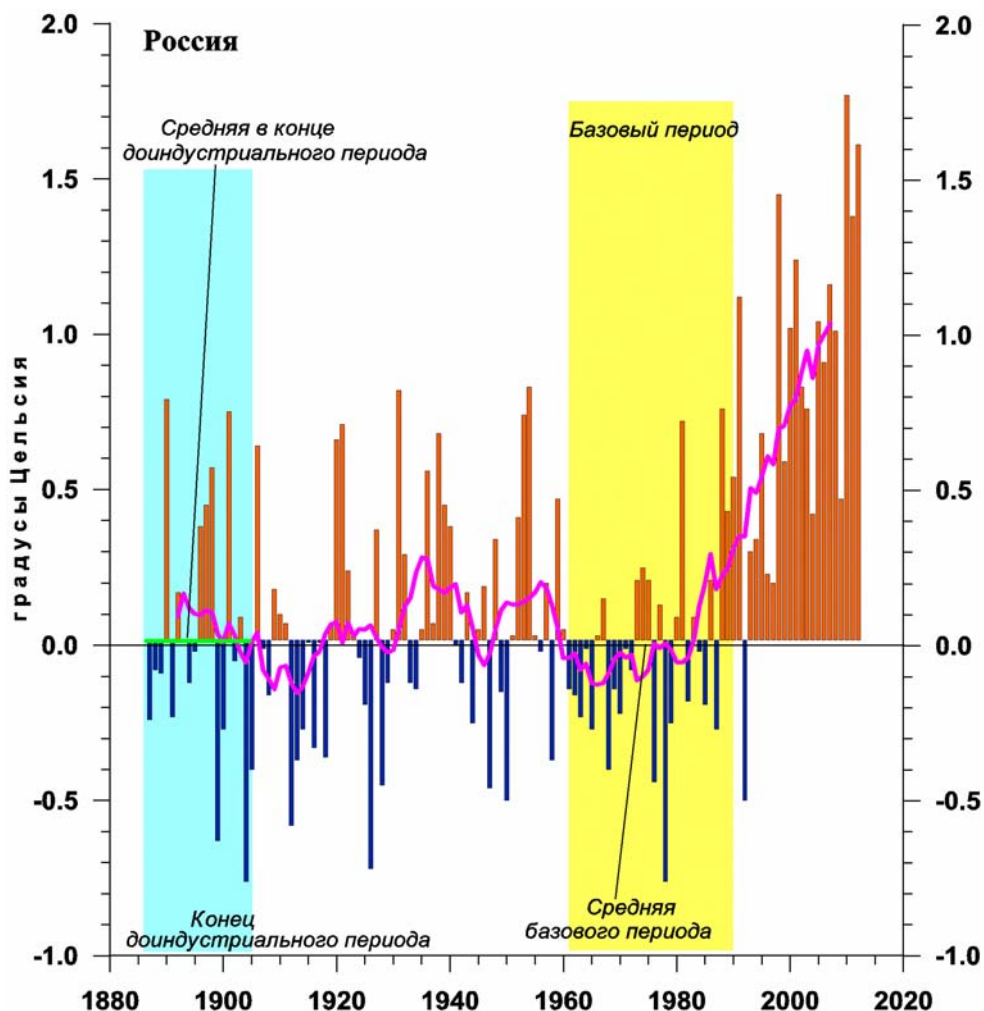


ФГБУ «Институт Глобального Климата и Экологии»



ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА 2012

ЛЕТО: июнь - август

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 ЛЕТА 2012 г. НА ТЕРРИТОРИИ РОССИИ	7
3. ТЕНДЕНЦИИ СОВРЕМЕННЫХ ИЗМЕНЕНИЙ КЛИМАТА НА ТЕРРИТОРИИ РОССИИ	15
4. ИЗМЕНЕНИЯ РЕГИОНАЛЬНЫХ ТЕМПЕРАТУР И ОСАДКОВ ЛЕТНЕГО СЕЗОНА В 1936-2012 гг.	18
5. ИНДЕКСЫ ЭКСТРЕМАЛЬНОСТИ И АНОМАЛЬНОСТИ КЛИМАТА ЛЕТНЕГО СЕЗОНА НА ТЕРРИТОРИИ РОССИИ.....	24
ВЫВОДЫ	27
ПРИЛОЖЕНИЕ. Климатические особенности лета 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. (лето: июнь - август) *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 260 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 (лето: июнь-август), осредненных по континентам Северного полушария (СП) и России. Временной ряд сезонных аномалий температуры над континентами СП рассчитан по среднемесячным данным Университета Восточной Англии (массив crut3nh.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 летом 2012 г. равна $+1.07^{\circ}\text{C}$ – второе значение после рекордного $+1.14^{\circ}\text{C}$ (2010 г.).

В целом по России аномалия температуры приземного воздуха летом 2012 г. составила $+1.61^{\circ}\text{C}$ (при стандартном отклонении 0.33°C) – вторая по величине положительная аномалия с 1886 г. после $+1.77^{\circ}\text{C}$ в 2010 г.

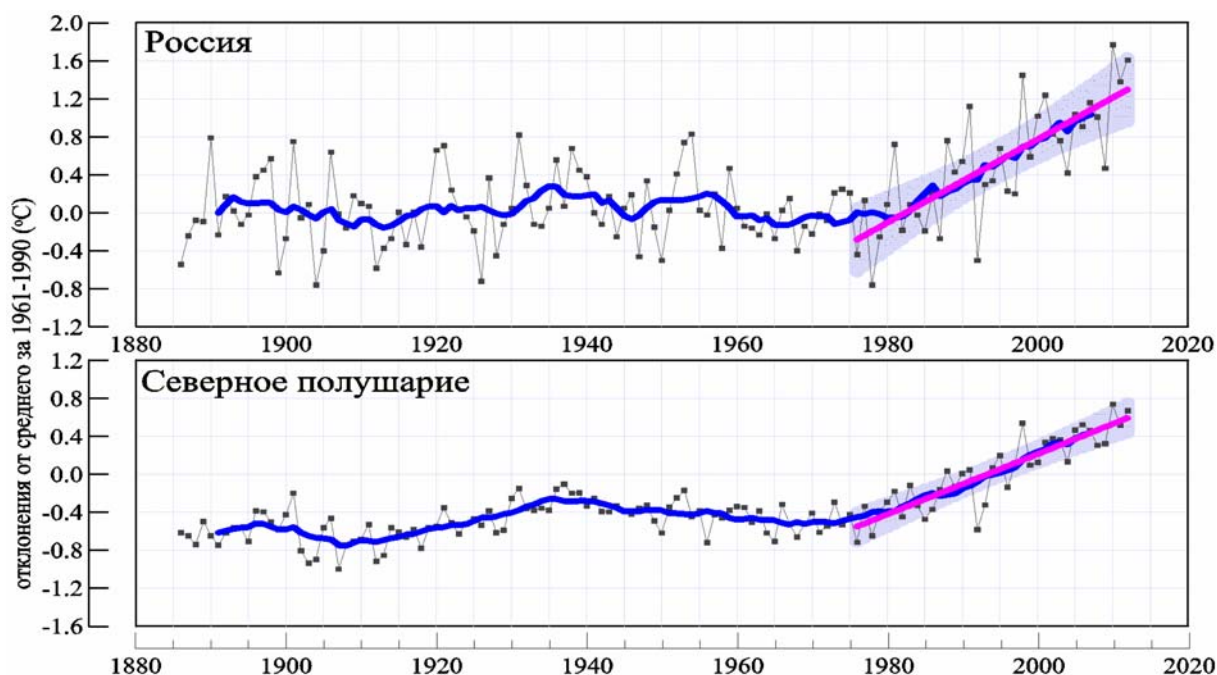


Рисунок 1.1 – Сезонная аномалия (лето: июнь–август) приповерхностной температуры, осредненная по Северному полушарию (суша) и территории России за 1886-2012 гг.

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 летних температур за период 1976-2012 гг. (современное глобальное потепление) в среднем для СП и России, приведены в табл. 1.1. Рост летних температур на территории России в среднем происходит почти в полтора раза более быстрыми темпами, чем в среднем по Северному полушарию.

Таблица 1.1

Сезонные (лето : июнь - август) аномалии осредненной по суше СП и России температуры приземного воздуха 2012 г. относительно норм базового периода 1961-1990 гг. ($^{\circ}\text{C}$) и оценки линейного тренда за период 1976-2012

Регионы	$\nu T_{\text{лето}}$	S	$b, ^{\circ}\text{C}/10 \text{ лет}$	$D \%$
СП	1.07	0.20	0.32	78
Россия	1.61	0.33	0.44	59

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

2. КЛИМАТИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ЛЕТА 2012 г. НА ТЕРРИТОРИИ РОССИИ

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

Температура воздуха.

На большей части страны летом 2012 г. было намного теплее, чем в среднем за базовый период 1961-90 гг. На большинстве станций температура существенно превышала норму; на 114 станциях из 260, по которым поступили данные, наблюдались экстремальные температуры выше 90-го перцентиля. Основные области экстремальных температур: Урал и Западная Сибирь, нижнее и среднее течение Волги; экстремумы тепла наблюдались также на Северном Кавказе, на Дальнем Востоке и севере Центральной Сибири. Сезонные аномалии температуры достигали в бассейне Оби $+4.0^{\circ}\text{C}$, в Поволжье $+3.9^{\circ}\text{C}$.

На западе Чукотского АО и северо-западе Мурманской области летом наблюдались слабые отрицательные аномалии (до -0.4°C).

Июнь.

На большинстве станций наблюдались положительные аномалии температуры, почти на половине станций температура была выше 90 перцентиля. Наиболее теплые условия наблюдались в азиатской части страны - в бассейне Оби (аномалии в нижнем течении выше $+8^{\circ}\text{C}$). Осредненная по региону Западная Сибирь июньская аномалия температуры составила $+5.34^{\circ}\text{C}$ (ранг 1, т.е. максимальное значение с 1936 г.), по региону Средняя Сибирь - $+3.29^{\circ}\text{C}$ (ранг 2), по региону Приамурье и Приморье - $+2.73^{\circ}\text{C}$ (ранг 2).

Слабые отрицательные аномалии наблюдались на крайнем западе страны и в Корякском, а также на юге Чукотского АО (аномалии до -1.3°C).

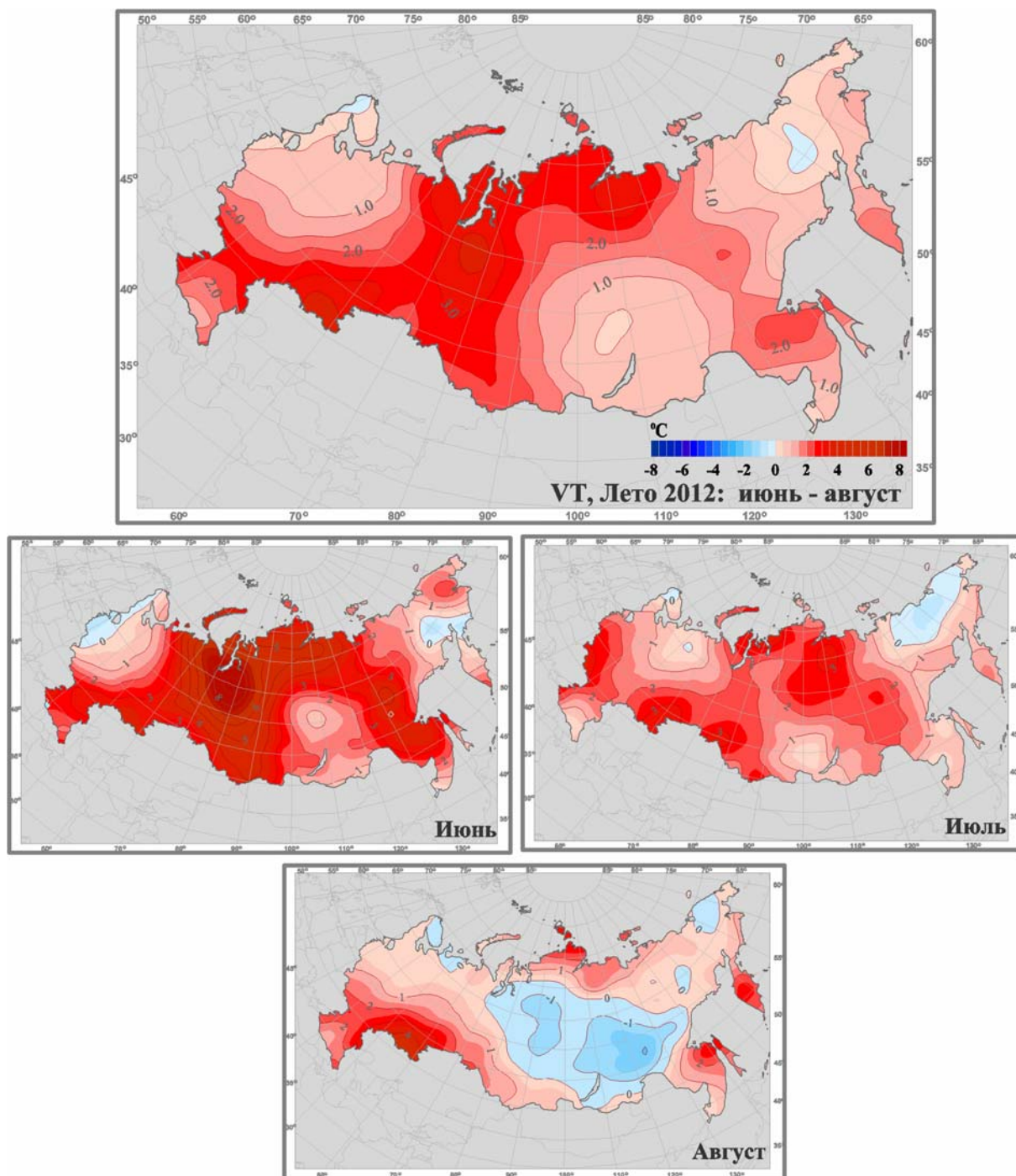


Рисунок 2.1 – Поля средней сезонной и средних месячных аномалий температуры приземного воздуха ($^{\circ}\text{C}$) на территории России летом 2012г. Аномалии рассчитаны как отклонения от среднего за базовый период 1961-1990 гг.

