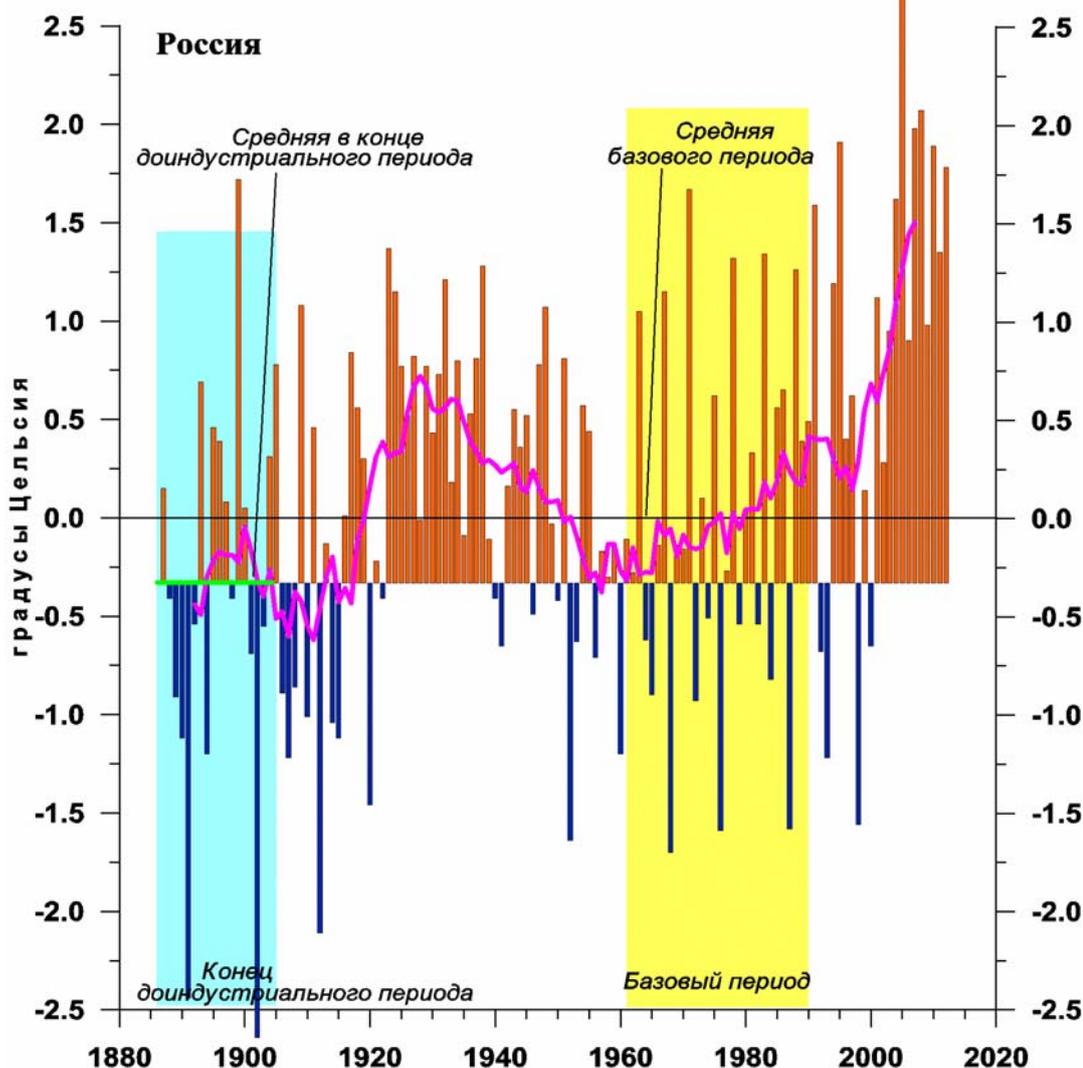


Федеральная служба
по гидрометеорологии и мониторингу
окружающей среды

Российская
Академия Наук

ФГБУ «Институт Глобального Климата и Экологии»



ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА 2012

ОСЕНЬ: сентябрь - ноябрь

Обзор состояния и тенденций изменения
климата России

★
Москва 2012

ОГЛАВЛЕНИЕ¹

ВВЕДЕНИЕ.....	3
1. ИЗМЕНЕНИЯ СРЕДНЕСЕЗОННОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ ПРИЗЕМНОГО ВОЗДУХА СЕВЕРНОГО ПОЛУШАРИЯ И РОССИИ ПО ДАННЫМ НАБЛЮДЕНИЙ.....	6
2. КЛИМАТИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ОСЕНИ 2012 г. НА ТЕРРИТОРИИ РОССИИ	7
3. ТЕНДЕНЦИИ СОВРЕМЕННЫХ ИЗМЕНЕНИЙ КЛИМАТА НА ТЕРРИТОРИИ РОССИИ	15
4. ИЗМЕНЕНИЯ РЕГИОНАЛЬНЫХ ТЕМПЕРАТУР И ОСАДКОВ ОСЕННЕГО СЕЗОНА В 1936-2012 гг.	18
5. ИНДЕКСЫ ЭКСТРЕМАЛЬНОСТИ И АНОМАЛЬНОСТИ КЛИМАТА ОСЕННЕГО СЕЗОНА НА ТЕРРИТОРИИ РОССИИ.....	24
ВЫВОДЫ	27
ПРИЛОЖЕНИЕ. Климатические особенности осени 2012 . на территории Республики Беларусь	29

¹ На обложке приведен ход средней сезонной аномалии температуры приземного воздуха, осредненной по территории России, за 1887 – 2012 гг. (осень: сентябрь - ноябрь)

Аномалия температуры рассчитана как отклонение от средней температуры за базовый период 1961-1990 гг. Столбцы диаграммы представлены относительно средней за 1887 – 1905 гг. (конец «доиндустриального» периода)

ВВЕДЕНИЕ

Все приведенные в Бюллетене оценки для территории России получены по данным о средних месячных значениях температуры приземного воздуха и месячных суммах атмосферных осадков в базовом архиве ИГКЭ. Архив включает данные инструментальных наблюдений на 1383 станциях земного шара, в том числе 455 станций стран СНГ и Балтии (из них 310 станций России). В настоящем выпуске использованы данные 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 наблюдаемого значения от нормы. Аномалии осадков рассматриваются как в отклонениях от нормы (аналогично температуре), так и в процентах от нормы, то есть как процентное отношение количества выпавших осадков к соответствующему значению нормы. Вероятность непревышения текущего значения климатической переменной (или ее аномалии) рассчитывается как доля наблюдений в прошлом, в которых значение этой переменной (или ее аномалии) было не больше текущего.

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



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

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

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



Рисунок 2 - Федеральные округа Российской Федерации

В 5 разделе приведены некоторые индексы экстремальности и аномальности климата.

Индексы экстремальности климата соответствуют областям экстремальных аномалий заданной обеспеченности - это вероятностные индексы, в основе которых - значения эмпирической функции распределения $F(X_0)$, соответствующие наблюдаемым значениям рассматриваемой величины X_0 в точках поля или на станциях: $F(X_0)=P(x \leq X_0)$. Значение $F(X_0)$ часто называют вероятностью непревышения. Индексы экстремальности определяются, как доля площади, где вероятности непревышения $F(X_0) \leq \alpha\%$ (соответственно, $F(X_0) \geq 100-\alpha\%$).

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

В Приложении приводятся данные мониторинга климата на территории Республики Беларусь, подготовленные в рамках 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 погодных-климатических условиях, состоянии и загрязнении природной среды".

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

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

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

На рисунке 1.1 представлены временные ряды сезонных аномалий температуры у поверхности (осень: сентябрь–ноябрь), осредненных по континентам Северного полушария (СП) и России. Временной ряд сезонных аномалий температуры над континентами СП рассчитан по среднемесячным данным Университета Восточной Англии (массив `scut3nh.txt` на сайте www.cru.uea.ac.uk). Временной ряд для территории России рассчитан по стационарным данным о температуре приземного воздуха ФГБУ «ИГКЭ Росгидромета и РАН». Представлен также линейный тренд за 1976-2012 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.

Аномалия температуры воздуха над сушей СП осенью 2012 г. равна $+0.87^{\circ}\text{C}$, а в целом по России $+1.78^{\circ}\text{C}$ (при стандартном отклонении 0.90°C) – шестые значение в рядах наблюдений с 1886 г.

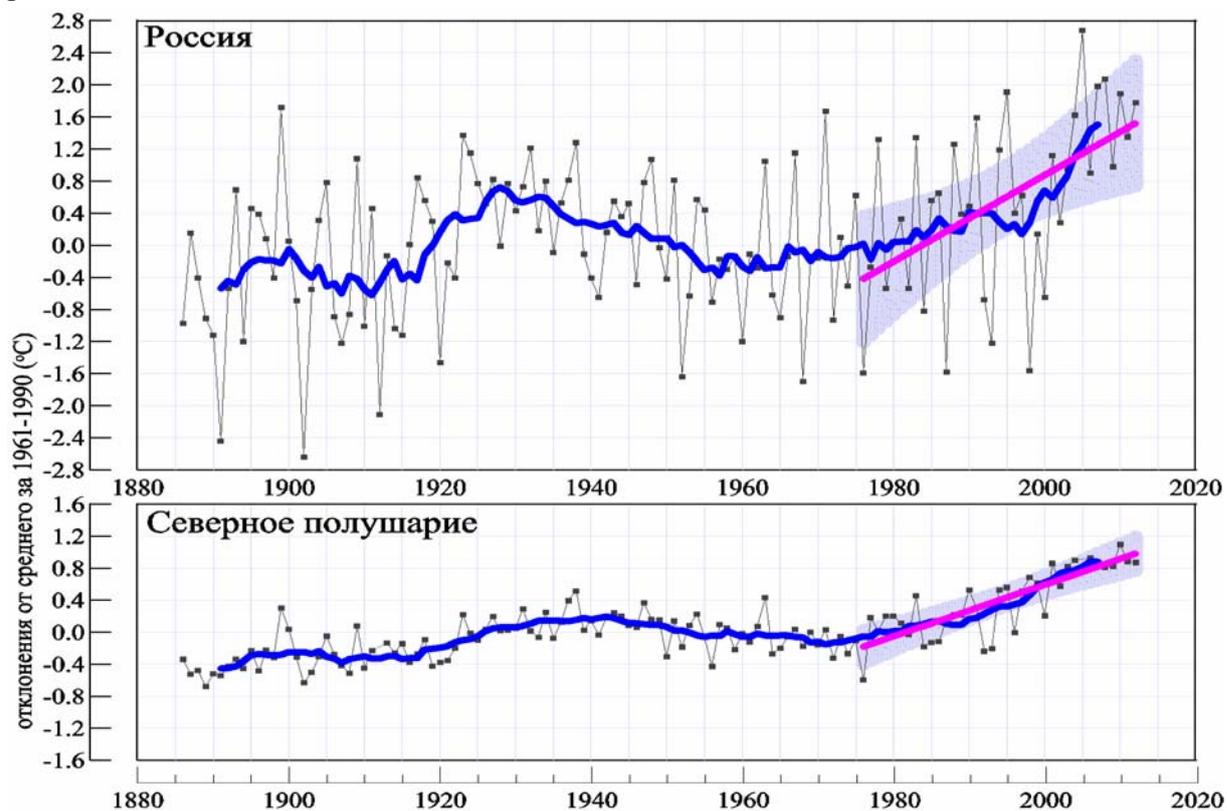


Рисунок 1.1 – Сезонная аномалия (осень: сентябрь–ноябрь) приповерхностной температуры, осредненная по Северному полушарию (суша) и территории России за 1886-2012 гг.

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

Оценки линейных трендов, характеризующие среднюю тенденцию изменений осенних температур за период 1976-2012 гг. (современное глобальное потепление) в среднем для СП и России, приведены в табл. 1.1. Рост осенних температур на территории России в среднем происходит в полтора раза более быстрыми темпами, чем в среднем по Северному полушарию.

Таблица 1.1

Сезонные (осень : сентябрь - ноябрь) аномалии осредненной по суше СП и России температуры приземного воздуха 2012 г. относительно норм базового периода 1961-1990 гг. (°C) и оценки линейного тренда за период 1976-2012

Регионы	$\nu T_{осень}$	S	$b, ^\circ\text{C}/10 \text{ лет}$	$D \%$
СП	0.87	0.24	0.32	66
Россия	1.78	0.90	0.54	27

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

2. КЛИМАТИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ОСЕНИ 2012 г. НА ТЕРРИТОРИИ РОССИИ

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

Температура воздуха.

На большей части страны – положительные аномалии, больше, чем на половине станций температура выше 90 перцентиля. Особенно тепло было на европейской части страны (аномалии более $+2^\circ\text{C}$), в Восточной Сибири и на Арктическом побережье (аномалии от $+3^\circ\text{C}$ до $+6^\circ\text{C}$).

В центре азиатской части РФ наблюдались отрицательные аномалии до -1°C . Такое распределение тепла и холода сложилось осенью за счет октября и ноября.

Сентябрь. На значительной части страны - положительные аномалии температуры, почти на трети станций страны температура была выше 90 перцентиля - экстремально теплые условия на Среднесибирском плоскогорье (аномалии до $+3.9^\circ\text{C}$).

Сентябрьские аномалии температуры, осредненные по территории регионов: Россия в целом $+1.60^\circ\text{C}$, Средняя Сибирь $+2.45^\circ\text{C}$, Прибайкалье и Забайкалье $+1.99^\circ\text{C}$, Приамурье и Приморье $+1.72^\circ\text{C}$ – это вторая, первая, третья, пятая положительные величины в соответствующих рядах.

Отрицательные аномалии температуры – на востоке Якутии, на Чукотке и Камчатке.

Октябрь. Больше чем на трети станций РФ экстремальные аномалии температуры (вероятность превышения более 90%) - это станции европейской части России, Урала (аномалии до $+5.7^\circ\text{C}$), а также Восточной Сибири (аномалии до $+6.6^\circ\text{C}$).

Отрицательные аномалии температуры – в Якутии (аномалии до -2.6°C).
 Октябрьские аномалии температуры, осредненные по территории регионов:
 Европейская часть России ($+3.07^{\circ}\text{C}$), Восточная Сибирь ($+3.56^{\circ}\text{C}$) – пятая и первая
 положительные величины в рядах.

