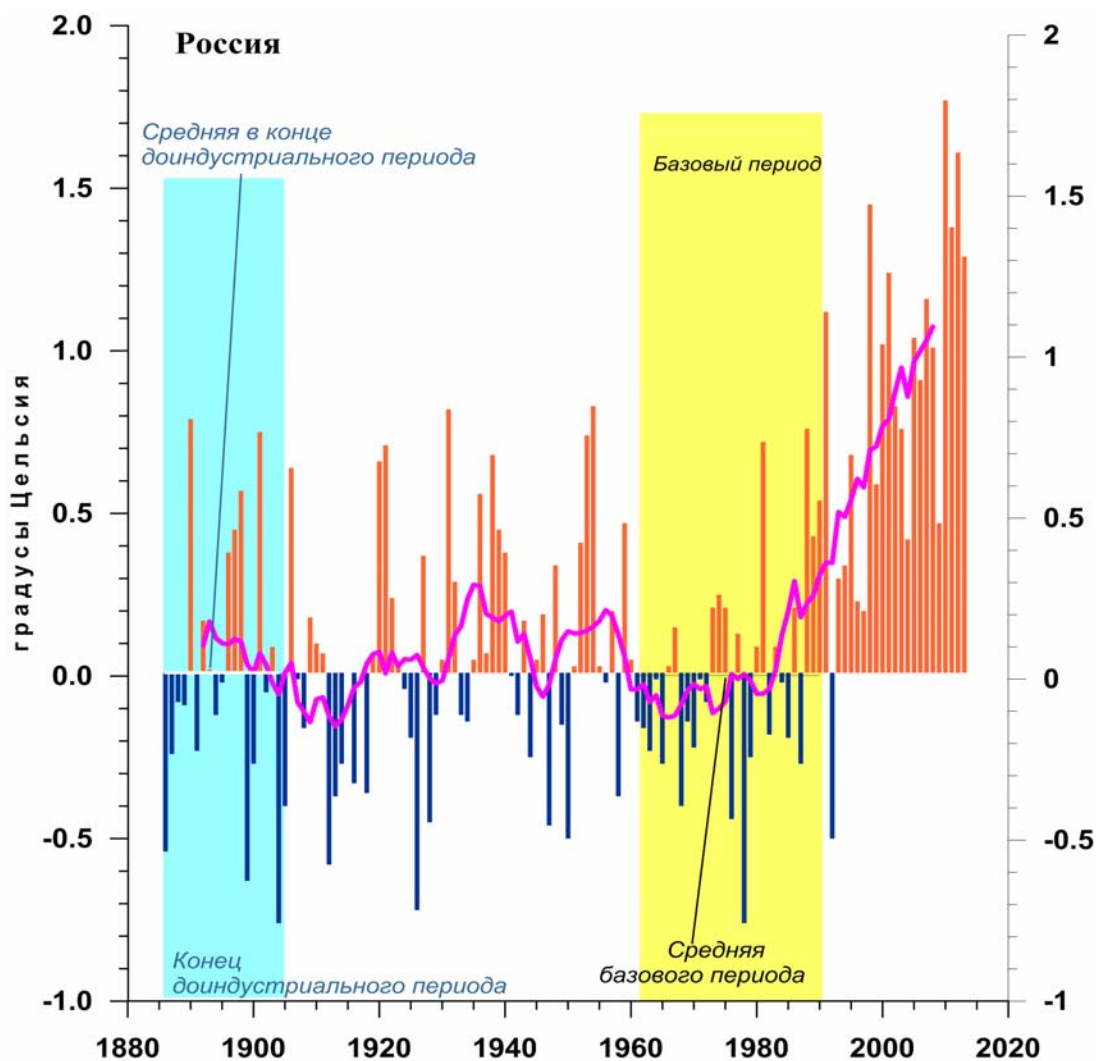


Федеральная служба
по гидрометеорологии и мониторингу
окружающей среды

Предварительный
Российская
Академия Наук

ФГБУ «Институт Глобального Климата и Экологии»



ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА 2013

ЛЕТО 2013: июнь - август

Обзор состояния и тенденций изменения
климата России

★
Москва 2013

ОГЛАВЛЕНИЕ¹

| | |
|--|----|
| ВВЕДЕНИЕ..... | 3 |
| 1. ИЗМЕНЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ ПРИЗЕМНОГО ВОЗДУХА СЕВЕРНОГО ПОЛУШАРИЯ И РОССИИ ПО ДАННЫМ НАБЛЮДЕНИЙ (летний сезон) | 5 |
| 2. КЛИМАТИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ЛЕТА 2013 г. НА ТЕРРИТОРИИ РОССИИ | 6 |
| 3. ТЕНДЕНЦИИ СОВРЕМЕННЫХ ИЗМЕНЕНИЙ КЛИМАТА НА ТЕРРИТОРИИ РОССИИ (летний сезон) | 12 |
| 4. ИЗМЕНЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ И ОСАДКОВ ЛЕТНЕГО СЕЗОНА В РЕГИОНАХ РОССИИ, 1936-2013 гг. | 16 |
| 5. ОЦЕНКИ ЭКСТРЕМАЛЬНОСТИ И АНОМАЛЬНОСТИ КЛИМАТА РОССИИ, 1936-2013 гг. (летний сезон) | 20 |
| ВЫВОДЫ | 23 |
| ПРИЛОЖЕНИЕ. Климатические особенности лета 2013 г. на территории Республики Беларусь | 25 |

¹ На обложке приведен ход средней сезонной аномалии температуры приземного воздуха, осредненной по территории России, за 1887 – 2013 гг. (лето)
*Аномалия температуры рассчитана как отклонение от средней температуры за 1961-1990 гг.
Столбцы диаграммы представлены относительно средней за 1887 – 1905 гг. (конец
«доиндустриального» периода)*

ВВЕДЕНИЕ

Все приведенные в Бюллетене оценки для территории России получены по данным о средних месячных значениях температуры приземного воздуха и месячных суммах атмосферных осадков в базовом архиве ФГБУ «ИГКЭ Росгидромета и РАН». Архив включает данные инструментальных наблюдений на 1383 станциях земного шара, в том числе 455 станций стран СНГ и Балтии (из них 310 станций России). В настоящем выпуске использованы данные 244 российских станций, по которым своевременно поступили сводки КЛИМАТ в оперативном потоке.

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

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



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

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

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

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



Рисунок 2 - Федеральные округа Российской Федерации

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

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

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

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

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

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

1. ИЗМЕНЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ ПРИЗЕМНОГО ВОЗДУХА СЕВЕРНОГО ПОЛУШАРИЯ И РОССИИ ПО ДАННЫМ НАБЛЮДЕНИЙ (летний сезон)

На рисунке 1.1 представлены временные ряды сезонных аномалий температуры приземного воздуха (лето 2013: июнь-август), осредненных по территории России и над сушей Северного полушария (СП). Временной ряд для территории России рассчитан по стационарным данным о среднемесячной температуре приземного воздуха ФГБУ «ИГКЭ Росгидромета и РАН». Сезонные аномалии над сушей Северного полушария рассчитаны по соответствующим полушарным среднемесячным данным Университета Восточной Англии (массив `scutem4nh.txt` на сайте www.cru.uea.ac.uk). Для каждого ряда показан сглаженный ход и линейный тренд за 1976-2013 гг.