Июль.

На большинстве станций страны наблюдались положительные аномалии, значительные аномалии наблюдались на 200 станциях (вероятность превышения выше 70%), а на 59 из них температура была выше 90 перцентиля. Наиболее теплые условия наблюдались на западе европейской территории России, на Южном Урале и на юге Западной Сибири (аномалии до $+3.6^{\circ}\text{C}$, на большинстве станций здесь

наблюдались экстремумы выше 90-го перцентиля), на Среднесибирском плоскогорье (аномалии до $+3.3^{\circ}\text{C}$). Осредненная по региону Западная Сибирь июльская аномалия температуры составила $+2.29^{\circ}\text{C}$ (ранг 3).

В Чукотском АО наблюдались слабые отрицательные аномалии температуры до -1.4°C .

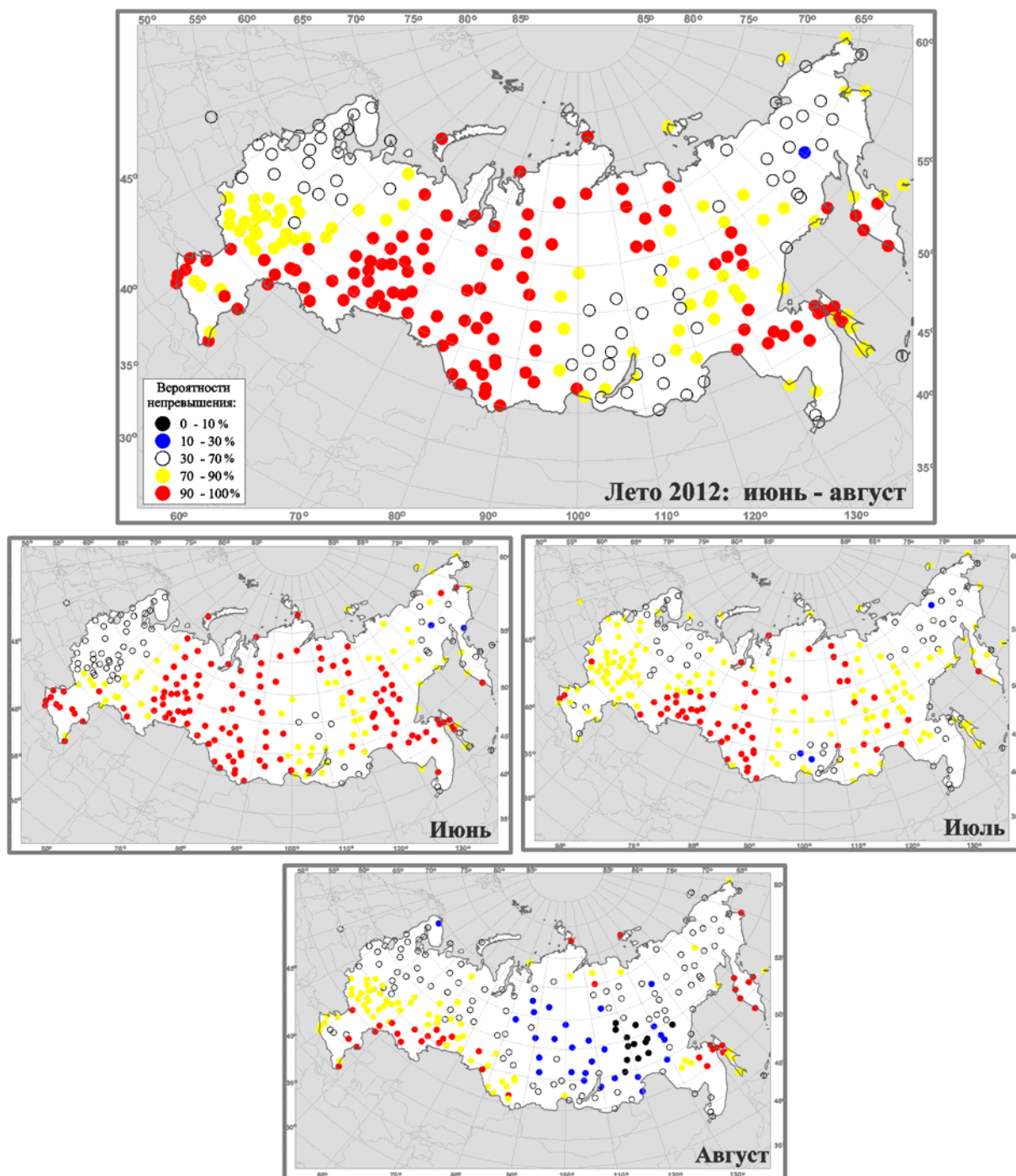


Рисунок 2.2 – Вероятности непервышения (перцентиля) средней сезонной и средних месячных аномалий температуры (лето 2012: июнь-август).

Значения перцентилей получены по данным за 1936-2011 гг.

Август.

На азиатской территории страны от низовья Оби – на западе, до побережья Охотского моря – на востоке наблюдались отрицательные аномалии температуры, на

13 станциях Забайкалья и юга Якутии температура была ниже 10 перцентиля (аномалии до -2.4°C). Слабые отрицательные аномалии наблюдались на Кольском п-ве и на севере Чукотки (аномалии до -0.7°C).

На остальной территории страны температуры были выше нормы. Наиболее теплые условия наблюдались в Нижнем и Среднем Поволжье, на Южном Урале (аномалии до $+5.0^{\circ}\text{C}$, на многих станциях экстремально тепло), в нижнем течении Амура и на Камчатке (аномалии до $+3.1^{\circ}\text{C}$).

Атмосферные осадки.

Значительный избыток осадков наблюдался на территории Северо-Западного ФО, в основном, за счет июня и июля (осредненная по региону аномалия $+21.5$ мм/месяц соответствует 133% нормы), большее количество осадков выпало здесь лишь в 1998г. (аномалия 28.4 мм/месяц) и в 1987 г. (аномалия 24 мм/месяц). Вокруг Белого моря избыток осадков наблюдался в течение всех летних месяцев. Избыток осадков наблюдался в Забайкалье (в основном, за счет июня и июля), в Хабаровском крае (за счет августа), в этих районах выпало более 140% нормы.

В Западной и Средней Сибири летом (в основном, за счет июня и июля) наблюдался значительный дефицит осадков (меньше 60% нормы). В Западной и на севере Центральной Сибири дефицит осадков сопровождался значительными положительными аномалиями температуры. Осредненная по региону Западная Сибирь аномалия составила -9.7 мм/месяц (вероятность непревышения – 7%), на большей части станций региона Западная Сибирь количество выпавших летом осадков было меньше 10-го перцентиля.

Июнь.

Значительный избыток осадков наблюдался на большей части ЕЧР: в Северо-Кавказском, Центральном, Северо-Западном ФО и на западе Уральского ФО (140%-200% нормы), местами количество выпавших осадков было больше 90 перцентиля. В азиатской части страны крупные положительные аномалии осадков наблюдались в Читинской области, а также в Магаданской области и на севере Камчатки (140%-300% нормы).

Серьезный дефицит осадков наблюдался в междуречье Оби и Енисея (меньше 60% нормы, в отдельных местах меньше 20%, на многих станциях значения были ниже 10-го перцентиля), на Северо-Сибирской низменности, в низовьях рек Лены и Индигирки (меньше 60% нормы), на юго-востоке Якутии, в Хабаровском и Приморском краях (60%-40% нормы). Осредненная по региону Приамурье и Приморье июньская аномалия осадков -24.6 мм/месяц (69% нормы).

Июль.

Основная особенность режима осадков в июле – широкая полоса дефицита осадков от границы с Белоруссией через Южный Урал до побережья моря Лаптевых; значения относительной аномалии достигали 20% нормы и на многих станциях наблюдались экстремумы ниже 10-го перцентиля. Осредненная по региону Западная Сибирь июльская аномалия -22.5 мм/месяц (66% нормы) – третья минимальная величина после -29.6 мм/месяц (1989 г.) и -23.4 мм/месяц (1974 г.)

В Магаданской области осадки составили 60%-40% нормы.

Избыток осадков (120%-180% нормы) наблюдался в Северо-Западном ФО, в низовье Енисея и в Забайкалье.

Август.

На большей части страны осадки были выше или около нормы. Наиболее значительный избыток осадков наблюдался на Дальнем Востоке (до 240% нормы), и на ЕЧР: в Центральном и Южном ФО (до 160% нормы). На большинстве станций севера Хабаровского края, Магаданской области, Чукотского АО количество выпавших осадков превышало 90-й процентиль.

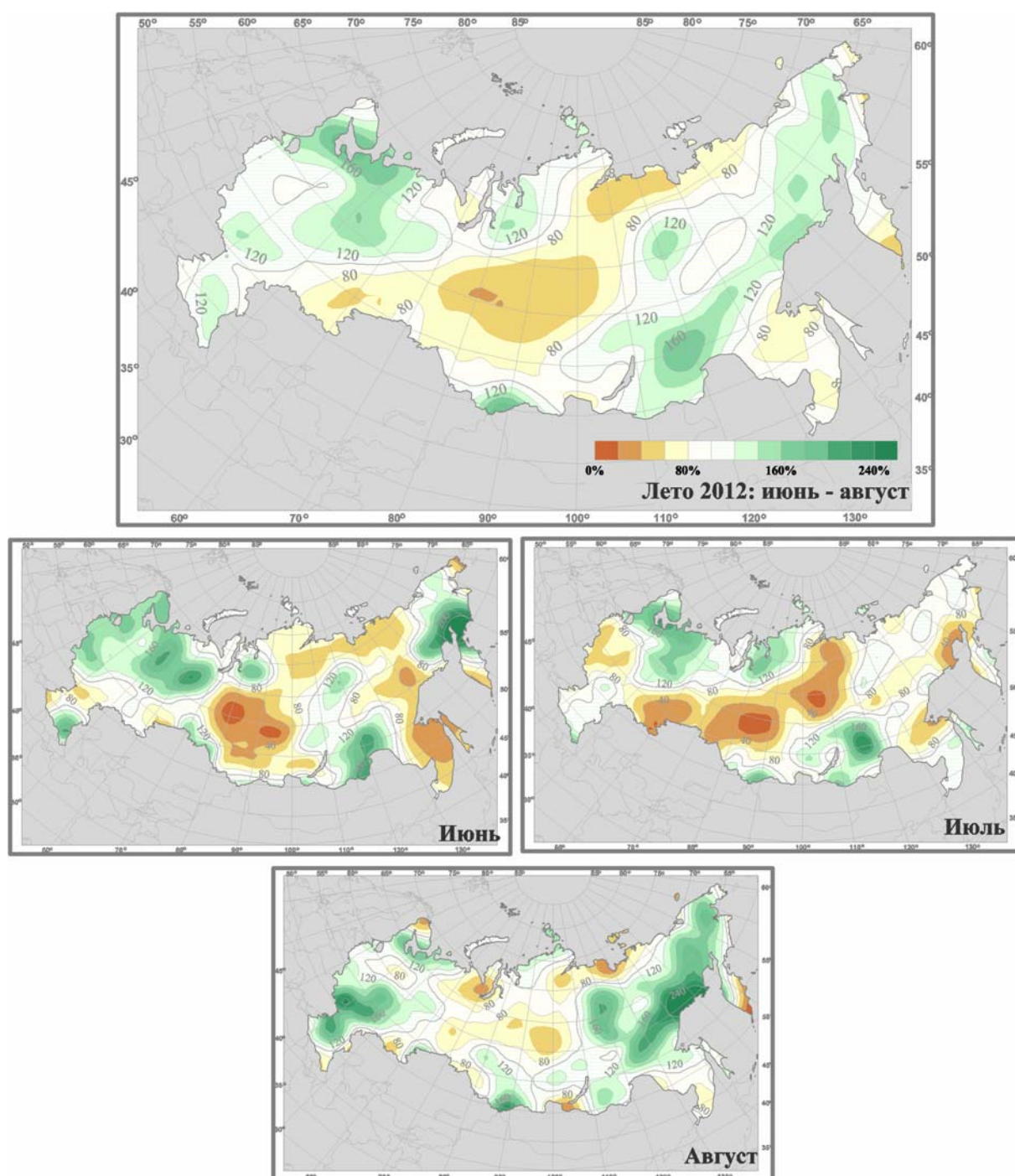


Рисунок 2.3 – Поля аномалий средних сезонных и месячных сумм осадков (в процентах от нормы за 1961-1990 гг.) на территории России летом 2012 г.

Осредненные по территории России, Европейской части России и по Восточной Сибири аномалии составили +13.6 мм/месяц (120% нормы), +18.3 мм/месяц (130% нормы) и +24.9 мм/месяц (141% нормы) – первая, вторая и третья по величине положительные аномалии в соответствующих рядах.