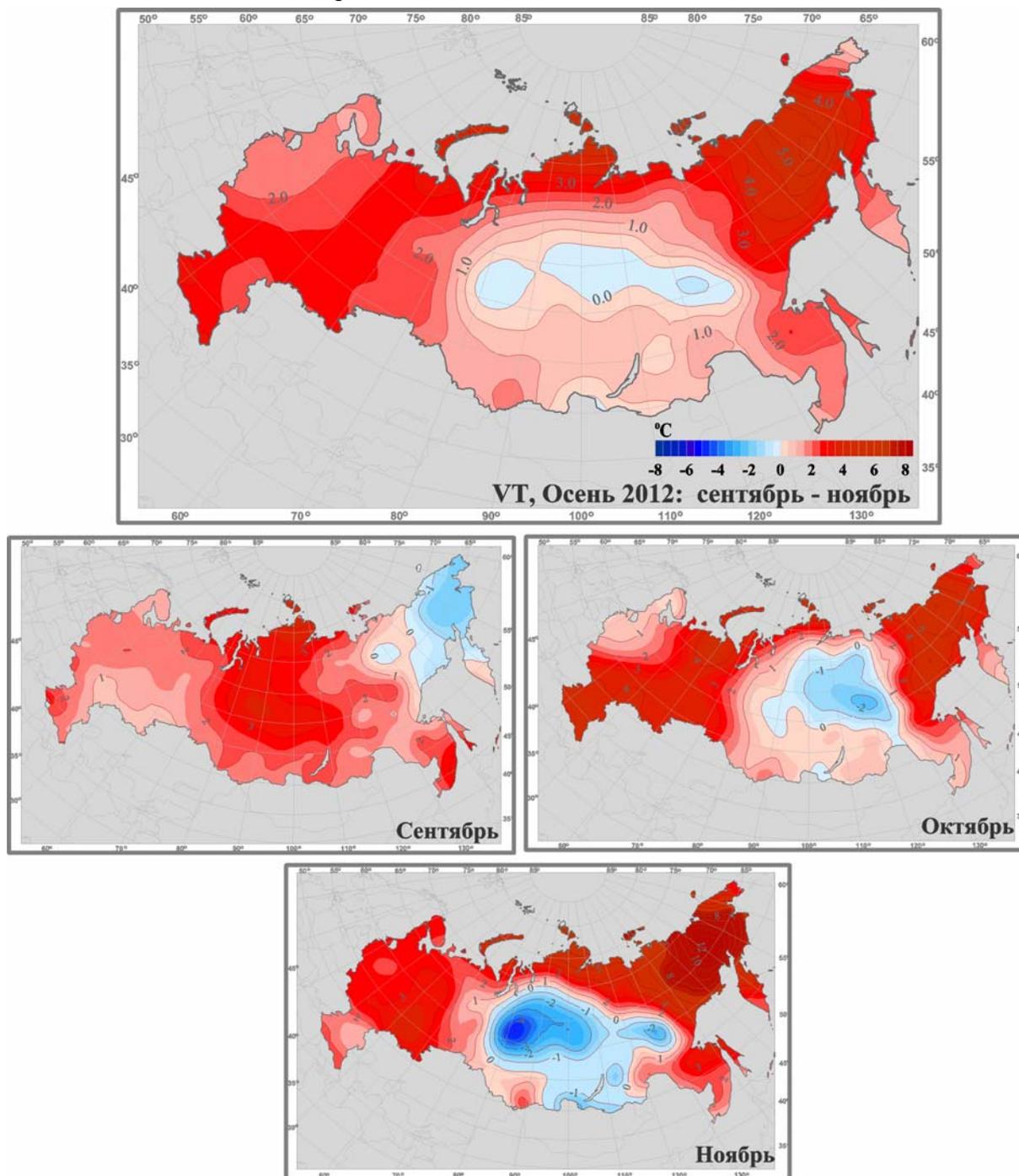


Рисунок 2.1 – Поля средней сезонной и средних месячных аномалий температуры приземного воздуха ($^{\circ}\text{C}$) на территории России осенью 2012г.
 Аномалии рассчитаны как отклонения от среднего за базовый период 1961-1990 гг.

Ноябрь. Тепло от западных границ страны до Оби, а также восточнее Лены –, экстремально теплые условия наблюдались в Среднем Поволжье (аномалии до $+4^{\circ}\text{C}$) и в Восточной Сибири (температуры на станциях выше климатической нормы на 5°C ... 15°C).

Осредненные по регионам Европейская часть России и Восточная Сибирь аномалии температуры составили $+2.74^{\circ}\text{C}$ и $+6.57^{\circ}\text{C}$ – это соответственно пятая и вторая положительные величины в рядах.

От течения Оби до течения Лены и Алдана температуры были ниже нормы, особенно холодные условия наблюдались в Ханты-Мансийском АО (аномалии ниже -4°C).

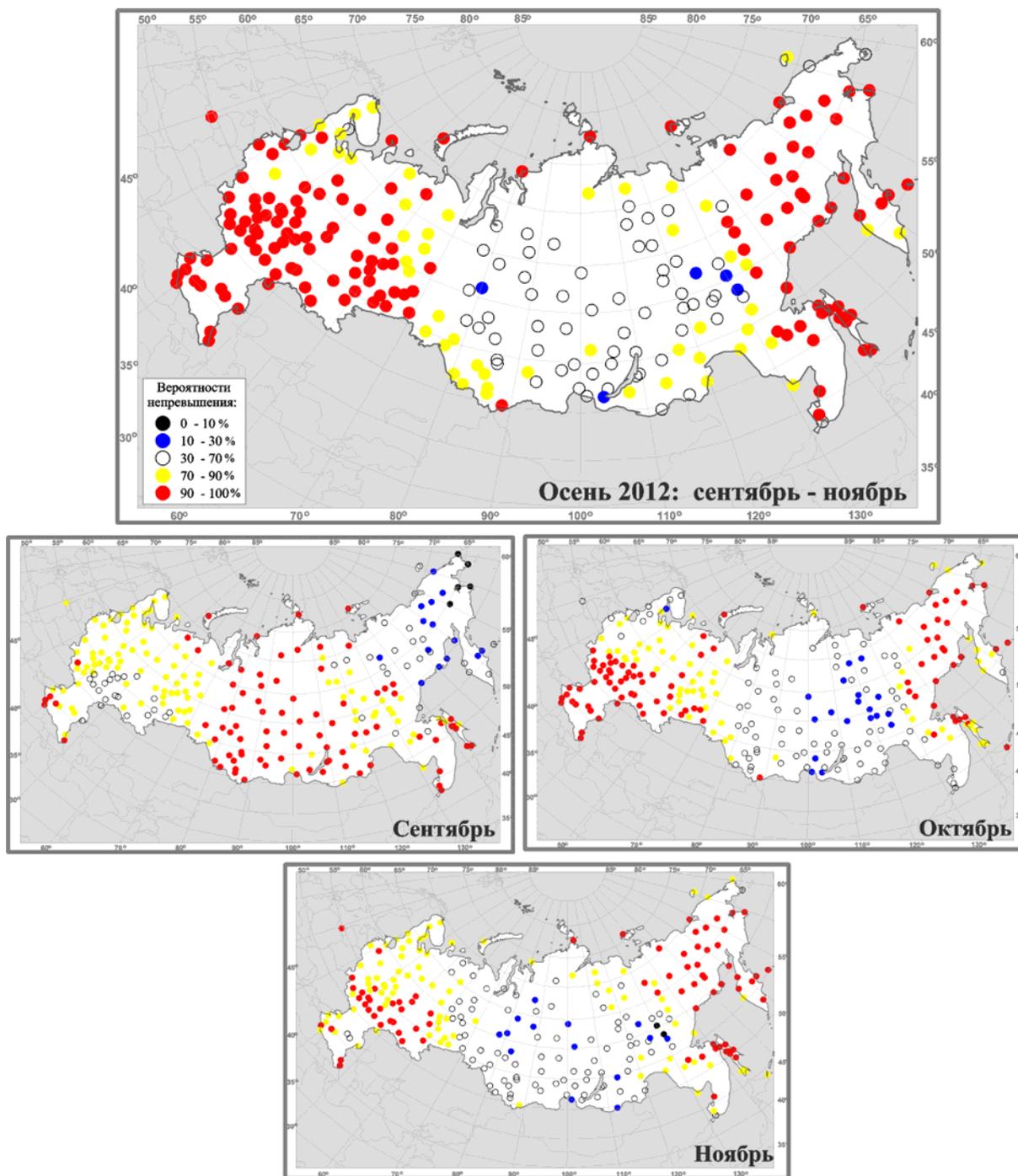


Рисунок 2.2 – Вероятности непревышения (процентили) средней сезонной и средних месячных аномалий температуры (осень 2012: сентябрь-ноябрь).

Значения процентилей получены по данным за 1936-2011 гг.

Атмосферные осадки.

Избыток осадков наблюдался полосой от западных границ до Среднего Урала, затем в южных районах азиатской части РФ, и далее до Охотского и Японского морей. В европейской части и на Дальнем Востоке наибольший вклад в осеннюю аномалию внес октябрь, на Среднем Урале – сентябрь, на юге Сибири – ноябрь. На многих станциях этих районов количество выпавших осадков было больше 90 процентиля.

Дефицит осадков (менее 60% нормы) наблюдался в Южном ФО, на Алтае в Якутии, на Чукотке.

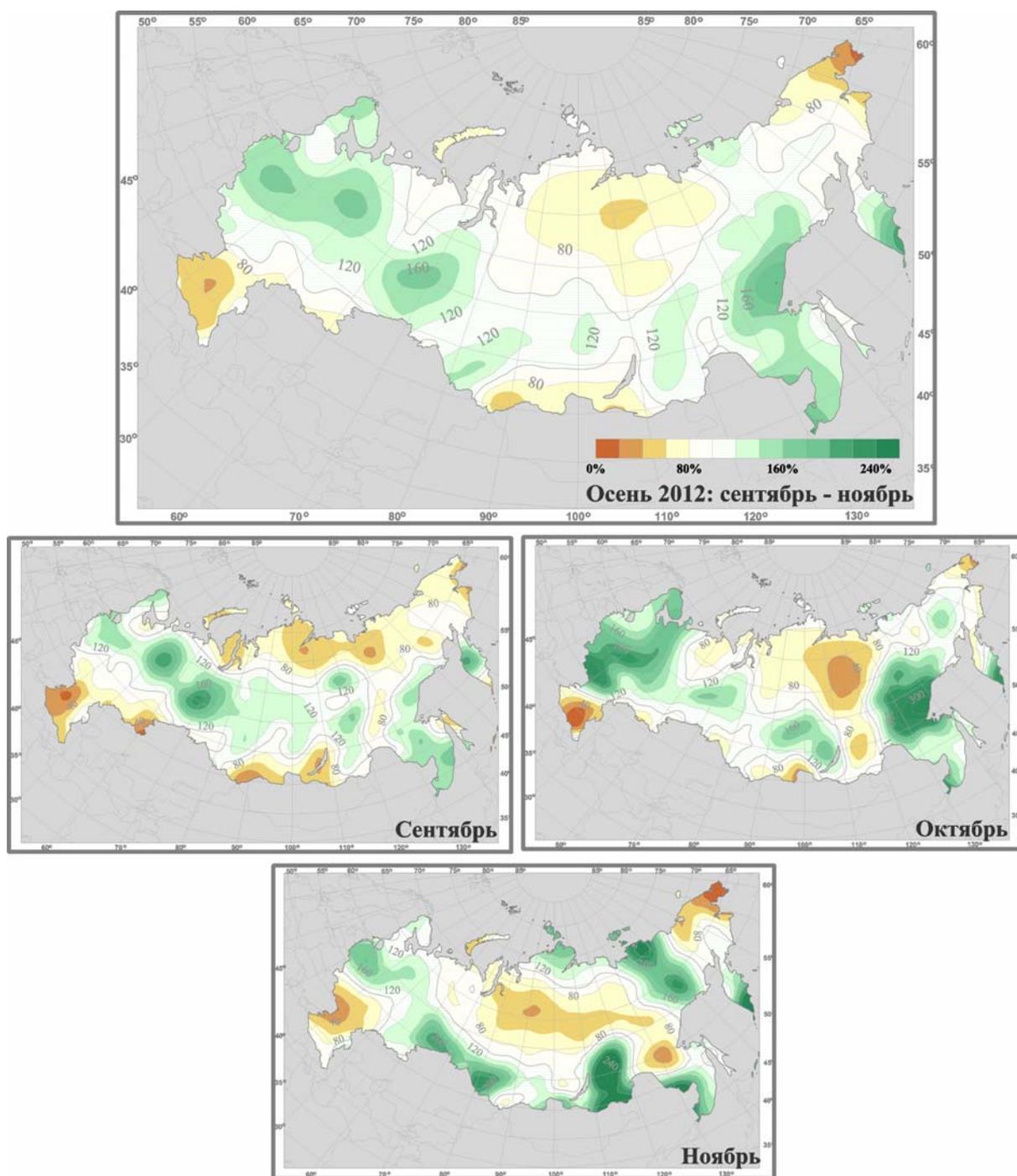


Рисунок 2.3 – Поля аномалий средних сезонных и месячных сумм осадков (в процентах от нормы за 1961-1990 гг.) на территории России осенью 2012 г.