Для характеристики неопределенности оценок трендов приводится 95%-я доверительная полоса Уоркинга-Хотеллинга, представляющая собой область, симметричную относительно м.н.к-оценки тренда и с вероятностью 95% накрывающую истинную линию тренда.

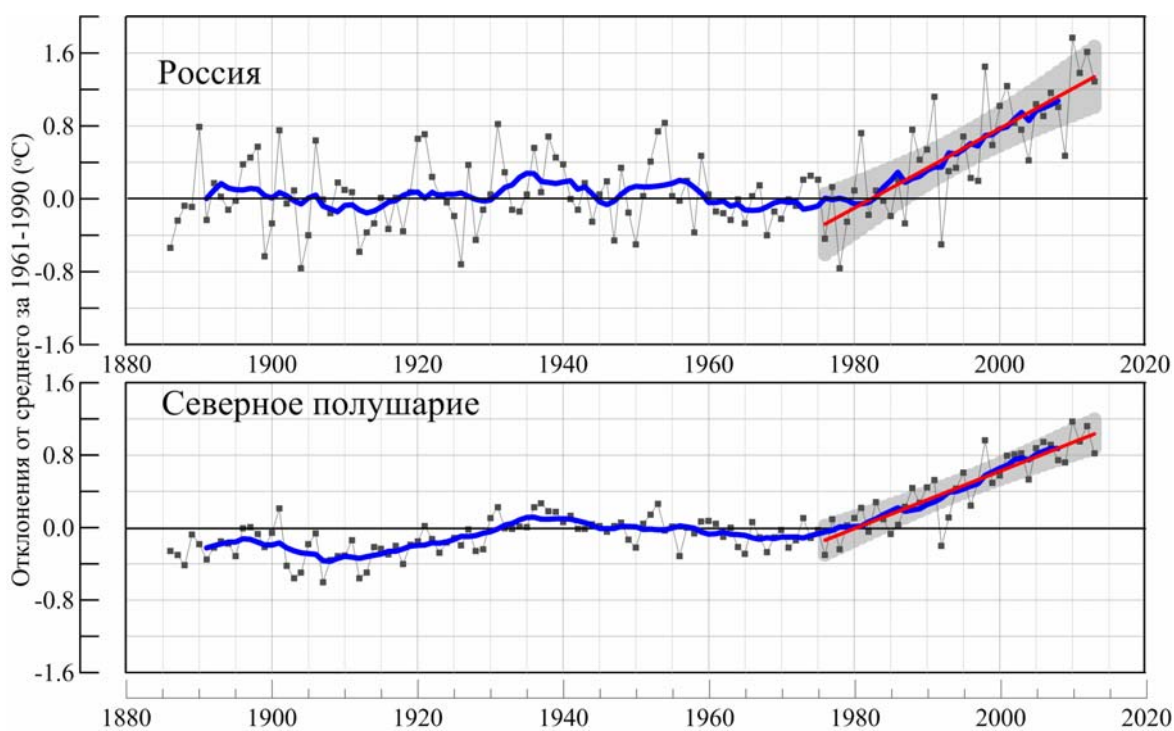


Рисунок 1.1 – Сезонные аномалии (лето: июнь–август) температуры приземного воздуха, осредненные по территории России и над сушей Северного полушария (СП) за 1886-2013 гг.

Аномалии рассчитаны как отклонения от средних за базовый период 1961-1990 гг. Сглаженные кривые получены 11-летним скользящим осреднением. Показан линейный тренд за 1976-2013 гг. и его 95%-я доверительная область. Использованы данные Университета Восточной Англии (СП) и данные ФГБУ «ИГКЭ Росгидромета и РАН» (Россия).

Средняя по России аномалия температуры приземного воздуха летом 2013 составила $+1.29^{\circ}\text{C}$ при величине стандартного отклонения 0.33°C – пятая по величине положительная аномалия в ряду, четыре предыдущих максимума осуществились в 2010 году (рекорд $+1.77^{\circ}\text{C}$), в 2012, в 1998, в 2011 годах.

Средняя аномалия температуры воздуха над сушей СП летом 2013 г. составила +0.82°C (при стандартном отклонении 0.20°C) – 8-я по величине положительная аномалия с 1886 г. Семь предыдущих максимальных значений (кроме третьего максимума в 1998 году) зафиксированы в последнее десятилетие, из них рекордное значение – аномалия +1.14°C в 2010 году.

Оценки линейных трендов, характеризующие тенденцию изменений летних температур за период 1976-2013 гг. в среднем для СП и России, приведены в табл. 1.1. Увеличение летних температур в среднем по территории России происходит почти в полтора раза более быстрыми темпами, чем по Северному полушарию. Сглаженная кривая на рис.1 показывает, что начало потепления на территории России приходится на начало 1980-х гг., а для СП в целом – на середину 1970-х гг.

Таблица 1.1

Осредненные по территории России и над сушей СП летние аномалии температуры приземного воздуха: значение в 2013 г. и оценки линейного тренда за 1976-2013 гг. (Базовый период для расчета аномалий: 1961-1990 гг.)

| Регионы | $vT_{2013}, ^\circ C$ | $std_{1961-1990}, ^\circ C$ | $b, ^\circ C/10$ лет | $D \%$ |
|---------|-----------------------|-----------------------------|----------------------|--------|
| Россия | 1.29 | 0.33 | 0.44 | 60 |
| СП | 0.82 | 0.20 | 0.32 | 78 |

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

2. КЛИМАТИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ЛЕТА 2013 г. НА ТЕРРИТОРИИ РОССИИ

На рис. 2.1 и 2.2 представлены карты сезонных и месячных аномалий температуры и осадков на территории России летом 2013 г. На картах указано местоположение станций с экстремумами ниже 5-го выше 95-го перцентилей. В таблицах 2.1 и 2.2 представлены регионально осредненные аномалии температуры и осадков, рассчитанные по значениям станционных аномалий летнего сезона (о процедуре регионального осреднения см. во введении). Для характеристики масштаба аномалий приведены средние квадратические отклонения региональных аномалий за базовый период 1961-1990 гг. Оценки приведены для физико-географических регионов (рис.1) и Федеральных округов (рис.2) Российской Федерации.

