2.87	1.65	0.87	0.85	0.35	0.34	4.55

В 2013 году средняя годовая аномалия для территории РФ составила +0.91°С (вероятность не превышения 79.2%: 17-ая положительная величина в ряду); практически нигде на территории России аномалия температуры не превышала +2°С. Основными сезонными особенностями 2013 года (табл. 2.1) для РФ были: *холодная зима* в азиатской части России (далее АЧР), *умеренно теплая весна* (экстремально тепло было в Южном и Северо-Кавказском ФО: аномалии +2.48°С и +1.86°С – вторые по величине в рядах региональных температур с 1936 г.), *теплое лето*: осредненная по России аномалия температуры +1.29°С (пятая положительная величина ряду наблюдений). *очень теплая осень*: осредненная по России аномалия температуры +1.99°С (третья величина ряду наблюдений).

Зима 2012/13 гг. для России в целом была холодной, аномалия температуры -0.50°С. Средние региональные аномалии отрицательны во всех регионах РФ, кроме Европейской части России, хотя они по модулю не превышали стандартного отклонения. Из федеральных округов следует отметить Северо-Кавказский ФО, где зима была очень теплой, сезонная аномалия температуры +2.27°С (это шестая положительная величина в ряду).

В ЕЧР, в северной части Западной Сибири и на западе Таймыра, в Хабаровском крае, на Камчатке и Сахалине было теплее, чем в среднем за базовый период 1961-90 гг. Сезонные аномалии выше +2°С наблюдались на юге ЕЧР, в дельте Оби и на Камчатке.

В 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).

Из месяцев сезона следует отметить декабрь 2012 г. и февраль 2013 г.

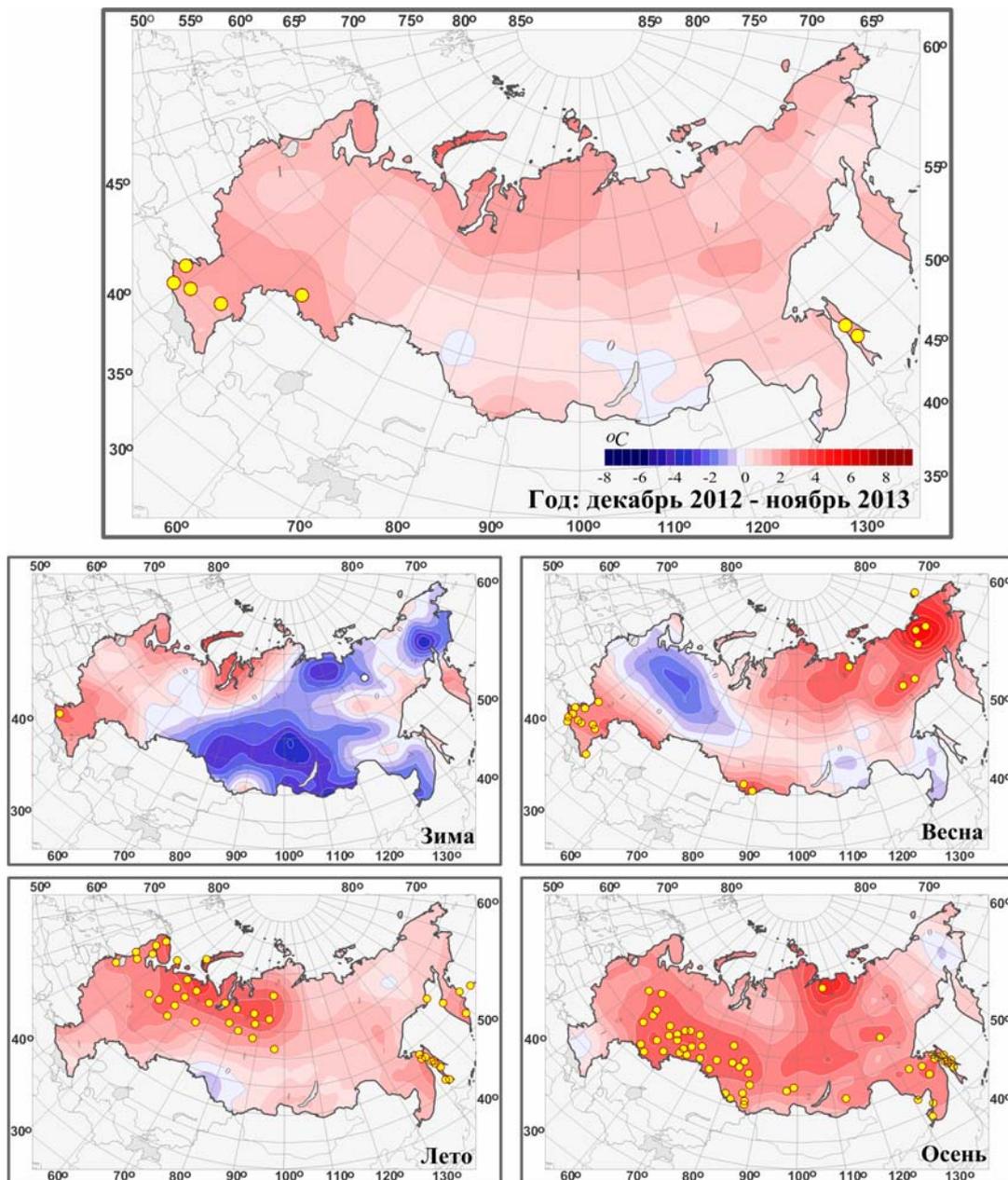


Рисунок 2.1 - Поля аномалий температуры приземного воздуха ($^{\circ}\text{C}$) на территории России в 2013 г., в среднем за год и по сезонам. Кругами белого цвета показано местоположение станционных экстремумов ниже 5-го перцентиля, желтого – выше 95-го перцентиля. Аномалии рассчитаны как отклонения от среднего за базовый период 1961-1990 гг.

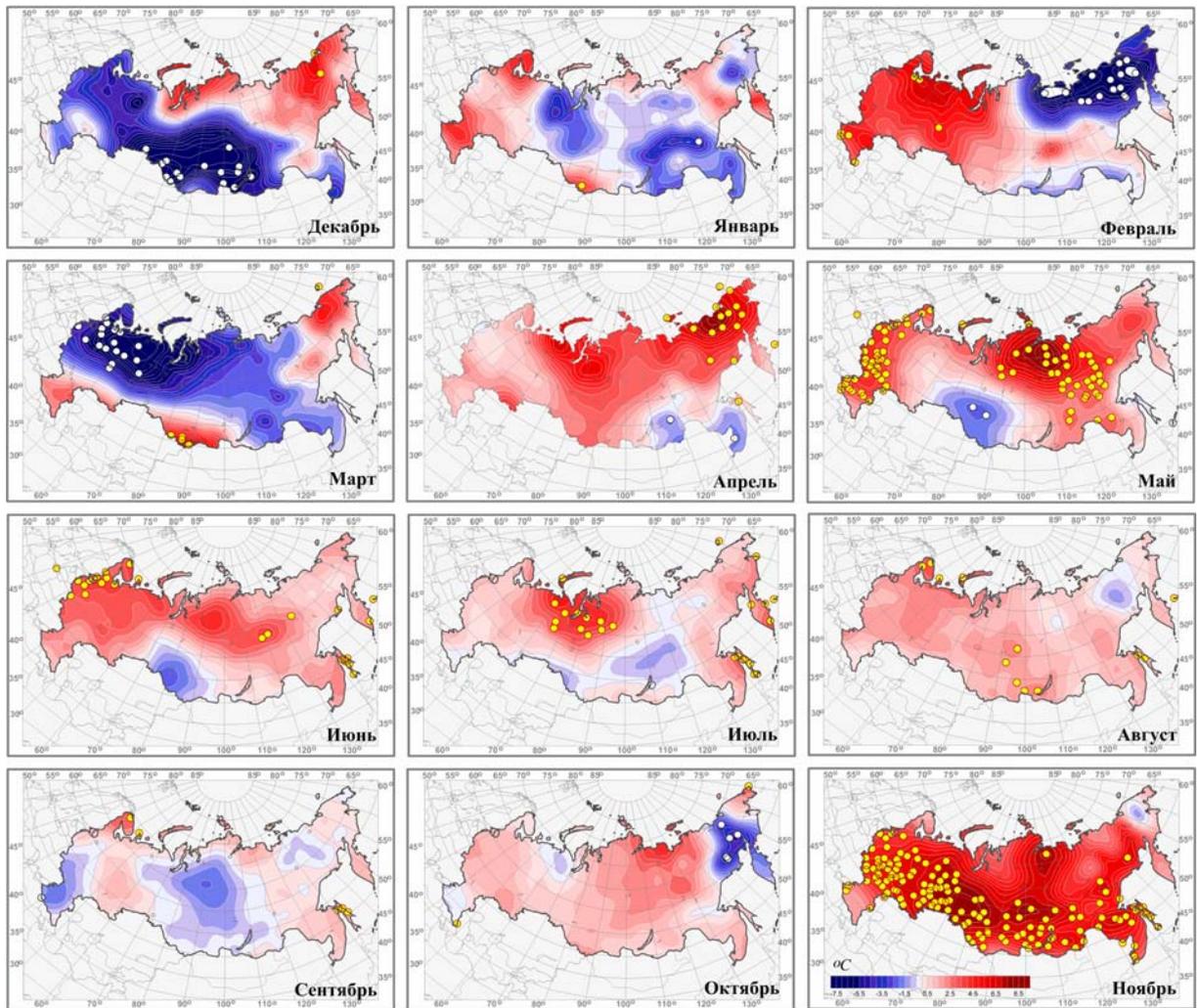


Рисунок 2.2 – Поля средних месячных аномалий температуры приземного воздуха ($^{\circ}\text{C}$) на территории России в 2013 г. Условные обозначения см. на рис.2.1

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.

Февраль. Очень тепло 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.

Очень холодно 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 $+2^{\circ}\text{C}$.

Весна. В ЕЧР положительные аномалии наблюдались южнее 55° с.ш., на многих станциях Южного и Северо-Кавказского ФО средняя сезонная температура была выше 95-го перцентиля (максимальная по региону сезонная аномалия зафиксирована в Краснодаре: +3.1°C). Преимущественно тепло было в АЧР, особенно в Чукотском АО (сезонные аномалии до +6°C), на Алтае (сезонные аномалии до 4°C): на отдельных станциях температура превышала 95-й перцентиль.

В северной части ЕЧР и в Западной Сибири (исключая северные районы) наблюдались отрицательные сезонные аномалии, достигавшие -2°C (между 60-65° с.ш.): эти аномалии сформировались за счет марта. Температуры ниже нормы наблюдались также в Забайкалье и Приморье.

В температурном режиме всех месяцев сезона отмечались яркие особенности.

Март был преимущественно холодным. На большей части страны наблюдались значительные отрицательные аномалии, наиболее холодно на Северном Урале, в республике Коми – аномалии до -10.1°C (станция Хоседа-Хард). Практически везде в северной половине ЕЧР. наблюдалась температура ниже 5-го перцентиля. Лишь на юге ЕЧР и далее на Южном Урале и на юге Сибири (до Байкала) тепло, на станциях Алтая температура была выше 95-го перцентиля, аномалии до +10.4°C. Тепло было также в Магаданской области, в Чукотском АО.

Апрель. На большей части России тепло, очень тепло - на севере АЧР, где во многих пунктах температуры превышали 95-й перцентиль, аномалии достигали +9.2°C (станция Островное). Апрельская аномалия температуры, осредненная по территории региона Восточная Сибирь составила +4.02°C - вторая среди максимальных величин в ряду (рекордное значение осредненной по региону аномалии наблюдалось в 1954 году: +4.23°C). Холодно было лишь в горах Забайкалья (до -3.6°C - станция Калакан), в Приамурье и Приморье, аномалии (до -2.2°C).

Май. В мае на территории России наблюдались две крупные области экстремальных аномалий. На большинстве станций запада и юга ЕЧР температура выше 95 перцентиля (аномалии в Южном ФО достигали +5.1°C). На АЧР, особенно на севере Сибирского ФО и в Дальневосточном ФО, на многих станциях температура была выше 95-го перцентиля (аномалии около +8°C на северо-западе Якутии). Майские аномалии температуры, осредненные по регионам: Европейская часть России, Средняя Сибирь, Восточная Сибирь, составили +2.76°C, +3.24°C, +2.71°C – пятая, третья и третья среди наибольших величин в соответствующих рядах. Холодно было на юге Уральского и Сибирского ФО (аномалии до -2.5°C).

Лето для России в целом было теплым, средняя по территории аномалия температуры +1.29°C (пятая величина в ранжированном по убыванию ряду наблюдений).

Экстремально теплые условия наблюдались севернее 60 с.ш: на ЕЧР), в Западной и Средней Сибири, а также на Сахалине и Камчатке. На большинстве станций этих районов средняя сезонная температура была выше 95-го перцентиля. Максимальная сезонная аномалия зафиксирована в Ненецком АО на станции Хоседа-Хард (+3.9°C).

Отрицательные аномалии наблюдались на Алтае (за счет июня-июля) и в среднем течении р. Индигирка (за счет июля-августа).

Осредненные по регионам РФ летние аномалии температуры положительны для всех регионов. Наиболее тепло летом было в регионах: Приамурье и Приморье – сезонная аномалия +1.50°C (пятая величина в ряду наблюдений с 1936 г.), Европейская часть России - аномалия +1.84°C (7-ая положительная величина в ряду). Из федеральных округов следует отметить Северо-Западный ФО - сезонная аномалия +2.42°C (вторая максимальная величина после рекордного 1972 г. (+2.48°C), и

Уральский ФО – аномалия +1.85°C (пятая величина в ряду).

Осенью на всей территории страны (кроме юга Южного ФО и Чукотки) тепло. Сезонные экстремумы (температуры выше 95-го перцентиля) наблюдались в Среднем Поволжье, на Южном Урале, юге АЧР, на Сахалине. Осредненная по территории РФ осенняя аномалия +1.99°C – третья положительная величина в ряду наблюдений с 1936 года. Для всех рассматриваемых регионов средние температуры были среди 10-ти самых высоких (кроме региона Восточная Сибирь и Южного и Северо-Кавказского ФО). Особенно тепло в Западной Сибири и в Приамурье и Приморье (аномалии: 2.48°C, 2.03°C – третьи максимальные значения в рядах).