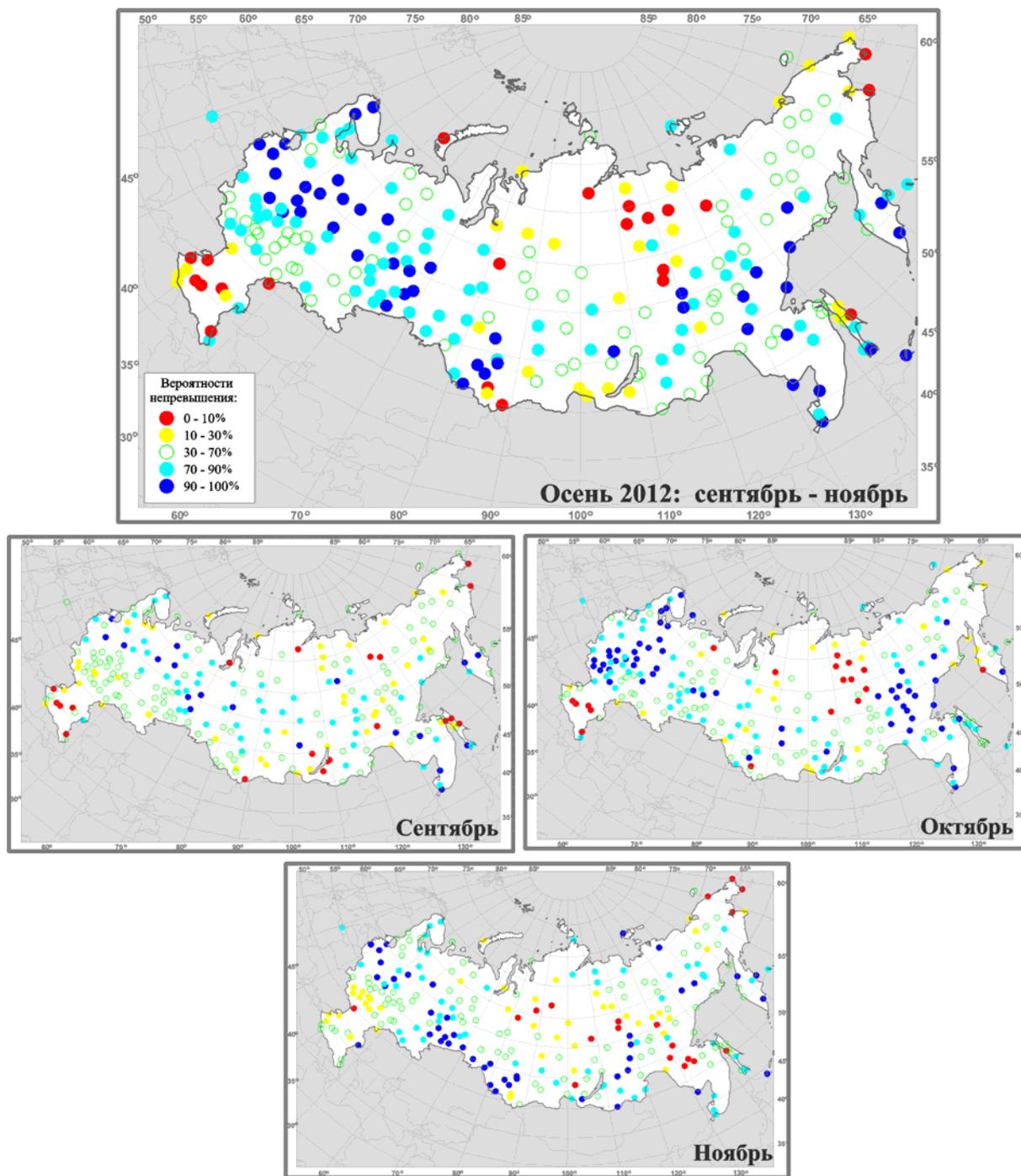


Рисунок 2.4 – Вероятности непревышения средней сезонной и средних месячных аномалий осадков (осень 2012: сентябрь-ноябрь).

Значения процентилей получены по данным за 1936-2011 гг.

Сентябрь. Избыток осадков наблюдался в широкой широтной полосе от Ленинградской области (на западе) до побережья Охотского и Японского морей (на востоке), местами количество выпавших осадков составило 2,5 – 3 нормы (Сыктывкар, Ханты-Мансийск, Усть-Хайрюзово, Джеты-Конур).

К югу и к северу от этой полосы наблюдался дефицит осадков, местами значительный. В Южном ФО, на Южном Урале, на Алтае, вокруг Байкала выпало меньше 40% нормы.

Октябрь. Значительный избыток осадков в центральных и северных районах европейской части РФ, выпало более 160% нормы, местами – более 3-х норм (Богородское-Фенино, Воронеж); в Тюменской и Иркутской областях (выпало более 120% нормы), в Хабаровском крае – выпало более 2-х норм, местами более 3-х (Тегюльтя, Чюльбо, Аян).

Октябрьские аномалии осадков, осредненные по территории регионов составили: Россия в целом +14.1мм/месяц (135%), Европейская часть России +23.0мм/месяц (145%), Приамурье и Приморье +25.3мм/месяц (151%), Восточная Сибирь +26.4мм/месяц (170%) – это первая, пятая, пятая, первая положительные величины в соответствующих рядах.

Значительный дефицит осадков – в Южном и Северо-Кавказском ФО - выпало менее 30% нормы. На западе Якутии – выпало менее 40% нормы.

Ноябрь. Избыток осадков - в центре и на севере ЕЧР (120%-140% нормы); на юге Западной Сибири, на Таймыре (120%-200%); в Забайкалье, в нижнем и среднем течении Амура (более 200%); в бассейнах рек Индигирки и Колымы, на юге Камчатки (120%-200%). На многих станциях этих районов зафиксированы 90% экстремумы выпадения осадков.

Дефицит осадков - в Южном ФО, в Чукотском АО (выпало 40%-80% нормы), в центральных районах Тюменской области, Красноярского края, южных районах Якутии, в Хабаровском крае (60%-80%).

В таблицах 2.1 и 2.2 представлены регионально осредненные аномалии температуры и осадков, рассчитанные по значениям станционных аномалий осеннего сезона; для характеристики масштаба аномалий приведены также средние квадратические отклонения региональных аномалий за базовый период 1961-90 гг. Оценки приведены для физико-географических регионов (рис.1) и Федеральных округов (рис.2) Российской Федерации. Для осадков дополнительно к отклонениям от нормы приведены относительные аномалии, т.е. отношение осредненной по территории региона сезонной суммы осадков к средней по региону сезонной норме, выраженное в процентах (о процедуре регионального осреднения см. во введении), а для характеристики масштаба изменчивости с учетом выраженной асимметрии распределения осадков абсолютные величины разности между медианой и первым и третьим квартилями аномалий, рассчитанные для базового периода. Кроме того, в таблицах приведены значения эмпирической вероятности (вероятности непревышения) региональных аномалий по данным за 1936-2011 годы. В Разделе 4 представлены временные ряды регионально осредненных аномалий температуры и осадков для каждого из рассматриваемых физико-географических регионов и Федеральных округов РФ.

Осень 2012 г. для России в целом (см. табл. 2.1) была теплой, аномалия температуры +1.78°C (это шестая величина в ряду наблюдений с 1936 года: вероятность непревышения этой аномалии 93,4%). Осень была экстремально теплой в регионах: Европейская часть России (второй экстремум после рекордного 2005 г.), Восточная Сибирь (второй экстремум после рекордного 1995 г., аномалии от +3°C до +6°C), Приамурье и Приморье (ранг 5). В этих регионах аномалии температуры больше, чем в два раза превышают стандартное отклонение.

Из федеральных округов следует отметить Приволжский, Южный, Северо-Кавказский ФО – здесь наблюдались рекордные аномалии температуры; Центральный, Дальневосточный ФО - здесь наблюдались пятые по величине положительные аномалии температуры.

В сентябре на территории РФ наблюдалась значительная положительная аномалия температуры (аномалия +1.60°C, $s = 0.59^\circ\text{C}$) - второй экстремум после рекордного 2005 года. В октябре (аномалия +1.86°C) и ноябре (аномалия +1.97°C) – наблюдались 13-ые по величине положительные аномалии.

Таблица 2.1

Регионально осредненные аномалии температуры осенью 2012г.

Регионы	νT_{2012}	s	$P(t \leq T_{2012})$
Российская Федерация	1.78	0.90	93.4
Физико-географические регионы России			
Европейская часть России	2.44	1.04	98.7
Западная Сибирь	1.35	1.54	80.3
Средняя Сибирь	0.54	1.80	57.9
Прибайкалье и Забайкалье	0.57	1.23	67.1
Приамурье и Приморье	1.75	0.89	96.1
Восточная Сибирь	3.29	0.94	98.7
Федеральные Округа РФ			
Северо-Западный	2.16	1.24	93.5
Центральный	2.28	1.13	96.1
Приволжский	2.64	1.25	100
Южный	2.76	1.05	100
Северо-Кавказский	3.10	0.85	100
Уральский	1.66	1.64	81.8
Сибирский	0.72	1.49	67.5
Дальневосточный	2.19	1.01	96.1

Примечание: 1. Аномалии νT_{2012} ($^\circ\text{C}$) рассчитаны как отклонения от нормы (среднее за базовый период 1961-1990 гг.); s ($^\circ\text{C}$) – среднее квадратическое отклонение за базовый период; вероятности неперевышения $P(t \leq T_{2012})$ – рассчитаны относительно выборки за 1936-2011 гг. и выражены в %.

2. Выделены значения аномалий с вероятностью неперевышения $\geq 95\%$.

В регионе Россия в целом осенью (табл. 2.2) аномалия осадков составила 6.9 мм/месяц (относительная аномалия - 116% нормы) – это рекордная величина в ряду наблюдений. Во всех регионах (кроме Средней Сибири) наблюдался избыток осадков. Больше всего осадков - в регионах: Приамурье и Приморье и Восточная Сибирь – здесь наблюдались относительные аномалии 130% и 138% нормы – это пятые величины в рядах. Из федеральных округов следует отметить Северо-Западный и Дальневосточный ФО с относительными аномалиями 133% и 124% – это рекордная первая и вторая величины в рядах. В Северо-Кавказском и Южном ФО наблюдался дефицит осадков - выпало 60% и 62% нормы – это третья и пятая минимальные величины в рядах.

Таблица 2.2

Регионально осредненные аномалии осадков, осенью 2012г.

Регионы	νR_{2012}	RR_{2012}	m	$m-q1$	$q3-m$	$P(r \leq R_{2012})$
Российская Федерация	6.9	116	0.3	2.2	2.1	100
Физико-географические регионы России						
Европейская часть России	7.8	115	0.4	5.9	4.4	88.2
Западная Сибирь	6.9	116	0.4	3.0	2.1	94.7
Средняя Сибирь	-0.6	98	0.0	2.1	1.8	34.2
Прибайкалье и Забайкалье	1.7	106	-0.3	2.5	3.5	50.0
Приамурье и Приморье	16.8	130	-0.2	5.1	8.0	96.1
Восточная Сибирь	12.4	132	-1.6	1.9	5.2	96.1
Федеральные Округа РФ						
Северо-Западный	18.7	133	0.0	3.6	3.0	100
Центральный	19.6	138	-2.7	5.0	12.9	93.5
Приволжский	4.3	108	0.7	7.5	4.9	72.7
Южный	-16.1	62	-1.3	5.9	8.2	6.5
Северо-Кавказский	-18.7	60	-0.2	6.7	8.3	3.9
Уральский	7.7	116	-0.8	4.5	5.3	85.7
Сибирский	2.4	107	0.2	2.0	2.5	66.2
Дальневосточный	10.1	124	0.2	2.6	2.7	98.7

Примечание: 1. Аномалии νR_{2012} (мм/месяц) рассчитаны как отклонения от нормы (среднее за базовый период 1961-1990 гг.), RR_{2012} - отношение R_{2012} к норме, выраженное в %, $q1$, $q3$ и m - соответственно первый, третий квартиль и медиана аномалий (мм/месяц) за базовый период; вероятности неперевышения $P(r \leq R_{2012})$ - рассчитаны относительно выборки за 1936-2011 гг. и выражены в %.

2. Выделены значения аномалий с вероятностью неперевышения $\geq 95\%$.

3. ТЕНДЕНЦИИ СОВРЕМЕННЫХ ИЗМЕНЕНИЙ КЛИМАТА НА ТЕРРИТОРИИ РОССИИ

В этом разделе рассматриваются оценки средних изменений метеорологических величин с начала современного потепления, т.е. с середины 1970-х гг.: география изменений, т.е. распределение оценок наблюдаемых изменений по территории РФ, и временные ряды и оценки тренда для России в целом с детализацией по месяцам.

География изменений

На рис. 3.1 и 3.2 представлено географическое распределение коэффициента линейного тренда за 1976-2012 гг. температуры приземного воздуха и атмосферных осадков на территории России для осеннего сезона в целом и для каждого из месяцев осени.

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

Среднесезонные осенние температуры растут на всей территории страны; наиболее значительный рост наблюдается в Среднем Поволжье и на Южном Урале (до $+0.8^\circ\text{C}/10$ лет), в Восточной Сибири ($+0.6^\circ\text{C}$ - $+1.2^\circ\text{C}/10$ лет, за счет октября и ноября).

В полосе от Обской губы до Байкала рост температуры минимальный (до $+0.2^{\circ}\text{C}/10$ лет за счет уменьшения температуры здесь в ноябре).

Наиболее значительное увеличение температуры происходит в октябре – тренд от $+0.6^{\circ}\text{C}$ до $+1.4^{\circ}\text{C}/10$ лет на всей территории страны, а также в ноябре – в Восточной Сибири от $+0.6^{\circ}\text{C}$ до $+1.6^{\circ}\text{C}/10$ лет.

На большей части страны осенью (рис. 3.2) тенденции к изменению выпадений осадков не обнаруживаются. Тенденция к увеличению осадков (около $+5\text{мм}/10$ лет) просматривается в восточных районах страны – здесь во все месяцы сезона наблюдаются районы, где происходит рост осадков (более $+10\text{мм}/10$ лет).

В Приамурье осенью (за счет сентября и октября) наблюдается уменьшение осадков.

Тенденция к увеличению осадков (более $+10\text{мм}/10$ лет) наблюдается в октябре западе и юге европейской части РФ.

Тенденция к уменьшению осадков в сентябре наблюдается в центре европейской части РФ (около $-5\text{мм}/10$ лет), в октябре – на Южном Урале и юге Западной Сибири (менее $-5\text{мм}/10$ лет), в ноябре – в центре азиатской части РФ (около $-5\text{мм}/10$ лет).

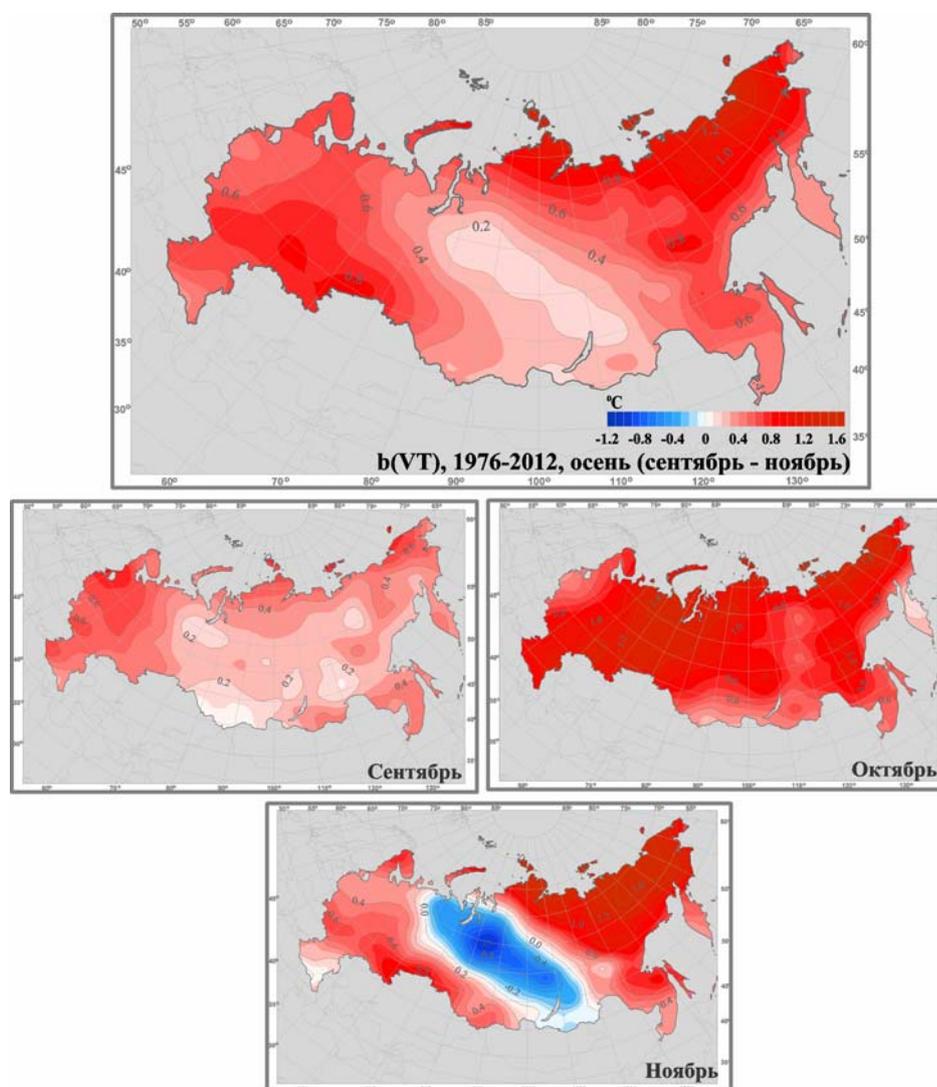


Рисунок 3.1 – Распределение локальных коэффициентов линейного тренда сезонных и месячных аномалий температуры ($^{\circ}\text{C}/10$ лет) на территории России по данным за 1976-2012 (осень: сентябрь-ноябрь).