Для осадков (табл. 2.2) дополнительно к отклонениям от нормы приведены относительные аномалии, т.е. отношение осредненной по территории региона сезонной суммы осадков к средней по региону сезонной норме, выраженное в процентах. Для характеристики масштаба изменчивости с учетом выраженной асимметрии распределения осадков приведены абсолютные величины разности между медианой и первым и третьим квартилями аномалий, рассчитанные для базового периода. Кроме того, в таблицах приведены значения эмпирической вероятности (вероятность непревышения) региональных аномалий по данным за 1936-2012 годы.

Временные ряды регионально осредненных аномалий температуры и осадков

для каждого из рассматриваемых физико-географических регионов и Федеральных округов РФ представлены в Разделе 4.

Температура воздуха (рис.2.1, табл. 2.1).

Лето для России в целом было теплым, средняя по территории аномалия температуры $+1.29^{\circ}\text{C}$ (пятая величина в ранжированном по убыванию ряду наблюдений: вероятность неперевышения этой аномалии 94.8%).

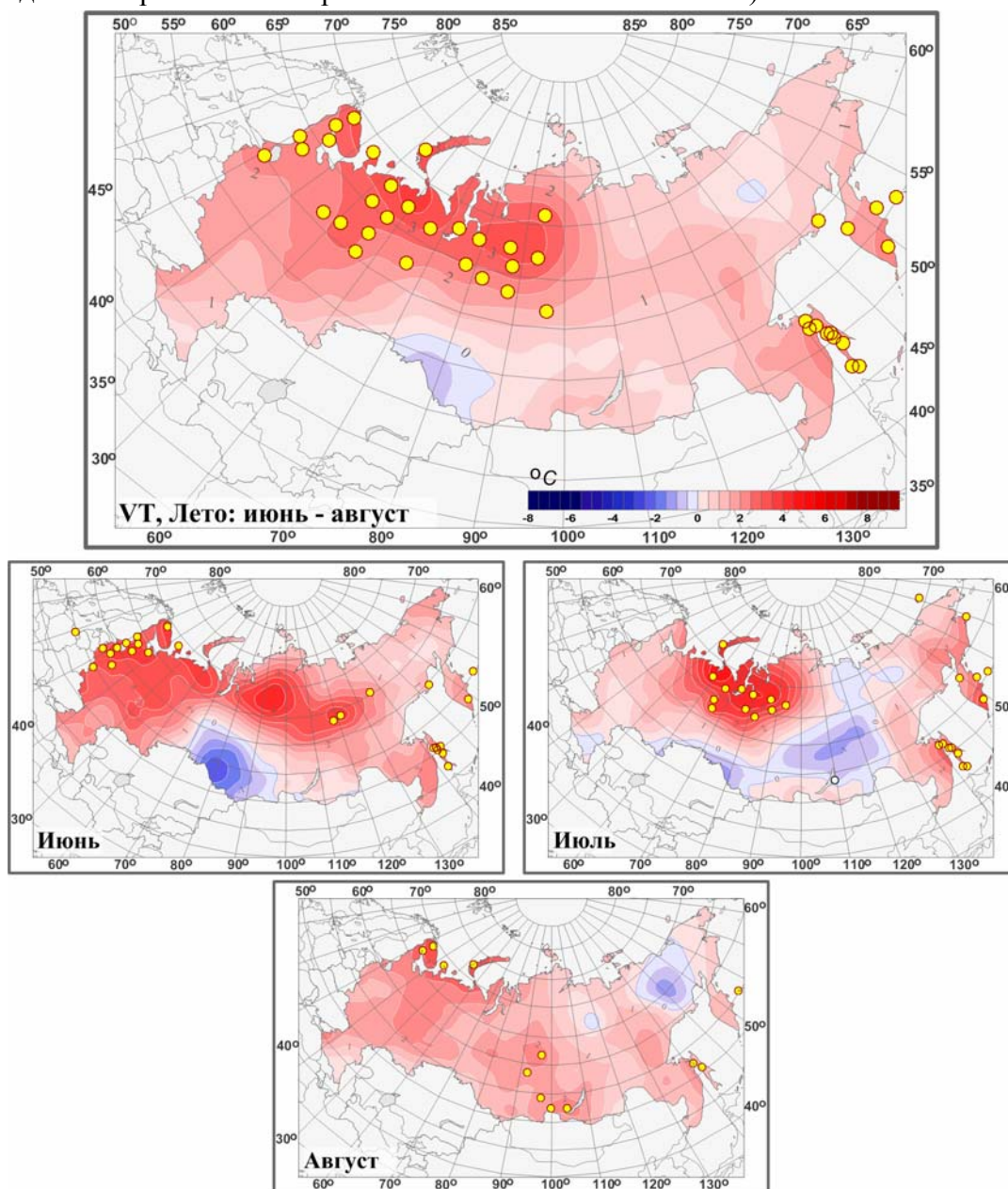


Рисунок 2.1 – Поля средней сезонной и средних месячных аномалий температуры приземного воздуха ($^{\circ}\text{C}$) на территории России летом 2013 г. Аномалии рассчитаны как отклонения от среднего за базовый период 1961-1990 гг. Кружками желтого цвета показано местоположение станционных экстремумов выше 95-го перцентиля

Экстремально теплые условия наблюдались севернее 60 с.ш: на европейской части России (далее ЕЧР), в Западной и Средней Сибири, а также на Сахалине и

Камчатке. На большинстве станций этих районов средняя сезонная температура была выше 95-го перцентиля. Максимальная сезонная аномалия зафиксирована в Ненецком АО на станции Хоседа-Хард (+3.9°C).

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

Осредненные по регионам РФ летние аномалии температуры положительны для всех регионов. Наиболее тепло летом было в регионах: Приамурье и Приморье – сезонная аномалия +1.50°C (пятая величина в ряду наблюдений с 1936 г.), Европейская часть России - аномалия +1.84°C (7-ая положительная величина в ряду). Из федеральных округов следует отметить Северо-Западный ФО - сезонная аномалия +2.42°C (вторая максимальная величина после рекордного 1972 г. (+2.48°C), и Уральский ФО – аномалия +1.85°C (пятая величина в ряду).

Таблица 2.1

Характеристики аномалий температуры летом 2013 г., осредненных по территории физико-географических регионов и федеральных округов РФ

| Регионы | νT_{2013} | $std_{1961-90}$ | $P(t \leq T_{2013})$ |
|--------------------------|----------------|-----------------|----------------------|
| Россия | 1.29 | 0.33 | 94.8 |
| Европейская часть России | 1.84 | 1.00 | 92.2 |
| Западная Сибирь | 1.02 | 0.80 | 87.0 |
| Средняя Сибирь | 1.17 | 0.65 | 86.9 |
| Прибайкалье и Забайкалье | 0.65 | 0.57 | 66.2 |
| Приамурье и Приморье | 1.50 | 0.75 | 94.8 |
| Восточная Сибирь | 1.04 | 0.56 | 84.4 |
| Северо-Западный | 2.42 | 1.17 | 98.7 |
| Центральный | 1.83 | 1.22 | 87.0 |
| Приволжский | 1.60 | 1.19 | 87.0 |
| Южный | 1.40 | 1.04 | 83.1 |
| Северо-Кавказский | 0.89 | 0.76 | 70.1 |
| Уральский | 1.85 | 1.02 | 94.8 |
| Сибирский | 0.74 | 0.48 | 79.2 |
| Дальневосточный | 1.13 | 0.48 | 89.6 |

Примечания: 1. Аномалии νT_{2013} (°C) рассчитаны как отклонения от нормы 1961-1990 гг.; $std_{1961-1990}$ (°C) – среднее квадратическое отклонение за 1961-1990 гг.;

2. Вероятности неперевышения $P(t \leq T_{2013})$ рассчитаны по выборке за 1936-2012 гг. и выражены в %.