Экстремально теплым был *ноябрь*. Осредненные по всей территории России и по регионам РФ аномалии температуры (кроме Средней Сибири, Восточной Сибири) – исторические рекорды в соответствующих рядах. Средняя по РФ аномалия +5.30 °C на 1.6 °C превзошла предыдущий максимум 2010 г.: +3.70 °C). В регионах Средняя Сибирь и Восточная Сибирь ноябрь был также очень теплым: - шестой и девятый среди самых теплых осенних сезонов в данных регионах. Более чем на половине станций температура была выше 95-го перцентиля. На всей территории страны (кроме Чукотки) аномалии температуры были положительные. Наибольшие аномалии температуры наблюдались в верховьях Оби и Иртыша (в Тобольске аномалия составила +8.2°C).

Атмосферные осадки

Все приводимые в данном разделе оценки, как и для температуры, получены по данным стационарных наблюдений месячного разрешения. Данные осреднены сначала внутри календарных сезонов каждого года и за год в целом, а затем – по территории регионов. Зимний сезон и год включают декабрь 2012 года. Количество осадков, выпавших за год/сезон представлено ниже в мм/месяц (средняя за год/сезон месячная сумма осадков).

Географические особенности распределения осадков на территории РФ в 2013 г. подробнее представлены на рисунках 2.3 и 2.4, где приведены поля аномалий годовых, сезонных и месячных сумм осадков в процентах от нормы (среднего за 1961-1990 гг.). Регионально осредненные аномалии осадков в 2013 г. приведены в табл.2.3 в мм/месяц и в процентах от нормы (также в таблице для каждого значения аномалии приведена вероятность превышения относительно периода 1936-2012гг.). В таблице 2.4 приведены относительные аномалии месячных сумм осадков (в процентах от нормы) в 2013 г. в рассматриваемых регионах России.

В 2013 году (табл. 2.3) в целом по России выпало рекордное количество осадков (аномалия +4.2 мм/месяц или 111% нормы). В регионе Восточная Сибирь аномалия составила +6.7 мм/месяц (120%) - вторая положительная величина в ряду. Рекордное количество осадков выпало в Дальневосточном ФО (аномалия +7.4 мм/месяц). Экстремальное избыточное увлажнение наблюдалось весной и осенью: осредненные по РФ сезонные аномалии осадков +7.9 мм/месяц (129% нормы) и +6.8 мм/месяц (116% нормы) – максимальная и вторая положительные величины в соответствующих рядах. Летом общее количество осадков было в пределах нормы (103%). Избыточное увлажнение наблюдалось в регионе Восточная Сибирь, а также в Дальневосточном ФО, осредненные сезонные аномалии: +13.6 мм/месяц (126% нормы) +15.0 мм/месяц (123%

нормы) - третьи положительные величины в соответствующих рядах. Сильный дефицит осадков летом наблюдался в Уральском ФО - (выпало 76% нормы, пятая минимальная величина в ряду). Зимой 2012/13 гг. - количество выпавших осадков было меньше среднего многолетнего на большей части территории РФ.

Таблица 2.3

Средние годовые (декабрь - ноябрь.) и сезонные аномалии осадков для физико-географических регионов России и федеральных округов РФ в 2013 году:

νR (мм/месяц)- отклонения от средних за 1961-1990 гг; RR – отношение R_{2013} к норме, выраженное в %; $P(r \leq R_{2013})$ Вероятности неперевышения (в скобках в столбце νR) – рассчитаны по данным за 1936-2012 гг. и выражены в %, (выделены значения, попавшие в 5% максимальных или минимальных).

Регион	Год		Зима		Весна		Лето		Осень	
	νR (P)	RR	νR (P)	RR	νR (P)	RR	νR (P)	RR	νR (P)	RR
Россия	4.2 (100)	111	-1.3 (40)	95	7.9 (100)	129	2.2 (70)	103	6.8 (99)	116
Физико-географические регионы России										
Европейская часть РФ	2.6 (74)	106	-2.6 (32)	93	3.9 (70)	111	-4.0 (30)	94	12.9 (99)	126
Западная Сибирь	3.3 (84)	109	0.3 (57)	101	13.2 (99)	147	-5.5 (18)	91	3.4 (77)	108
Средняя Сибирь	2.3 (71)	107	-3.3 (17)	82	5.7 (99)	127	0.4 (35)	101	6.4 (92)	119
Прибайкалье и Забайкалье	3.2 (74)	109	0.3 (52)	103	7.2 (97)	136	2.8 (58)	104	0.8 (47)	103
Приамурье и Приморье	12.3 (96)	123	5.1 (87)	135	16.7 (99)	144	20.8 (90)	120	6.3 (75)	111
Восточная Сибирь	6.7 (99)	120	-2.6 (49)	88	8.0 (97)	141	13.6 (97)	126	4.5 (77)	111
Федеральные Округа РФ										
Северо-Западный	-2.7 (29)	94	-0.9 (44)	97	-1.9 (39)	94	-10.7 (20)	84	2.8 (68)	104
Центральный	6.3 (92)	112	-2.2 (43)	94	15.1 (96)	139	-7.7 (34)	89	19.9 (94)	144
Приволжский	4.7 (90)	111	-4.3 (38)	87	7.2 (79)	122	0.9 (60)	101	15.0 (95)	131
Южный	4.4 (74)	110	-6.9 (27)	84	-4.5 (30)	88	4.5 (69)	109	24.6 (99)	158
Северо-Кавказский	5.1 (70)	109	3.9 (61)	108	1.7 (51)	103	1.1 (56)	102	12.3 (74)	122
Уральский	-0.0 (46)	100	-1.1 (47)	96	6.9 (80)	124	-15.5 (5)	76	6.9 (84)	115
Сибирский	3.4 (86)	110	-0.7 (49)	96	11.1 (100)	147	-0.6 (34)	99	3.4 (77)	109
Дальневосточный	7.4 (100)	120	-0.9 (56)	95	9.0 (100)	138	15.0 (97)	123	4.8 (92)	111

Зима 2012/13 гг. В целом за сезон преобладали осадки ниже нормы. 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 Дагестане, на Алтае, в Тыве, в Бурятии, в Читинской области. В регионе Приамурье и Приморье сезонная аномалия составила +5.1 мм/месяц (135% нормы).

Области крупного дефицита осадков в АЧР наблюдались во все месяцы сезона. В декабре сильный дефицит осадков наблюдался в центральных районах Средней Сибири, на ряде станций количество выпавших осадков было меньше 5-го перцентиля, осредненная по региону Средняя Сибирь аномалия составила -8.5 мм/месяц (62% нормы) - пятая по величине отрицательная величина в ряду наблюдений.

В январе значительный дефицит осадков, местами менее 40% нормы, наблюдался на большей части Дальневосточного ФО (на многих станциях количество выпавших осадков менее 5-го перцентиля).

В феврале на северо-востоке страны дефицит осадков значительно усилился: 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).

Весна. – На большей части территории страны, особенно в южной половине и на Дальнем Востоке осадков выпало больше сезонной нормы, на 15% станций количество выпавших осадков превышало 95-й перцентиль. Крупные области экстремальных сезонных осадков наблюдались на западе ЕЧР, в южной половине Западной Сибири, в Забайкалье и Приморье, на Сахалине. По России в целом аномалия осадков составила +7.9 мм/месяц (относительная аномалия 129% нормы) – рекордная величина весенних осадков в ряду наблюдений.

На севере ЕЧР и АЧР до Лены (вдоль побережья Карского и Восточно-Сибирского морей) наблюдался дефицит осадков (на Таймыре выпало менее 60% нормы).

Наиболее влажными месяцами в сезоне были март и май. Аномалии осадков, осредненные по территории РФ в марте и в мае составили +11.3 мм/месяц (относительная аномалия 160% нормы), +10.8 мм/месяц (129%) – вторые положительные величины в соответствующих рядах.

Таблица 2.4

Месячные относительные аномалии осадков в регионах РФ в 2013 г.
Зеленым цветом показаны месяцы, когда осадков выпало выше нормы,
желтым – ниже нормы.

Регионы	Аномалии осадков (% нормы)											
	дек 12	январь	февраль	март	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь	ноябрь
Российская Федерация	96	95	92	160	106	129	98	109	102	121	108	119
Физико-географические регионы России												
Европейская часть России	95	99	84	156	90	97	82	106	92	155	115	102
Западная Сибирь	77	114	122	188	119	147	80	88	106	89	119	121
Средняя Сибирь	62	84	114	110	100	150	112	103	90	116	107	139
Прибайкалье и Забайкалье	97	102	115	187	96	145	121	99	94	117	69	109
Приамурье и Приморье	167	90	126	132	118	165	91	148	111	84	121	170
Восточная Сибирь	127	77	51	191	140	110	132	119	132	127	86	119
Федеральные округа РФ												
Северо-Западный	81	105	115	90	104	88	76	92	83	62	123	139
Центральный	98	94	91	204	89	138	79	103	85	215	83	108
Приволжский	104	95	58	203	97	91	68	116	120	205	105	81
Южный	71	115	63	170	46	65	130	116	72	294	152	48
Северо-Кавказский	155	81	77	128	81	104	85	140	85	178	117	74
Уральский	83	93	118	160	119	110	74	80	76	86	148	118
Сибирский	70	113	121	178	109	156	107	91	102	110	94	127
Дальневосточный	127	76	74	152	120	144	113	136	119	108	98	135

Март оказался наиболее выдающимся весенним месяцем в плане осадков: везде в южной полосе страны, а также на Северо-Востоке и Сахалине наблюдались 95%-е экстремумы. Месячные нормы осадков превышались в 2-4 раза и больше. На многих станциях Центрального и Приволжского, юга Уральского и Сибирского ФО наблюдались экстремальные месячные суммы осадков выше 95-го перцентиля. Много осадков выпало вдоль побережья Тихого океана (на Чукотке, на Камчатке, в

Магаданской области, в Хабаровском и Приморских краях). На отдельных станциях Тихоокеанского побережья выпало более 4-х норм. В целом по РФ количество выпавших осадков превысило 95-й процентиль на 20% станций. Во всех физико-географических регионах и всех ФО, кроме Северо-Западного, месячные суммы осадков были выше нормы (в СЗФО – 90%). Мартовские аномалии осадков в процентах от нормы, составили по регионам: Европейская часть России -156% (ранг 6), Западная Сибирь - 188% (5), Прибайкалье и Забайкалье - 187% (4), Восточная Сибирь - 191% (4).

Значительный дефицит осадков (менее 40% нормы) наблюдался в северных районах Сибири, в Якутии. Ниже нормы были осадки на севере ЕЧР, в Амурской и Читинской областях.

Мартовское распределение осадков в значительной степени определило общую картину сезонных аномалий.

В мае избыток осадков (более 140% нормы) наблюдался центральных районах ЕЧР, в бассейне реки Енисей в южных районах АЧР (исключая Алтай и Саяны), в Якутии (здесь на отдельных станциях выпало более 3 норм). Майские аномалии осадков, осредненные по регионам Средняя Сибирь, Приамурье и Приморье составили 14.5 мм/месяц (150%), 37.0 мм/месяц (165%) – вторые максимальные величины в соответствующих рядах.

Значительный дефицит осадков (менее 60% нормы) наблюдался в Южном ФО, на севере ЕЧР и Урала, на севере Средней Сибири, на Чукотке, Камчатке, в Магаданской области.

Лето. Для территории России в целом летняя аномалия осадков составила +2.2 мм/месяц (относительная аномалия 103% нормы).

Избыток осадков наблюдался на большей части территории Дальнего Востока России и вдоль южной границы России: от Краснодарского края до Иркутской области. На многих станциях здесь количество выпавших осадков превысило 95-й процентиль. Крупная область экстремальных сезонных осадков отмечалась на Дальнем Востоке в Магаданской области и юге Якутии: здесь избыток осадков сохранялся все три летних месяца.

Вся остальная территория России (значительная часть ЕЧР, Западной и Средней Сибири, регион Байкала, север восточной Сибири) находилась в области значительного дефицита осадков (менее 60% нормы), который сохранялся в этих районах в течение всего летнего периода. На станциях: Хатанга, Новый Порт выпало осадков менее 30% нормы. На ряде станций количество выпавших осадков было меньше 5-го процентиля.

В регионе Восточная Сибирь летом осадков выпало больше нормы на 26% (третья величина в ряду наблюдений), а в регионе Приамурье и Приморье выпало в среднем 120% нормы 9-ая величина в ряду наблюдений). Из федеральных округов следует отметить Уральский ФО, где выпало осадков 76% нормы (пятый минимум с 1936 г.). В Дальневосточном ФО, напротив, средняя по региону сезонная аномалия осадков составила 123% нормы : это третья величина в ряду наблюдений.

Аномалии осадков, осредненные по территории РФ, в июне, июле и в августе были близки к норме: 98% нормы, 109%, 102%, соответственно.

Из месяцев летнего сезона наиболее ярким был **июль**, во многом именно он определил распределение сезонных аномалий. Значительный избыток осадков (более двух норм) охватывал обширную территорию на Дальнем востоке России и на юге ЕЧР и Западной Сибири. На многих станциях месячные суммы осадков превысили 95-й процентиль. Осредненная по региону Приамурье и Приморье средняя июльская аномалия осадков составила 148% нормы (+55.3 мм/месяц) – третья максимальная величина в ряду наблюдений.

Менее 60% нормы осадков выпало на обширной территории на севере ЕЧР, в Западной и Средней Сибири. Дефицит осадков в районе Ямала и Таймыра, наблюдавшийся еще в июне, усилился до 20% нормы. На ряде станций выпали осадки менее 5-го процентиля.