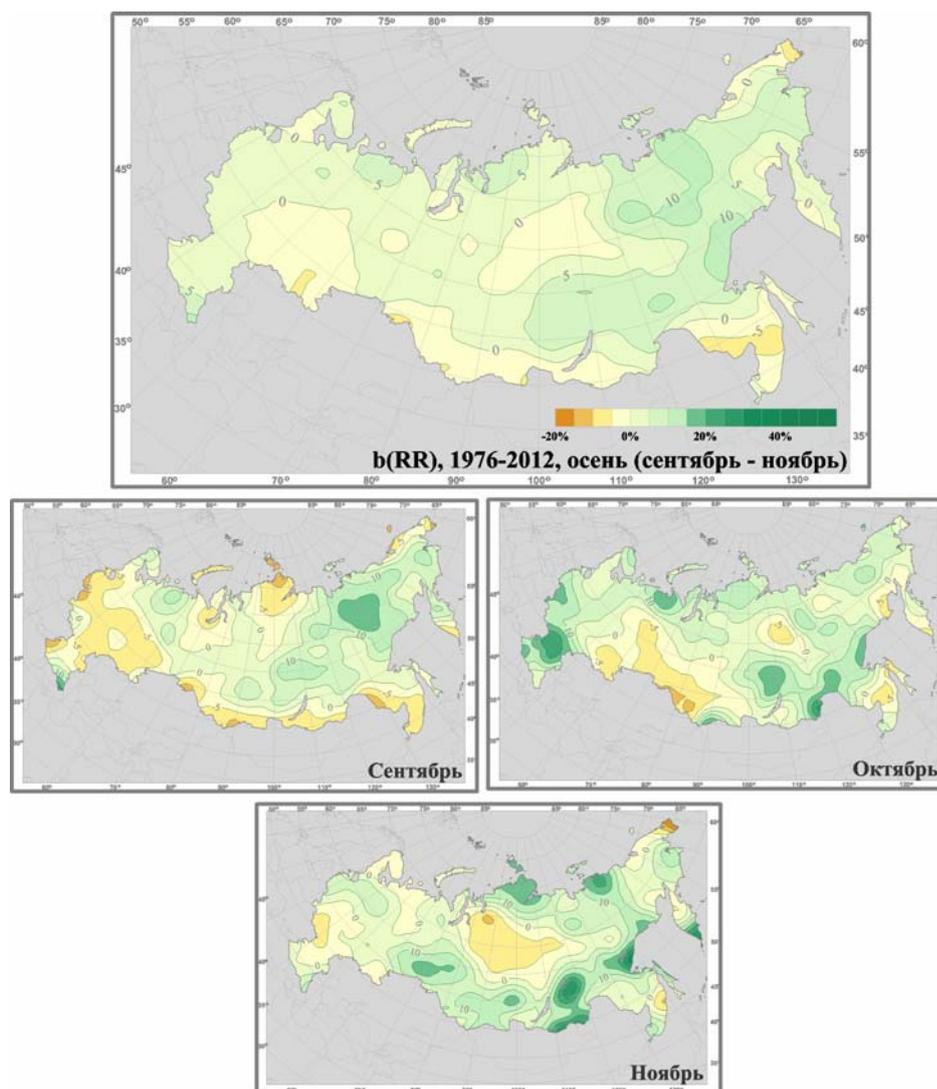


Рисунок 3.2 – Распределение локальных коэффициентов линейного тренда сезонных и месячных аномалий осадков (мм /10 лет) на территории России по данным за 1976-2012 (осень: сентябрь-ноябрь).

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

Тренд средней по России осенней температуры за период 1976-2012 гг. составляет $0.54^{\circ}\text{C}/10$ лет и объясняет 27% межгодовой изменчивости.

Рост температуры за период с 1976 по 2012 гг. выражен во все месяцы сезона (рис. 4.3), особенно в октябре: 0.86 градуса за 10 лет; тренд значим на уровне 1%. Начало потепления для октября - середина 1970-х гг. (с 1993 г. наблюдался примерно 10-летний период отсутствия роста), для сентября и ноября начало потепления – вторая половина 1990-х гг.

Тренд сезонных сумм осадков для России в целом составляет 0.9 мм/мес/10 лет и объясняет 9% межгодовой изменчивости. В октябре и в ноябре на территории России наблюдается некоторая тенденция увеличения осадков, однако тренды незначимы (на уровне 5%).

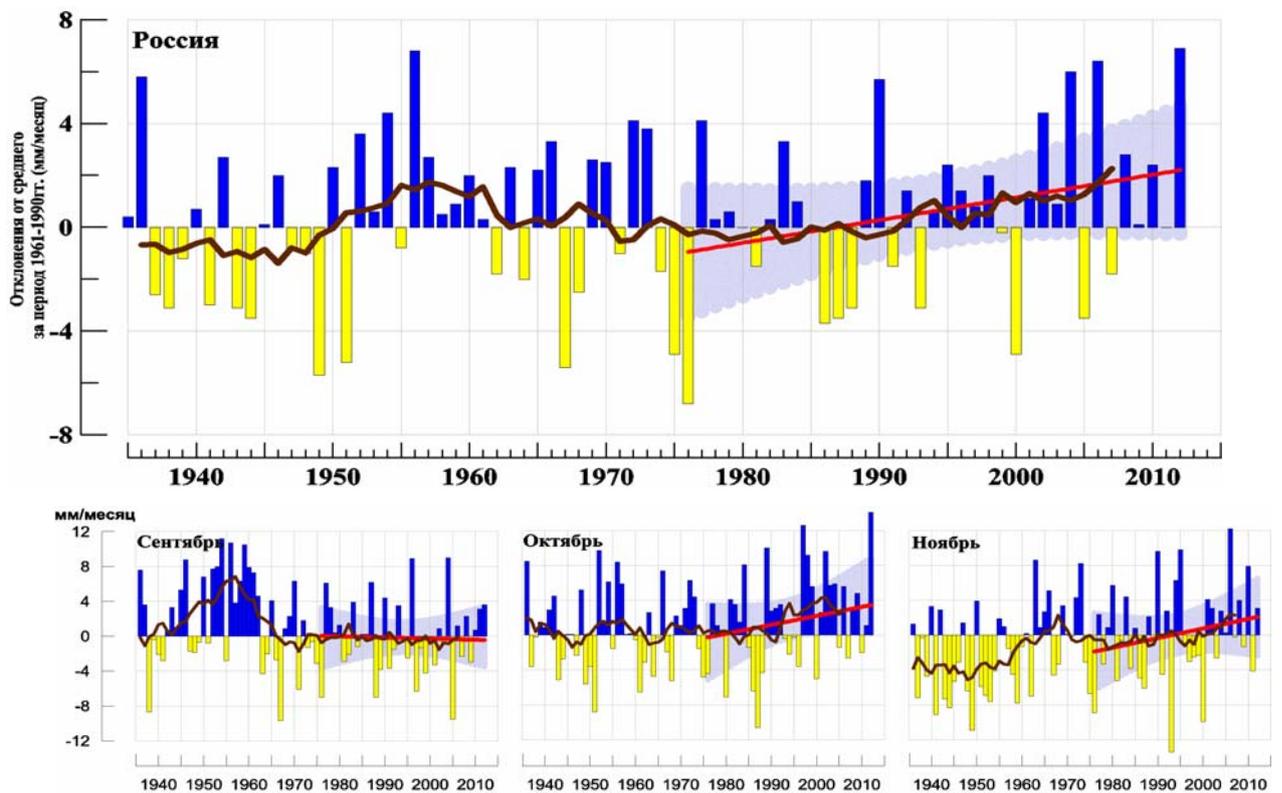
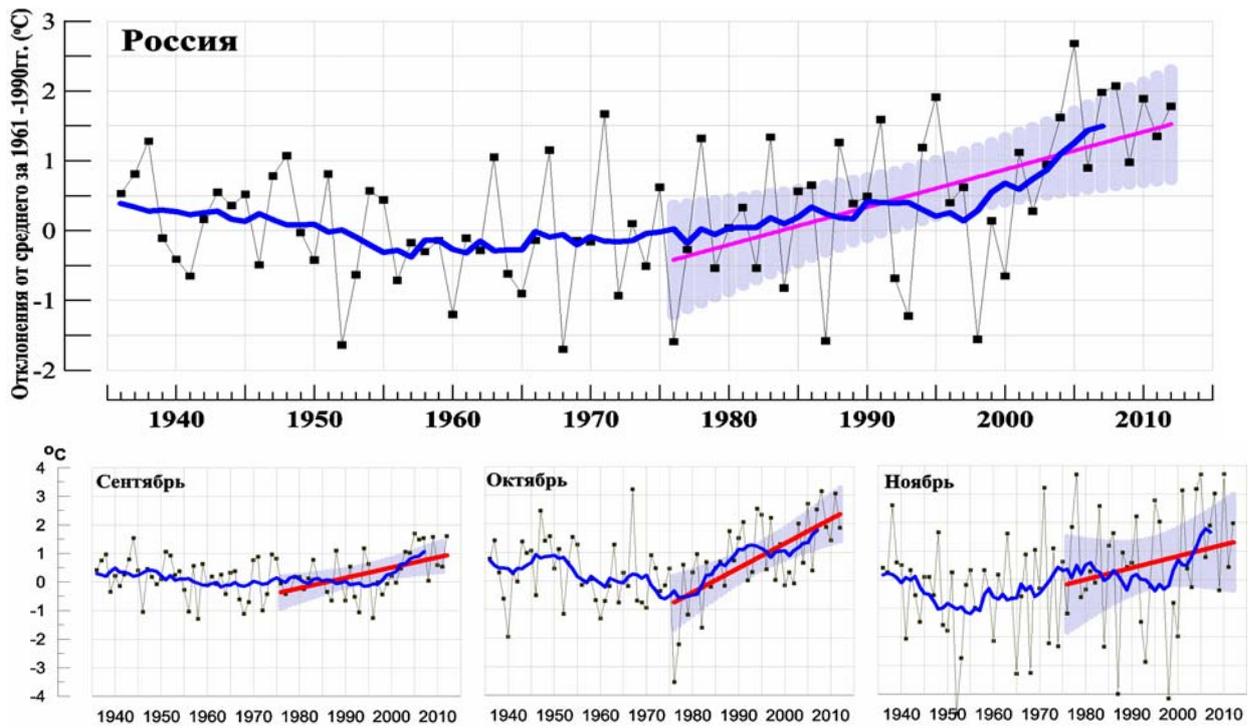


Таблица 3.1

Оценки линейного тренда регионально осредненных температуры приземного воздуха и месячных сумм осадков за 1976-2012 гг. для осеннего сезона 2012г.

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

Регион Российская Федерация	Температура		Осадки	
	b °C/10 лет	D , %	b мм/мес/10 лет	D , %
Осень	0.54	27	0.9	9
Сентябрь	0.36	26	-0.1	0
Октябрь	0.86	41	1.0	4
Ноябрь	0.41	4	1.1	5

4. ИЗМЕНЕНИЯ РЕГИОНАЛЬНЫХ ТЕМПЕРАТУР И ОСАДКОВ ОСЕННЕГО СЕЗОНА В 1936-2012 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 (°C) и месячных сумм осадков (мм/месяц) осеннего сезона за 1936 – 2012 гг. На всех рисунках показаны линейные тренды за 1976-2012 гг., рассчитанные методом наименьших квадратов.