3. Жирным курсивом выделены экстремальные значения, попавшие в 5% максимальных.

Июнь. Июнь был преимущественно теплым. Осредненная по территории России аномалия температуры +1.63°C – пятая положительная величина в ряду наблюдений.

Температура выше 95-го перцентиля отмечена на крайнем северо-западе ЕЧР (на станциях Ленинградской, Псковской областей и Карелии, максимальная аномалия +4.2°C в Санкт-Петербурге), на Среднесибирском плоскогорье (+4.6°C на станции

Агата) и на Сахалине (+3.7°C на станции Онор). В среднем по региону ЕЧР аномалия составила +2.73°C – третий максимум в ряду наблюдений с 1936 г.

Отрицательные аномалии температуры наблюдались на Алтае, в Томской, Новосибирской и Омской областях (минимальная аномалия -2.7°C на станции Купино).

Июль. Аномально теплые условия наблюдались на всей европейской территории, на севере Западной и Средней Сибири и вдоль восточного побережья. Температура выше 95-го перцентиля зафиксирована на большинстве станций Северного Урала, в низовьях Оби и Енисея (до +5.2°C, ст. Хоседа-Хард), на Сахалине и Камчатке (до +3.8°C, ст. Петропавловск-Камчатский).

Область отрицательных аномалий вытянулась от границы с Казахстаном, через Иркутскую область и Якутию к побережью моря Лаптевых. Аномалии ниже -1°C наблюдались на Алтае и в верховьях Ангары и Лены.

Август. На большей части территории страны август был очень теплым. Средняя по региону Россия аномалия температуры +1.38°C, третий максимум в ряду наблюдений. Очень тепло вдоль побережья Белого и Баренцева морей. Здесь на отдельных станциях температура была выше 95-го перцентиля (максимальная аномалия зафиксирована в Мурманске: +3.5°C). Аномалии выше 95-го перцентиля наблюдались также на ряде станций Красноярского края (до +2.6°C, ст. Байкит) и на Сахалине. Область отрицательных аномалий отмечена в бассейне р. Индигирка и Магаданской области (до -1.8°C на ст. Зырянка).

Атмосферные осадки (рис. 2.2, табл. 2.2).

Для территории России в целом летняя аномалия осадков составила +2.2 мм/месяц (относительная аномалия 103% нормы). Аномалии осадков, осредненные по территории РФ, в июне, июле и в августе были близки к норме: -1.2 мм/месяц (98% нормы), +6.2 мм/месяц (109%), +1.3 мм/месяц (102%), соответственно.

В поле осадков (рис. 2.2) выделяется обширная область избытка осадков на большей части территории Дальнего Востока России и вдоль южной границы России, от Краснодарского края до Иркутской области. На многих станциях количество выпавших осадков превысило 95-й перцентиль. На станциях: Тыгда, Верхнеуральск, Томпо, Олекминск выпало более двух сезонных норм осадков.

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

Регионально осредненные сезонные аномалии осадков (табл. 2.2) согласуются с описанными географическими распределениями: в регионах ЕЧР и Западной Сибирь аномалии отрицательны, в восточных регионах – положительны.

В частности, в регионе Восточная Сибирь осадки выше нормы на 26% (средняя аномалия +13.6 мм/месяц, третья максимальная величина в ряду наблюдений), а в регионе Приамурье и Приморье выпало в среднем 120% нормы (+20.8 мм/месяц, 9-ая максимальная величина в ряду наблюдений). Из федеральных округов следует

отметить Уральский ФО, где выпало осадков 76% нормы (аномалия -15.5 мм/месяц, пятый минимум с 1936 г.). В Дальневосточном ФО, напротив, средняя по региону сезонная аномалия осадков составила 123% нормы ($+15$ мм/месяц). Это третья максимальная величина в ряду наблюдений.