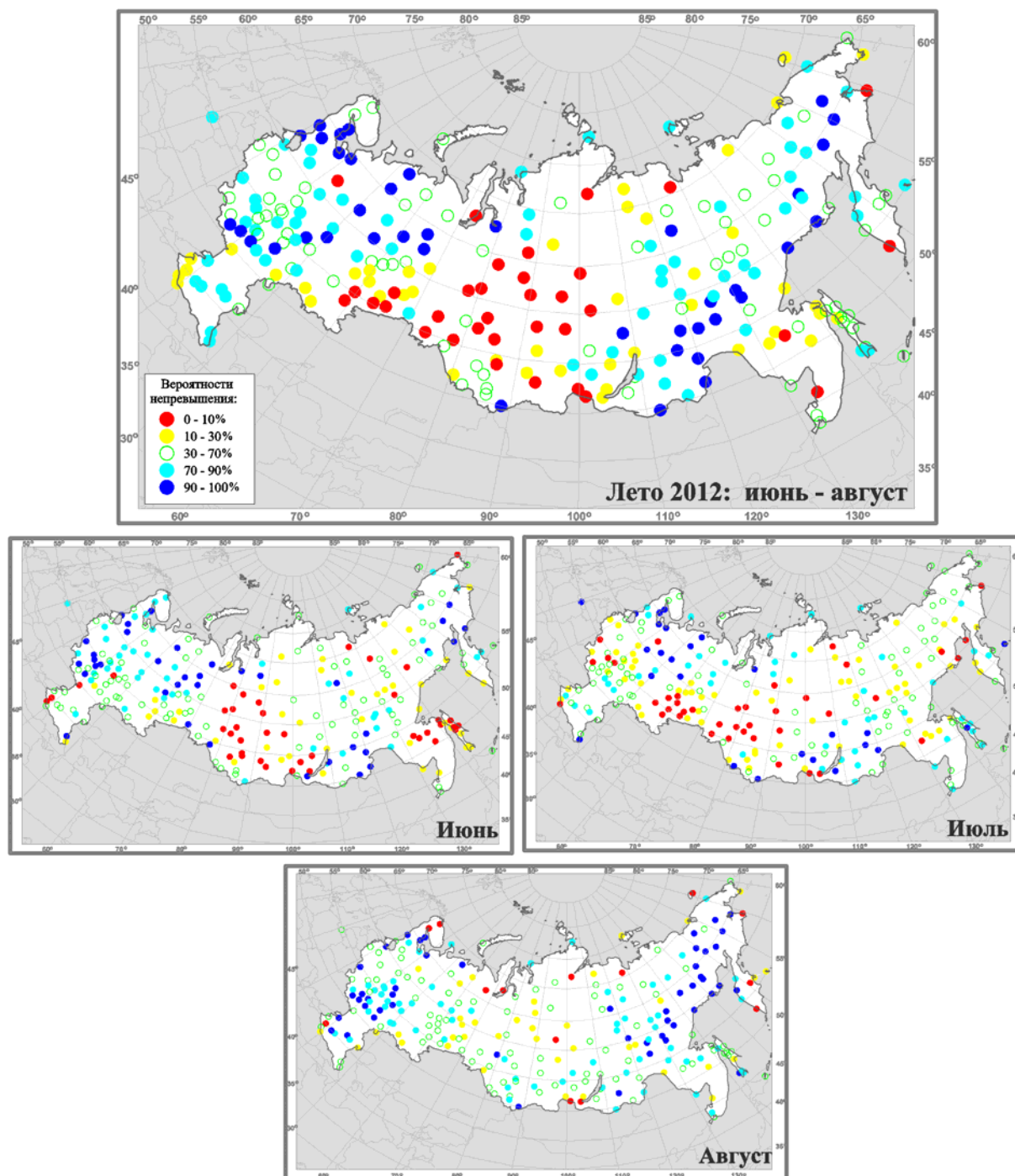


Рисунок 2.4 – Вероятности превышения средней сезонной и средних месячных аномалий осадков (лето 2012: июнь-август).

Значения перцентилей получены по данным за 1936-2011 гг.

В таблицах 2.1 и 2.2 представлены регионально осредненные аномалии температуры и осадков, рассчитанные по значениям станционных аномалий летнего сезона; для характеристики масштаба аномалий приведены также средние квадратические отклонения региональных аномалий за базовый период 1961-90 гг.

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

Лето 2012 г. для России в целом (см. табл. 2.1) было экстремально теплым, аномалия температуры $+1.61^{\circ}\text{C}$ (это вторая величина в ряду наблюдений с 1936 года: вероятность неперевышения этой аномалии 99%). Во всех регионах РФ наблюдались значительные положительные аномалии температуры (превышающие стандартное отклонение). В регионах: Западная Сибирь (аномалия $+2.81^{\circ}\text{C}$), Средняя Сибирь ($+1.50^{\circ}\text{C}$), Приамурье и Приморье ($+1.59^{\circ}\text{C}$) лето было первым, пятым, четвертым среди самых теплых летних сезонов. Из федеральных округов следует отметить Южный, Уральский и Сибирский - аномалии температуры $+2.48^{\circ}\text{C}$, $+2.93^{\circ}\text{C}$, $+1.58^{\circ}\text{C}$, ранги 3, 1, 2 соответственно.

Таблица 2.1

Регионально осредненные аномалии температуры летом 2012г.

Регионы	νT_{2012}	s	$P(t \leq T_{2012})$
Российская Федерация	1.61	0.33	98.7
Физико-географические регионы России			
Европейская часть России	1.64	1.00	89.5
Западная Сибирь	2.81	0.80	100
Средняя Сибирь	1.50	0.65	94.7
Прибайкалье и Забайкалье	0.87	0.57	76.3
Приамурье и Приморье	1.59	0.75	96.1
Восточная Сибирь	0.91	0.56	81.6
Федеральные Округа РФ			
Северо-Западный	0.79	1.17	67.5
Центральный	1.53	1.22	84.4
Приволжский	2.36	1.19	93.5
Южный	2.48	1.04	97.4
Северо-Кавказский	1.41	0.76	90.9
Уральский	2.93	1.02	100
Сибирский	1.58	0.48	98.7
Дальневосточный	1.24	0.48	92.2

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 $\geq 95\%$.

Таблица 2.2

Регионально осредненные аномалии осадков, летом 2012г.

Регионы	vR_{2012}	RR_{2012}	m	$m-q1$	$q3-m$	$P(r \leq R_{2012})$
Российская Федерация	2.4	104	-0.8	1.4	2.6	73.7
Физико-географические регионы России						
Европейская часть России	10.7	117	-1.4	1.8	6.3	90.8
Западная Сибирь	-9.7	85	0.8	5.9	5.1	6.6
Средняя Сибирь	-0.6	99	-0.8	2.9	5.2	32.9
Прибайкалье и Забайкалье	13.4	117	-0.1	6.9	4.6	85.5
Приамурье и Приморье	-7.2	93	1.8	12.0	11.3	39.5
Восточная Сибирь	3.4	107	-0.1	3.6	3.8	69.7
Федеральные Округа РФ						
Северо-Западный	21.5	133	0.2	4.9	5.9	97.4
Центральный	9.7	114	-2.0	8.3	12.8	79.2
Приволжский	5.3	109	-0.4	6.5	7.5	74.0
Южный	-3.2	93	-2.2	6.3	10.7	40.3
Северо-Кавказский	12.7	121	-1.8	6.1	9.2	87.0
Уральский	-7.2	89	1.4	6.9	4.6	16.9
Сибирский	-2.6	96	-0.4	3.1	4.3	19.5
Дальневосточный	2.5	104	-0.4	3.6	3.8	61.0

Примечание: 1. Аномалии vR_{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 непревышения $P(r \leq R_{2012})$ - рассчитаны относительно выборки за 1936-2011 гг. и выражены в %.

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

В регионе Россия в целом летом (табл. 2.2) аномалия осадков составила 2.4 мм/месяц (относительная аномалия -104% нормы); следует иметь в виду, что это значение не мало: близко к 3-му квартилю распределения (вероятность непревышения 74%). Значительный дефицит осадков наблюдался в регионе Западная Сибирь: относительная аномалия 85% (отклонение от нормы -9.5 мм/месяц) - шестая минимальная величина. Заметный избыток осадков наблюдался в Европейской части России: относительная аномалия 117% (отклонение от нормы +10.7 мм/месяц). Из федеральных округов следует отметить Северо-Западный, где лето было экстремально влажным (относительная аномалия 133%, отклонение от нормы +21.5 мм/месяц, ранг 3).

3. ТЕНДЕНЦИИ СОВРЕМЕННЫХ ИЗМЕНЕНИЙ КЛИМАТА НА ТЕРРИТОРИИ РОССИИ

В этом разделе рассматриваются оценки средних изменений метеорологических величин с начала современного потепления, т.е. с середины 1970-х гг. На рис. 3.1 и 3.2 представлено географическое распределение коэффициента линейного тренда за 1976-2012 гг. температуры приземного воздуха и атмосферных осадков на территории России для летнего сезона в целом и для каждого из месяцев лета.

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 летнего сезона на территории России с 1976 г.

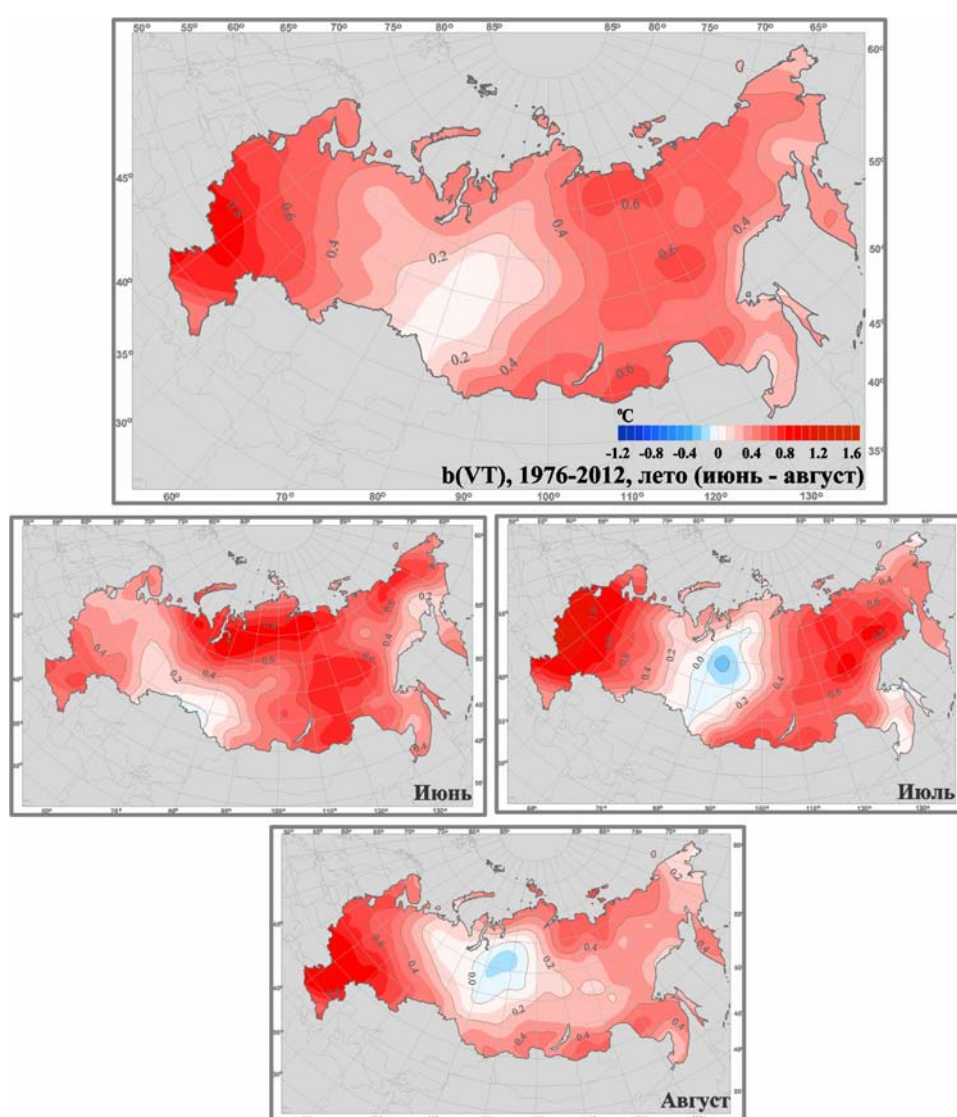


Рисунок 3.1 – Распределение локальных коэффициентов линейного тренда сезонных и месячных аномалий температуры ($^{\circ}\text{C}/10$ лет) на территории России по данным за 1976-2012 (лето: июнь-август).

Среднесезонные летние температуры растут на всей территории страны; наиболее значительный рост наблюдается на западе страны (более $+0.6^{\circ}\text{C}/10$ лет, за

счет июля и августа), в Якутии и в Забайкалье ($+0.4^{\circ}\text{C}$ - $+0.6^{\circ}\text{C}/10$ лет, за счет июня и июля). На части территории Западной Сибири рост температуры летом небольшой ($+0.1^{\circ}\text{C}$ - $+0.2^{\circ}\text{C}/10$ лет) – в различные летние месяцы в разных частях этой территории прослеживается уменьшение температуры.

В изменении летних сумм осадков (рис. 3.2) в европейской части России преобладает тенденция к слабому уменьшению, а в азиатской части в основном наблюдается рост.