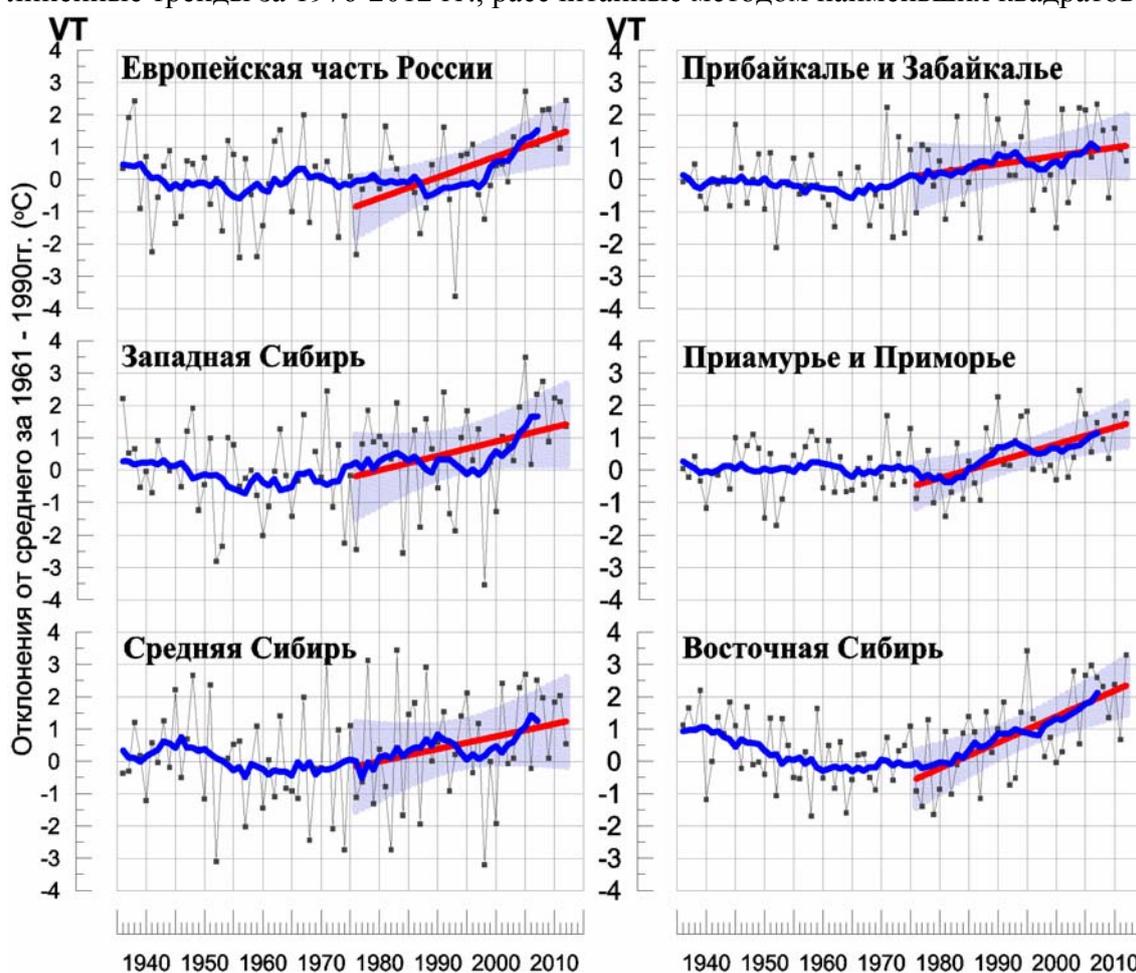


Рисунок 4.1 - Сезонные аномалии температуры приземного воздуха (°C), осредненные по территории физико-географических регионов РФ (осень 2012.).

Аномалии рассчитаны как отклонения от среднего 1961-1990 гг. Сглаженная кривая получена 11-летним скользящим осреднением. Линейный тренд получен по данным за 1976-2011 гг. Показана 95% -я доверительная область для линии тренда.

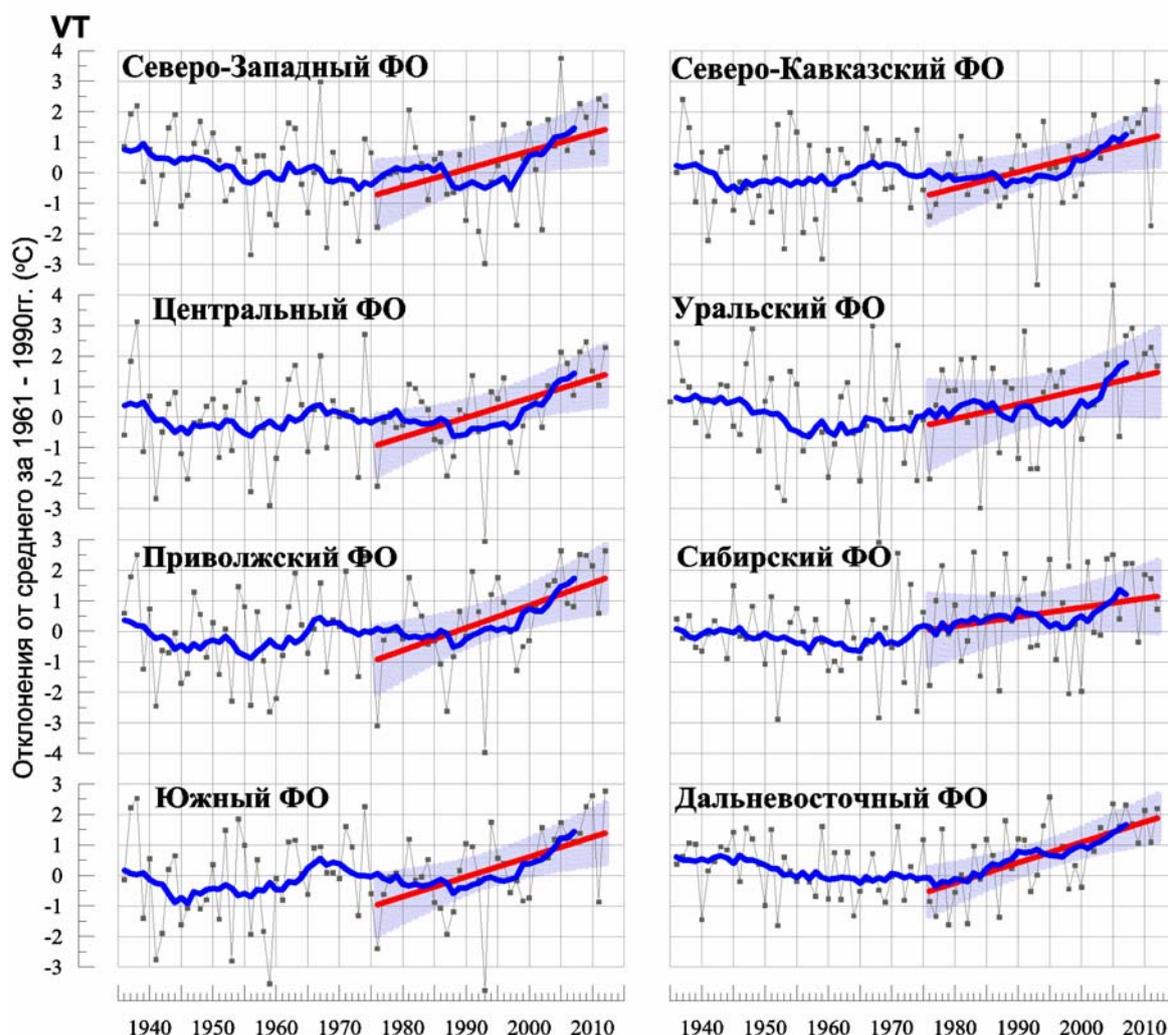


Рисунок 4.2 - Сезонные аномалии температуры приземного воздуха ($^{\circ}\text{C}$), осредненные по территории федеральных округов РФ (осень 2012.). Условные обозначения см. на рис. 4.1

Основная особенность изменения осенней температуры (рис. 4.1, 4.2) – рост температуры наблюдается во всех регионах. Но начало роста во всех регионах разный: в Европейской части России и в Западной Сибири – конец 1990-х гг., в Средней Сибири и в Восточной Сибири – середина 1970-х гг., в Прибайкалье и Забайкалье – середина 1960-х гг., в Приамурье и Приморье – середина 1980-х гг.. В Прибайкалье и Забайкалье в Приамурье и Приморье, а также, в Сибирском ФО с начала 1990-х гг. рост температуры практически не наблюдается.

Наиболее заметен рост температуры в Европейской части России и в Восточной Сибири (превышает полградуса за 10 лет). В этих регионах, а также в Приамурье и Приморье вклад тренда в дисперсию ряда позволяет говорить о значимости тенденции увеличения температуры на 1% уровне.

Монотонная тенденция изменения осадков (рис. 4.3, 4.4) за период современного потепления (с 1976 г.) прослеживается в регионах: Средняя Сибирь, Прибайкалье и Забайкалье, Восточная Сибирь (Дальневосточный ФО), где наблюдается увеличение

осадков и тренд значим на уровне 5%. Значительный рост осадков осенью происходит в регионе Восточная Сибирь (тренд +1.8 мм/10 лет объясняет 12% изменчивости ряда).

В Приволжском ФО наблюдается небольшое уменьшение осадков за период 1976-2012гг., но тренд не значим.

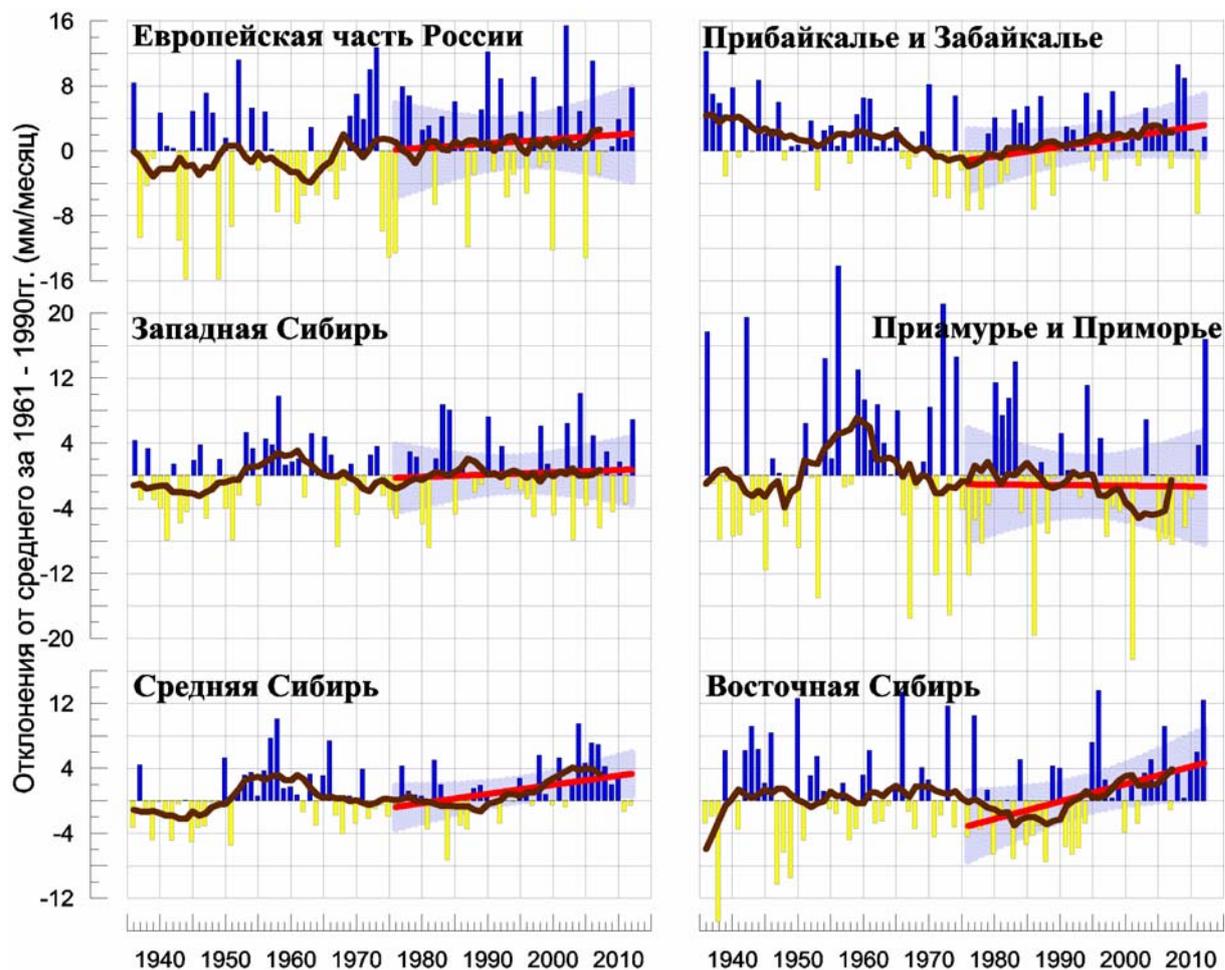


Рисунок 4.3 - Сезонные аномалии месячных сумм осадков (мм/месяц), осредненные по территории регионов РФ (осень 2012.).

Условные обозначения см. на рис. 4.1..

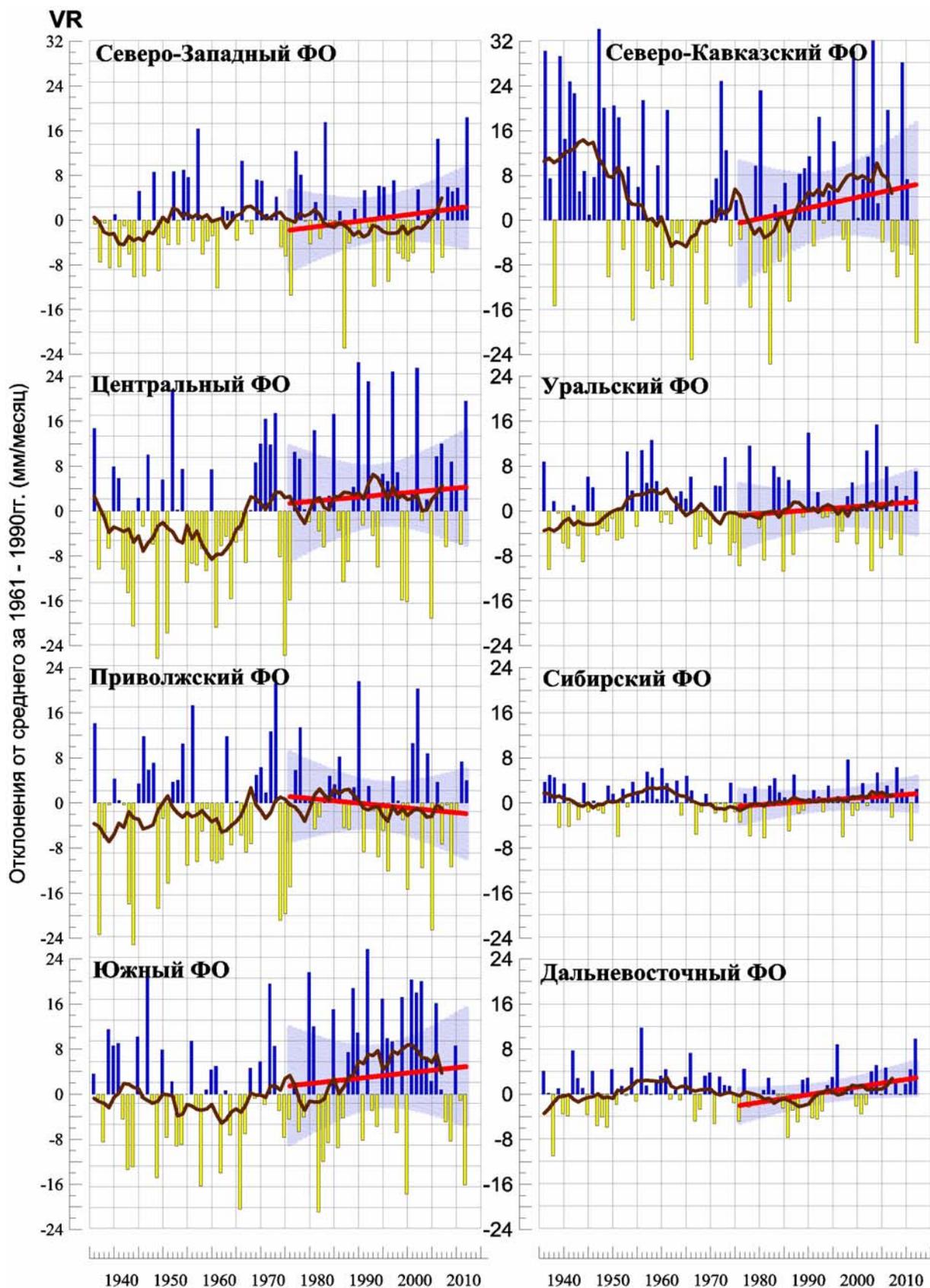


Рисунок 4.4 - Сезонные аномалии месячных сумм осадков (мм/месяц), осредненные по территории федеральных округов РФ (осень 2012.). Условные обозначения см. на рис. 4.1

В таблице 4.1 приведены оценки линейных трендов регионально осредненных значений температуры и осадков за 1976-2012 гг. для физико-географических регионов и федеральных округов РФ.