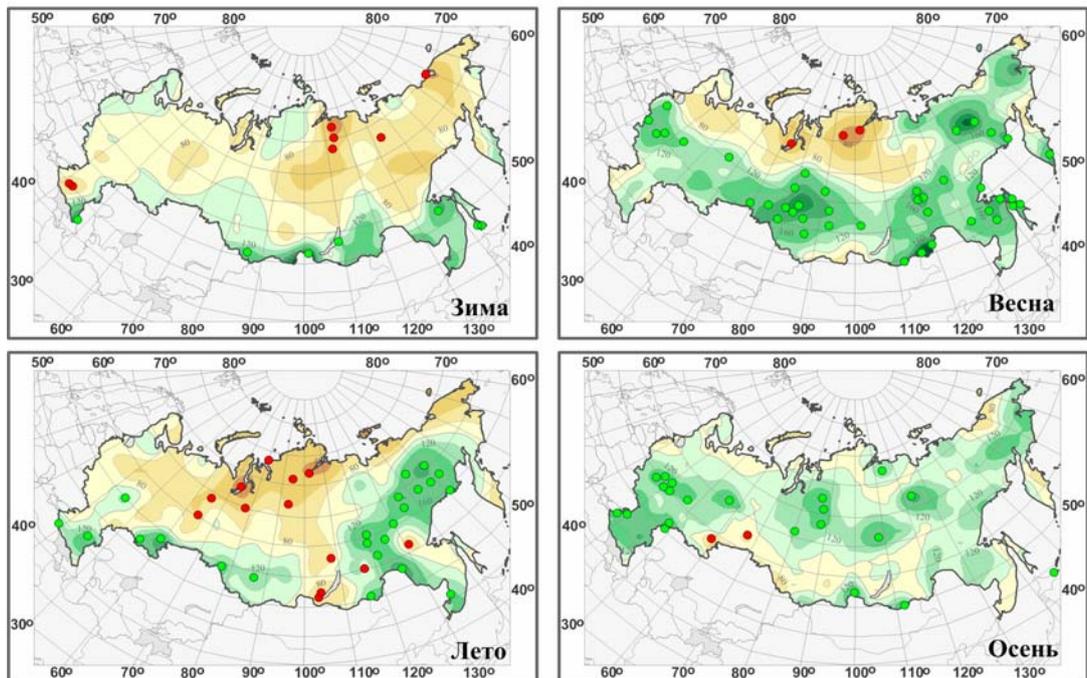
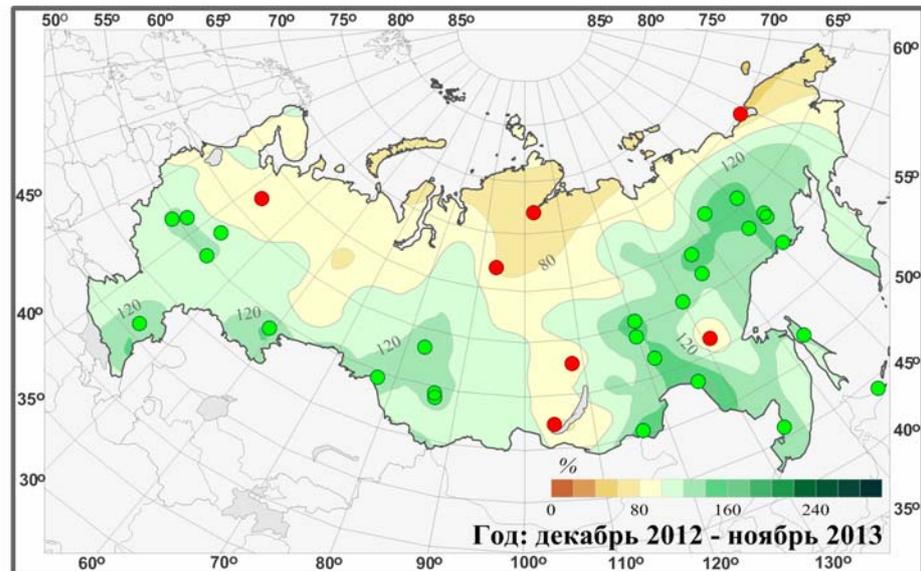


Рисунок 2.3 - Поля аномалий средних годовых (декабрь – ноябрь) и сезонных сумм осадков (в процентах от нормы за 1961-1990 гг.) на территории России в 2013 г. Кружками красного цвета показаны стационарные экстремумы ниже 5-го перцентиля, зеленого – выше 95-го перцентиля.

Осень. На большей части страны - избыток осадков, наибольшее количество осадков наблюдалось на юге ЕЧР и в среднем течении Енисея : выпало более полутора норм. Осредненная по территории России аномалия осадков составила +6.8 мм/месяц – вторая положительная величина (максимум осадков осенью зафиксирован в 2012 году: +6.9 мм/месяц). Больше всего осадков выпало в ЕЧР (+12.9 мм/месяц, вероятность непревышения 98.7%, вторая положительная величина в ряду), в Южном ФО (+24.6 мм/месяц, 98.7%, ранг 2, за счет сентября), в Дальневосточном ФО (+4.8 мм/месяц, 92.2%, ранг 8, в основном, за счет ноября).

Дефицит осадков (80%-60%) наблюдался на западе страны (в основном, в Ленинградской области), а также вдоль побережья Белого, Баренцева, Карского, Чукотского морей, в южных районах АЧР, на Камчатке.

Следует отметить сентябрь и ноябрь: эти месяцы во многом определили особенности распределения аномалий осенью.

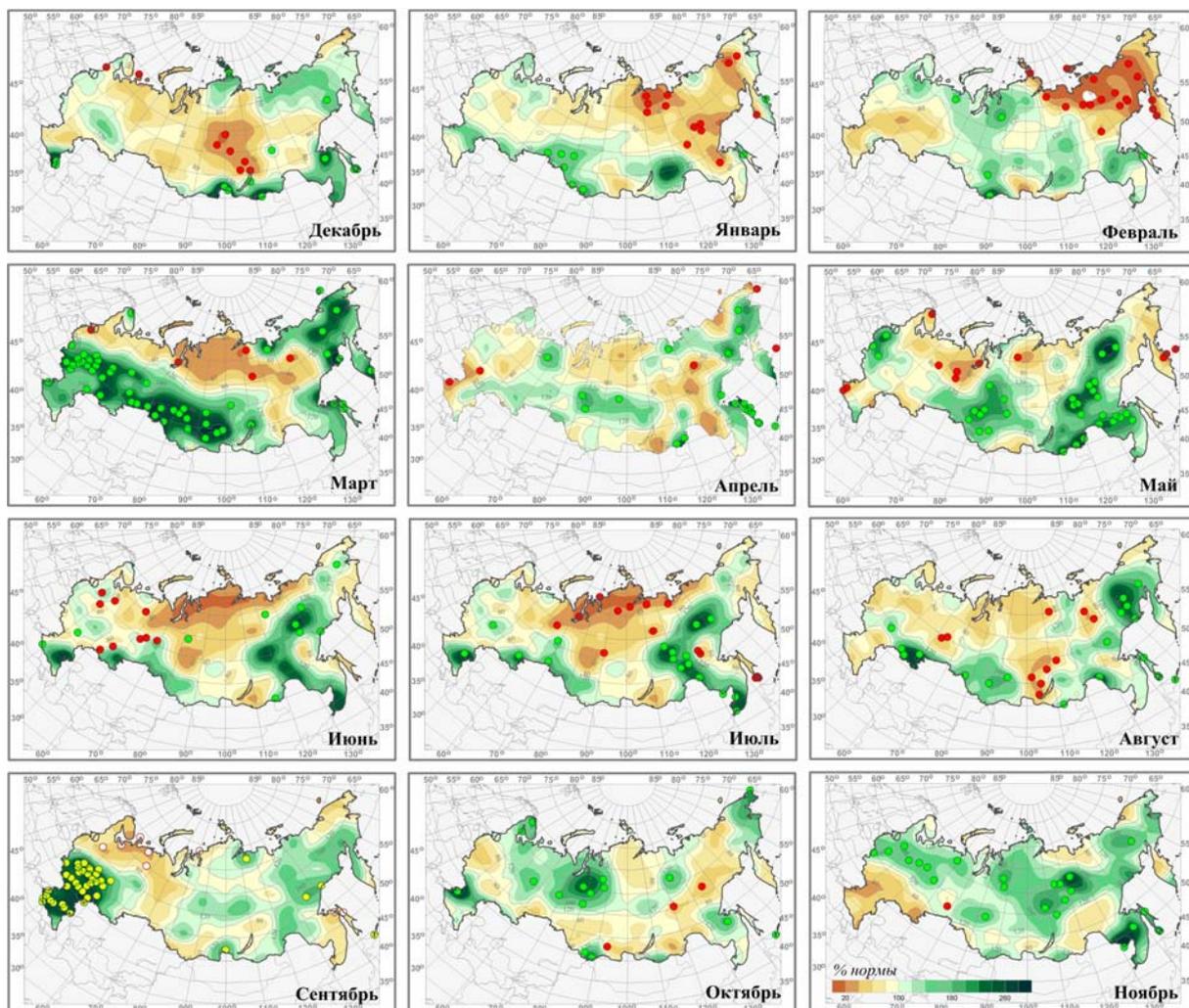


Рисунок 2.4 – Поля средних месячных аномалий осадков (% нормы) на территории России в 2013 г. Условные обозначения см. на рис.2.3

Сентябрь. Контрастные условия увлажнения сложились на ЕЧР. Экстремальное количество осадков (более 140% нормы) выпало на ЕЧР южнее $\sim 57^\circ$ с.ш., на большинстве станций здесь количество выпавших осадков превысило 95-ый процентиль, особенно много осадков – в Южном ФО и на юге Приволжского ФО (на станции Яшкуль выпало 408% нормы осадков). Осадков выпало выше нормы (более 120%) в центральных районах Сибирского ФО и на большей части Дальневосточного ФО (за исключением Чукотки, Приморья и Сахалина), на отдельных станциях количество выпавших осадков – около двух норм. На севере ЕЧР - значительный дефицит осадков, на отдельных станциях дефицит осадков составил менее 30% нормы (и менее 5-го процентиля). Дефицит осадков (80%-40% нормы) наблюдался в Западной Сибири, на Чукотке, в Приморье, на Сахалине.

Ноябрь. Преобладало избыточное увлажнение (больше 120% нормы). На многих станциях северной части ЕЧР, в центральных районах АЧР, в Приморье выпало больше полутора норм осадков, особенно много осадков выпало в среднем течении Лены (более трех норм), в Приамурье (до пяти норм). Осредненные по регионам Средняя Сибирь и Приамурье и Приморье аномалии осадков: +10.3 мм/месяц (139% нормы) и +20.8 мм/месяц (170% нормы) – вторая и четвертая положительные величины в соответствующих рядах.

Дефицит осадков (80%-40%) наблюдался в южных районах ЕЧР. Дефицит осадков (менее 80%) наблюдался в районах вдоль побережья моря Лаптевых и Восточно-Сибирского моря, в Забайкалье и на Камчатке.

3. ТЕНДЕНЦИИ СОВРЕМЕННЫХ ИЗМЕНЕНИЙ КЛИМАТА НА ТЕРРИТОРИИ РОССИИ.

В этом разделе рассматриваются численные оценки тенденций изменения (линейный тренд, характеризующий среднюю скорость изменения на заданном интервале) метеорологических величин с начала современного потепления, т.е. с середины 1970-х гг.: география изменений, т.е. распределение оценок тренда по территории РФ, временные ряды и оценки тренда для России в целом.

Временные ряды средних годовых и сезонных аномалий температуры и осадков, осредненных по территории России в целом, приведены на рисунках 3.1, и 3.2 за период с 1936 по 2013 гг. На всех временных рядах показан линейный тренд, характеризующий тенденцию (среднюю скорость) изменений температуры и осадков на интервале 1976 - 2013 гг., с 95%-й доверительной полосой.

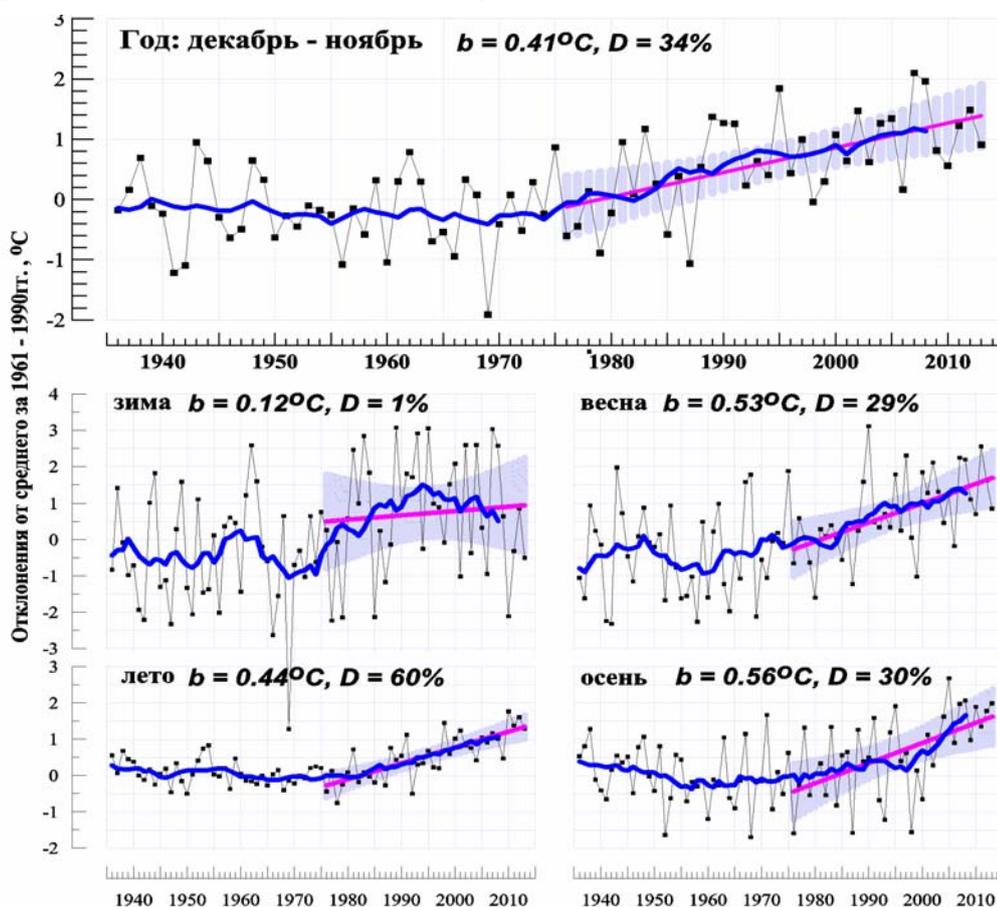


Рисунок 3.1 - Средние годовые и сезонные аномалии температуры приземного воздуха ($^{\circ}\text{C}$), осредненные по территории РФ, 1936-2013 гг.

Аномалии рассчитаны как отклонения от среднего 1961-1990 гг. Показаны также 11-летнее скользящее среднее, линейный тренд за 1976-2013 гг. с 95%-й доверительной полосой.