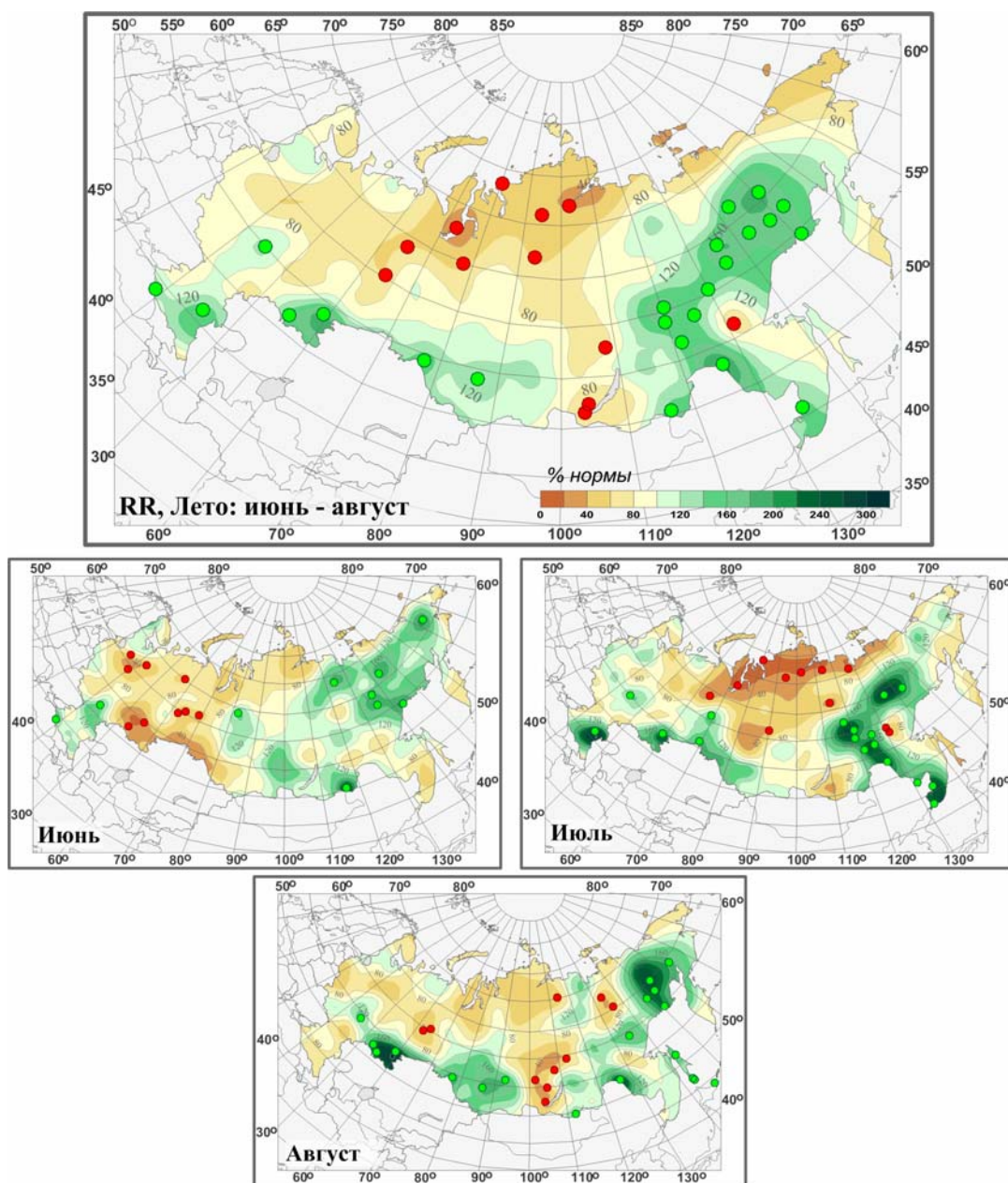


Рисунок 2.2 – Поля аномалий сезонных и месячных сумм осадков (в процентах от нормы за 1961-1990 гг.) на территории России летом 2013 (июнь-август).

Кружками красного цвета показаны стационарные экстремумы ниже 5-го перцентиля, зеленого – выше 95-го перцентиля.

Таблица 2.2

Характеристики аномалий количества осадков летом 2013 г., осредненных по территории физико-географических регионов и федеральных округов РФ

| Регионы | νR_{2013} | RR_{2013} | m | $m-q1$ | $q3-m$ | $P(r \leq R_{2013})$ |
|--------------------------|----------------|-------------|-------------|------------|------------|----------------------|
| Российская Федерация | 2.2 | 103 | -0.8 | 1.4 | 2.6 | 70.1 |
| Европейская часть России | -4.0 | 94 | -1.4 | 1.8 | 6.3 | 29.9 |
| Западная Сибирь | -5.5 | 91 | 0.8 | 5.9 | 5.1 | 18.2 |
| Средняя Сибирь | 0.4 | 101 | -0.8 | 2.9 | 5.2 | 35.1 |
| Прибайкалье и Забайкалье | 2.8 | 104 | -0.1 | 6.9 | 4.6 | 58.4 |
| Приамурье и Приморье | 20.8 | 120 | 1.8 | 12.0 | 11.3 | 89.6 |
| Восточная Сибирь | 13.6 | 126 | -0.1 | 3.6 | 3.8 | 97.4 |
| Северо-Западный | -10.7 | 84 | 0.2 | 4.9 | 5.9 | 19.5 |
| Центральный | -7.7 | 89 | -2.0 | 8.3 | 12.8 | 33.8 |
| Приволжский | 0.9 | 101 | -0.4 | 6.5 | 7.5 | 59.7 |
| Южный | 4.5 | 109 | -2.2 | 6.3 | 10.7 | 68.8 |
| Северо-Кавказский | 1.1 | 102 | -1.8 | 6.1 | 9.2 | 55.8 |
| Уральский | -15.5 | 76 | 1.4 | 6.9 | 4.6 | 5.2 |
| Сибирский | -0.6 | 99 | -0.4 | 3.1 | 4.3 | 33.8 |
| Дальневосточный | 15.0 | 123 | -0.4 | 3.6 | 3.8 | 97.4 |

Примечание: Аномалии νR (мм/месяц) рассчитаны как отклонения от нормы 1961-1990 гг., $RR(\%)$ - отношение R_{2013} к норме, $q1$, $q3$ и m – соответственно первый, третий квартиль и медиана аномалий (мм/месяц) за 1961-1990 гг. Вероятности непревышения $P(r \leq R_{2013})$ рассчитаны по выборке за 1936-2012 в %. Выделены значения, попавшие в 5% экстремальных.

Июнь. Избыток осадков наблюдался на юге ЕЧР. На станциях: Балашов и Туапсе выпало более 150% нормы осадков.

Большая часть Восточной Сибири была занята избытком осадков. В среднем течении Енисея на станции Толька осадки составили 186% нормы. В Иркутской, Читинской, Магаданской областях, на большей части Якутии и Чукотки, на севере Хабаровского края на ряде станций количество выпавших осадков составило более двух норм.

На большей части ЕЧР, на севере Западной и Средней Сибири наблюдался дефицит осадков (в Уфе и Сорочинске выпало лишь 11% нормы). На некоторых станциях количество выпавших осадков меньше 5-го перцентиля.

Июль. Значительный избыток осадков (более двух норм) занимает обширную территорию на Дальнем востоке России и на юге ЕЧР и Западной Сибири. На многих станциях выпало осадков более 95-го перцентиля. Осредненная по региону Приамурье и Приморье средняя июльская аномалия осадков составила 148% нормы (+55.3 мм/месяц) – третья максимальная величина в ряду наблюдений.

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

Август. Область дефицита в целом на территории России расширилась (в основном, на ЕЧР), но значительно ослабла на севере Западной и Средней Сибири (до 60%) и усилилась в Иркутской области и в Якутии (до 40% и ниже)

Избыток осадков (более 120% нормы) наблюдался в центральных районах ЕЧР (237% нормы в Саранске) и далее на Южном Урале (более трех норм в Верхнеуральске), в Омской области, на Алтае и в Саянах (более двух с половиной норм в Киселевске). Значительный избыток осадков наблюдался также в Дальневосточных районах, прилегающих к Охотскому морю (276% нормы в Магадане, 239% нормы – в Южно-Курильске), где на ряде станций выпали осадки более 95-го перцентиля. Осредненная по региону Восточная Сибирь средняя августовская аномалия осадков составила 132% нормы (+19.4 мм/месяц) – шестая величина в ряду наблюдений.

Дефицит осадков менее 80% нормы в течение третьего месяца сохраняется на ЕЧР и Среднем Урале (29% нормы на станции Шаим), в Ямало-Ненецском АО, в Красноярском крае. На станциях Прибайкалья выпало менее 30% нормы. Дефицит осадков (менее 80% нормы) наблюдался также на востоке Якутии (17% нормы в Верхоянске), в Южном и Северо-Кавказском ФО.