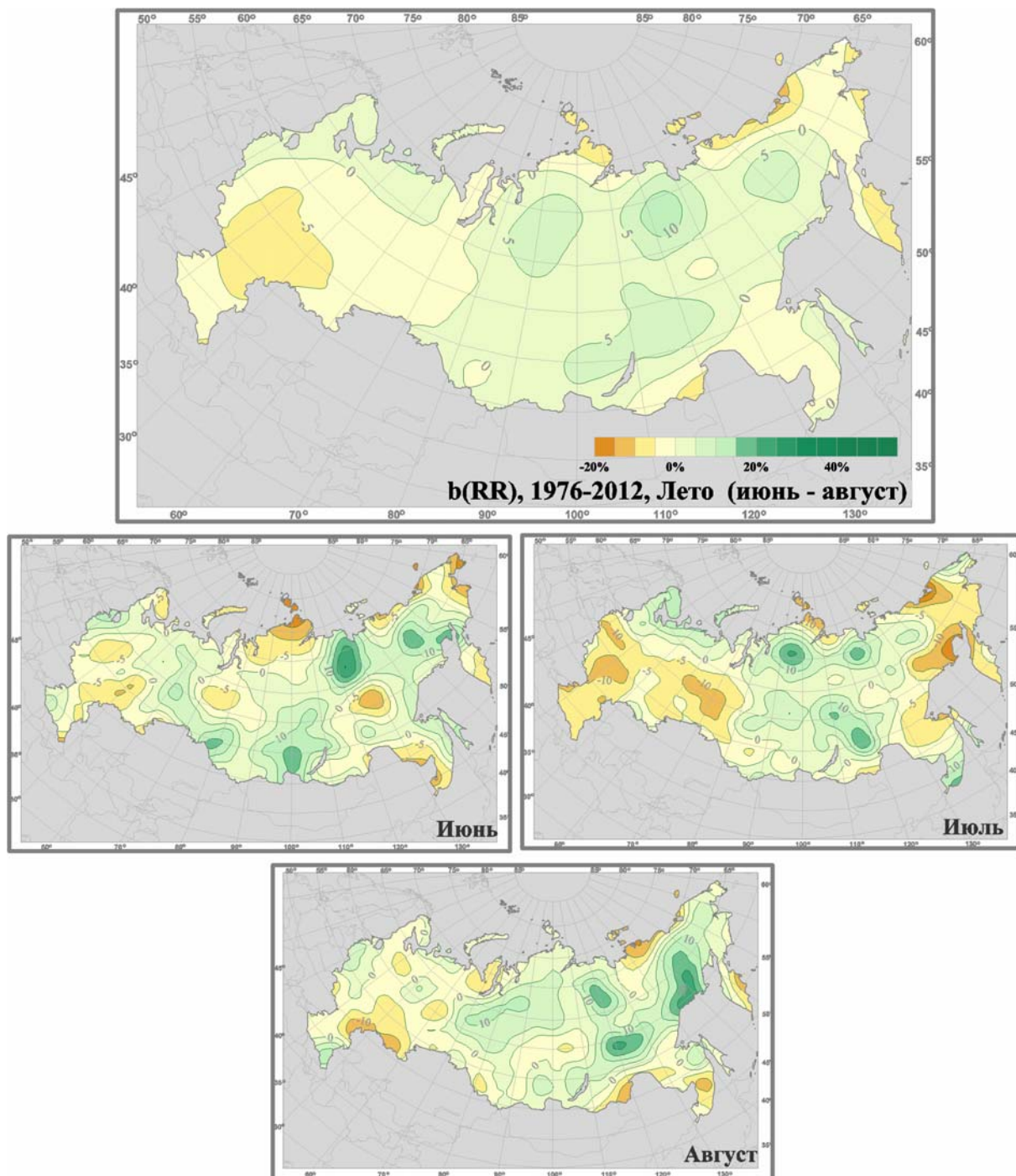


Рисунок 3.2 – Распределение локальных коэффициентов линейного тренда сезонных и месячных аномалий осадков (% /10 лет) на территории России по данным за 1976-2012 (лето: июнь-август).

Наибольшее убывание осадков в Европейской России наблюдается в Центральном и Приволжском, а также в северной части Южного ФО: около -5%/10 лет (максимальное – в июле). Эта тенденция совместно с ростом температуры (рис. 3.1) может приводить к увеличению засушливости в этих районах. На севере ЕЧР осадки слабо растут.

Рост осадков в азиатской части РФ – преимущественно не более 10%/10 лет, наблюдается на Среднесибирском плоскогорье (за счет июля и августа), в Якутии (за счет всех месяцев лета), в Иркутской области (в основном, за счет июня). Тенденция к росту осадков (локально превышающая 15%/10 лет) в азиатской части страны преобладает во все месяцы сезона. Тем не менее, здесь имеются области, где осадки убывают как в отдельные месяцы, так и в целом за сезон: это в первую очередь побережье Восточно-Сибирского моря и Камчатка (во все месяцы; скорость убывания достигает 20%/10 лет), а также Таймыр (июнь-июль) и различные части Приамурья в разные месяцы.

В таблице 3.1 приведены оценки линейных трендов регионально осредненных значений температуры и осадков за 1976-2012 гг. для физико-географических регионов и федеральных округов РФ.

Таблица 3.1

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

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	0.44	59	0.3	0.5	1
Физико-географические регионы России					
Европейская часть России	0.59	34	-1.5	-2.3	4
Западная Сибирь	0.19	5	0.4	0.7	0
Средняя Сибирь	0.43	33	2.7	5.0	18
Прибайкалье и Забайкалье	0.52	43	1.9	2.4	5
Приамурье и Приморье	0.36	30	-0.8	-0.7	0
Восточная Сибирь	0.46	43	-0.1	-0.2	0
Федеральные Округа РФ					
Северо-Западный	0.48	32	0.4	0.7	0
Центральный	0.75	34	-3.2	-4.4	6
Приволжский	0.55	19	-2.8	-4.8	6
Южный	0.78	40	-1.9	-4.0	3
Северно-Кавказский	0.54	32	0	0.1	0
Уральский	0.25	6	-0.5	-0.8	1
Сибирский	0.34	32	1.9	3.0	16
Дальневосточный	0.46	54	0.4	0.6	0

Тренд средней по России летней температуры за период 1976-2012 гг. составляет 0.44°C/10 лет и объясняет 59% межгодовой изменчивости (табл. 3.1). Рост температур наблюдается во всех регионах, наиболее заметен рост температуры в

Европейской части России и в Прибайкалье и Забайкалье (превышает полградуса за 10 лет). Вклад тренда в дисперсию ряда во всех регионах (кроме Западной Сибири) позволяет говорить о значимости тенденции увеличения температуры на 1% уровне.

Тренд сезонных сумм осадков составляет 0.3 (мм/мес)/10 лет и объясняет 1% межгодовой изменчивости. Значительный рост осадков летом происходит в регионе Средняя Сибирь (тренд +2.7%/10 лет объясняет 18% изменчивости ряда). Территория региона Средняя Сибирь частично входит в Сибирский ФО, где наблюдается рост осадков (тренд +1.9%/10 лет объясняет 16% изменчивости ряда).

4. ИЗМЕНЕНИЯ РЕГИОНАЛЬНЫХ ТЕМПЕРАТУР И ОСАДКОВ ЛЕТНЕГО СЕЗОНА В 1936-2012 гг.

В разделе приведены временные ряды осредненных по регионам аномалий средней месячной температуры приземного воздуха ($^{\circ}\text{C}$) и месячных сумм осадков (мм/месяц) летнего сезона за 1936 – 2012 гг. На всех рисунках показаны линейные тренды за 1976-2012 гг., рассчитанные методом наименьших квадратов. Для России в целом дополнительно приведены аналогичные ряды для каждого месяца сезона (рис. 4.1 и 4.2).

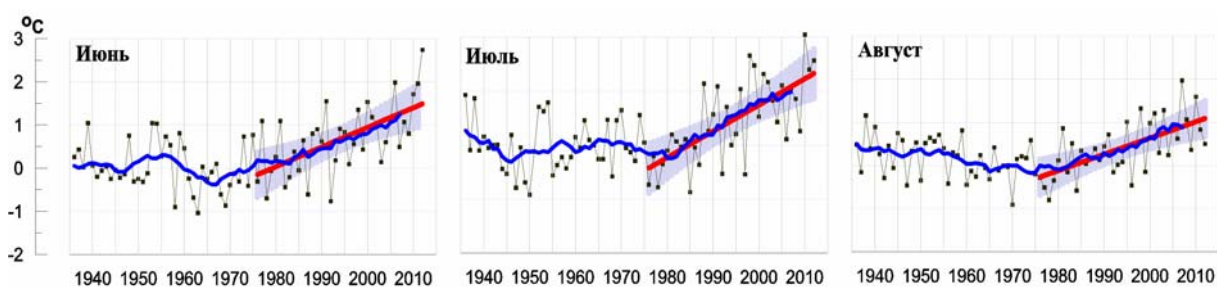


Рисунок 4.1 – Аномалии средней месячной температуры приземного воздуха ($^{\circ}\text{C}$) осредненные по территории РФ.

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

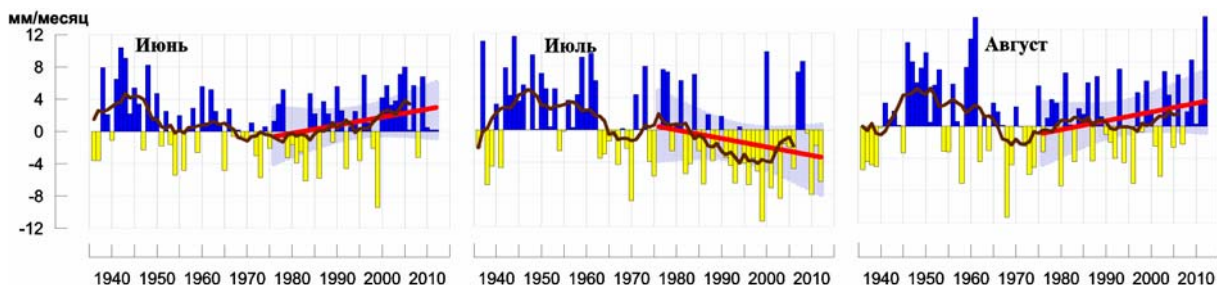


Рисунок 4.2 – Аномалии месячных сумм осадков (мм/месяц), осредненные по территории РФ. Условные обозначения см. на рис. 4.1

Российская Федерация

Как отмечалось выше, лето (аномалия $+1.61^{\circ}\text{C}$) было вторым в ряду наблюдений после рекордного 2010 ($+1.77^{\circ}\text{C}$).

Во все месяцы сезона на территории РФ наблюдались значительные положительные аномалии температуры (превышающие стандартное отклонение). Июнь (аномалия $+2.74^{\circ}\text{C}$) был самым теплым в ряду наблюдений, июль (аномалия $+1.57^{\circ}\text{C}$) был третьим после рекордного 2010 ($+2.05^{\circ}\text{C}$) и 1998 ($+1.66^{\circ}\text{C}$).

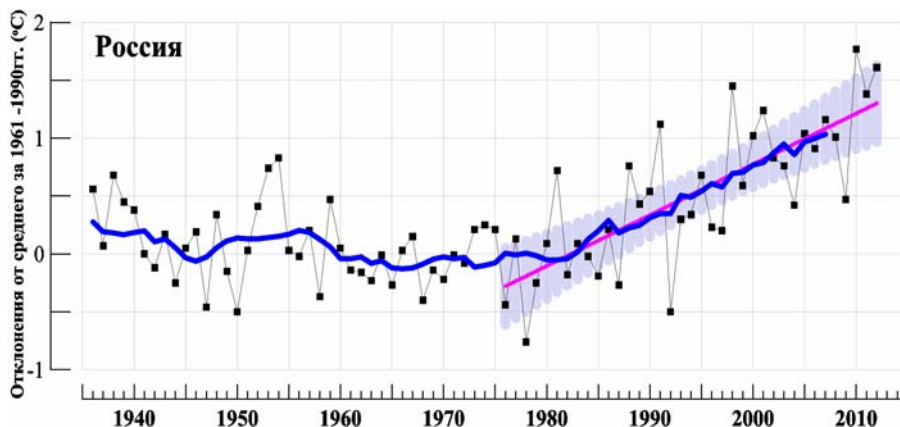


Рисунок 4.3 - Сезонные аномалии температуры приземного воздуха ($^{\circ}\text{C}$), осредненные по территории РФ (лето 2012). Условные обозначения см. на рис. 4.1