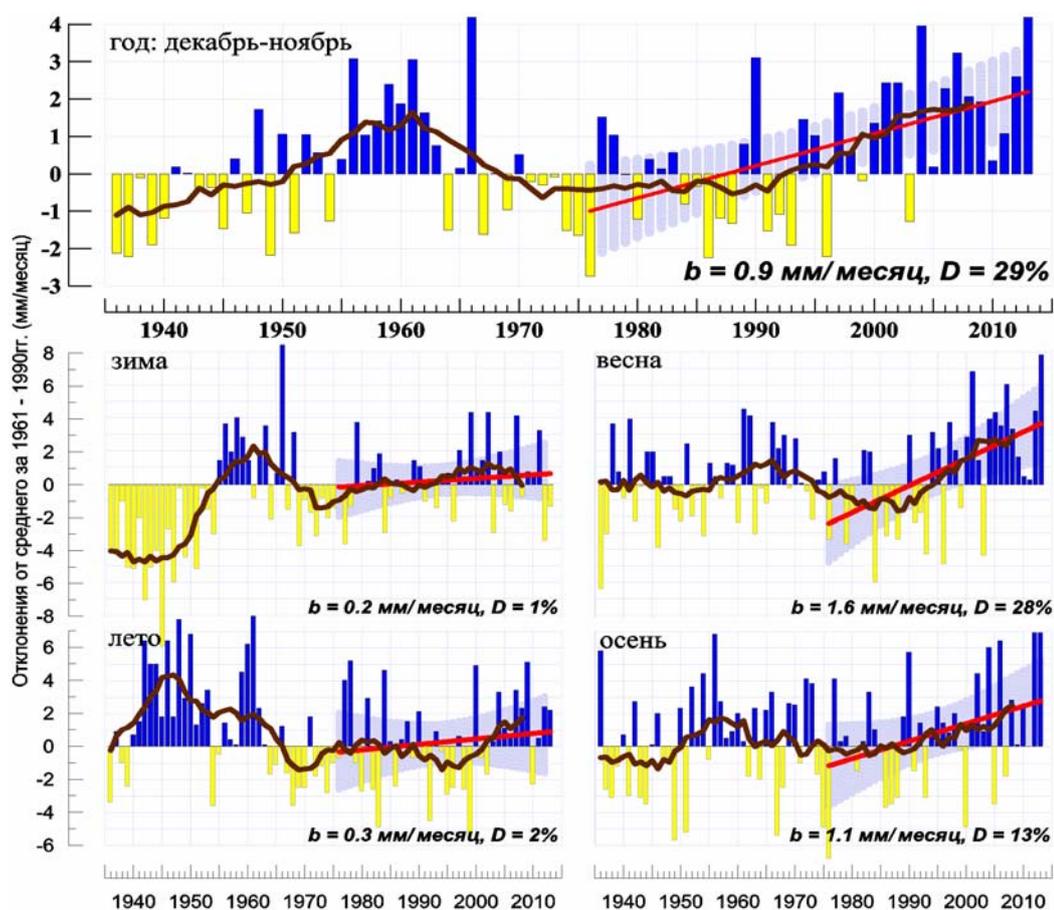


Рисунок 3.2 – Средние годовые и средние сезонные аномалии месячных сумм осадков (мм/месяц), осредненные по территории РФ, 1936 – 2013 гг. (Условные обозначения на рис.3.1)

В таблице 3.1 приведены оценки линейного тренда регионально осредненной температуры приземного воздуха и месячных сумм атмосферных осадков для территории РФ в целом за 1976-2013 гг. Тренды осадков выражены либо в мм / мес / 10 лет, либо в % нормы / 10 лет: для краткости в дальнейшем будем писать % / 10 лет.

Таблица 3.1

Оценки линейного тренда средних за год и сезоны аномалий температуры приземного воздуха и атмосферных осадков, осредненных по территории России, за 1976-2013 гг.,
b – коэффициент линейного тренда, *D*% - вклад тренда в дисперсию

Период осреднения	температура		осадки		
	<i>b</i> °C/10 лет	<i>D</i> %	<i>b</i> мм/мес/10 лет	<i>b</i> %/10 лет	<i>D</i> %
Год	0.41	34	0.9	2.2	29
Зима	0.12	1	0.2	0.9	1
Весна	0.53	29	1.6	5.9	28
Лето	0.44	60	0.3	0.5	2
Осень	0.56	30	1.1	2.4	13

На рисунках 3.3 и 3.4 представлено географическое распределение коэффициентов линейных трендов температуры приземного воздуха и атмосферных осадков на территории России для 2013 года в целом и для сезонов года. Оценки получены по стационарным временным рядам сезонных аномалий за 1976-2013 гг. в точках расположения станций и затем картированы.

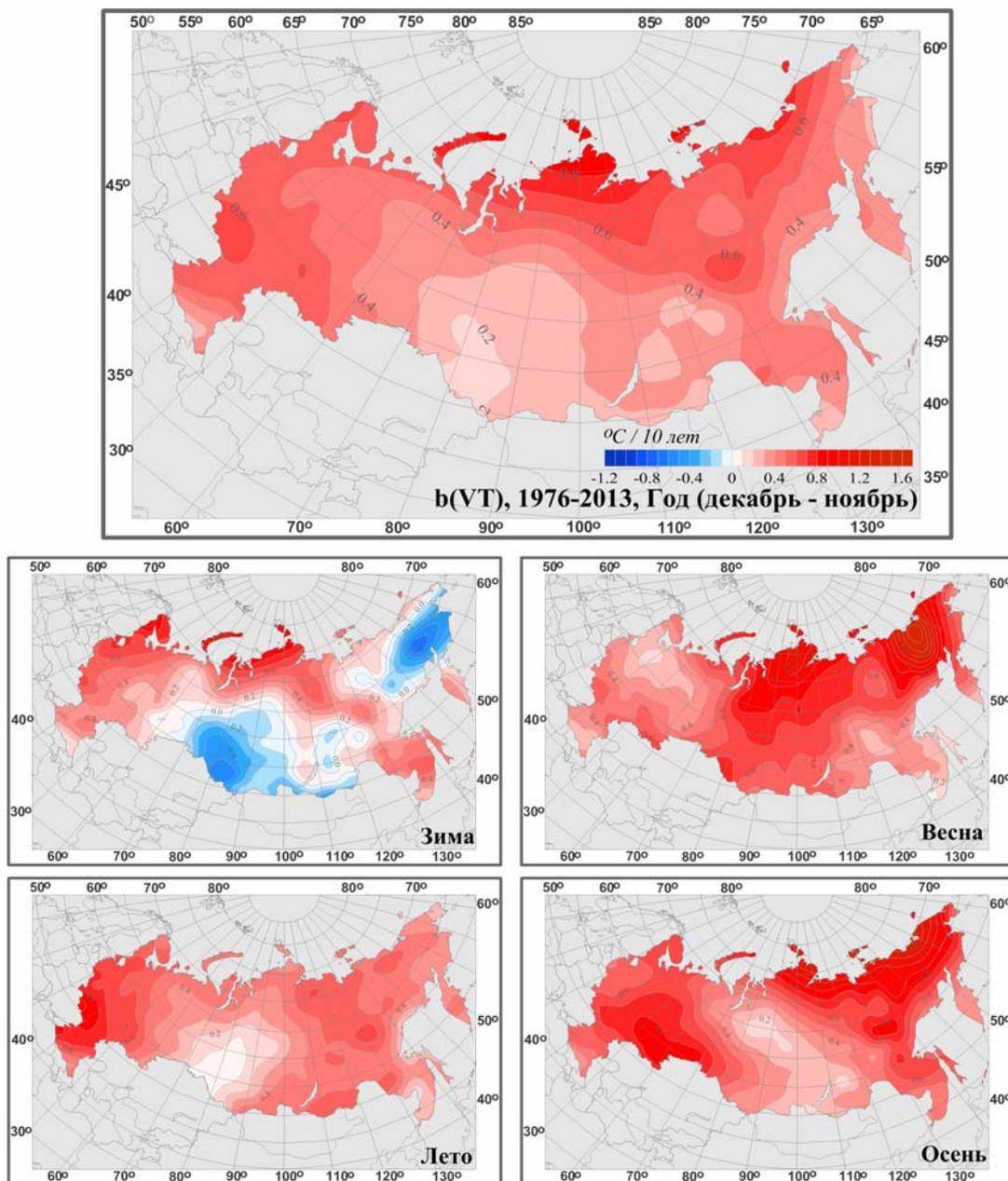


Рисунок 3.3 - Средняя скорость изменения среднегодовой и средних сезонных температур приземного воздуха на территории России по данным наблюдений за 1976-2013 гг. (в °C/10 лет)

Тенденции климатических изменений температуры, наблюдавшиеся в предыдущие годы, в основном сохраняются; среднегодовые, весенние и осенние температуры растут на всей территории РФ.

В целом за год и во все сезоны, кроме зимы, на территории РФ продолжается потепление. Скорость роста среднегодовой температуры (линейный тренд) составила

0.41°C/10 лет (вклад в общую изменчивость 34%). Наиболее быстрый рост наблюдается осенью (0.56°C/10 лет) и весной (0.53°C/10 лет), но на фоне межгодовых колебаний тренд больше всего выделяется летом (0.44°C/10 лет, 59% суммарной дисперсии). В ходе осенних температур отмечается временный спад в конце 20-го столетия, после чего наблюдается ускоренный рост.

Наиболее интенсивное потепление наблюдается весной на Таймыре и в районе побережья Восточно-Сибирского моря (до +1.2°C/10 лет - +1.4°C/10 лет), а также осенью - на севере Восточной Сибири (до +1.2°C/10 лет). Летом наибольшая скорость потепления прослеживается на ЕЧР вдоль границы с Украиной (до +0.8°C/10 лет). Зимой максимальное потепление наблюдается вдоль Арктического побережья от Кольского полуострова до Таймыра.

Зимой сохраняются области похолодания на дальнем Северо-Востоке (до -0.6°C/10 лет) и в Сибири (тренды достигают -0.5°C/10 лет около границы Казахстана).

Следует отметить, что с середины 1990-х гг. прекратился рост зимних температур в целом по России (рис. 3.1). Линейный тренд за 1976-2013 гг. остается положительным, однако он резко уменьшился (0.12°C/10 лет против 0.83°C/10 лет за период 1976-2000 гг.) и стал статистически незначим, т.е. гипотеза о линейном росте для зимних температур не подтверждается – это очевидно из формы сглаженной кривой на рис. 3.1. Это повлияло также и на скорость роста среднегодовой температуры, хотя и не столь значительно (0.41°C/10 лет за 1976-2013 гг. против 0.49°C/10 лет за 1976-2000 гг.): тем не менее, рост среднегодовых, весенних, летних и осенних температур очевидно продолжается и значим на уровне 1%.

В целом за год по России осадки растут. Тренд среднегодовых осадков за 1976-2013 гг., в среднем по России, составляет 2.2%/10лет и описывает 29% межгодовой изменчивости.

Количество осадков на территории РФ растет в основном за счет весеннего сезона (5.9%/10лет, вклад в дисперсию ряда 28%) и осени (2.4%/10 лет, вклад в дисперсию 13%), однако тренды значительно менее выражены, чем для температуры. Зимой и летом тренд осадков в целом по России незначим.

Карты распределения тренда за период 1976 – 2013 г подтверждают основной вывод о наличии слабой тенденции к увеличению среднегодовых осадков (кроме центра европейской части России, Приамурья и Чукотки). Тренд осадков на большей части территории России составляет 0 - 5 %/10 лет, а в Забайкалье, в верховье Алдана, в нижнем течении Лены тенденция к увеличению осадков составила около 5 % /10 лет. В центре ЕЧР, на Чукотке, в Приамурье в среднем за год прослеживается тенденция к незначительному уменьшению осадков.

Зимой в Восточной Сибири выделяются значительные по площади области с тенденцией к уменьшению (до -5% /10 лет) осадков. Растут осадки на северо-западе ЕЧР, в Прикаспийском регионе, на севере Западной и Средней Сибири, При- и Забайкалье, Приморье и на Сахалине: во всех этих районах максимумы роста зимних осадков достигают 10%/10 лет.

Весной прослеживаются области с тенденцией к значительному увеличению осадков (от 5 %/10 лет до 15 %/10 лет) на юге ЕЧР, в Среднем Поволжье, Среднем и Южном Урале, на Дальнем Востоке.

Летом в центре ЕЧР и в азиатской части арктического побережья, а также на Камчатке прослеживается тенденция к уменьшению осадков (до -5 %/10 лет). Рост более 5%/10 лет отмечается в Средней Сибири, в Якутии и Магаданской области.

Осенью в Дальневосточном ФО наблюдается тенденция к увеличению осадков (5 - 10 %/10 лет).

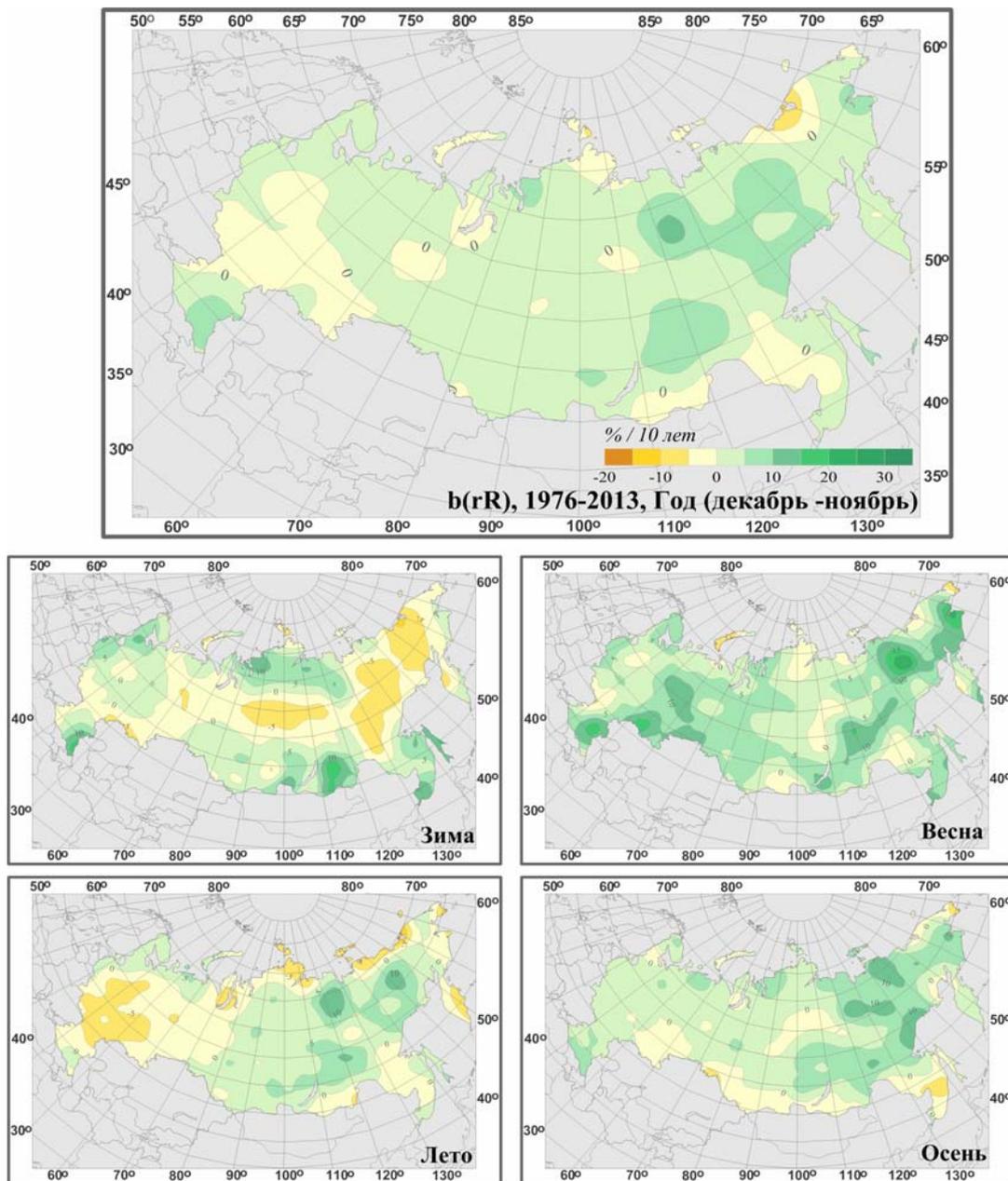


Рисунок 3.4 - Пространственные распределения локальных коэффициентов линейного тренда атмосферных осадков за 1976-2013 гг. на территории России (% / 10 лет), в среднем за год и по сезонам.

4. ИЗМЕНЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ И ОСАДКОВ В РЕГИОНАХ РОССИИ, 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) за 1936 – 2013 гг. На всех рисунках показаны линейные тренды за 1976-2013 гг., рассчитанные методом наименьших квадратов. В таблицах 4.1 - 4.3 приведены оценки линейных трендов регионально осредненных значений температуры и осадков за 1976-2013 гг. для физико-географических регионов и федеральных округов РФ.

Температура воздуха.

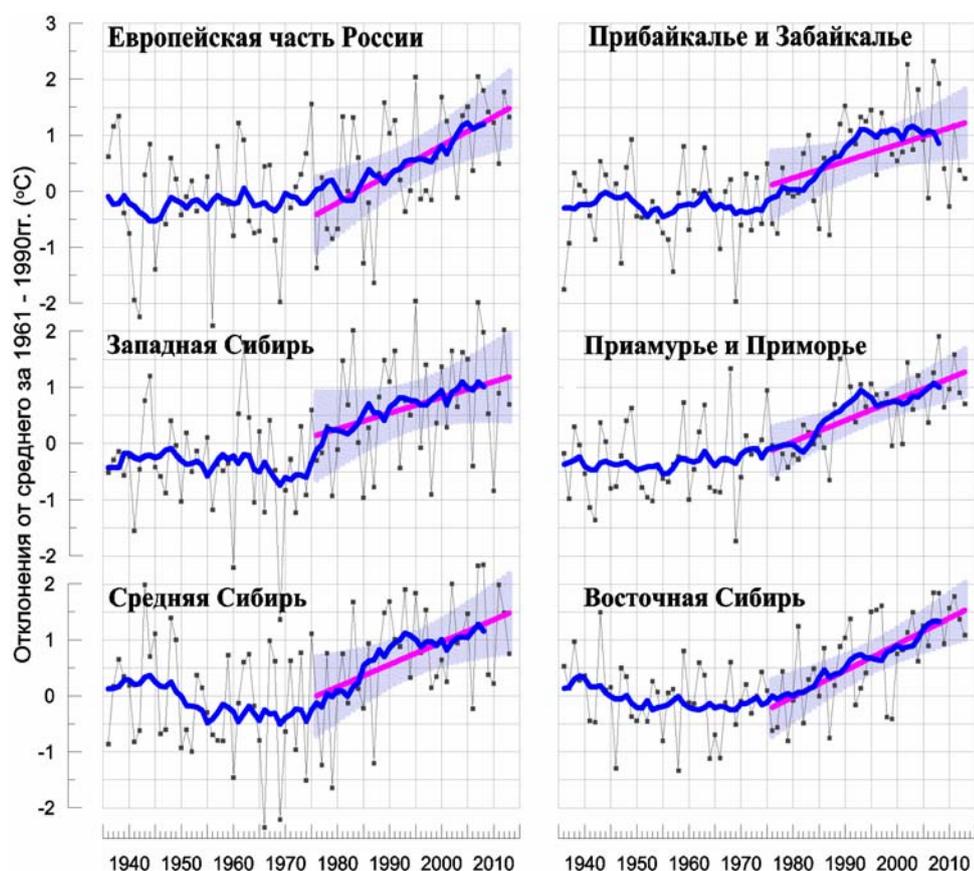


Рисунок 4.1. - Годовые аномалии температуры приземного воздуха ($^{\circ}\text{C}$), осредненные по регионам РФ, 1936-2013 гг.

Аномалии рассчитаны как отклонения от среднего 1961-1990 гг. Показаны также 11- летнее скользящее среднее, линейный тренд за 1976-2013 гг. с 95%-й доверительной полосой.

Температура за 1976-2013 гг. растет во всех регионах в среднем за год и во все сезоны, за исключением зимы, когда отрицательный тренд наблюдается в регионах Западная Сибирь, Прибайкалье и Забайкалье, Восточная Сибирь, в Сибирском ФО. Кроме того, зимние тренды температуры незначимы (на 5% уровне) для всех регионов. Тренды среднегодовой температуры значимы во всех регионах, кроме Западной Сибири (где значим только весенний тренд). Наиболее заметен рост годовых сумм

осадков в регионе Средняя Сибирь (тренд 3.6% / 10лет описывает 26% межгодовой изменчивости).

Наиболее значительный рост отмечается для региона Восточная Сибирь в весенний (0.76°C/10 лет) и осенний (0.75°C/10 лет) сезоны, а из Федеральных округов – летом в Центральном (0.75°C/10 лет) и осенью в Приволжском (0.76°C/10 лет).

В некоторых регионах азиатской части страны после середины 1990-х гг. наблюдалось замедление роста среднегодовой температуры и даже относительное похолодание (рис. 4.1); однако после 2000 г. потепление возобновилось, кроме Прибайкалья и Забайкалья.

Атмосферные осадки

Почти во всех регионах после максимума в 1950-60-х гг. наблюдалось уменьшение годовых осадков (рис. 4.3, 4.4), которое сменилось ростом с 1970-90 гг., в зависимости от региона. Рост годовых осадков в последние десятилетия не отмечается лишь в Центральном и Приволжском ФО. Однако тренды годовых осадков за 1976-2013 гг. значимы лишь для Средней Сибири, Прибайкалья и Забайкалья, а также Сибирского и Дальневосточного ФО. Из сезонов наибольший рост осадков, значимый во многих регионах, наблюдается весной (во всех регионах весенний тренд положителен). Летние осадки убывают на ЕЧР. В Средней Сибири осадки растут весной, летом и осенью (значимо).

Таблица 4.1

Оценки линейного тренда среднегодовой (декабрь - ноябрь) температуры приземного воздуха, осредненной по территории России, ее физико-географических регионов и Федеральных округов за 1976-2013гг.,
b, °C/10 лет – коэффициент линейного тренда, D% - вклад тренда в дисперсию

Регион	Год (д-н)		Зима		Весна		Лето		Осень	
	<i>b</i>	<i>D%</i>	<i>b</i>	<i>D%</i>	<i>b</i>	<i>D%</i>	<i>b</i>	<i>D%</i>	<i>b</i>	<i>D%</i>
Россия	0.41	34	0.12	1	0.53	29	0.44	60	0.56	30
Физико-географические регионы России										
Европейская часть РФ	0.51	33	0.41	5	0.37	14	0.60	37	0.66	31
Западная Сибирь	0.28	10	-0.15	0	0.60	24	0.20	6	0.49	11
Средняя Сибирь	0.40	22	0.12	0	0.63	16	0.43	34	0.43	8
Прибайкалье и Забайкалье	0.30	17	-0.06	0	0.47	9	0.48	39	0.30	8
Приамурье и Приморье	0.38	41	0.35	7	0.24	8	0.37	33	0.55	37
Восточная Сибирь	0.47	42	-0.07	0	0.76	23	0.45	43	0.75	38
Федеральные округа РФ										
Северо-Западный	0.50	26	0.54	5	0.31	12	0.53	36	0.61	22
Центральный	0.58	33	0.49	5	0.40	4	0.75	36	0.65	28
Приволжский	0.50	28	0.26	2	0.43	10	0.56	21	0.76	30
Южный	0.55	34	0.41	6	0.43	4	0.76	40	0.62	26
Северно-Кавказский	0.41	31	0.33	8	0.30	6	0.52	32	0.49	18
Уральский	0.35	12	0.07	0	0.54	23	0.28	8	0.51	10
Сибирский	0.28	13	-0.14	0	0.60	13	0.32	31	0.35	7
Дальневосточный	0.45	46	0.13	2	0.58	29	0.45	55	0.66	39

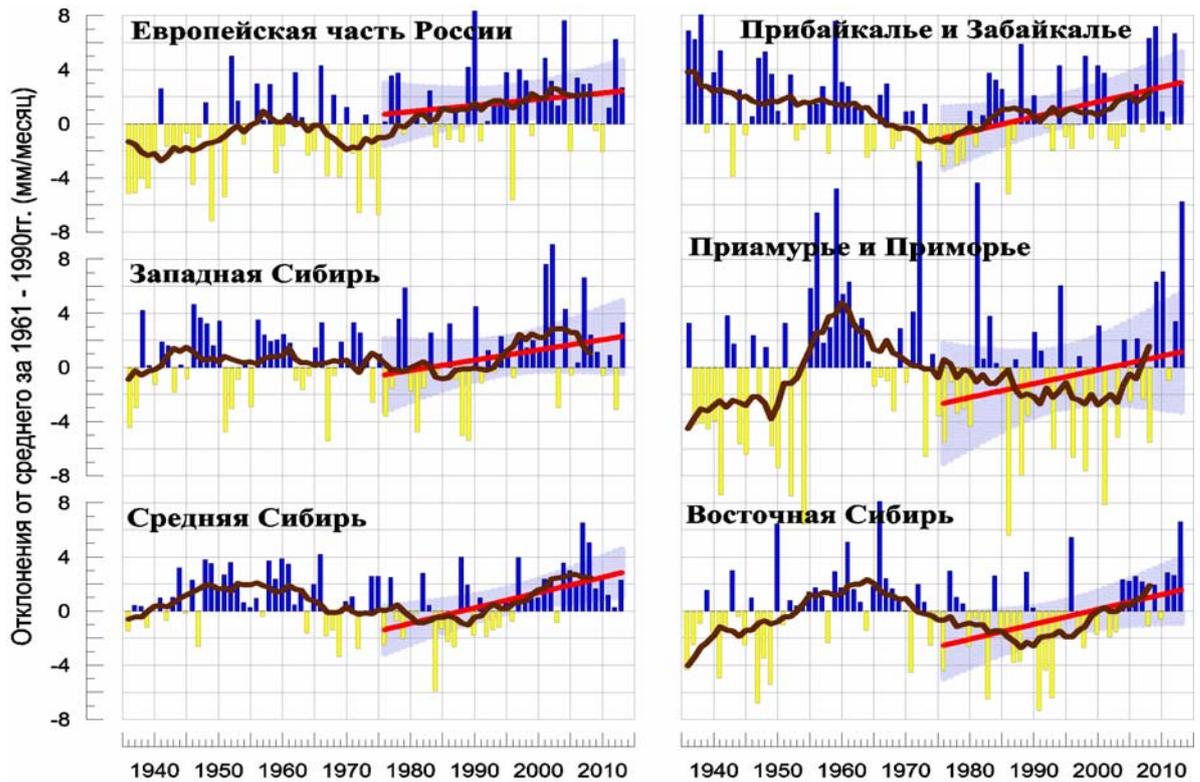


Рисунок 4.2. - Годовые аномалии месячных сумм осадков (мм/месяц), усредненные по регионам РФ. Условные обозначения на рис.4.1

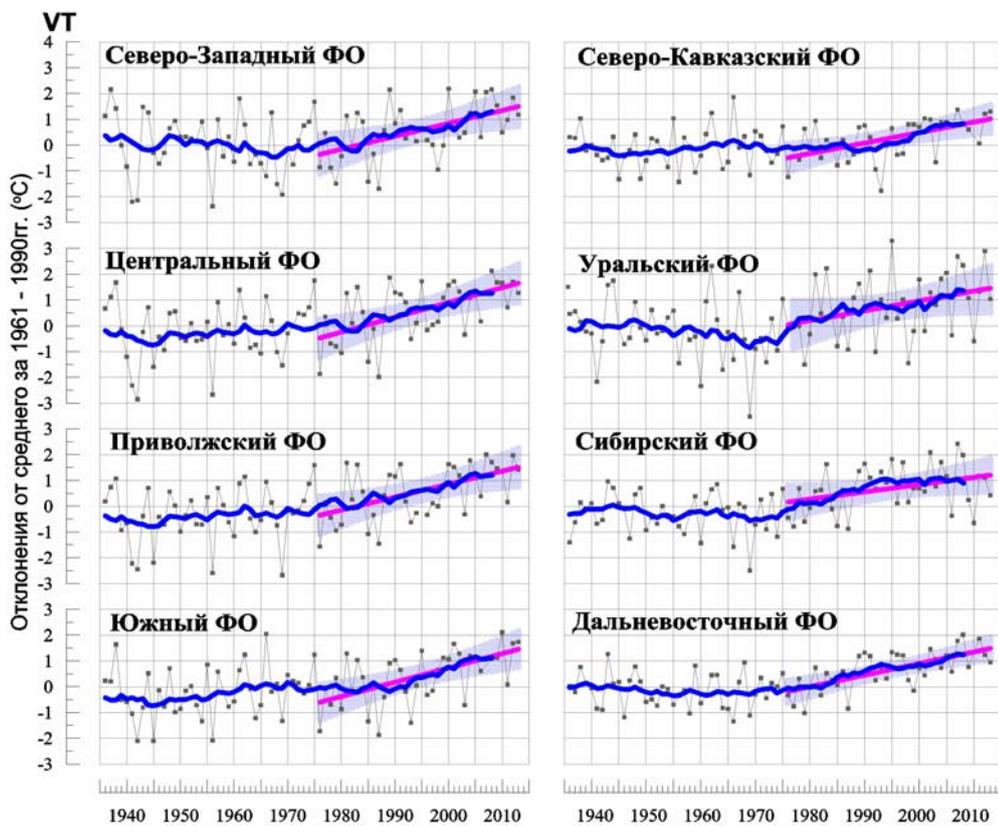


Рисунок 4.3. - Годовые аномалии температуры приземного воздуха ($^{\circ}\text{C}$), усредненные по федеральным округам. Условные обозначения на рис.4.1