3. ТЕНДЕНЦИИ СОВРЕМЕННЫХ ИЗМЕНЕНИЙ КЛИМАТА НА ТЕРРИТОРИИ РОССИИ (летний сезон)

В данном разделе рассматриваются основные тенденции в изменении метеорологических величин с начала современного потепления, т.е. с середины 1970-х гг., для летнего сезона в целом и для каждого из летних месяцев. В таблице 3.1 приведены региональные (для территории России в целом) оценки линейного тренда температуры и осадков за 1976-2013 гг. (сезонные и для каждого месяца).

Таблица 3.1

Оценки линейного тренда температуры приземного воздуха и суммы осадков, осредненных по территории России, за 1976-2013 гг. (летний сезон)

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

| Сезон | Температура | | Осадки | |
|--------|-----------------------|--------------|---------------------------|--------------|
| | <i>b</i> °C/10 лет | <i>D</i> , % | <i>b</i> мм/мес/10 лет | <i>D</i> , % |
| Лето | 0.44 | 60 | 0.3 | 2 |
| Июнь | 0.46 | 41 | 0.7 | 4 |
| Июль | 0.47 | 47 | -0.8 | 2 |
| Август | 0.39 | 44 | 1.0 | 6 |

На рис. 3.1 и 3.3 представлено географическое распределение коэффициентов линейного тренда температуры приземного воздуха и количества атмосферных осадков

на территории России за 1976-2013 гг., а на рис. 3.2, 3.4 – временные ряды осредненных по территории России сезонных и месячных аномалий температуры и осадков за 1936-2013 гг.

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

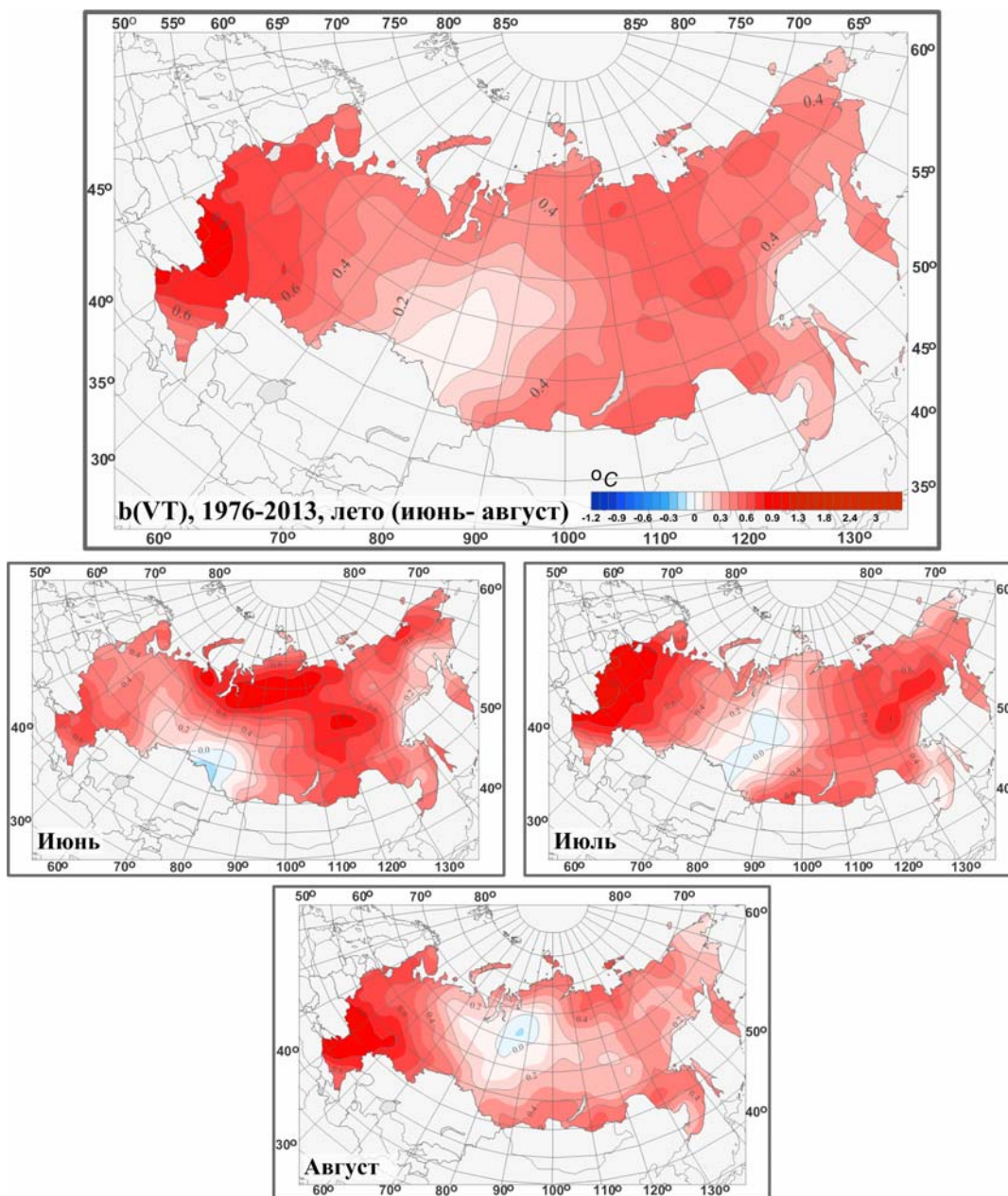


Рисунок 3.1 – Распределение локальных коэффициентов линейного тренда сезонных и месячных аномалий температуры (°C/10 лет) на территории России по данным за 1976-2013 (лето).

На всей территории страны отмечается потепление летних сезонов, наиболее значительное на ЕЧР в Якутии и в Забайкалье (до +0.6°C/10 лет). Область слабого

потепления (до $+0.2^{\circ}\text{C}/10$ лет) отмечается в Западной и Средней Сибири. Однако локализация этой области от месяца к месяцу существенно менялась. На отдельных станциях получены слабые отрицательные значения трендов (до $-0.1^{\circ}\text{C}/10$ лет в июне)

Тренд средней по России летней температуры за период 1976-2013 гг. положителен: он составляет $+0.44^{\circ}\text{C}/10$ лет, объясняет 60% межгодовой изменчивости (табл. 3.1). Тренд примерно одинаков во все месяцы сезона и во всех случаях значим на 1%-м уровне. Сезонная температура с середины 1970-х гг. росла практически монотонно. В июле с 1998-х гг. наблюдается замедление роста температуры (сглаженная кривая на рис. 3.3).