Таблица 4.1

Оценки линейного тренда среднесезонных регионально осредненных температуры приземного воздуха и месячных сумм осадков за 1976-2012 гг. (осень: сентябрь – ноябрь),

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

Регионы	Температура		Осадки		
	<i>b</i> °C/10 лет	<i>D</i> , %	<i>b</i> мм/мес/10 лет	<i>b</i> , %/10 лет	<i>D</i> , %
Россия	0.54	27	0.9	2.1	9
Физико-географические регионы России					
Европейская часть России	0.64	29	0.5	1.1	0
Западная Сибирь	0.45	9	0.3	0.6	0
Средняя Сибирь	0.39	6	1.1	3.3	13
Прибайкалье и Забайкалье	0.26	6	1.2	4.4	8
Приамурье и Приморье	0.53	33	-0.1	-0.1	0
Восточная Сибирь	0.80	40	2.2	5.7	17
Федеральные Округа РФ					
Северо-Западный	0.59	19	1.1	2.0	2
Центральный	0.64	25	0.8	1.6	1
Приволжский	0.74	27	-0.8	-1.7	1
Южный	0.65	27	0.9	2.2	1
Северно-Кавказский	0.53	20	1.9	3.4	2
Уральский	0.48	8	0.7	1.5	1
Сибирский	0.31	5	0.6	1.7	4
Дальневосточный	0.67	38	1.4	3.4	15

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

В разделе приведены некоторые индексы экстремальности и аномальности для осеннего сезона в целом по территории России за период 1936 -2012 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.

Для температуры (рис. 5.1) с 1976 года в осенний период наблюдается рост доли площади, занятой крупными (выше 80-го перцентиля) положительными аномалиями, тренд объясняет 29% дисперсии ряда, и уменьшение доли площади, занятой крупными (ниже 20-го перцентиля) отрицательными аномалиями, тренд объясняет 19% дисперсии ряда.

Для осадков (рис. 5.2) с 1976 года наблюдается рост крупных аномалий больше 80 перцентиля, тренд объясняет 19% дисперсии ряда, и некоторое уменьшение доли площади под крупными аномалиями меньше 20 перцентиля.

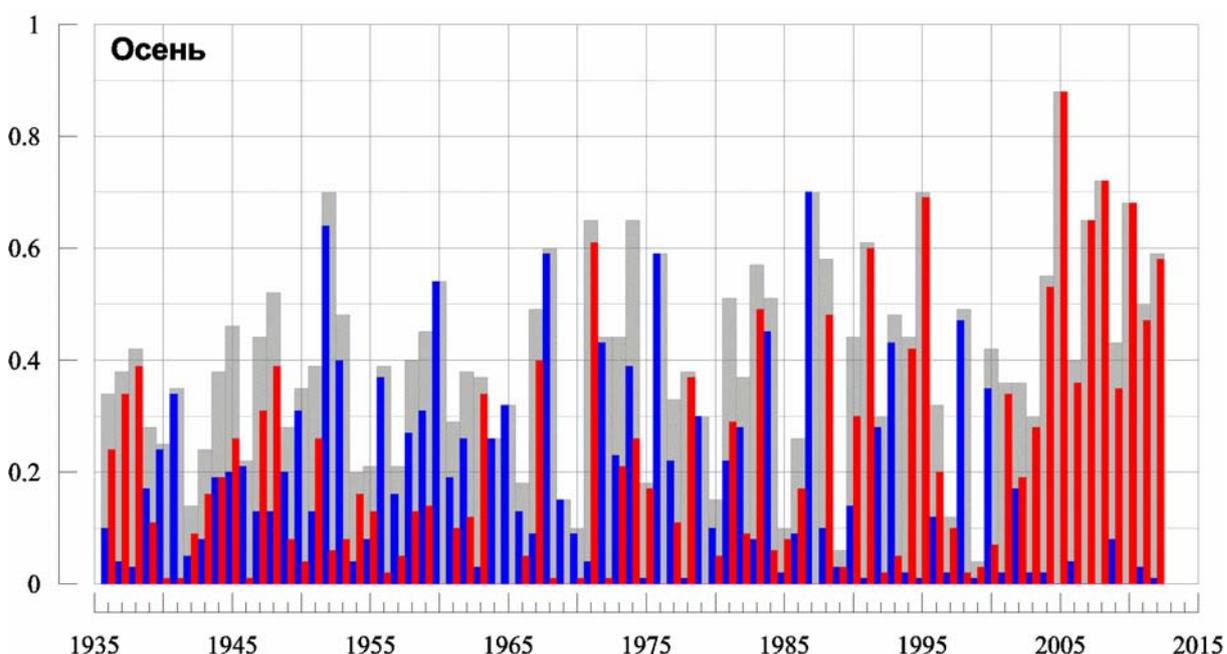


Рисунок 5.1 - Доля площади РФ с крупными аномалиями (ниже 20 перцентиля: синие столбики, выше 80 перцентиля: красные столбики, суммарная площадь с крупными аномалиями: серые столбики) температуры осенью, 1936-2012 гг.

На рис.5.3 представлены ряды доли площади под экстремальными (выше 2σ и ниже -2σ) аномалиями сезонной температуры (в предположении гауссовости распределения это соответствует примерно 2.3% процента для каждого хвоста распределения). Наиболее экстремальные теплые осенние сезоны наблюдались: в 2004 г. (12% площади занято экстремальными аномалиями;), в 2005 (18% - наиболее экстремально жаркий осенний сезон), в 2012 (9%), в 1990 (9%), в 1938 (9%). Экстремально холодные осенние сезоны наблюдались: в 1952 (27% площади занято

экстремальными аномалиями, наиболее экстремально холодный осенний сезон), в 1968 (19%), в 1976 (12%), в 1982 (9%), в 1993 (26%), в 1998 (12%). За последние десять лет в пяти годах площади под экстремумами тепла больше 4%, последний год, когда экстремумы холода преобладали - 1998.

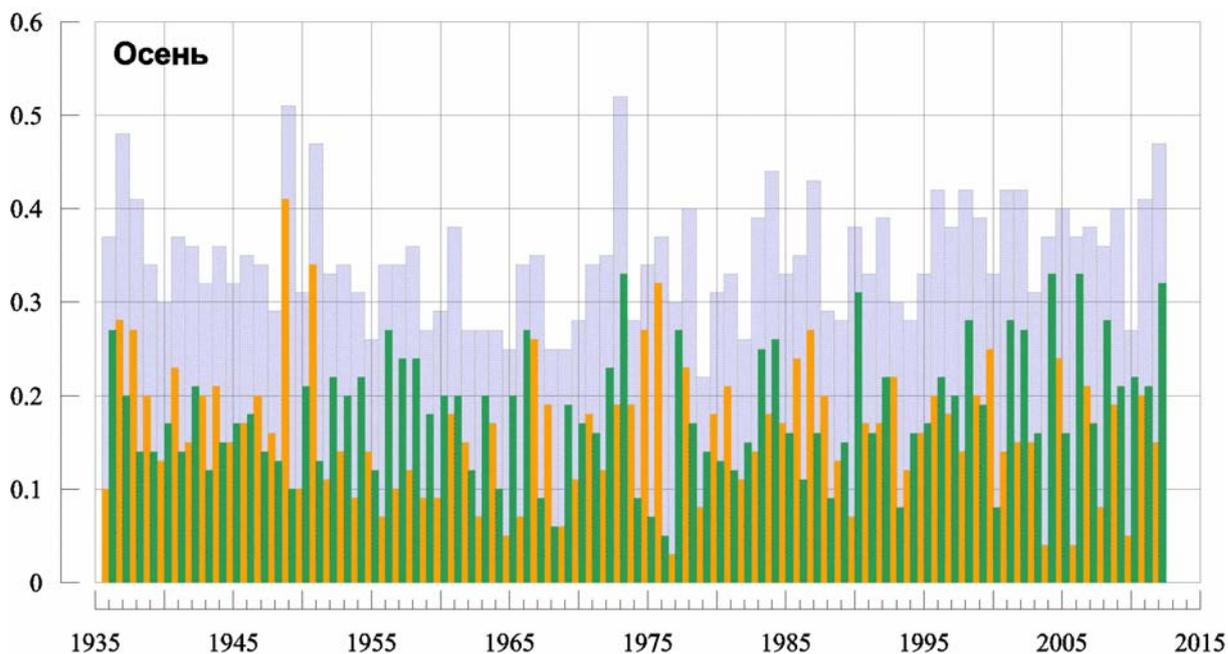


Рисунок 5.2 - Доля площади РФ с крупными аномалиями осадков (ниже 20 процентиля: желтые столбики, выше 80 процентиля: зеленые столбики, суммарная площадь с крупными аномалиями: серые столбики) осенью, 1936-2012 гг.

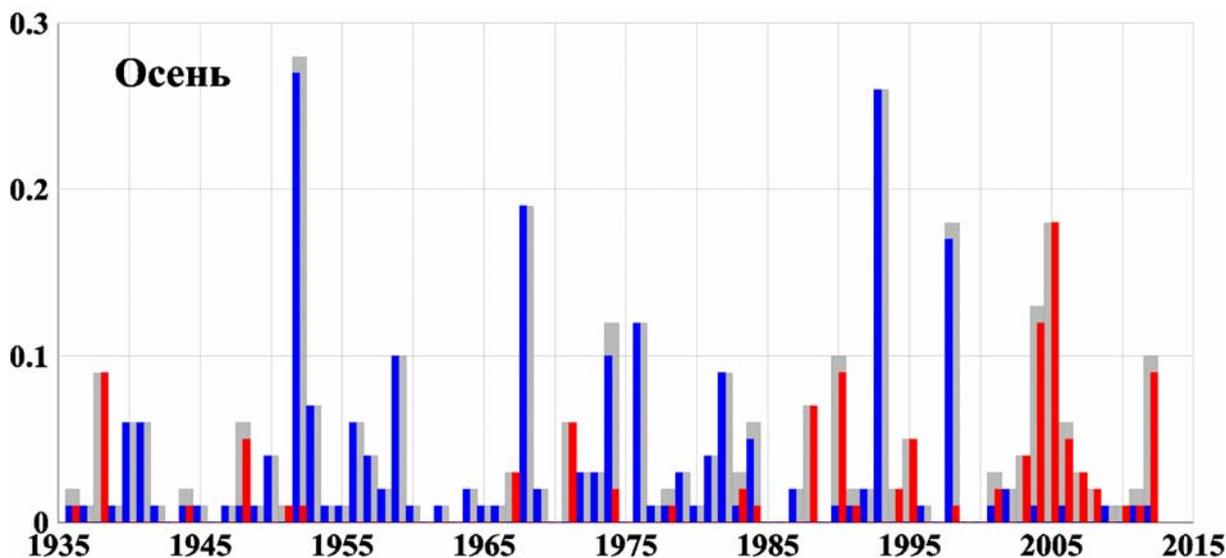


Рисунок 5.3 - Доля площади РФ с экстремальными (сезонная нормированная аномалия меньше -2: синие столбики, больше +2: красные столбики; суммарная площадь с этими аномалиями: серые столбики) аномалиями температуры осенью, 1936-2012 гг. Базовый период для расчета статистик: 1961-1990 гг.

Анализ изменений индекса аномальности Багрова для температуры (рисунок 5.4) показывает, что с 1976 г. аномальность температурного режима возрастает – тренд объясняет 17% общей дисперсии ряда. Значение КА осенью 2012 года (1.68) – третье значение в ряду с 1936 г.

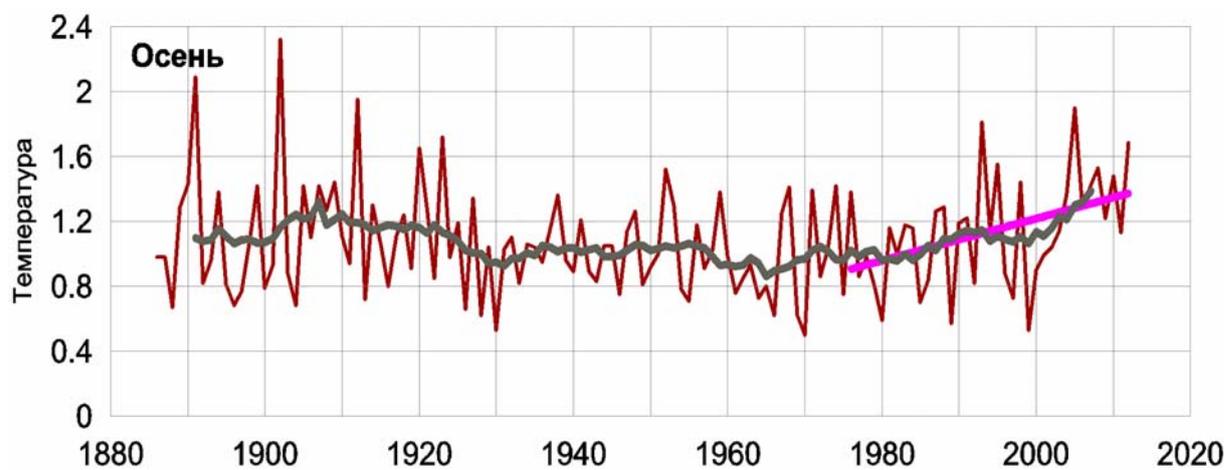


Рисунок 5.4. - Индекс аномальности Багрова (КА) для осеннего сезона применительно к температуре, 1886-2012 гг.

ВЫВОДЫ

1. Осенью 2012 года над континентами Северного полушария в целом было очень теплым; средняя за сезон и по пространству температура была выше нормы на 0.87°C , шестое место в ранжированном по убыванию ряду наблюдений с 1850г.

Средняя скорость потепления для суши Северного полушария за 1976-2012 гг. составляет $0.32^{\circ}\text{C}/10$ лет (линейный тренд объясняет 66% дисперсии).