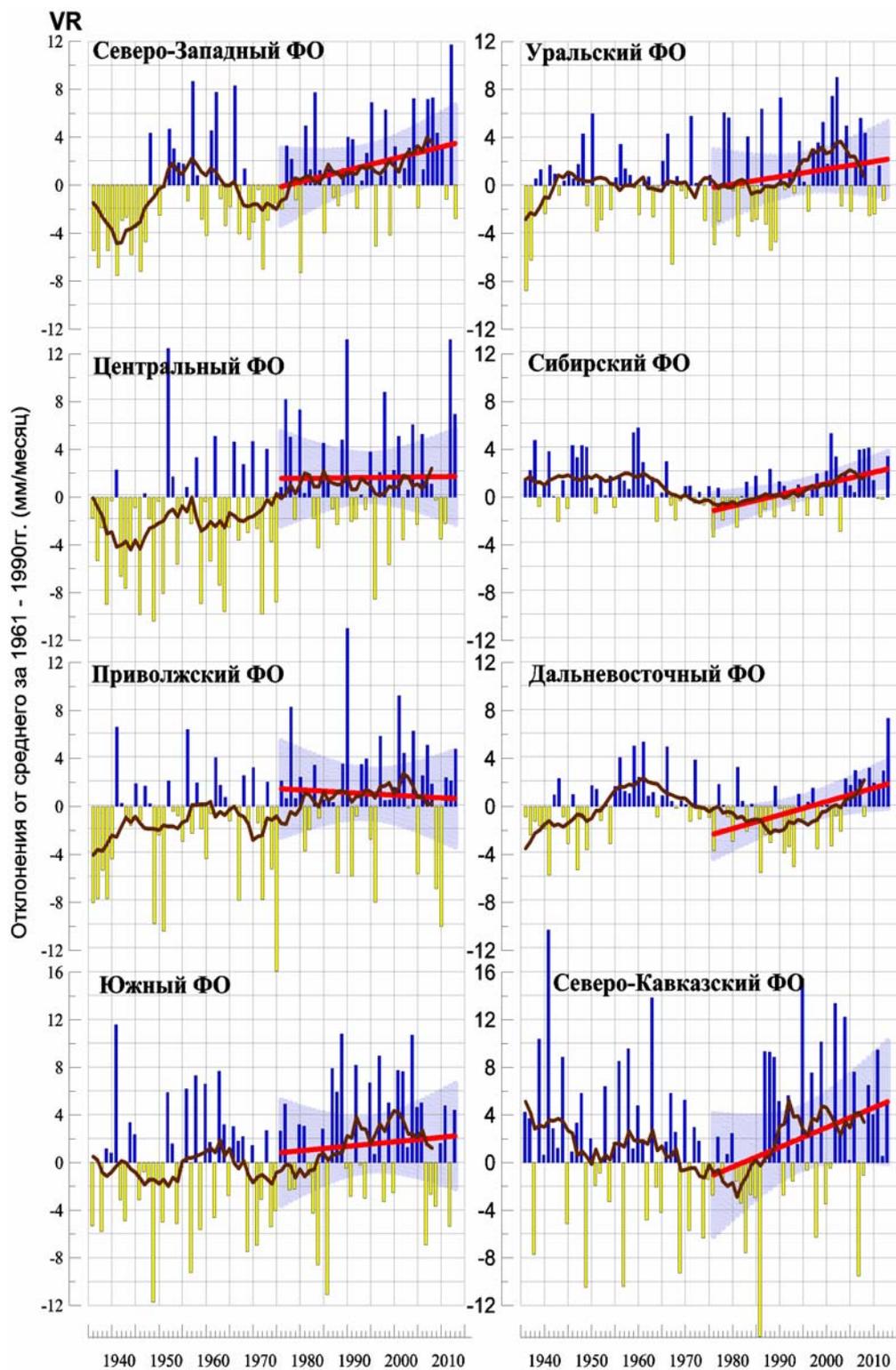


Рисунок 4.4. - Годовые аномалии месячных сумм осадков (мм/месяц), усредненные по федеральным округам. Условные обозначения на рис.4.1

Таблица 4.2

Оценки линейного тренда осредненных за год (декабрь-ноябрь) и по сезонам регионально осредненных месячных сумм атмосферных осадков для регионов России за 1976-2013 гг.:

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

Регион	Год		Зима		Весна		Лето		Осень	
	b	$D\%$	b	$D\%$	b	$D\%$	b	$D\%$	b	$D\%$
Россия	2.2	29	0.9	1	5.9	28	0.5	2	2.4	13
Физико-географические регионы России										
Европейская часть России	1.0	3	1.2	1	5.1	14	-2.5	5	1.9	2
Западная Сибирь	1.9	6	0.5	0	8.0	24	0.3	0	0.9	1
Средняя Сибирь	3.6	26	-0.8	0	4.5	16	4.6	16	3.7	16
Прибайкалье и Забайкалье	3.2	16	4.4	9	5.3	9	2.3	5	4.0	7
Приамурье и Приморье	1.9	4	8.0	11	5.7	8	0.4	0	0.5	0
Восточная Сибирь	3.4	15	-1.6	1	7.3	23	0.9	1	5.6	18
Федеральные округа РФ										
Северо-Западный	2.0	7	3.1	5	4.8	12	-0.2	0	2.1	2
Центральный	0.1	0	1.4	1	3.6	4	-4.6	6	2.8	2
Приволжский	-0.6	0	-1.3	0	6.8	10	-4.5	6	-0.3	0
Южный	0.9	1	-0.3	0	3.7	4	-3.4	2	4.1	2
Северо-Кавказский	3.0	8	3.6	4	4.8	6	0.1	0	3.8	3
Уральский	1.5	3	0.1	0	8.9	23	-1.7	2	2.0	2
Сибирский	2.7	25	1.0	1	5.0	13	2.7	14	2.0	5
Дальневосточный	3.0	21	0.6	0	6.6	29	1.6	3	3.6	18

5. ОЦЕНКИ ЭКСТРЕМАЛЬНОСТИ И АНОМАЛЬНОСТИ КЛИМАТА РОССИИ, 1936-2013 гг.

В разделе приведены временные ряды индексов экстремальности и аномальности для года 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 непревышения $\leq 20\%$, $\geq 80\%$), а также экстремальными (абсолютная величина превосходит 2σ) аномалиями температуры.

До 1980-х гг. (рис. 5.1) преобладали отрицательные аномалии температуры, а с начала 1990-х – положительные. Тренд общей площади под крупными аномалиями с 1976 г. составил 13.5% /10 лет, объясняет 28% дисперсии. В 2013 г. доля площади под крупными положительными аномалиями составила 29%, что несколько меньше среднего за последние 30 лет; максимальные значения наблюдались в 2007 и 2008 гг. и превышали 90%.

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

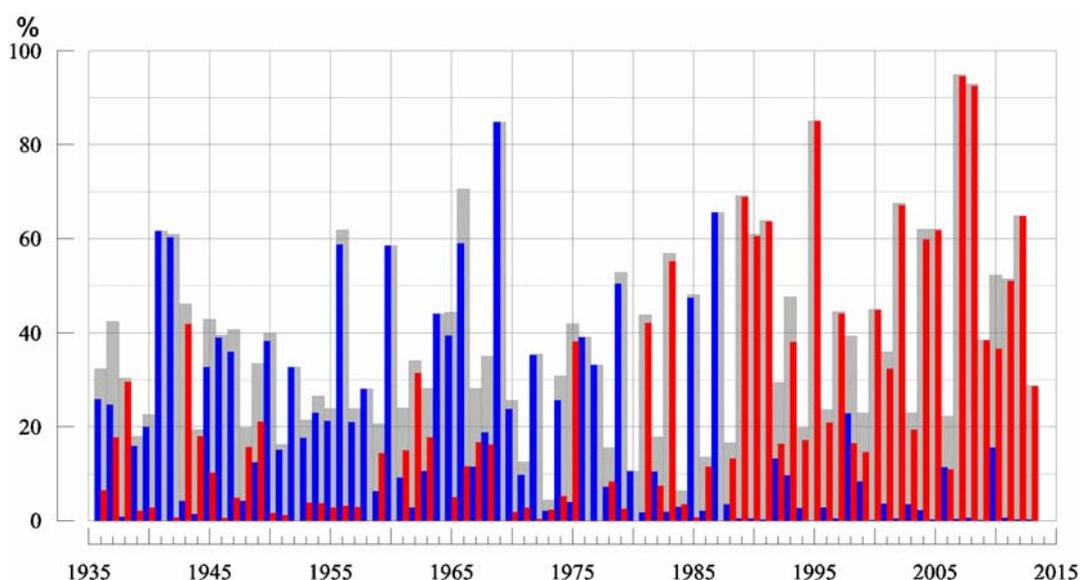


Рисунок 5.1 - Доля площади с крупными аномалиями (ниже 20 процентиля: синие столбики, выше 80 процентиля: красные столбики, суммарная площадь с крупными аномалиями: серые столбики) температуры для года в целом для территории России, 1936-2013 гг.

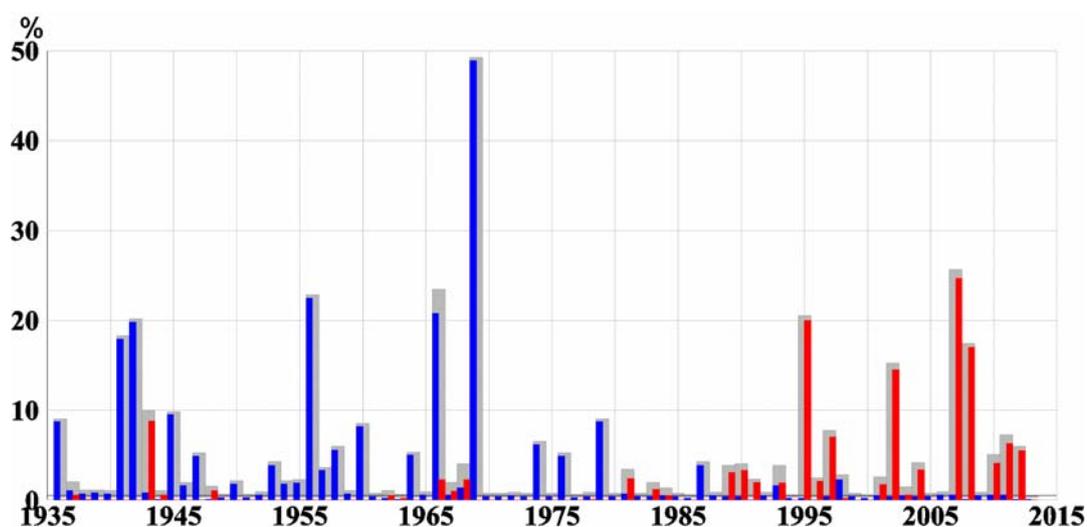


Рисунок 5.2 - Доля площади с экстремальными (годовая нормированная аномалия меньше -2 : синие столбики, больше $+2$: красные столбики; суммарная площадь с этими аномалиями: серые столбики) аномалиями температуры для года в целом для России, 1936-2013 гг. Базовый период для расчета статистик: 1961-1990 гг.

С конца 1980-х гг. наблюдается значительный рост доли площади с положительными экстремумами; за последнее 30-летие не наблюдалось случаев, когда доля площади под отрицательными экстремумами превышала 5%. В 2013 году доля площади, занятая крупными положительными экстремумами составила 0%. Самые «экстремальные года»: 1969 год – 48.9% площади было занято отрицательными экстремумами, 2007 год – 24.7% площади было занято положительными экстремумами.

Анализ изменений индекса аномальности Багрова для температуры (рис. 5.3) показывает, что с 1976 г. аномальность температурного режима возрастает – тренд

объясняет 28% общей дисперсии ряда. Значение КА в 2013 году (1.10) – 31-ое в ряду с 1936 г. Максимальные значения КА принимал в 2007 г. – 2.18, в 2008 г. – 2.03, в 1969 г. – 1.99.

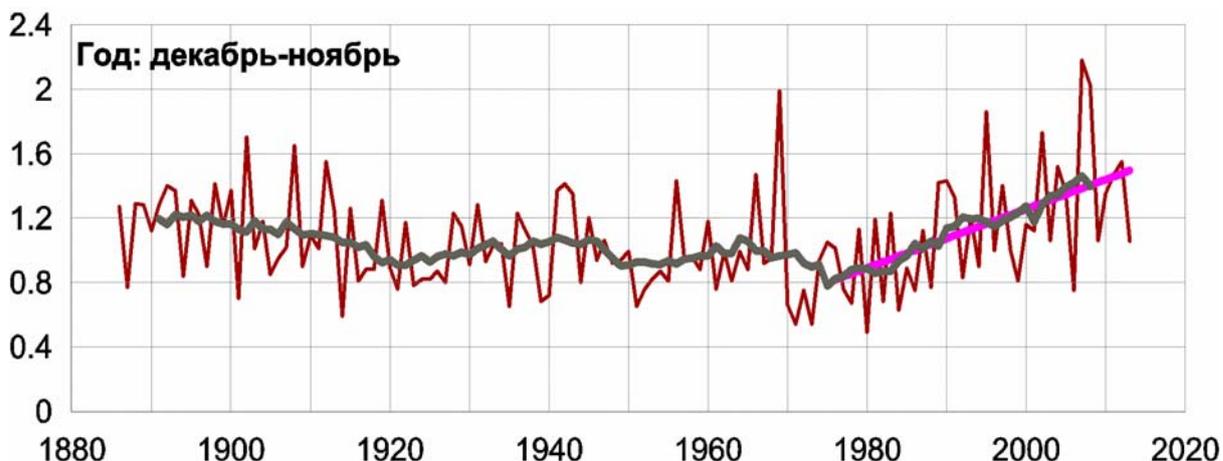


Рисунок 5.3 - Индекс аномальности Багрова (КА) для года в целом для России для температуры, 1886-2013 гг. Показана 11-летняя скользящая средняя и тренд за период 1976-2013 гг.

С начала 1990-х гг. наблюдается рост доли площади под аномалиями среднегодовых осадков выше 80 перцентиля (рис. 5.4).