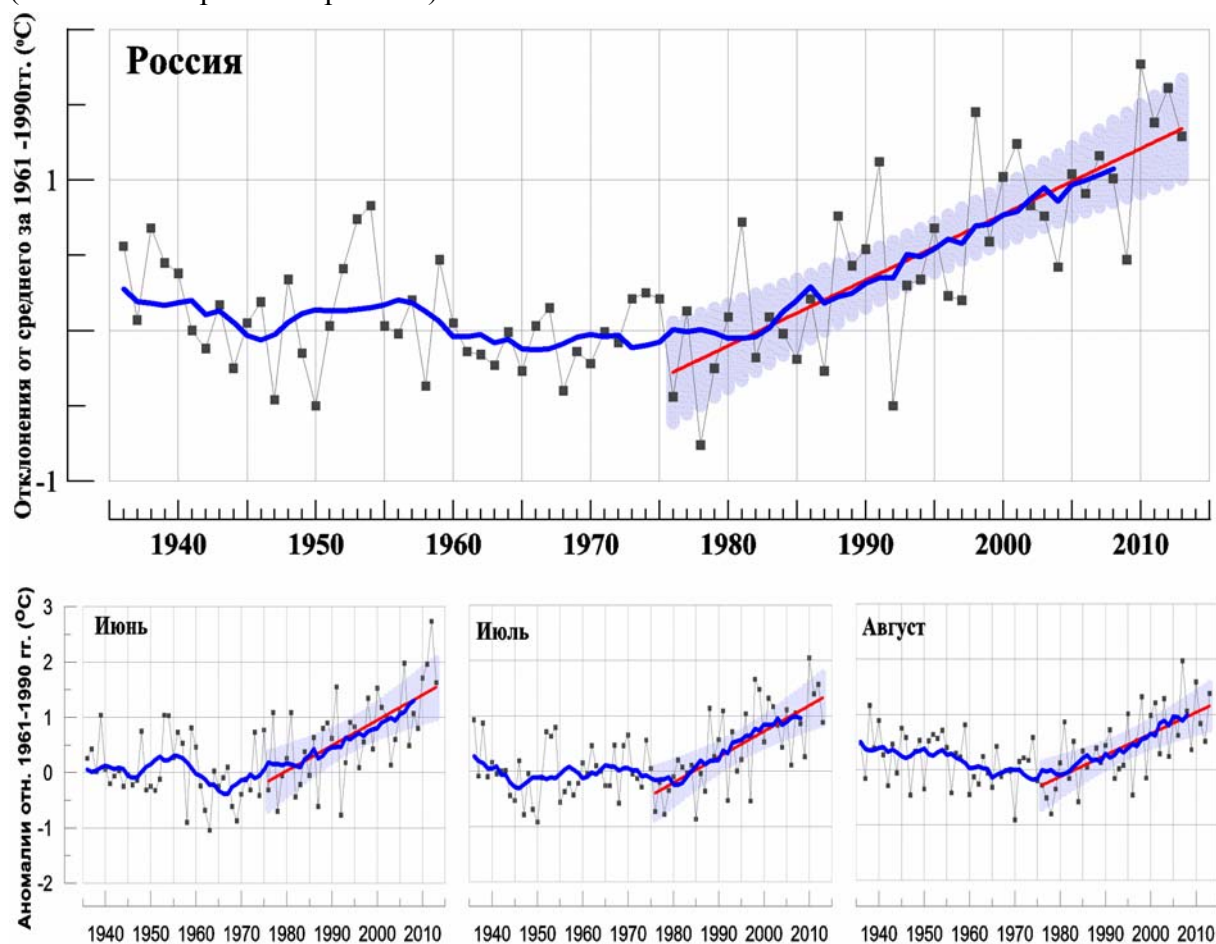


Рисунок 3.2 Аномалия средней сезонной (вверху) и для месяцев сезона температуры приземного воздуха ($^{\circ}\text{C}$) осредненная по территории РФ.

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

В изменении сумм осадков в течение всего летнего сезона (рис. 3.3) преобладает тенденция к их слабому уменьшению на европейской территории России, и к увеличению в азиатской части.

Наиболее интенсивное уменьшение осадков отмечается в июле: на европейской территории России (кроме северных районов), в Западной Сибири, на Таймыре, на Чукотке и в Магаданской области, на Камчатке и в Хабаровском крае (до $10\%/10$ лет). В июне и августе эта тенденция выражена слабее.

Тенденция к увеличению осадков наиболее заметна на севере ЕЧР (в основном, в июле), Среднесибирском плоскогорье (за счет июля и августа), в Якутии (в течение всего сезона), в Магаданской области (в июне и августе), в Иркутской области (в основном, в июне). Скорость увеличения осадков преимущественно не превышает 10%/10 лет, но в отдельных районах достигает 15%/10 лет.