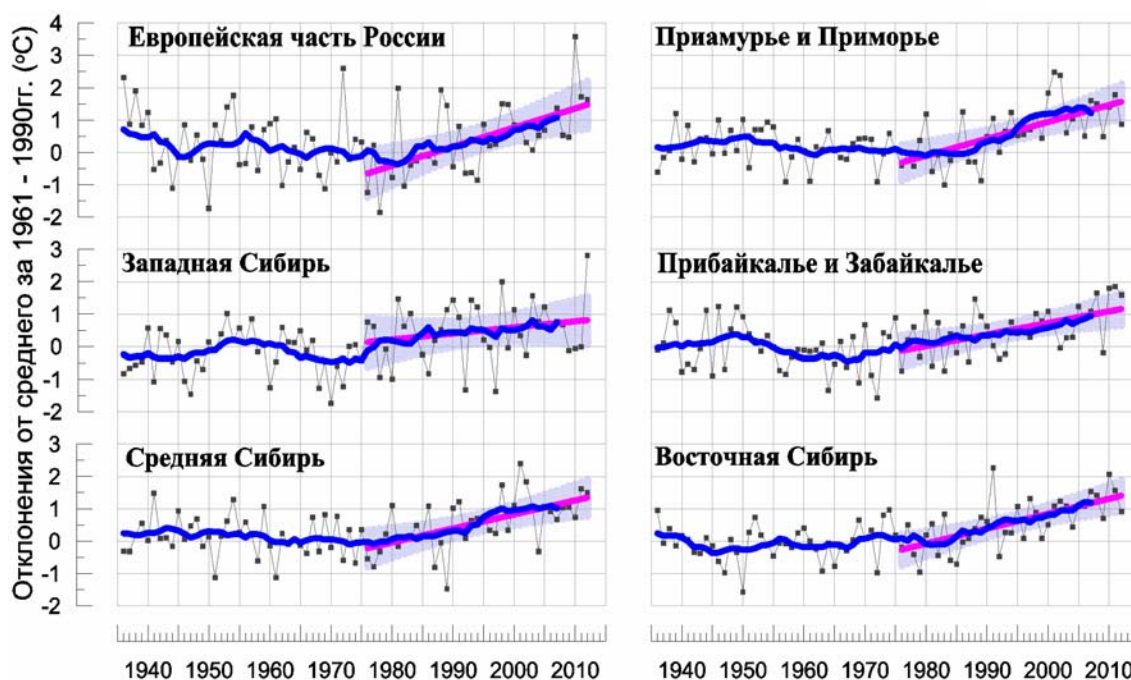


Рисунок 4.4 - Сезонные аномалии температуры приземного воздуха ($^{\circ}\text{C}$), осредненные по территории регионов РФ (лето 2012.). Условные обозначения см. на рис. 4.1

Рост температуры (за период с 1976 по 2012 гг.) выражен во все месяцы сезона, в особенности в июле: почти 0.5 градуса за 10 лет; тренд значим на уровне 1%. Начало потепления для июня - начало 1970-х гг., для июля и августа – вторая половина 1970-х -

начало 1980-х гг. Как видно из рис. 4.3 сезонная температура с середины 1970-х гг. росла практически монотонно, хотя в июльских температурах наблюдался примерно 10-летний период понижения с 1998 г. (рис. 4.1).

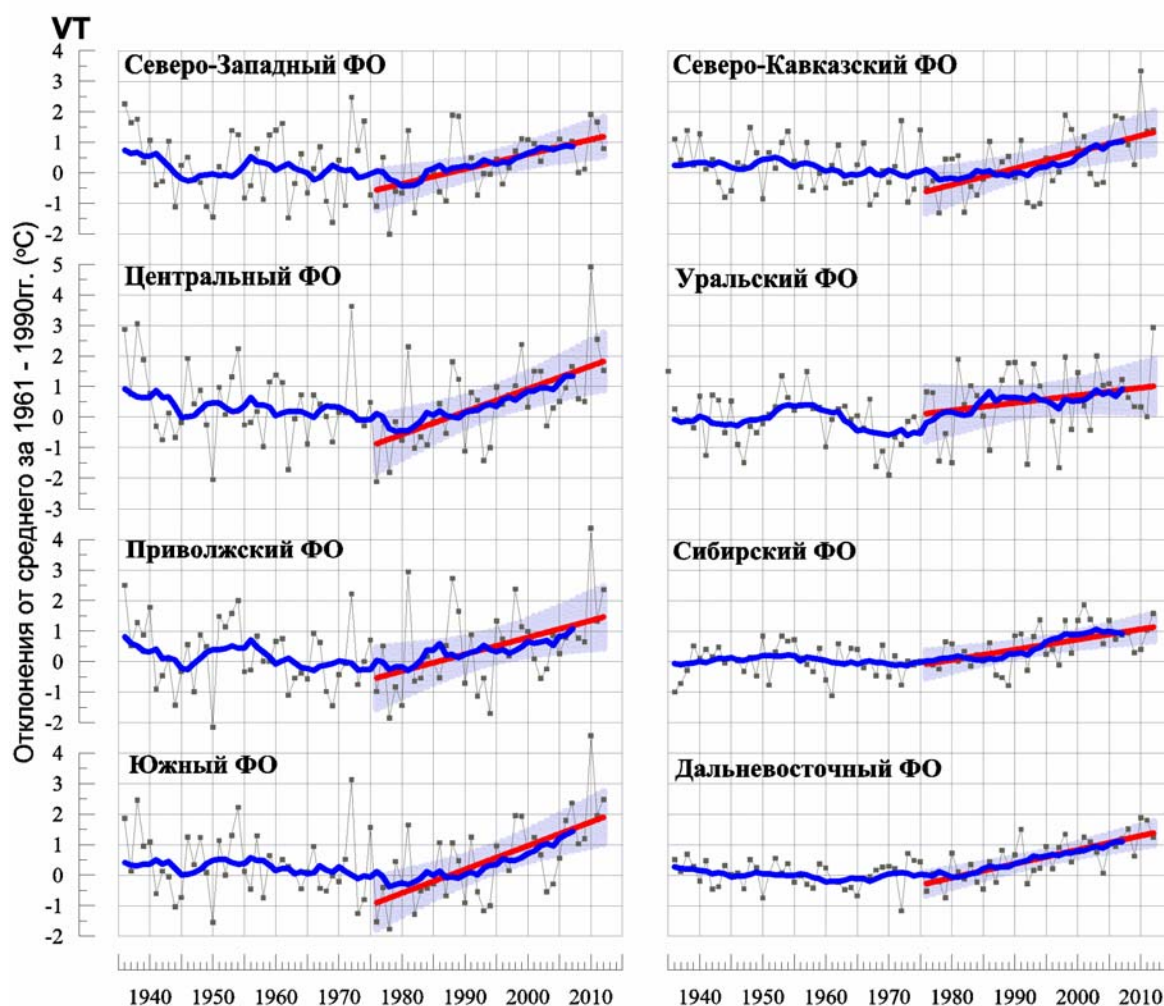


Рисунок 4.5 - Сезонные аномалии температуры приземного воздуха ($^{\circ}\text{C}$), осредненные по территории федеральных округов РФ (лето 2012.). Условные обозначения см. на рис. 4.1

В таблице 4.1 приведены оценки линейного тренда температуры и осадков месяцев летнего сезона для РФ.

Количество выпавших летом осадков (аномалия 2.4 мм/месяц) было больше, чем среднее за базовый период. Июль (относительная аномалия 91%, отклонение от нормы -6.0 мм/месяц, десятый среди самых сухих июлей в ряду наблюдений). Очень влажным был август (относительная аномалия 120%, отклонение от нормы +13.6 мм/месяц) - рекордный в ряду наблюдений.

Тренд сезонных сумм осадков для России в целом составляет 0.3 мм/мес/10 лет и объясняет 1% межгодовой изменчивости. В июне и в августе на территории России наблюдается некоторая тенденция увеличения осадков, в июле - тенденция к уменьшению осадков, однако тренды незначимы (на уровне 5%).

Таблица 4.1

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

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

Регион Российская Федерация	Температура		Осадки	
	<i>b</i> °C/10 лет	<i>D</i> , %	<i>b</i> мм/мес/10 лет	<i>D</i> , %
Лето	0.44	59	0.3	1
Июнь	0.46	38	1.0	6
Июль	0.49	48	-1.0	4
Август	0.38	38	0.6	2

Регионы РФ

Характер изменения летней температуры (рис. 4.3, 4.4, 4.5) – с конца 1970 г. наблюдается выраженный рост температуры во всех регионах, кроме Западной Сибири и Уральского ФО, где рост температуры в 2-3 раза слабее, чем в других регионах и статистически незначим, а с 1990-х гг. практически не наблюдается.

В большинстве регионов между 1940 – 1960 гг. наблюдался максимум температуры, который, однако, не достигал современного уровня.

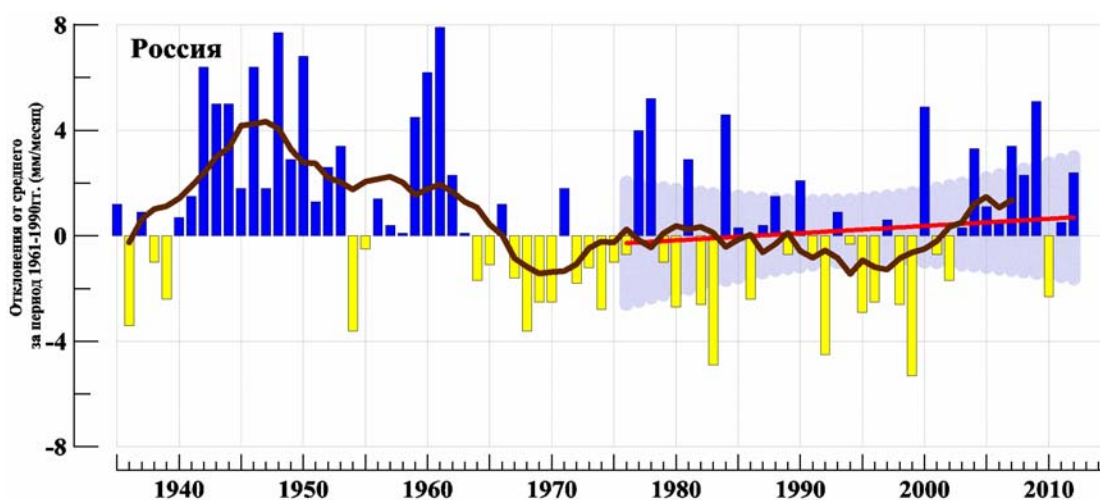


Рисунок 4.6- Сезонные аномалии месячных сумм осадков (мм/месяц), осредненные по территории РФ (лето 2012г.). Условные обозначения см. на рис. 4.1

Следует отметить Северо-Западный ФО, где лето было экстремально влажным (относительная аномалия 133%, отклонение от нормы +21.5 мм/месяц, ранг 3).

В целом для России в последние 10 лет осадки превышали норму базового периода (кроме 2010 г., который был очень сухим для ЕЧР и Западной Сибири).

В изменениях осадков (рис. 4.6, 4.7, 4.8) для большинства физико-географических регионов выражены колебания с периодами в несколько десятилетий. Монотонной тенденции изменения осадков за период современного потепления (с 1976 г.) в регионах четко не прослеживается, кроме региона Средняя Сибирь (и Сибирского ФО), где наблюдается увеличение осадков и тренд значим на уровне 5%.

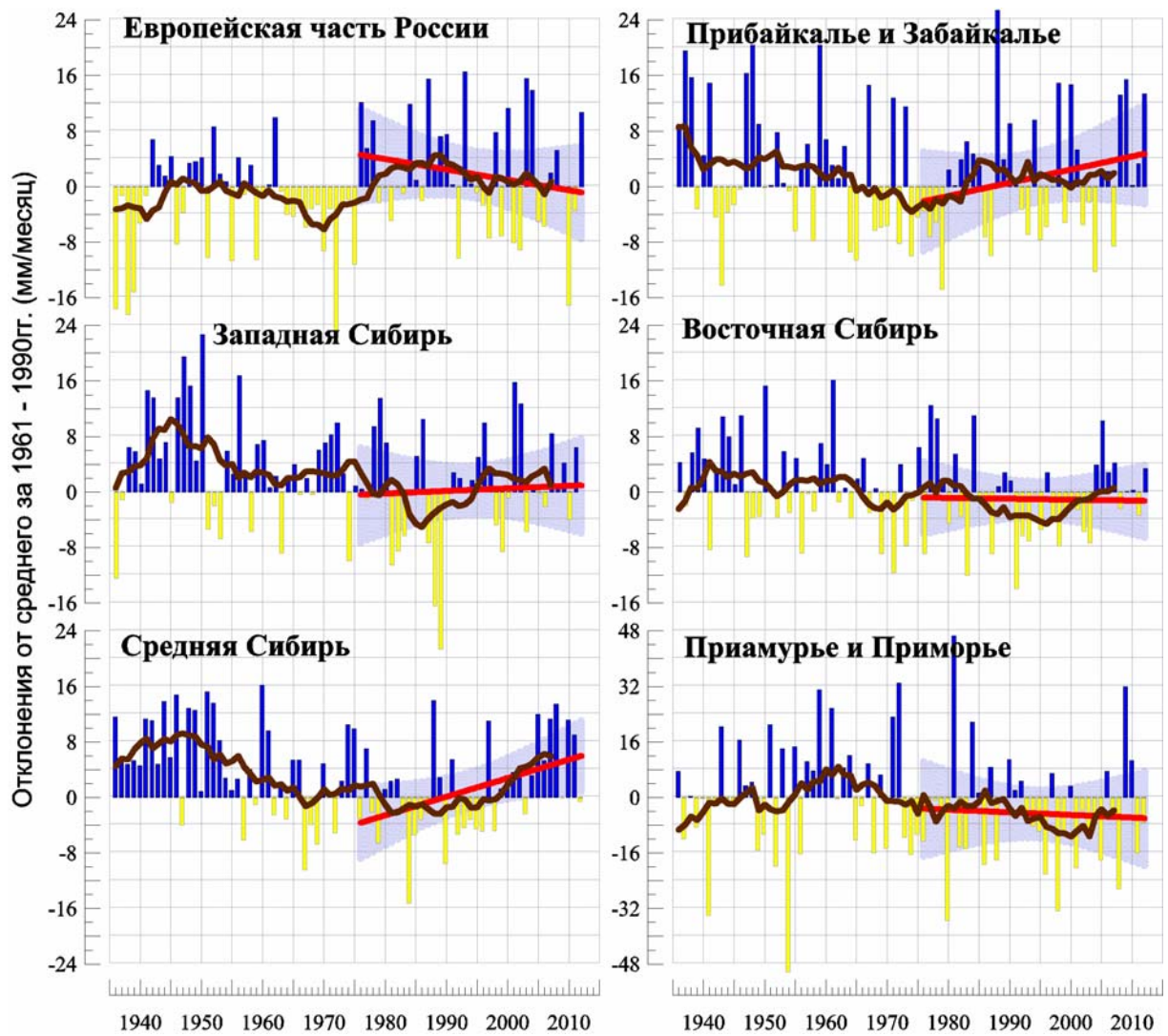


Рисунок 4.7 - Сезонные аномалии месячных сумм осадков (мм/месяц), осредненные по территории регионов РФ (лето 2012.).