2. В среднем по территории России аномалия температуры приземного воздуха осенью 2012 г. составила $+1.78^{\circ}\text{C}$ – шестая по величине положительная аномалия за период наблюдений. Значительные положительные аномалии температуры наблюдались в Европейской части России ($+2.44^{\circ}\text{C}$), в Восточной Сибири ($+3.29^{\circ}\text{C}$), в Приамурье и Приморье ($+1.75^{\circ}\text{C}$) – это вторая, вторая и пятая величины в рядах наблюдений. Из федеральных округов следует отметить Приволжский (сезонная аномалия $+2.64^{\circ}\text{C}$), Южный ($+2.76^{\circ}\text{C}$), Северо-Кавказский ($+3.10^{\circ}\text{C}$) – такие высокие осенние аномалии наблюдались впервые.

На большей части страны – положительные аномалии, больше, чем на половине станций (из 253, по которым поступили данные) температура выше 90 перцентиля. Наибольшие аномалии температуры наблюдались в Восточной Сибири и на Арктическом побережье (аномалии до $+6^{\circ}\text{C}$).

В центре азиатской части РФ наблюдались отрицательные аномалии до -1°C .

В сентябре тепло на большей части страны (кроме востока Якутии, Чукотки и Камчатки). Почти на трети станций страны температура была выше 90 перцентиля - экстремально теплые условия наблюдались на Среднесибирском плоскогорье (аномалии до $+3.9^{\circ}\text{C}$). Сентябрьская аномалия температуры, осредненная по территории региона Россия в целом $+1.60^{\circ}\text{C}$ – это вторая величина после рекордного 2005 г. ($+1.69^{\circ}\text{C}$). Наиболее теплые условия наблюдались в регионах Средняя Сибирь, Прибайкалье и Забайкалье, Приамурье и Приморье.

В октябре больше чем на трети станций РФ температура была выше 90 перцентиля - это станции европейской части России, Урала, Восточной Сибири (аномалии до $+6^{\circ}\text{C}$). Отрицательные аномалии температуры – в Якутии (аномалии ниже -1°C).

В ноябре тепло от западных границ страны до Оби (аномалии до $+4^{\circ}\text{C}$), а также восточнее Лены (температуры на станциях выше климатической нормы на 5°C ... 15°C). От течения Оби до течения Лены и Алдана температуры были ниже нормы, особенно холодные условия наблюдались в Ханты-Мансийском АО (аномалии ниже -4°C).

3. Количество выпавших осадков в целом по России осенью 2012 г. составило 116% - рекордная величина в ряду наблюдений.

Во всех регионах (кроме Средней Сибири) наблюдался избыток осадков. Больше всего осадков - в регионах: Приамурье и Приморье (относительная аномалия 130%) и Восточная Сибирь (138%) –это пятые величины в рядах. Из федеральных округов следует отметить Северо-Западный (133%) и Дальневосточный ФО (124%) – рекордная первая и вторая величины в рядах. Дефицит осадков наблюдался в Северо-Кавказском

(60%) и Южном (62%) ФО – третья и пятая минимальные величины в рядах.

Избыток осадков наблюдался полосой от западных границ до Среднего Урала, затем в южных районах азиатской части РФ, и далее до Охотского и Японского морей. На многих станциях этих районов количество выпавших осадков было больше 90 процентиля.

Дефицит осадков наблюдался в Южном ФО, на Алтае в Якутии, на Чукотке. На большинстве станций этих районов количество выпавших осадков было меньше 10 процентиля.

В сентябре избыток осадков наблюдался в широкой широтной полосе от Ленинградской области (на западе) до побережья Охотского и Японского морей (на востоке), местами количество выпавших осадков составило 2,5 – 3 нормы. Дефицит осадков наблюдался к югу и к северу от этой полосы, местами значительный. (меньше 40% нормы).

В октябре значительный избыток осадков в центральных и северных районах европейской части РФ (местами выпало более 3-х норм); в Тюменской и Иркутской областях (выпало более 120% нормы), в Хабаровском крае (выпало более 2-х норм).

Октябрьские аномалии осадков, осредненные по территории регионов составили: Россия в целом +14.1мм/месяц (135%), Европейская часть России +23.0мм/месяц (145%), Приамурье и Приморье +25.3мм/месяц (151%), Восточная Сибирь +26.4мм/месяц (170%) – это первая, пятая, пятая, первая положительные величины в соответствующих рядах.

Значительный дефицит осадков – в Южном и Северо-Кавказском ФО, на западе Якутии – выпало менее 40% нормы.

В ноябре избыток осадков - в центре и на севере ЕЧР; на юге Западной Сибири, на Таймыре; в Забайкалье, в нижнем и среднем течении Амура (более двух норм); в бассейнах рек Индигирки и Колымы, на юге Камчатки (до двух норм) На многих станциях этих районов зафиксированы 90% экстремумы выпадения осадков. Дефицит осадков в Южном ФО, в Чукотском АО, в центральных районах Тюменской области, Красноярского края, южных районах Якутии, в Хабаровском крае - местами выпало менее половины нормы.

4. В целом по России линейный тренд осенней температуры воздуха за период 1976-2012 гг. составил +0.54°C/10 лет при вкладе тренда в дисперсию ряда 27%.

Основные тенденции климатических изменений температуры в осенний сезон: температуры растут на всей территории страны; наиболее значительный рост наблюдается в Среднем Поволжье и на Южном Урале, в Восточной Сибири (более +0.7°C /10 лет). В полосе от Обской губы до Байкала рост температуры минимальный.

Наиболее значительное увеличение температуры происходит в октябре – тренд от +0.6°C до +1.4°C/10 лет на всей территории страны, а также в ноябре – в Восточной Сибири от +0.6°C до +1.6°C/10 лет.

В ноябре в полосе от Северного Урала до Байкала тренд температуры отрицательный (до -1 °C/10 лет)

Региональные средние осенние температуры с конца 1970 г. растут во всех регионах. В Прибайкалье и Забайкалье в Приамурье и Приморье, а также, в Сибирском ФО с начала 1990-х гг. рост температуры практически не наблюдается.

5. Тренд осенних сумм осадков составляет +0.9 мм/мес/10 лет (объясняет 9% межгодовой изменчивости). Рост осадков осенью происходит в регионе Средняя Сибирь (тренд +1.1% /10 лет объясняет 13% изменчивости ряда), В Прибайкалье и Забайкалье (+1.2%/10 лет, 8%), в Восточной Сибири (+2.2%/10 лет, 17%) и Дальневосточном ФО (+1.4%/10 лет, 15%). В остальных регионах вклад тренда в общую изменчивость осадков незначителен.

6. Последние 10-15 лет наблюдается рост экстремальности осеннего температурного режима на территории России, выражающийся в росте площади, занятой крупными (выше 80-го перцентиля) и экстремальными (больше 2 стандартных отклонений) положительными аномалиями средней сезонной температуры,

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

ОСЕНЬ 2012



ВВЕДЕНИЕ

В настоящем Приложении* приводится информация о состоянии приземного климата (температура приземного воздуха и атмосферные осадки) осенью 2012 года 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 2011 гг. (доля значений временного ряда, меньших либо равных текущему значению).

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

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

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

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

СЕЗОННЫЕ ОСОБЕННОСТИ ТЕМПЕРАТУРЫ И ОСАДКОВ НА ТЕРРИТОРИИ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ ОСЕНЬЮ 2012 г.

Осенью 2012 г. сезонная аномалия температуры воздуха, осредненная по территории Беларуси, составила +1.76°C (четвертая величина в ранжированном по убыванию ряду наблюдений с 1936 г.), на всех станциях сезонная температура была выше 95 перцентиля. Аномалия осадков составила +7.9 мм/месяц (ранг 21).

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

Таблица 2

Характеристики температурного режима на станциях Беларуси осенью 2012г.

	<i>Витебск</i>	<i>Минск</i>	<i>Могилев</i>	<i>Брест</i>	<i>Пинск</i>	<i>Василе- вичи</i>	<i>Гомель</i>
	26666	26850	26863	33008	33019	33038	33041
а) температура (град. Цельсия)							
<i>Осень 2012</i>	7.6	8.0	7.4	9.5	9.0	8.8	8.9
Сентябрь	13.2	13.6	12.7	15.0	14.2	14.1	14.4
Октябрь	6.6	6.9	6.7	7.9	8.0	8.1	8.4
Ноябрь	3.0	3.6	2.7	5.5	4.9	4.2	3.9
б) аномалия температуры (град. Цельсия)							
<i>Осень 2012</i>	2.09	1.78	1.52	1.56	1.79	1.97	2.17
Сентябрь	2.23	1.87	1.15	1.92	1.64	1.66	1.84
Октябрь	0.99	0.62	0.90	-0.04	0.75	1.26	1.73
Ноябрь	3.06	2.84	2.52	2.80	2.97	2.98	2.95

Таблица 3

Характеристики режима осадков на станциях Беларуси осенью 2012г.

	<i>Витебск</i>	<i>Минск</i>	<i>Могилев</i>	<i>Брест</i>	<i>Пинск</i>	<i>Василевичи</i>	<i>Гомель</i>
	26666	26850	26863	33008	33019	33038	33041
а) Сумма осадков (мм/месяц)							
<i>Осень 2012</i>	86.7	54.0	61.7	37.0	39.3	54.3	56.6
Сентябрь	66	31	69	20	39	36	40
Октябрь	113	70	78	69	48	77	90
Ноябрь	81	61	38	22	31	50	40
б) Аномалия сумм осадков / (мм/месяц)							
<i>Осень 2012</i>	30.7	0.8	12.7	-7.3	-7.9	8.1	11.8
Сентябрь	1.2	-29.2	14.8	-31.2	-13.8	-13.7	-7.9
Октябрь	64.9	23.1	33.3	34.2	1.4	36.6	47.1
Ноябрь	26.1	8.6	-10.1	-24.8	-11.4	1.5	-3.9
в) Относительная аномалия сумм осадков (% от нормы)							
<i>Осень 2012</i>	155	102	126	83	83	117	126
Сентябрь	102	52	127	39	74	72	84
Октябрь	235	149	174	198	103	190	210
Ноябрь	147	116	79	47	73	103	91

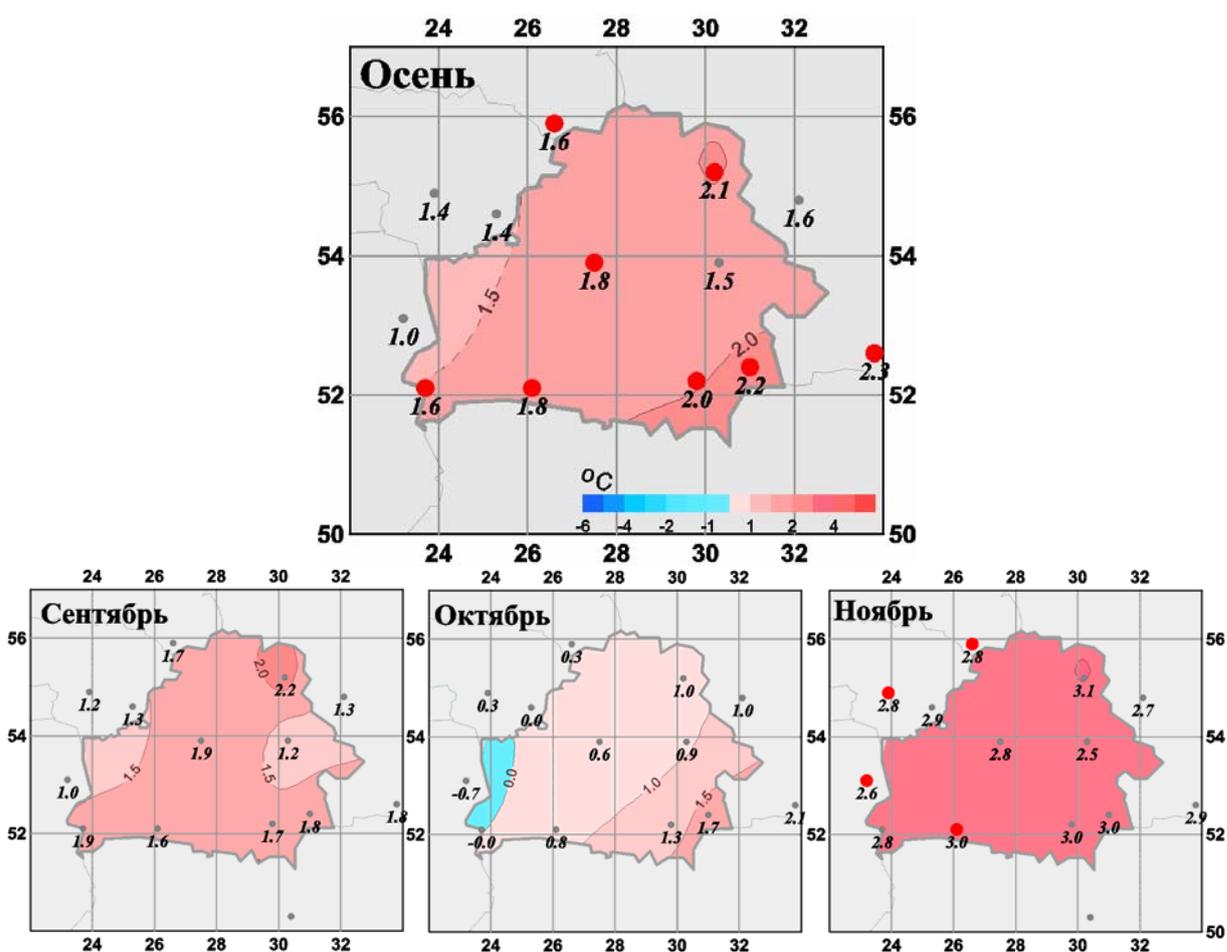


Рисунок 1 - Средние сезонные и средние месячные аномалии температуры (°С) приземного воздуха на территории республики Беларусь осенью 2012 г.

Аномалии рассчитаны относительно периода 1961-1990 гг. Цифрами приведены значения аномалий температуры (в градусах Цельсия) на станциях. Красным кружком показана станция, на которой температура была выше 95 перцентиля.

Осенью (рис.1) было теплее средней многолетней на всей территории Республики Беларусь, аномалии температуры на станциях от +1.52°C (Могилев) до +2.17°C (Гомель).

Самым прохладным месяцем был октябрь – на западе республики наблюдались слабые отрицательные аномалии (до -0.04°C в Бресте), положительные аномалии наблюдались на остальной территории – до +1.52°C (в Гомеле).

Самым теплым месяцем был ноябрь – осредненная по Беларуси аномалия составила +2.85°C (ранг 6). Аномалии температуры на станциях от +2.52°C (Могилев) до +3.06°C (Витебск).