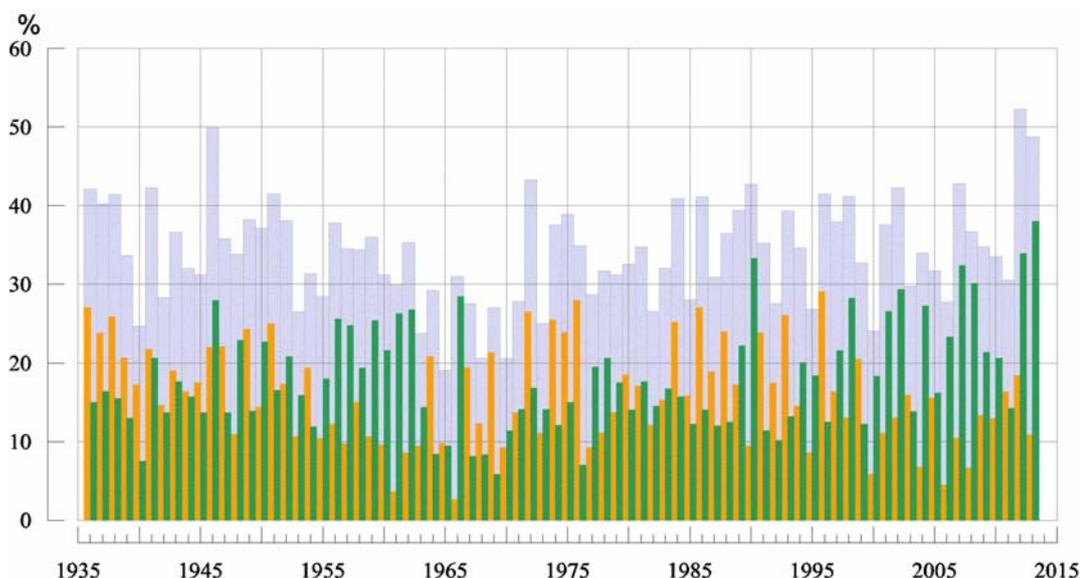


Рисунок 5.4 - Доля площади с крупными аномалиями осадков (ниже 20 перцентиля: желтые столбики, выше 80 перцентиля: зеленые столбики, суммарная площадь с крупными аномалиями: серые столбики) для года в целом для территории России, 1936-2013 гг.

Однако, после 2005 г. площадь областей дефицита осадков вновь растет, но в 2013 году площадь областей дефицита осадков составляет лишь 10.8%. Площадь под крупными положительными аномалиями осадков в 2013 г. оказалась максимальной (39%) в ряду с 1936 г.

ВЫВОДЫ

1. 2013 год для Земного шара в целом и для Северного полушария (по данным только наземных станций) был теплым - аномалии температуры составили $+0.47^{\circ}\text{C}$ и $+0.83^{\circ}\text{C}$: это девятая и 12-тая положительные величины в ранжированных рядах наблюдений.

Линейный тренд температуры за период 1976-2013 гг. составил для Земного шара $0.16^{\circ}\text{C}/10$ лет и $0.32^{\circ}\text{C}/10$ лет для Северного полушария.

2. В целом для России 2013 год также был теплым, - аномалия температуры составила $+0.91^{\circ}\text{C}$ - 17-тая величина в ранжированном ряду наблюдений, однако это ниже ожидаемого значения при монотонном потеплении.

3. Основными сезонными особенностями температурного режима 2013 года для РФ были: *очень теплая осень*: осредненная по России аномалия температуры $+1.99^{\circ}\text{C}$ (третья положительная величина ряду наблюдений), экстремально теплым был *ноябрь*: средняя по РФ аномалия $+5.30^{\circ}\text{C}$ (предыдущий максимум в 2010 г. $+3.70^{\circ}\text{C}$); на всей территории страны (кроме Чукотки) аномалии температуры были положительные, больше чем на половине станций температура была выше 95-го перцентиля; *холодная зима* в азиатской части России, *умеренно теплая весна* (экстремально тепло было в Южном и Северо-Кавказском ФО), *теплое лето*: осредненная по России аномалия температуры $+1.29^{\circ}\text{C}$ (вероятность превышения этой аномалии 94.8%).

4. В 2013 году выпало рекордное количество осадков (111% нормы) за период наблюдений с 1936 года. В регионе Восточная Сибирь выпало 120% нормы (вторая положительная величина в ряду). Из федеральных округов рекордное количество осадков выпало в Дальневосточном ФО (120% годовой нормы). Экстремальное количество осадков наблюдалось весной и осенью: осредненные по РФ сезонные суммы осадков 129% нормы и 116% нормы – максимальная и вторая положительные величины в соответствующих рядах. Наиболее аномальным весенним месяцем был март: везде в южной полосе страны, а также на Северо-Востоке и Сахалине наблюдались 95%-е экстремумы. Месячные нормы осадков превышались в 2-4 раза и больше. Летом избыточное увлажнение наблюдалось в регионе Восточная Сибирь, а также в Дальневосточном ФО. Значительный дефицит осадков летом наблюдался в Уральском ФО. Зимой 2012/13 гг. количество выпавших осадков меньше среднего многолетнего на большей части территории РФ.

5. Тенденции климатических изменений температуры в основном сохраняются: в целом за год и во все сезоны на территории РФ продолжается потепление. Рост среднегодовой температуры (линейный тренд) за 1976-2013 гг. составил в целом по России $0.41^{\circ}\text{C}/10$ лет (вклад в общую изменчивость 34%). Наиболее быстрый рост наблюдается весной ($0.53^{\circ}\text{C}/10$ лет) и осенью ($0.56^{\circ}\text{C}/10$ лет), но на фоне межгодовых колебаний тренд больше всего выделяется летом (59% суммарной дисперсии). Наиболее интенсивное потепление наблюдается во все сезоны, кроме лета в различных частях арктического побережья. Летом наибольшая скорость потепления прослеживается на ЕЧР вдоль границы с Украиной

Зимой рост температуры в среднем по территории РФ прекратился после середины 1990-х гг., однако оценка тренда за 1976-2013 гг. остается положительной

(статистически незначимой). Области похолодания за 1976-2013 гг. имеются в Сибири (до $-0.5^{\circ}\text{C}/10$ лет) и на дальнем Северо-Востоке (до $-0.6^{\circ}\text{C}/10$ лет).

6. Существенных изменений в тенденциях климатических изменений выпадения осадков не произошло. В целом за год по территории РФ наблюдается рост осадков: тренд годовых сумм осадков за 1976-2013 гг. в среднем по России составляет $2.2\%/10$ лет и описывает 29% межгодовой изменчивости. Географическое распределение значений тренда за период 1976 – 2013 г подтверждает основной вывод о наличии тенденции к увеличению годовых сумм осадков (кроме центра ЕЧР, Приамурья и Чукотки).

Рост осадков за период с 1976 г. наблюдается во все сезоны и наиболее выражен весной, когда тренд $5.9\%/10$ лет объясняет 28% суммарной изменчивости (дисперсии) осадков в этот период. Зимний и летний тренды в целом по России незначимы. .

7. В 2013 г. доля площади под крупными положительными аномалиями температуры составила 29% , доля площади, занятая положительными экстремумами (больше двух стандартных отклонений) составила 0% . Аномальность температурного режима (величина индекса аномальности Багрова) возрастает, хотя в 2013 г. снизилось до значения 1.10(31-ое место).

8. Доля площади под крупными положительными аномалиями осадков в 2013 г. оказалась максимальной (39%) в ряду наблюдений с 1936 г.

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

2013 год (декабрь 2012-ноябрь 2013)



ВВЕДЕНИЕ

В настоящем Приложении* приводится информация о состоянии приземного климата (температура приземного воздуха и атмосферные осадки) в 2012 году и о наиболее значительных климатических аномалиях этого периода на территории Республики Беларусь. Работа выполняется в рамках сотрудничества по программе Союзного государства "Совершенствование системы обеспечения населения и отраслей экономики Российской Федерации и Республики Беларусь информацией о сложившихся и прогнозируемых погодно-климатических условиях, состоянии и загрязнении природной среды".

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

Таблица 1.

Список используемых станций Республики Беларусь.

	Название	№ ВМО	широта	Долгота	высота
1	Витебск	26666	55.20	30.20	169
2	Минск	26850	53.90	27.50	234
3	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 2013 гг. (доля значений временного ряда, меньших либо равных текущему значению).

Пространственное осреднение выполняется по станционным данным об аномалиях климатических переменных с использованием двухступенчатой процедуры. На первом этапе территория региона покрывается регулярной сеткой (разрешением 2.5 градуса широты на 5 градусов долготы), и в каждой ячейке сетки рассчитывается

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

«ячеечное» 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 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).

ОСОБЕННОСТИ ТЕМПЕРАТУРЫ И ОСАДКОВ НА ТЕРРИТОРИИ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ В 2013 г.

4.1 Температура воздуха.

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

Осадки рассматриваются в форме месячных сумм осадков (мм/месяц). В сезонном и годовом осреднении – это: средняя за сезон (год) месячная сумма осадков, выраженная в мм/месяц. Аномалии осадков рассматриваются в абсолютной шкале (отклонения от соответствующих норм, мм/месяц), или в относительной шкале – в процентах от нормы (%). Под нормой понимается рассматриваемая величина (сезонная или годовая сумма осадков, мм/месяц), осредненная за базовый период, в качестве которого, как и в случае температуры, принят период 1961-1990 гг.

Таблица 1

Аномалии средней месячной /сезонной / годовой температуры приземного воздуха (°С) на станциях Беларуси в 2013г.

Период	<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
<i>Зима2012/2013</i>	0.77	0.38	0.13	0.05	0.66	0.63	0.93
Декабрь 2012	-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
<i>Весна</i>	0.61	0.25	0.08	0.02	0.64	0.45	1.10
Март	-3.54	-3.52	-4.09	-3.40	-2.76	-2.94	-2.51
Апрель	0.85	0.61	0.69	0.66	1.04	1.16	1.31
Май	4.53	3.67	3.64	2.81	3.64	3.14	4.51
<i>Лето</i>	2.57	2.01	1.53	1.99	2.29	1.65	2.44
Июнь	3.55	3.14	2.90	2.25	2.97	2.76	3.86

Июль	1.75	1.29	0.38	1.58	1.59	1.04	1.57
Август	2.42	1.60	1.30	2.14	2.31	1.15	1.88
Осень	2.23	1.84	1.84	1.43	2.09	2.10	2.11
Сентябрь	0.33	0.07	-0.35	-0.88	-0.06	-0.34	-0.36
Октябрь	1.99	1.62	1.50	2.06	2.45	2.06	1.93
Ноябрь	4.36	3.84	4.12	3.10	3.87	4.58	4.75
Год: декабрь2012- ноябрь2013	1.55	1.12	0.90	0.87	1.42	1.21	1.65

Таблица 2.

Количество осадков, выпавших на станциях Беларуси в 2013 году

	<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 за месяц /сезон / год (мм/месяц)							
<i>Зима2012/2013</i>	43.3	52.7	44.7	52.0	55.3	66.0	49.7
Декабрь 2012	50	65	61	51	69	91	76
Январь	42	49	32	66	67	47	37
Февраль	38	44	41	39	30	60	36
Весна	89.0	82.7	86.3	89.7	93.0	98.7	100.0
Март	52	51	56	47	73	92	84
Апрель	43	31	37	57	33	31	28
Май	172	166	166	165	173	173	188
Лето	69.7	60.0	55.0	49.0	67.3	49.0	74.7
Июнь	67	67	46	88	104	65	126
Июль	104	94	85	40	71	41	76
Август	38	19	34	19	27	41	22
Осень	73.0	60.0	67.0	53.3	62.7	75.7	63.0
Сентябрь	73	47	74	99	95	101	85
Октябрь	31	28	31	17	28	48	41
Ноябрь	115	105	96	44	65	78	63
Год: декабрь2012- ноябрь2013	68.75	63.85	63.25	61.00	69.575	72.35	71.85
б) Аномалия сумм осадков за месяц /сезон / год (мм/месяц)							
<i>Зима2012/2013</i>	3.8	10.4	9.0	14.2	21.4	26.9	14.2
Декабрь 2012	-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
Весна	24.3	8.1	8.0	24.5	22.6	15.6	9.5
Март	13.0	9.2	21.4	16.4	43.4	58.3	51.6
Апрель	4.2	-11.2	-3.3	17.7	-4.3	-14.2	-9.2
Май	55.8	26.4	5.8	39.5	28.7	2.7	-14.0
Лето	-12.0	-21.1	-21.5	-27.0	-5.2	-31.6	-0.6
Июнь	-11.4	-15.7	-34.6	16.5	24.8	-14.4	41.6
Июль	10.5	5.9	0.2	-40.2	-3.3	-47.7	-6.1
Август	-35.1	-53.4	-30.0	-57.2	-37.1	-32.6	-37.2
Осень	17.0	6.8	18.0	9.1	15.4	29.5	18.1
Сентябрь	8.2	-13.2	19.8	47.8	42.2	51.3	37.1
Октябрь	-17.1	-18.9	-13.7	-17.8	-18.6	7.6	-1.9
Ноябрь	60.0	52.6	47.9	-2.8	22.6	29.5	19.1
Год: декабрь2012- ноябрь2013	8.28	1.05	3.38	5.20	13.55	10.10	10.30