Условные обозначения см. на рис. 4.1. Шкала осадков для Приамурья и Приморья в два раза мельче, чем для других регионов.

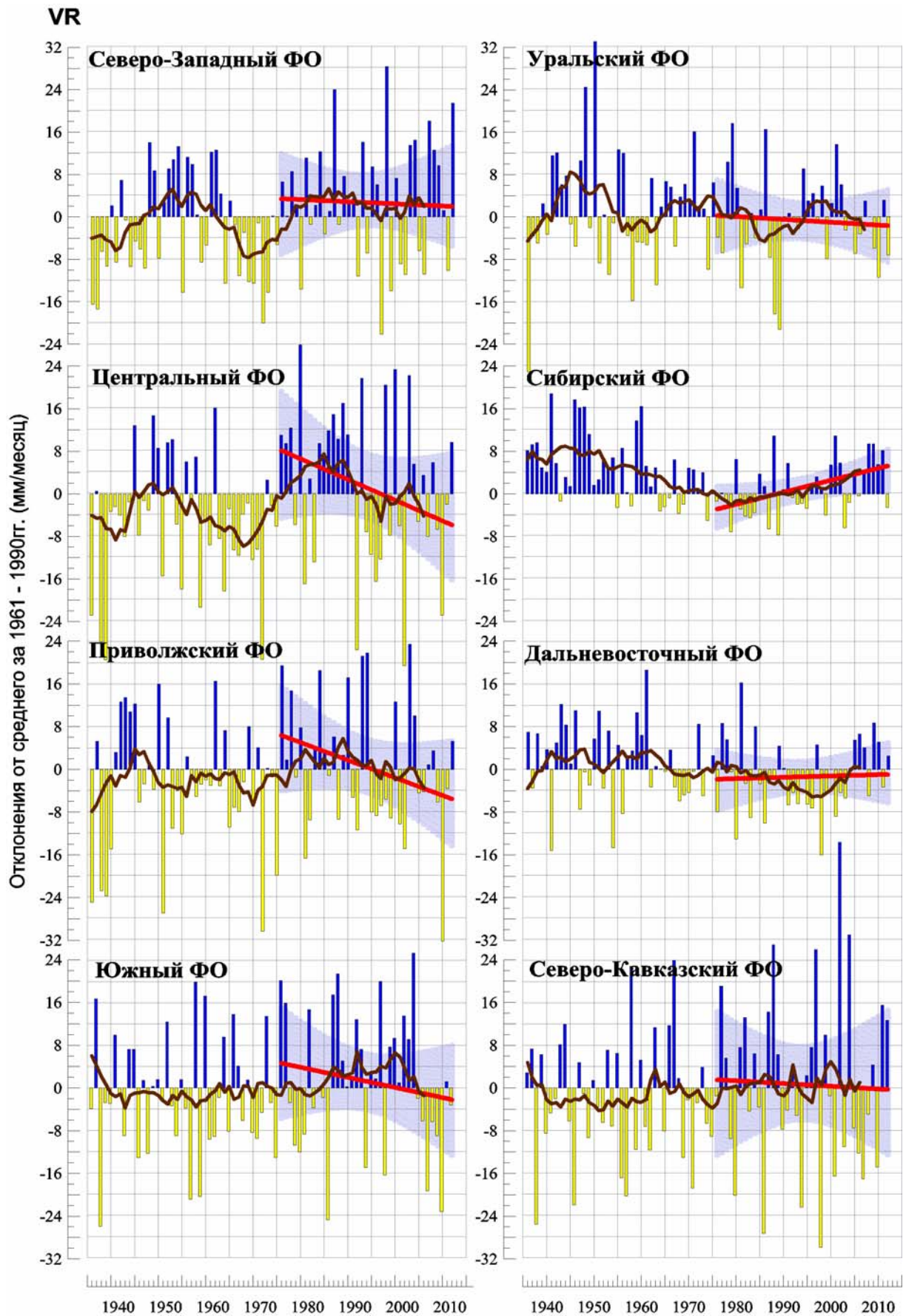


Рисунок 4.8 - Сезонные аномалии месячных сумм осадков (мм/месяц), осредненные по территории федеральных округов РФ (лето 2012.). Условные обозначения см. на рис. 4.1

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

В разделе приведены некоторые индексы экстремальности и аномальности для летнего 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 не превышения $\leq 20\%$, $\geq 80\%$), а также экстремальными (абсолютная величина превосходит 2σ) аномалиями температуры.

Для температуры (рис. 5.1) в летний период наблюдается рост доли площади, занятой крупными (выше 20-го перцентиля) положительными аномалиями. До 1988 года заметно преобладание площади под отрицательными аномалиями, далее преобладают площади, покрытые положительными аномалиями, а площади под крупными отрицательными аномалиями отчетливо убывают. Суммарная площадь с крупными аномалиями обоих знаков в целом после середины 1970-х гг. несколько выше, чем в предыдущий период; однако, явного роста после 1976 г. не наблюдается..

Для осадков (рис. 5.2) чередуются периоды преобладания крупных положительных (1940-1960 гг.) и отрицательных (1965-1985 гг.) аномалий; начиная с 1997 года, заметно преобладают крупные аномалии больше 80 перцентиля.

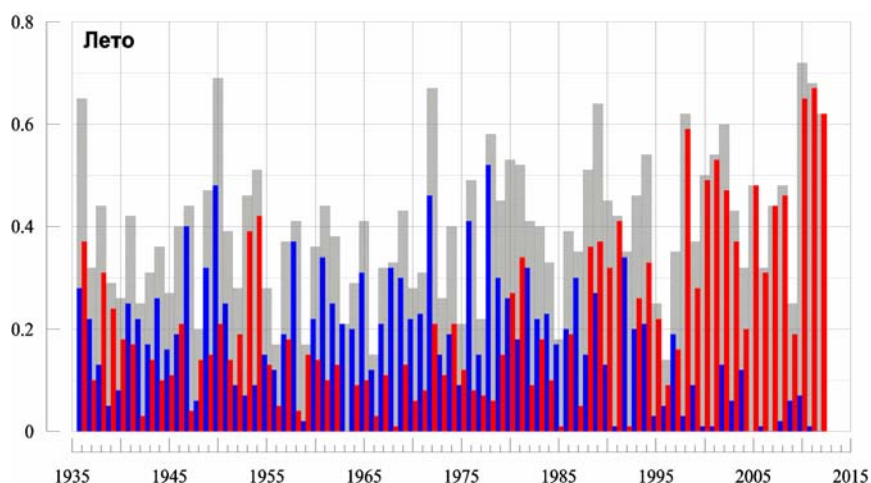


Рисунок 5.1 - Доля площади РФ с крупными аномалиями (ниже 20 перцентиля: синие столбики, выше 80 перцентиля: красные столбики, суммарная площадь с крупными аномалиями: серые столбики) температуры летом, 1936-2012 гг.

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 жаркие летние сезоны наблюдались: в 1972 г. (13% площади занято экстремальными аномалиями; однако, следует заметить, что в то же лето такая же доля площади находилась в области экстремально низких температур), в 1991 (11%), в 1998 (20%), в 2001 (17%), в 2010 (28% - наиболее экстремально жаркий летний сезон), в 2012 (22%). Экстремально холодные летние сезоны наблюдались: в 1950 (11% площади занято экстремальными аномалиями), в

1972 (14%), в 1989 (10%). После 1991 г. экстремумы тепла очевидно преобладают (кроме 1997 г.).

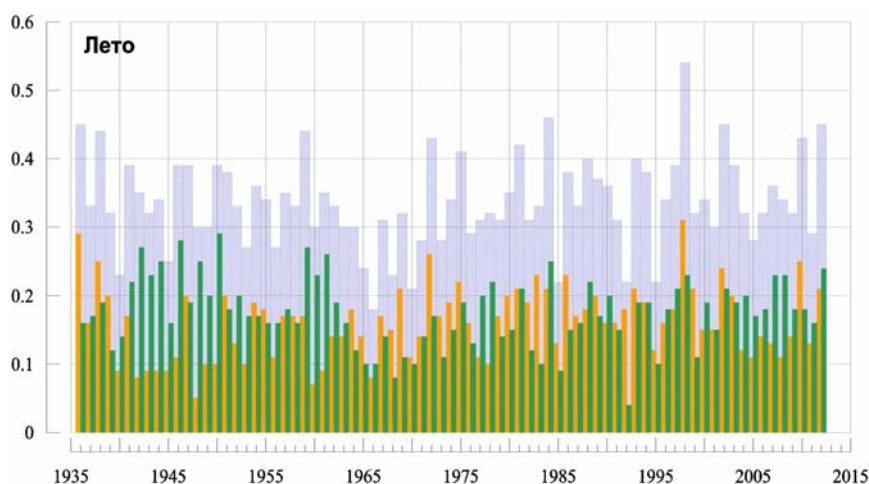


Рисунок 5.2 - Доля площади РФ с крупными аномалиями осадков (ниже 20 процентиля: желтые столбики, выше 80 процентиля: зеленые столбики, суммарная площадь с крупными аномалиями: серые столбики) летом, 1936-2012 гг.

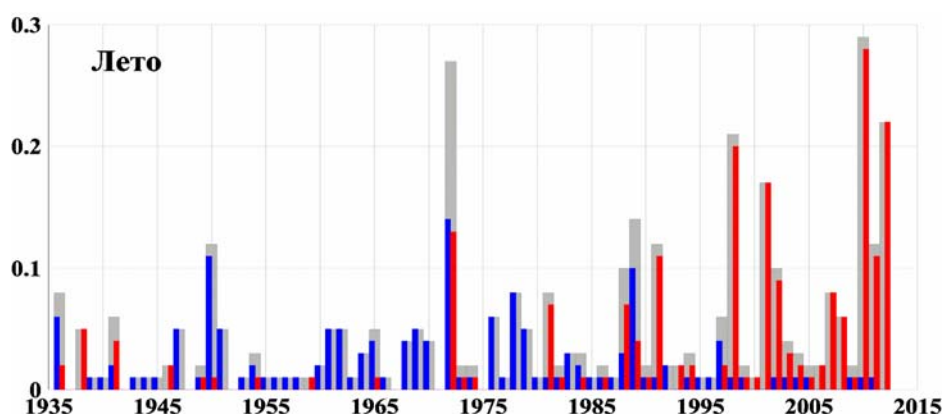


Рисунок 5.3 - Доля площади РФ с экстремальными (сезонная нормированная аномалия меньше -2 : синие столбики, больше $+2$: красные столбики; суммарная площадь с этими аномалиями: серые столбики) аномалиями температуры летом, 1936-2012 гг. Базовый период для расчета статистик: 1961-1990 гг.

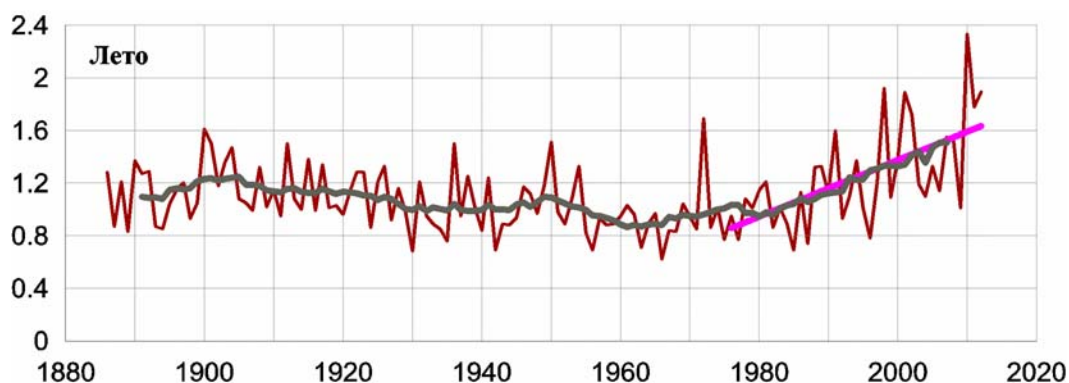


Рисунок 5.4. - Индекс аномальности Багрова (КА) для летнего сезона применительно к температуре, 1886-2012 гг.

Анализ изменений индекса аномальности Багрова для температуры (рисунок 5.4) показывает, что с 1976 г. аномальность температурного режима возрастает – тренд объясняет 38% общей дисперсии ряда.

ВЫВОДЫ

1. Лето 2012 года над континентами Северного полушария в целом было очень теплым; средняя за сезон и по пространству температура была выше нормы на 1.07°C , второе место в ранжированном по убыванию ряду наблюдений с 1880г.

Средняя скорость потепления для суши Северного полушария за 1976-2012 гг. составляет $0.32^{\circ}\text{C}/10$ лет (линейный тренд объясняет 78% дисперсии).