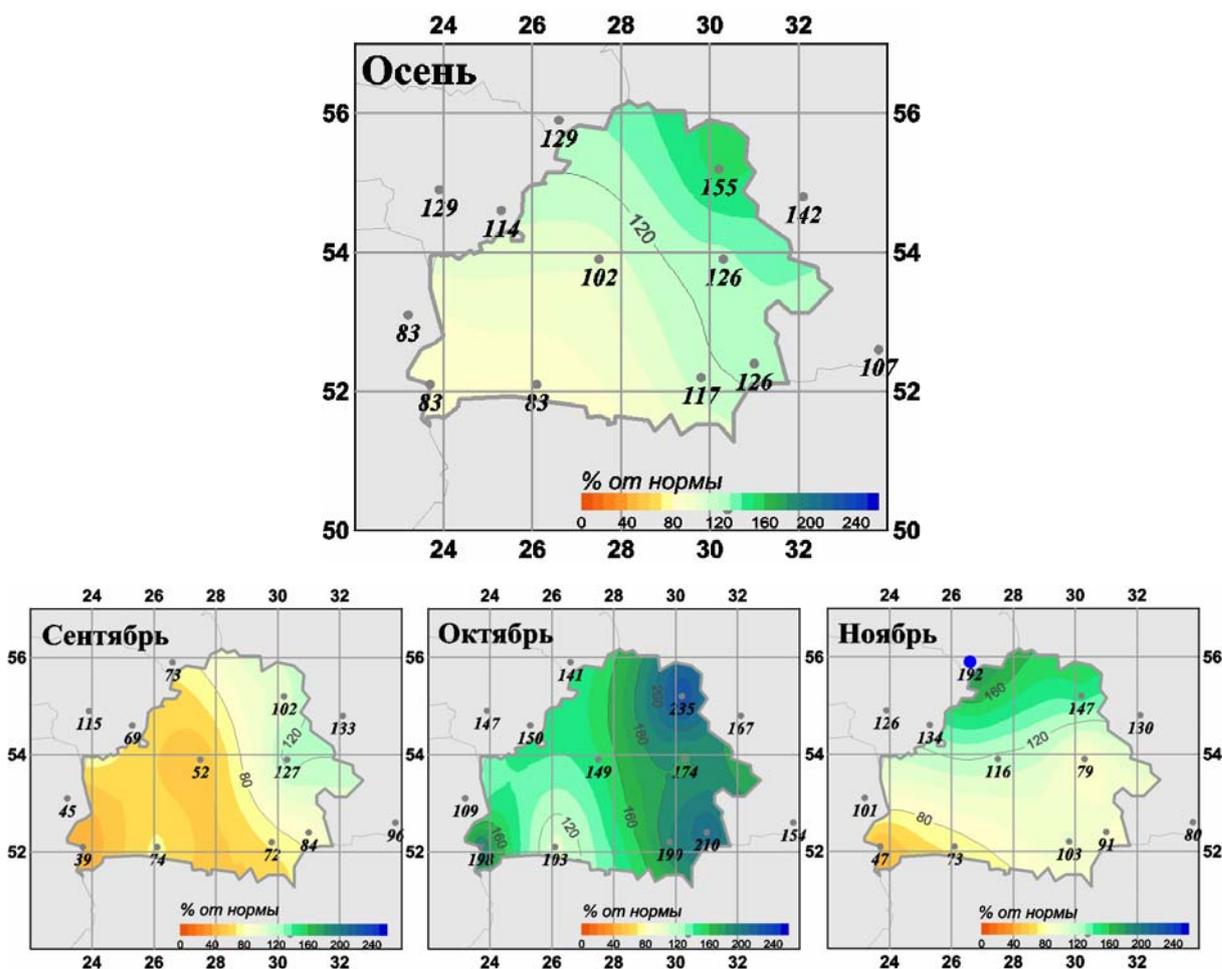


Рисунок 2 - Средние сезонные и месячные аномалии атмосферных осадков (% от нормы) на территории республики Беларусь осенью 2012 г.

Аномалии рассчитаны относительно периода 1961-1990 гг. Цифрами приведены значения осадков (в % от нормы) на станциях. Красными кружками показаны станции, на которых количество выпавших осадков меньше 5 процентиля, а синими кружками - больше 95 процентиля.

Наибольшее количество осадков осенью (рис.2) выпало на северо-востоке (до 155% нормы в Витебске). В сентябре наблюдался дефицит осадков на западе и в центре республики (до 33% в Бресте). Октябрь – очень влажный месяц в сезоне, на большинстве станций осадков выпало больше нормы, особенно на востоке республики – до 235% (Витебск). В ноябре на юго-западе – дефицит осадков до 47% (Брест), на севере – избыток осадков до 147% (Витебск).

Таблица 4

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

Сезон	νT_{2012}	s	R	νR_{2012}	s	R
Осень 2012	1.76	0.92	4	7.9	12.7	21
Сентябрь	1.63	1.40	13	-10.6	26.4	47
Октябрь	0.80	1.46	22	32.0	23.5	10
Ноябрь	2.85	1.88	6	2.3	16.3	31

Примечание: Аномалии νT_{2012} ($^{\circ}\text{C}$), νR_{2012} (мм/месяц) рассчитаны как отклонения от нормы (среднее за период 1961-1990 гг.), s ($^{\circ}\text{C}$, мм/месяц), – среднее квадратическое отклонение

На рисунках 3 и 4 показаны временные ряды осредненных по территории Республики сезонных и месячных аномалий температуры воздуха и осадков с 1936 по 2012 гг.

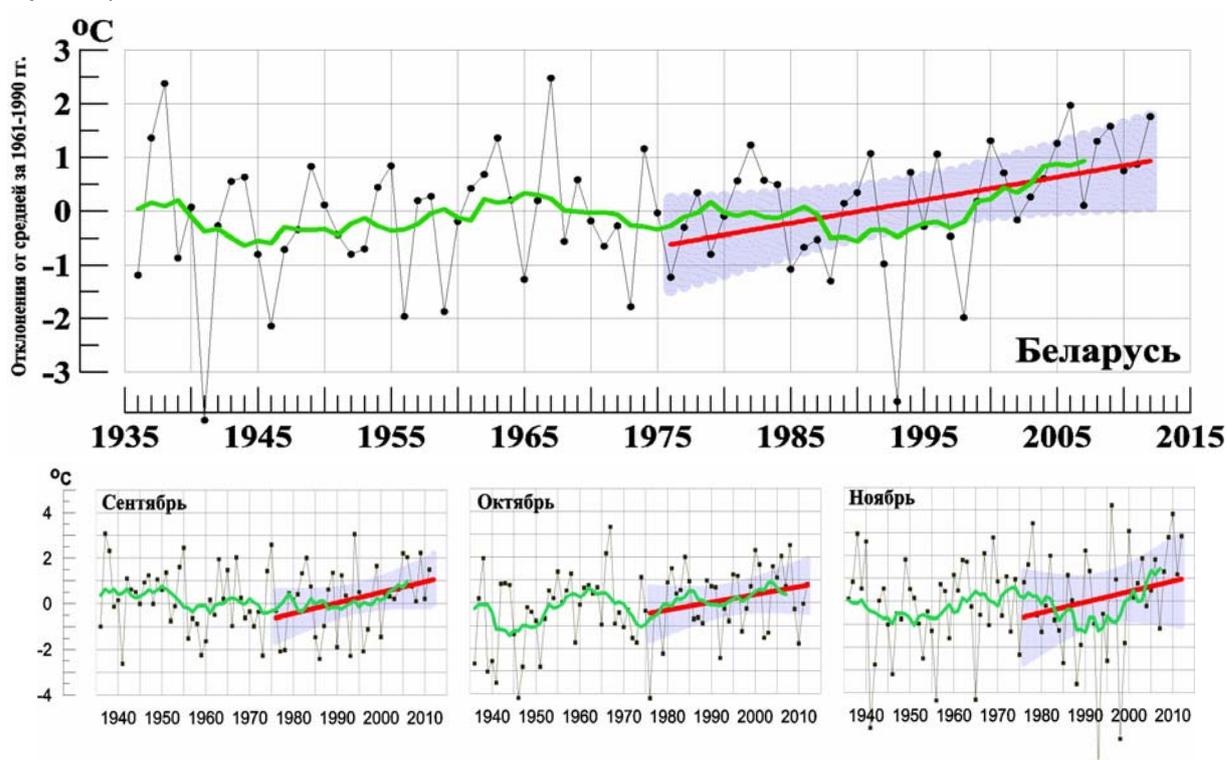


Рисунок 3 - Сезонные (осень: сентябрь – ноябрь) и месячные аномалии температуры приземного воздуха ($^{\circ}\text{C}$), осредненные по территории Республики Беларусь.

Аномалии рассчитаны как отклонения от среднего 1961-1990 гг. Сглаженная кривая получена 11-летним скользящим осреднением. Линейный тренд проведен по данным за 1976-2012 гг.

Таблица 5

Оценки линейного тренда 1976-2012 гг. в среднем по Республике Беларусь

Сезон	Температура		Осадки	
	$b_{1976-2012}$ $^{\circ}\text{C}/10$ лет	$D_{1976-2012}$ %	$b_{1976-2012}$ мм/мес/10 лет	$D_{1976-2012}$ %
Осень 2012	0.43	17	2.7	1
Сентябрь	0.49	13	-4.9	4

Октябрь	0.34	6	6.7	7
Ноябрь	0.46	4	2.2	2

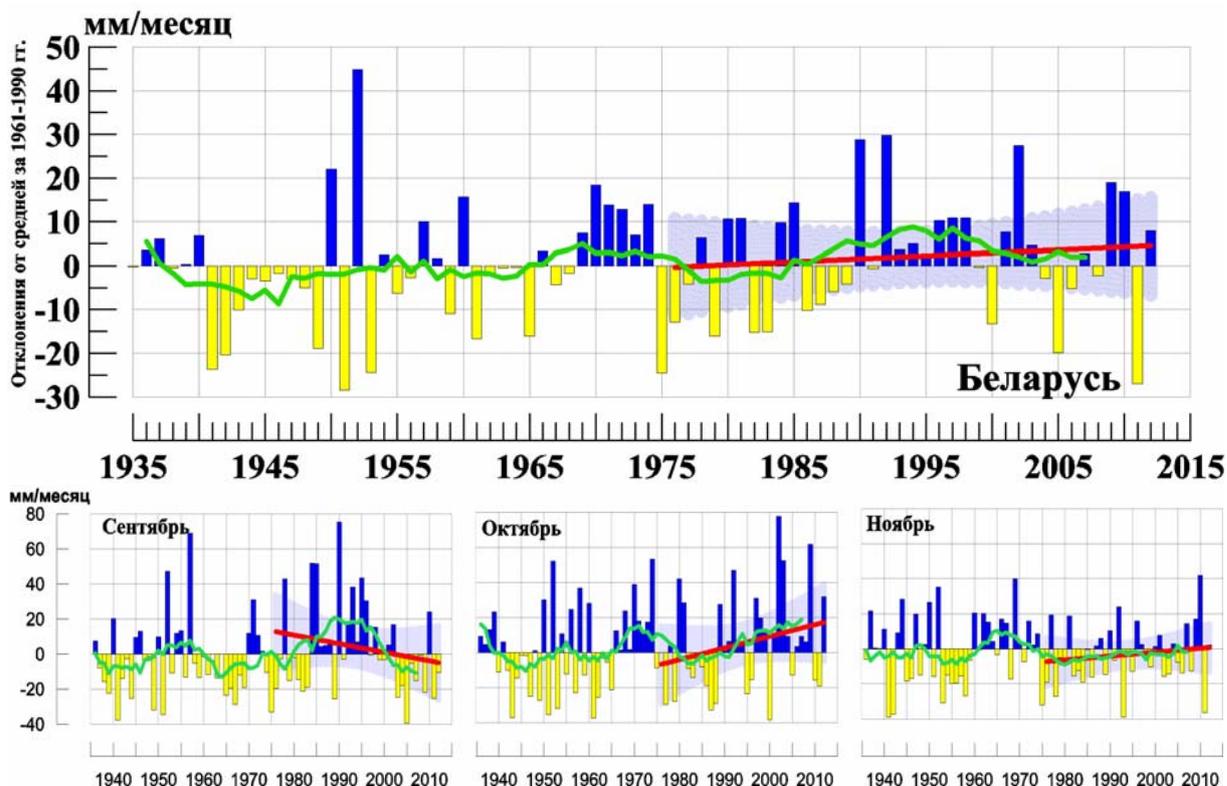


Рисунок 4 - Сезонные (осень: сентябрь – ноябрь) и месячные аномалии месячных сумм осадков (мм/месяц), осредненные по территории Республики Беларусь.

Условные обозначения см. на рис. 3

Как отмечалось выше, сезонная аномалия температуры воздуха ($+1.76^{\circ}\text{C}$, ранг 4), а аномалия осадков (7.9 мм/месяц, ранг 21).

Тренд осенних температур, в среднем по территории Беларуси, составил $0.43^{\circ}\text{C}/10$ лет (ответствен за 17% дисперсии). Во все месяцы сезона тренд положителен. Наибольший тренд температуры отмечается в сентябре - $+0.49^{\circ}\text{C}$ (ответствен за 13% дисперсии). В октябре и ноябре тренд не значим на 5% уровне.

В изменении регионально осредненных осадков сезонный тренд составил 2.7 мм/месяц/10 лет (ответствен за 1% дисперсии).

ВЫВОДЫ

1. В среднем по Беларуси сезонная аномалия температуры воздуха составила $+1.76^{\circ}\text{C}$ (ранг 4), на всех станциях температура была выше 95 перцентиля.

Очень тепло было в сентябре и, особенно, в ноябре. Осредненные по месяцам аномалии температуры составили $+1.63^{\circ}\text{C}$, $+0.80^{\circ}\text{C}$, $+2.85^{\circ}\text{C}$ – ранги 13, 22, 6 соответственно.

2. В среднем по Беларуси сезонная аномалия осадков составила +7.9 мм/месяц (ранг 21). В сентябре наблюдался значительный дефицит осадков на западе и в центре республики. Октябрь – очень влажный месяц в сезоне осредненная по территории республики аномалия +32.0 мм/месяц (ранг 10), на большинстве станций осадков выпало больше нормы.

3. В среднем по территории Беларуси отмечается тенденция к потеплению, как за сезон, так и в отдельные осенние месяцы, линейный тренд за сезон составил $0.43^{\circ}\text{C}/10$ лет (ответствен за 17% дисперсии). В октябре и ноябре тренд не значим на 5% уровне.

В целом для Беларуси отмечается тенденция к увеличению осадков, линейный тренд составил 2.7 мм/месяц/10 лет (ответствен за 1% дисперсии).