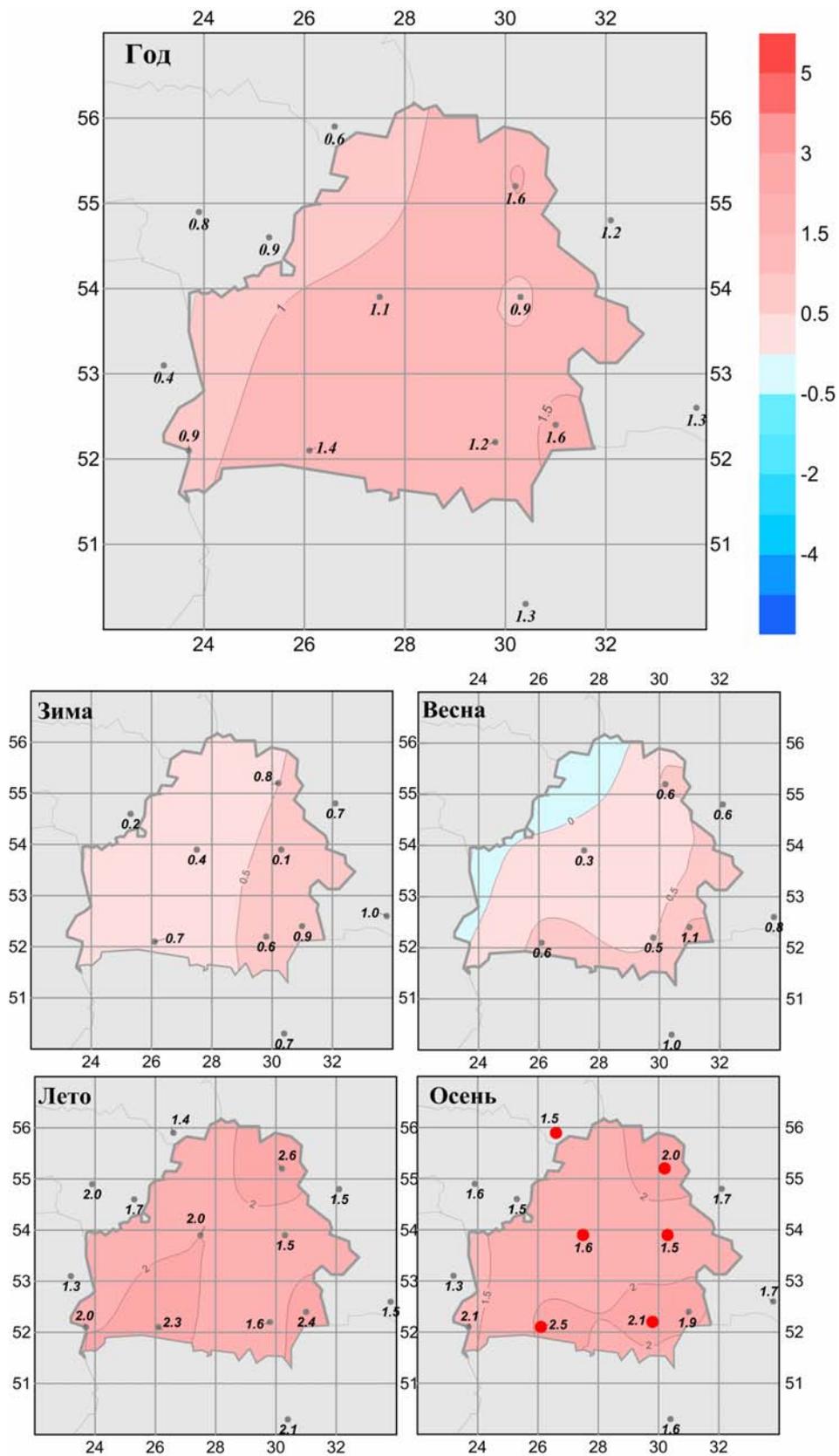


Рисунок 1 - Средняя годовая (декабрь 2012 – ноябрь 2013) и средние сезонные аномалии температуры приземного воздуха ($^{\circ}\text{C}$) на территории Республики Беларусь. Красными кружками показаны станции, где осуществились 95% экстремумы.

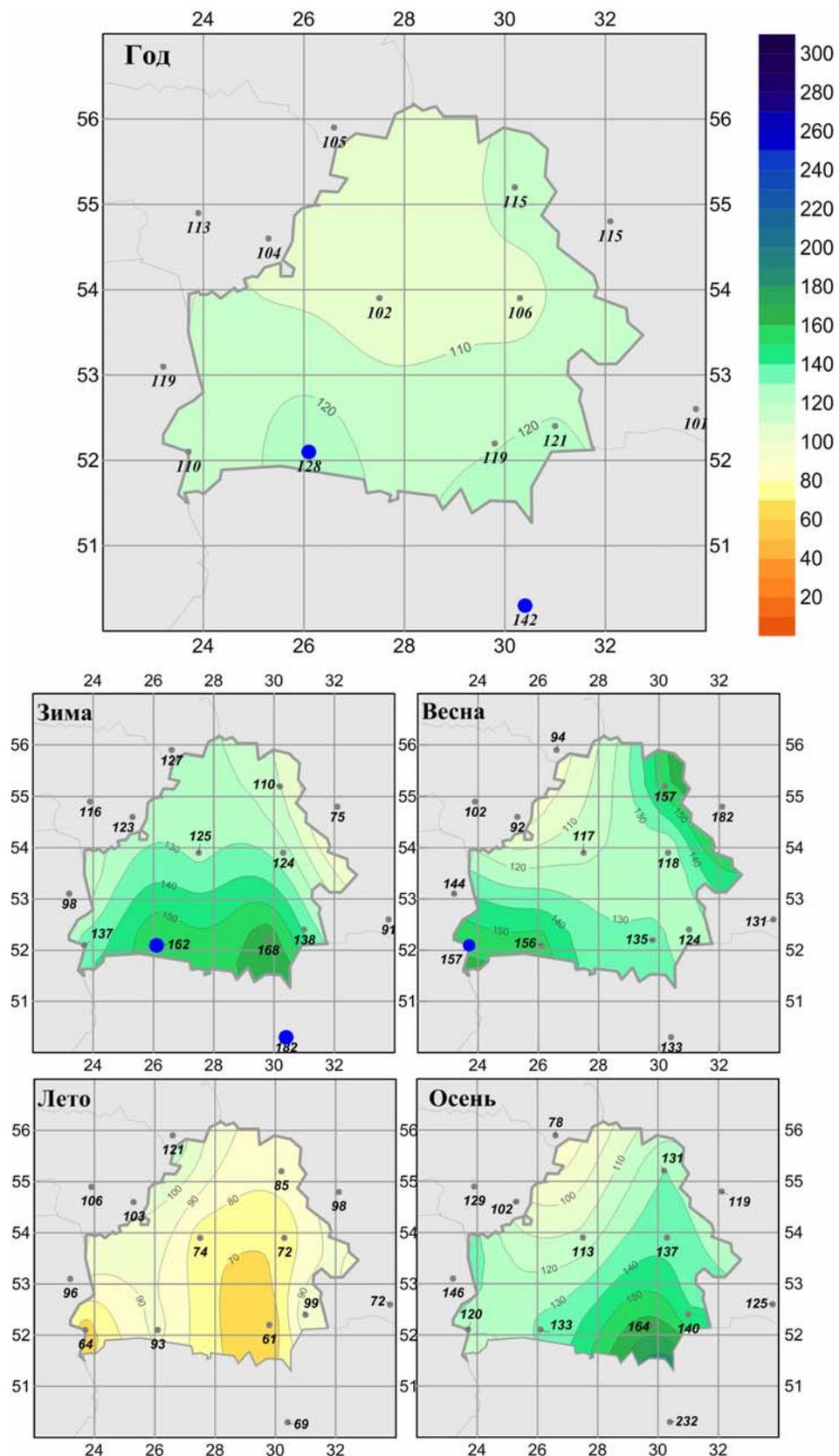


Рисунок 2 - Аномалии годовых (декабрь 2012 – ноябрь 2013) и сезонных сумм осадков (в процентах от нормы) на территории республики Беларусь в 2013 году. Синими кружками показаны станции, осуществились 95% экстремумы выпадения осадков. Цифрами приведены значения аномалий осадков в процентах от нормы на станциях.

Среднегодовая аномалия температуры воздуха за 2013 год осредненная по территории Беларуси (таблица 3), равна +1.16°C – 18-я величина в ранжированном ряду наблюдений с 1936 года. Во все сезоны 2013 г. было теплее, чем в среднем многолетнем, самым теплым сезоном была осень (среди четвертых теплых осенних сезонов за период наблюдений с 1936 года, на большинстве станций Беларуси (кроме Бреста и Гомеля) осуществились 95% экстремумы температуры).

В таблице 4 показаны годовые и сезонные аномалии месячных сумм осадков. Количество выпавших за год осадков было много больше, чем в среднем многолетнем (аномалия 7.8 мм/месяц, 11-тая положительная величина в ряду). На станции Пинск осадков в течение года выпало больше 95-го перцентиля (128% нормы). Зима, весна, осень 2013 года вошли в десять самых влажных сезонов. Летом наблюдался дефицит осадков.

Таблица 3.

Средние сезонные аномалии температуры, осредненные по территории Беларуси в 2013 году.

νT (°C)- отклонения от средних за 1961-1990 гг.; R – ранг текущих значений в ряду убывающих осадков за 1936-2013гг.

Сезоны	νT	s	R	Рекордный год и его аномалия (νt , °C)
Зима	0.47	2.71	42	1990 (+5.33°C)
Весна	0.39	1.58	36	2007(+2.81°C)
Лето	1.93	0.91	10	2010 (+4.08°C)
Осень	1.86	0.92	4	1967 (+2.48°C)
Год	1.16	1.05	18	2007(+2,18°C)

На рисунке 3 приведены временные ряды пространственно осредненных аномалий средней месячной температуры приземного воздуха (°C) и месячных сумм осадков (мм/месяц) за 1936 – 2013 гг. Показаны линейные тренды за 1976-2013 гг., рассчитанные методом наименьших квадратов

Таблица 4.

Средние сезонные аномалии месячных сумм осадков, осредненные по территории Беларуси в 2013 году.

νR (мм/месяц)- отклонения от средних за 1961-1990 гг.;

R – ранг текущих значений в ряду убывающих осадков за 1936-2013 гг.

Сезоны	νR	s	R
Зима	11.6	8.1	10
Весна	15.7	10.6	7
Лето	-12.6	15.9	60
Осень	16.3	12.7	9
Год	7.8	5.4	11

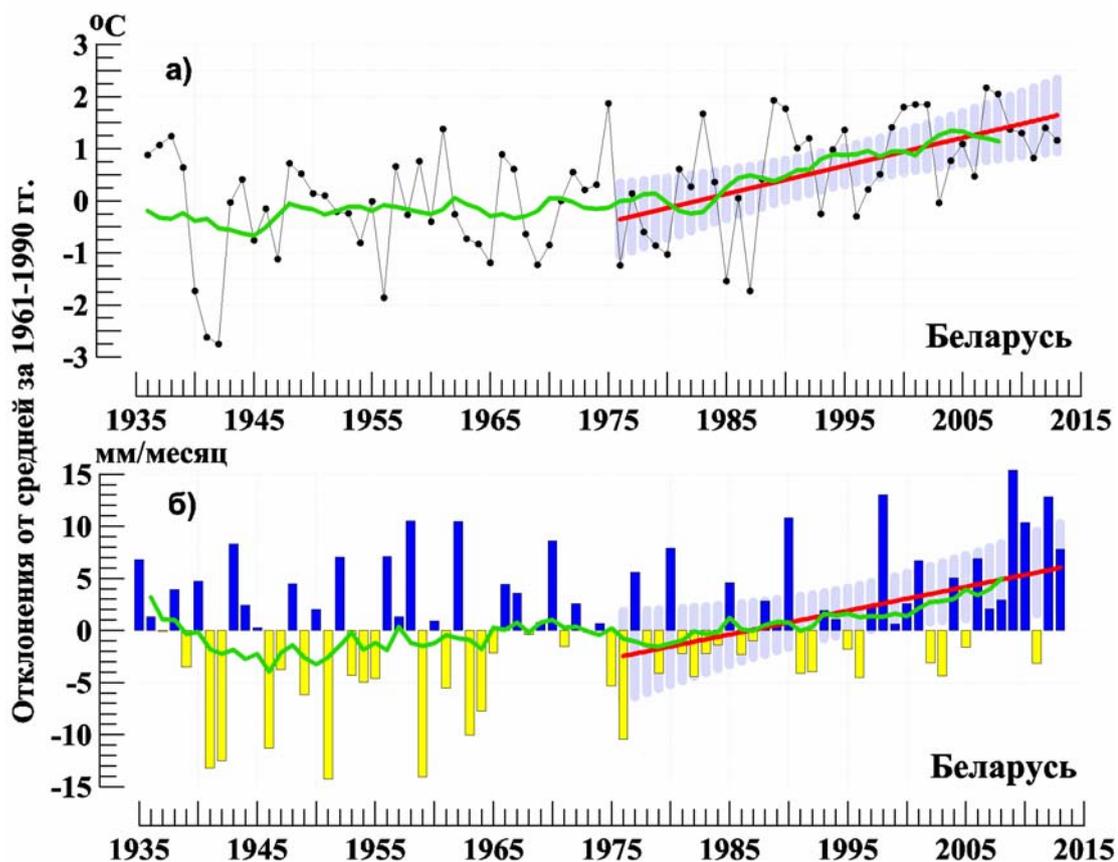


Рисунок 3 - Годовые аномалии температуры приземного воздуха ($^{\circ}\text{C}$) и месячных сумм осадков (мм/месяц), осредненные по территории республики Беларусь.

Показаны 11-летняя скользящая средняя и линейный тренд за период 1976 – 2013 гг. и 95% -я доверительная область для линии тренда.

Таблица 5.

Оценки линейного тренда регионально осредненной температуры и осадков для республики Беларусь за 1976-2013гг.

b , $^{\circ}\text{C}/10$ лет – коэффициент линейного тренда, $D\%$ - вклад тренда в дисперсию

Сезоны	Температура		Осадки	
	$b_{1976-2013}$ $^{\circ}\text{C}/10$ лет	$D_{1976-2013}$ %	$b_{1976-2013}$ мм/мес/10лет	$D_{1976-2013}$ %
Зима	0.46	4	2.4	12
Весна	0.46	16	2.9	11
Лето	0.76	46	1.9	1
Осень	0.46	21	1.8	2
Год	0.54	33	2.3	19

Коэффициент линейного тренда изменений температуры воздуха за период 1976 – 2013 гг. составил $+0.54^{\circ}\text{C}$ за 10 лет, доля объясненной трендом дисперсии ряда 33%. (за период 1976-2012 - $+0.57^{\circ}\text{C}$ за 10 лет и 32% - соответственно). Рост температуры происходит во все сезоны года. Наибольшая скорость потепления на территории республики Беларусь – летом (0.76°C за 10 лет).

Коэффициент линейного тренда осадков за период 1976 - 2013 гг. составил 2.3 мм/месяц/10 лет, вклад тренда в суммарную дисперсию ряда составил 19%. (за период 1976-2012 - 2.2 мм/месяц/10 лет и 17% - соответственно).

ВЫВОДЫ

1. В среднем по Беларуси годовая аномалия температуры воздуха составила +1.16°C (ранг 18). Очень тепло было летом (аномалия +1.93°C, ранг 10), и особенно осенью (+1.86°C, ранг 4) - на большинстве станций Беларуси осуществились 95% экстремумы температуры.

2. В среднем по Беларуси сезонная аномалия осадков составила +7.8 мм/месяц – 11-тая положительная величина в ряду. Зима, весна, осень 2013 года вошли в десять самых влажных сезонов. Летом наблюдался дефицит осадков.

3. В среднем по территории Беларуси отмечается тенденция к потеплению, как в среднем за год, так и в отдельные сезоны. Больше всего тенденция к потеплению прослеживается летом (процент объясненной трендом дисперсии ряда 46%)

4. В целом для Беларуси линейные тренды в изменении осадков обнаруживаются слабее.