2. В среднем по территории России аномалия температуры приземного воздуха летом 2012 г. составила $+1.61^{\circ}\text{C}$ – вторая по величине положительная аномалия за период наблюдений после исключительно жаркого 2010 г. Аномалии температуры были положительными практически на всей территории России. Значительные положительные аномалии температуры наблюдались в Западной Сибири ($+2.81^{\circ}\text{C}$), в Средней Сибири ($+1.50^{\circ}\text{C}$), в Приамурье и Приморье ($+1.59^{\circ}\text{C}$) – это первая, пятая и четвертая величины в рядах наблюдений. Из федеральных округов следует отметить Южный (сезонная аномалия $+2.48^{\circ}\text{C}$, ранг 3), Сибирский ($+1.58^{\circ}\text{C}$, ранг 2).

Более чем на трети из числа 260 станций, по которым поступили данные, температура была выше 90 перцентиля. Наиболее теплые условия наблюдались на Урале и в Западной Сибири, в нижнем и среднем течении Волги: сезонные аномалии в этих районах достигали $+3^{\circ}\text{C}$.

В июне везде кроме приграничной полосы на северо-западе РФ и севера Красноярского АО наблюдались положительные аномалии температуры; более чем на трети станций страны температура была выше 90 перцентиля. Наиболее теплые условия сложились в азиатской части страны - в бассейне Оби (аномалии выше $+8^{\circ}\text{C}$). Осредненные по регионам июньские аномалии температуры составили: Западная Сибирь $+5.34^{\circ}\text{C}$ (максимум с 1936 г.), Средняя Сибирь - $+3.29^{\circ}\text{C}$ (ранг 2), Приамурье и Приморье - $+2.73^{\circ}\text{C}$ (ранг 2).

В июле температура была выше 90 перцентиля на 20% станций. Наиболее теплые условия наблюдались на западе европейской территории России: на Южном Урале, на юге Западной Сибири, на Среднесибирском плоскогорье (аномалии около $+3^{\circ}\text{C}$). Осредненная по региону Западная Сибирь июльская аномалия температуры составила $+2.29^{\circ}\text{C}$ (ранг 3).

В августе на значительной части азиатской территории страны наблюдались отрицательные аномалии температуры, на 13 станциях Забайкалья и юга Якутии температура была ниже 10 перцентиля (аномалии до -1°C и ниже). Теплые условия в августе наблюдались в Нижнем и Среднем Поволжье, на Южном Урале, в нижнем течении Амура и на Камчатке (аномалии до $+3^{\circ}\text{C}$).

3. Количество выпавших осадков в целом по России летом 2012 г. было больше среднего многолетнего: относительная аномалия осадков составила 104% (вероятность непревышения 74%). В Западной и Средней Сибири наблюдался значительный дефицит осадков летом, осредненная по региону Западная Сибирь аномалия составила -9.5 мм/месяц (относительная аномалия 85% нормы, шестая минимальная величина в ряду наблюдений), избыток – в Европейской части России (относительная аномалия 117% нормы, ранг 8); значительный избыток осадков здесь наблюдался в Северо-

Западном ФО (относительная аномалия 133% нормы, ранг 3). Избыток осадков наблюдался также в Забайкалье, в Хабаровском крае - выпало более 140% нормы.

В *июне* на большей части ЕЧР: в Северо-Кавказском, Центральном, Северо-Западном ФО и на западе Уральского ФО, а также в Читинской, Магаданской областях, на севере Камчатки наблюдался избыток осадков (более 140% нормы, местами выпало две, три месячных норм). Дефицит осадков наблюдался в центральных областях Западной Сибири (меньше 40% нормы), на севере Средней Сибири, на юго-востоке Якутии, в Хабаровском и Приморском краях (меньше 60% нормы).

В *июле* дефицит осадков наблюдался в полосе от границы с Белоруссией через Южный Урал до побережья моря Лаптевых; значения относительной аномалии достигали 20% нормы и на многих станциях наблюдались экстремумы ниже 10-го перцентиля; осредненная по региону Западная Сибирь аномалия -22.5 мм/месяц – третья минимальная величина с 1936 г. В Северо-Западном ФО, в низовье Енисея и в Забайкалье осадки превышали норму (120%-180%). .

В *августе* избыток осадков наблюдался на большей части территории страны: максимумы на Дальнем Востоке - до 240% нормы; на ЕЧР в Центральном и Южном ФО - до 160% нормы Осредненные по территории Россия в целом, Европейская часть России и по Восточной Сибири аномалии составили +13.6 мм/месяц, +18.3 мм/месяц и +24.9 мм/месяц – это рекордная первая, вторая и третья величины в рядах.

4. В целом по России линейный тренд летней температуры воздуха за период 1976-2012 гг. составил +0.44°C/10 лет при вкладе тренда в дисперсию ряда 59%.

Основные тенденции климатических изменений температуры в летний сезон: рост температуры наблюдается на всей территории страны, значительный рост (более +0.6°C/10 лет) - на западе страны, в Забайкалье и Якутии. На части территории Западной Сибири рост температуры незначителен (менее +0.2°C/10 лет).

Региональные средние летние температуры с конца 1970 г. растут во всех регионах, кроме Западной Сибири (и Уральского ФО), где рост температуры с 1985 года практически не наблюдается.

5. Тренд летних сумм осадков составляет +0.3 мм/мес/10 лет (объясняет 1% межгодовой изменчивости). Рост осадков летом происходит в регионе Средняя Сибирь (тренд +2.7% /10 лет объясняет 18% изменчивости ряда) и Сибирском ФО (+1.9%/10 лет, 16%). В остальных регионах вклад тренда в общую изменчивость осадков незначителен.

6. С середины 1990-х наблюдается рост экстремальности летнего 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

ЛЕТО 2012



ВВЕДЕНИЕ

В настоящем Приложении* приводится информация о состоянии приземного климата (температура приземного воздуха и атмосферные осадки) летом 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 ЛЕТОМ 2012 г.

Летом 2012 г. сезонная аномалия температуры воздуха, осредненная по территории Беларуси, составила +1.34°C (16 величина в ранжированном по убыванию ряду наблюдений с 1936 г.), аномалия осадков 20.4 мм/месяц (ранг 12).

В таблицах 2 и 3 приведены станционные данные о наблюдаемой температуре и осадках для каждого месяца рассматриваемого летнего 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 летом 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) температура (град. Цельсия)							
<i>Лето 2012</i>	17.7	18.0	17.3	19.2	19.2	18.8	19.6
Июнь	15.7	15.5	15.2	17.1	17.0	17.0	17.5
Июль	20.7	21.0	20.0	21.8	21.9	21.1	22.2
Август	16.8	17.5	16.8	18.7	18.7	18.2	19.1
б) аномалия температуры (град. Цельсия)							
<i>Лето 2012</i>	1.44	1.34	0.73	1.82	2.19	1.32	1.84
Июнь	-0.25	-0.66	-1.00	0.35	0.47	-0.14	0.16
Июль	3.65	3.69	2.68	3.78	4.29	3.04	3.77
Август	0.92	1.00	0.50	1.34	1.81	1.05	1.58

Таблица 3

Характеристики режима осадков на станциях Беларуси летом 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>Лето 2012</i>	<i>101.3</i>	<i>92.7</i>	<i>82.7</i>	<i>87.0</i>	<i>102.3</i>	<i>112.0</i>	<i>103.3</i>
Июнь	155	112	137	82	164	134	115
Июль	47	72	26	77	58	58	112
Август	102	94	85	102	85	144	83
б) Аномалия сумм осадков / (мм/месяц)							
<i>Лето 2012</i>	<i>19.7</i>	<i>11.6</i>	<i>6.2</i>	<i>11.0</i>	<i>29.8</i>	<i>31.4</i>	<i>28.1</i>
Июнь	76.6	29.3	56.4	10.5	84.8	54.6	30.6
Июль	-46.5	-16.1	-58.8	-3.2	-16.3	-30.7	29.9
Август	28.9	21.6	21.0	25.8	20.9	-70.4	23.8
в) Относительная аномалия сумм осадков (% от нормы)							
<i>Лето 2012</i>	<i>124</i>	<i>114</i>	<i>108</i>	<i>114</i>	<i>141</i>	<i>139</i>	<i>137</i>
Июнь	194	135	170	115	207	169	136
Июль	50	82	31	96	78	65	136
Август	140	130	133	134	133	196	140

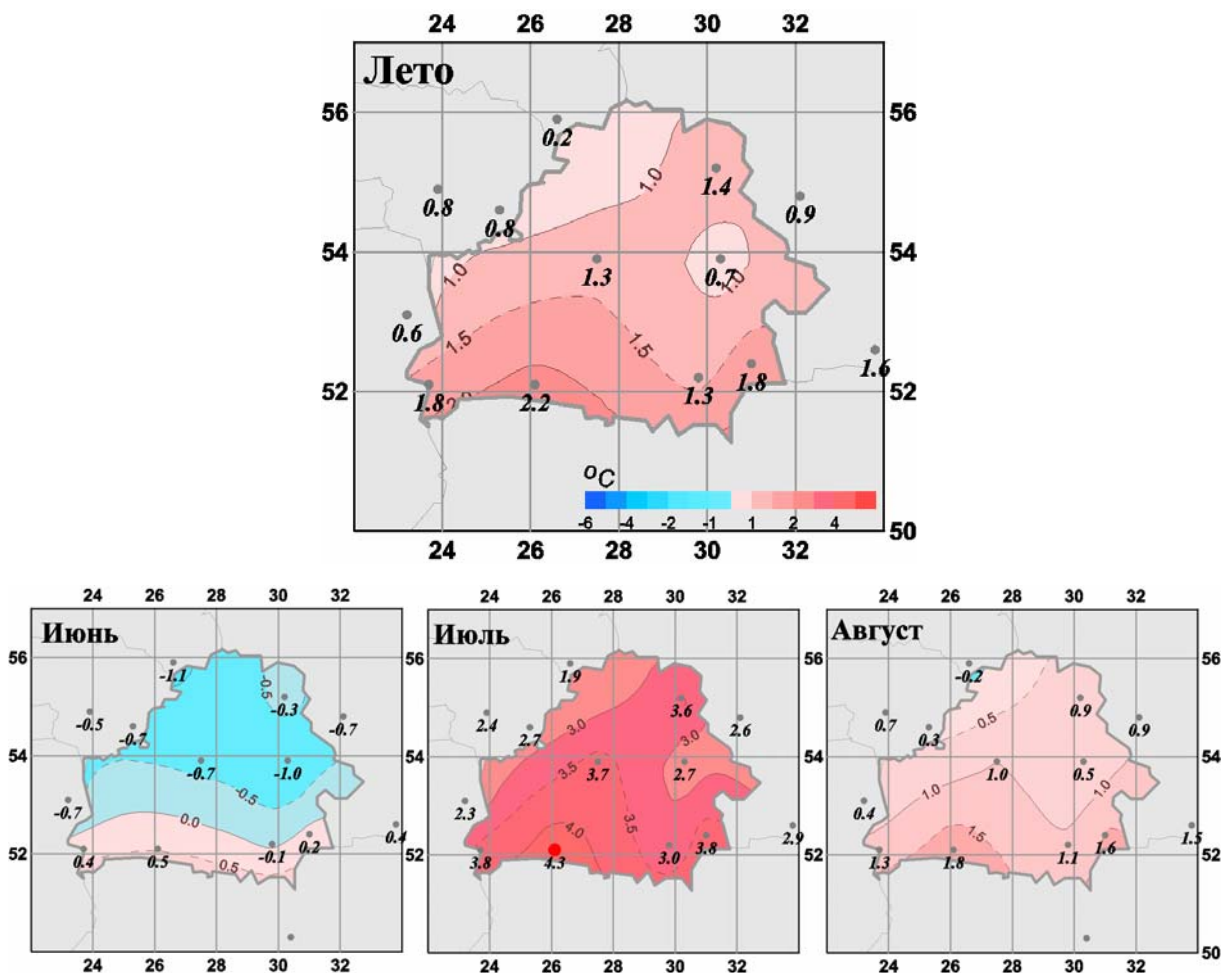


Рисунок 1 - Средние сезонные и средние месячные аномалии температуры ($^{\circ}\text{C}$) приземного воздуха на территории республики Беларусь летом 2012 г. Аномалии рассчитаны относительно периода 1961-1990 гг. Цифрами приведены значения аномалий температуры (в градусах Цельсия) на станциях. Красным кружком показана станция, на которой температура была выше 95 процента.

Летом (рис.1) было теплее средней многолетней на всей территории Республики Беларусь, аномалии температуры на станциях от +0.74°C (Могилев) до +2.19°C (Пинск).

Самым прохладным месяцем был июнь – на севере и в центральной части республики наблюдались слабые отрицательные аномалии (до -1.0°C в Могилеве), слабые положительные аномалии наблюдались на юге.

Самым теплым месяцем был июль – осредненная по Беларуси аномалия составила +3.26°C (ранг 8). Аномалии температуры на станциях от +2.68°C (Могилев) до +4.29°C (Пинск), при этом в Пинске средняя месячная температура была выше 95 перцентиля.

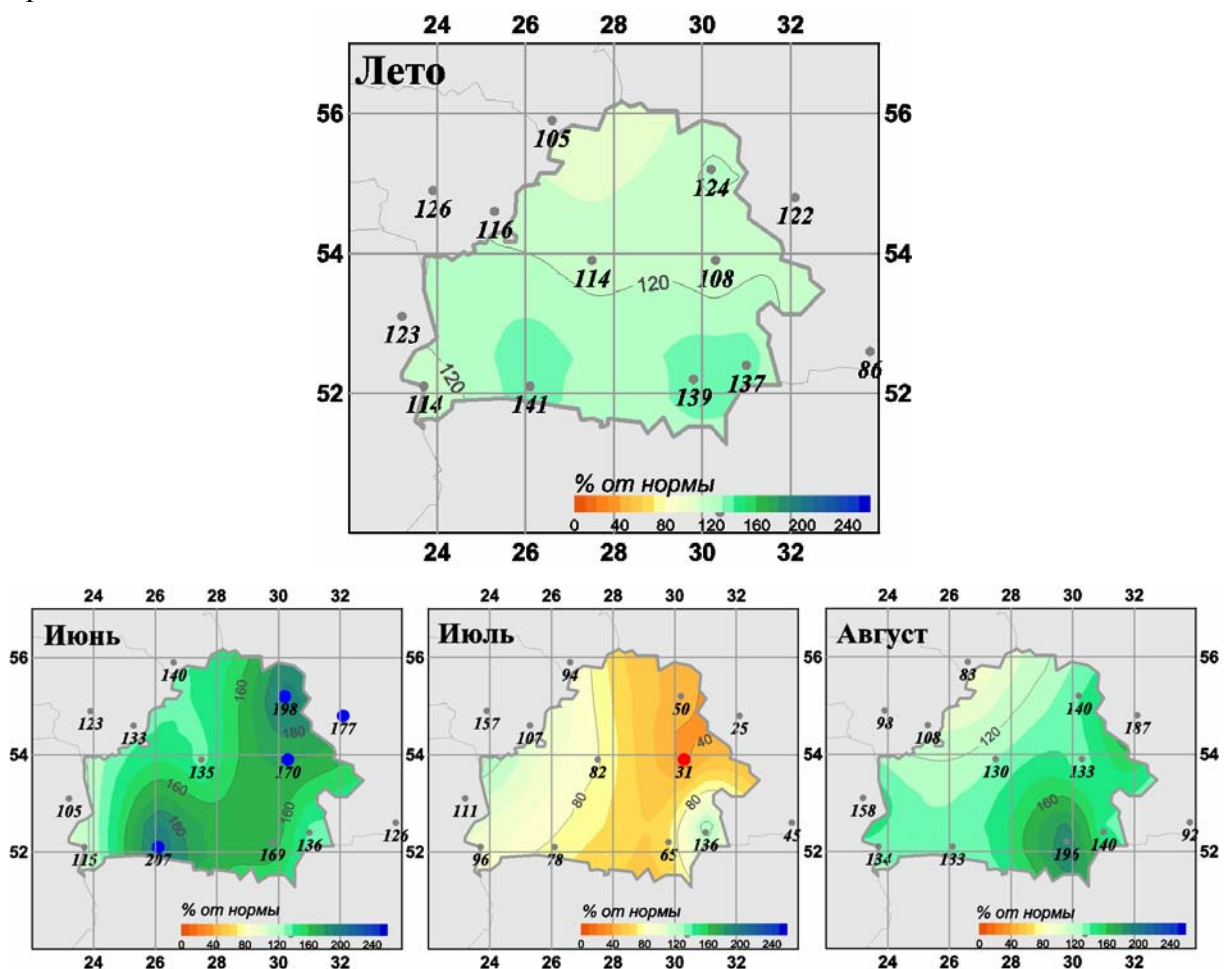


Рисунок 2 - Средние сезонные и месячные аномалии атмосферных осадков (% от нормы) на территории республики Беларусь летом 2012 г.

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 летом (рис.2) выпало на юге республики, за счет очень влажного июня (осредненная по территории республики аномалия +42.7 мм/месяц – ранг 5) и влажного августа (аномалия +33.9 мм/месяц – ранг 9). В июне на всех станциях наблюдался избыток осадков, а на трех: в Пинске, в Могилеве и в Витебске количество выпавших осадков было больше 95 процентиля. В августе

избыток осадков наблюдался на большей части республики, особенно на юго-востоке (в Василевичах выпало 195% нормы).

В июле на большинстве станций осадков выпало меньше нормы, особенно сухо было в Могилеве – выпало 31% нормы (меньше 5 процентиля).

Таблица 4

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

Сезон	νT_{2012}	s	R	νR_{2012}	s	R
Лето 2012	1.34	0.91	16	20.4	15.9	12
Июнь	-0.28	1.49	48	42.7	281	5
Июль	3.26	1.38	8	-15.5	30.3	49
Август	1.03	1.10	27	33.9	26.9	9

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 - 6 показаны временные ряды осредненных по территории Республики сезонных и месячных аномалий температуры воздуха и осадков с 1936 по 2011 гг.

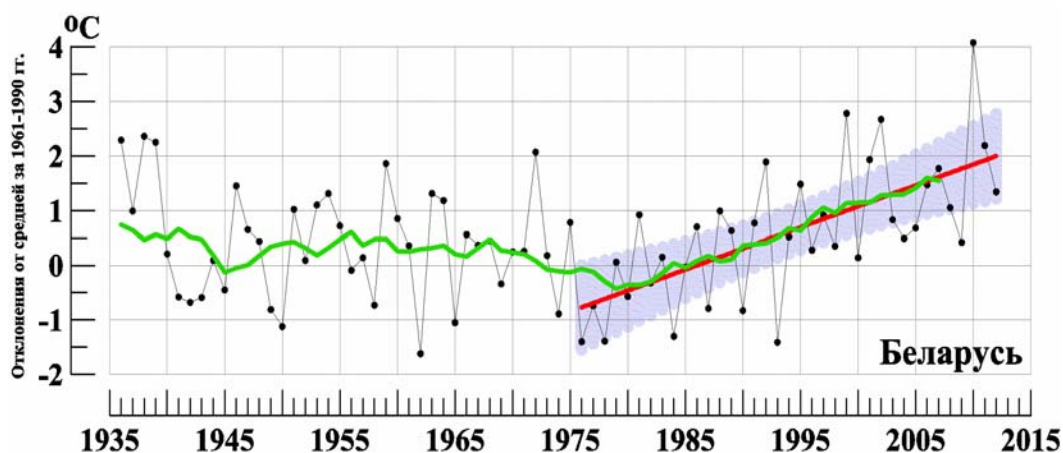


Рисунок 3 - Сезонные (лето: июнь – август) аномалии температуры приземного воздуха ($^{\circ}\text{C}$), осредненные по территории Республики Беларусь.

Аномалии рассчитаны как отклонения от среднего 1961-1990 гг. Сглаженная кривая получена 11-летним скользящим осреднением. Линейный тренд проведен по данным за 1976-2011 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	$D_{1976-2012}$ %
Лето 2012	0.77	44	2.7	3
Июнь	0.46	9	1.2	0
Июль	1.16	43	4.4	4
Август	0.75	32	2.9	1

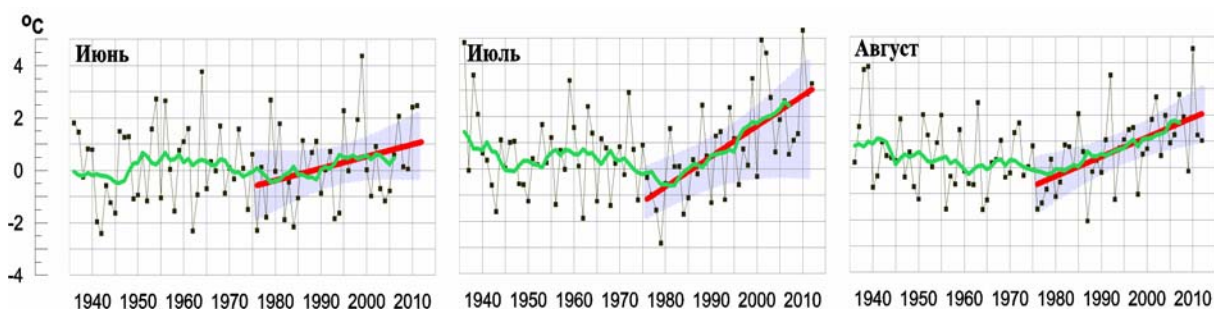


Рисунок 4 - Средние месячные аномалии температуры приземного воздуха ($^{\circ}\text{C}$), осредненные по территории Республики Беларусь.
Условные обозначения см. на рисунке 3.

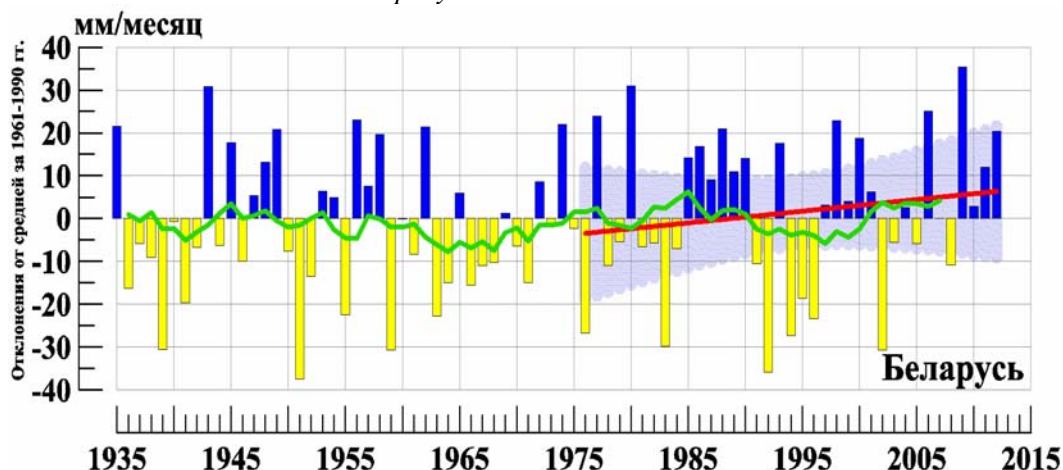


Рисунок 5 - Сезонные (лето: июнь – август) аномалии месячных сумм осадков (мм/месяц), осредненные по территории Республики Беларусь.
Условные обозначения см. на рис. 3

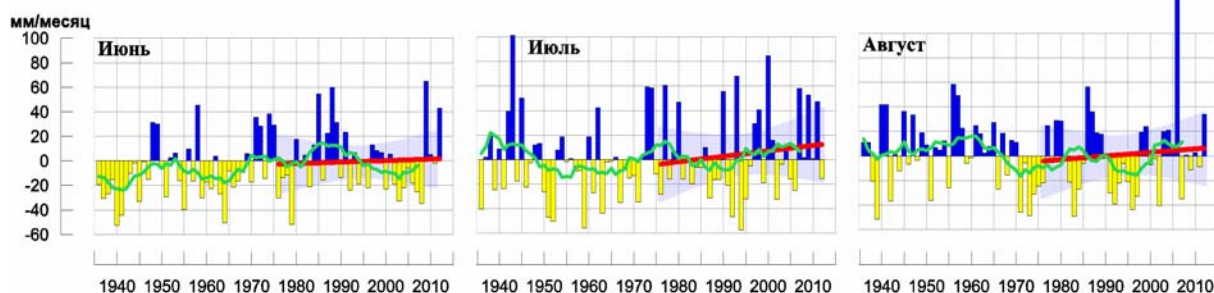


Рисунок 6 - Средние месячные аномалии атмосферных осадков (мм/месяц), осредненные по территории Республики Беларусь.
Условные обозначения см. на рисунке 3.

Как отмечалось выше, сезонная аномалия температуры воздуха ($+1.34^{\circ}\text{C}$, ранг 16), а аномалия осадков (20.4 мм/месяц , ранг 12).

Тренд летних температур, в среднем по территории Беларуси, составил $0.77^{\circ}\text{C}/10 \text{ лет}$ (ответствен за 44% дисперсии). Во все месяцы сезона тренд положителен. Наибольший тренд температуры отмечается в июле - $+1.16^{\circ}\text{C}$ (ответствен за 43% дисперсии).

В изменении регионально осредненных осадков сезонный тренд составил 2.7

мм/месяц/10 лет (ответствен за 3% дисперсии).

ВЫВОДЫ

1. В среднем по Беларуси сезонная аномалия температуры воздуха составила $+1.34^{\circ}\text{C}$ (ранг 16).

Тепло было в июле и в августе. В июне на большей части республики наблюдались слабые отрицательные аномалии температуры.

Осредненные по месяцам аномалии температуры составили -0.28°C , $+3.26^{\circ}\text{C}$, $+1.03^{\circ}\text{C}$ – ранги 48, 8, 27 соответственно.

2. В среднем по Беларуси сезонная аномалия осадков составила $+20.4$ мм/месяц (ранг 12). Избыток осадков летом наблюдался на всех станциях. Наибольшее количество осадков летом выпало на юге республики.

Июнь – очень влажный месяц в сезоне, осредненная по территории республики аномалия $+42.7$ мм/месяц (ранг 5), на всех станциях наблюдался избыток осадков, а на трех: в Пинске, в Могилеве и в Витебске количество выпавших осадков было больше 95 перцентиля.

В июле на большинстве станций осадков выпало меньше нормы - осредненная по территории республики аномалия -15.5 мм/месяц.

В августе осредненная по территории республики аномалия составила $+33.9$ мм/месяц (ранг 9), избыток осадков наблюдался на большей части республики.

3. В среднем по территории Беларуси отмечается тенденция к потеплению, как за сезон, так и в отдельные летние месяцы, линейный тренд за сезон составил $0.77^{\circ}\text{C} / 10$ лет (ответствен за 44% дисперсии)

В целом для Беларуси отмечается тенденция к увеличению осадков, линейный тренд составил 2.7 мм/месяц/10 лет (ответствен за 7% дисперсии).