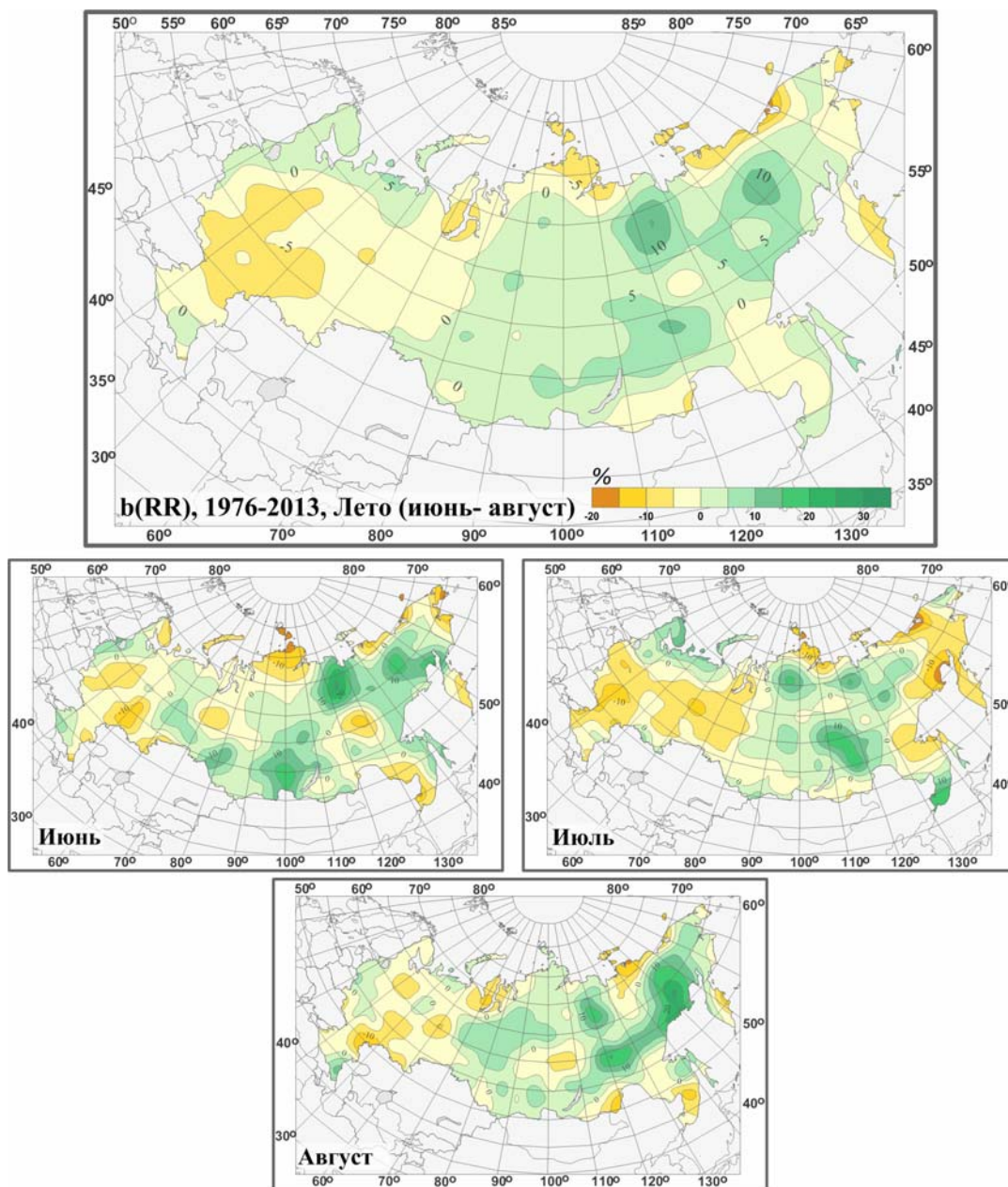


Рисунок 3.3 – Распределение локальных коэффициентов линейного тренда сезонных и месячных аномалий осадков (% нормы /10 лет) на территории России по данным за 1976-2013 (лето).

Тренды сумм осадков, в целом для России, сезонных и каждого месяца, незначимы даже на уровне 5%. Тренд сезонных сумм осадков составляет +0.3 мм/месяц/10 лет и объясняет 2% межгодовой изменчивости. Увеличение осадков происходит в июне и августе, начало его относится к 1970-м годам, хотя тренды

незначимы. В июле тренд осадков отрицателен, но также не значим. Во все месяцы наблюдаются выраженные долгопериодные колебания изменения осадков с периодами в несколько десятилетий.

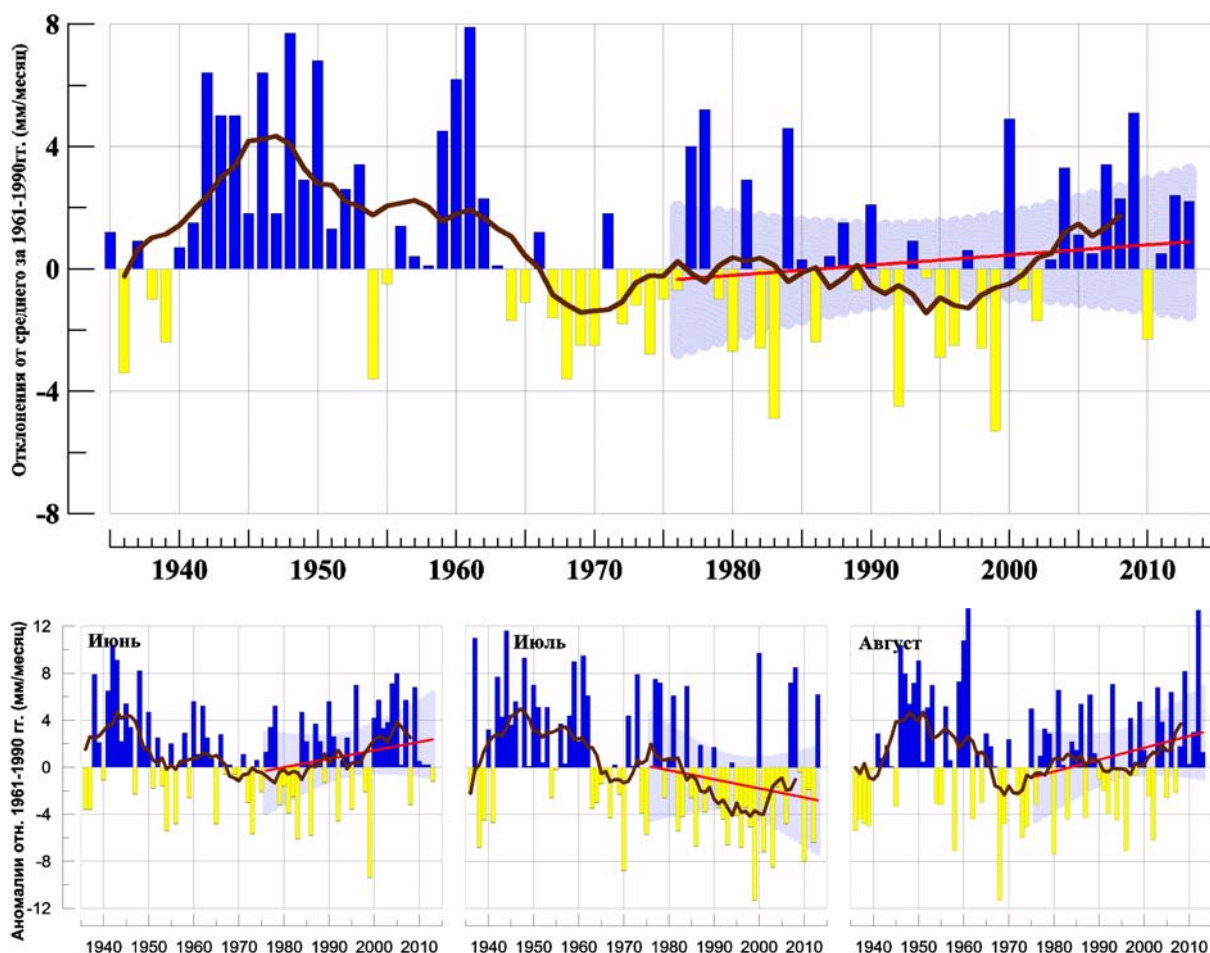


Рисунок 3.4 – То же, что на рис. 3.2, но для атмосферных осадков (мм/мес).

4. ИЗМЕНЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ И ОСАДКОВ ЛЕТНЕГО СЕЗОНА В РЕГИОНАХ РОССИИ, 1936-2013 гг.

В разделе анализируется характер изменения регионально-осредненных аномалий температуры и осадков для физико-географических регионов России и Федеральных округов. На рис. 4.1, 4.3 приведены временные ряды осредненных по регионам средних за летний сезон аномалий среднемесячной температуры приземного воздуха ($^{\circ}\text{C}$) и месячных сумм осадков (мм/месяц) за 1936 – 2013 гг. На всех рисунках показаны линейные тренды за 1976-2013 гг., рассчитанные методом наименьших квадратов, и их 95%-ая доверительная область. Соответствующие коэффициенты трендов и объясненная трендами доля дисперсии анализируемых временных рядов представлены в таблице 4.1 для обеих климатических переменных.

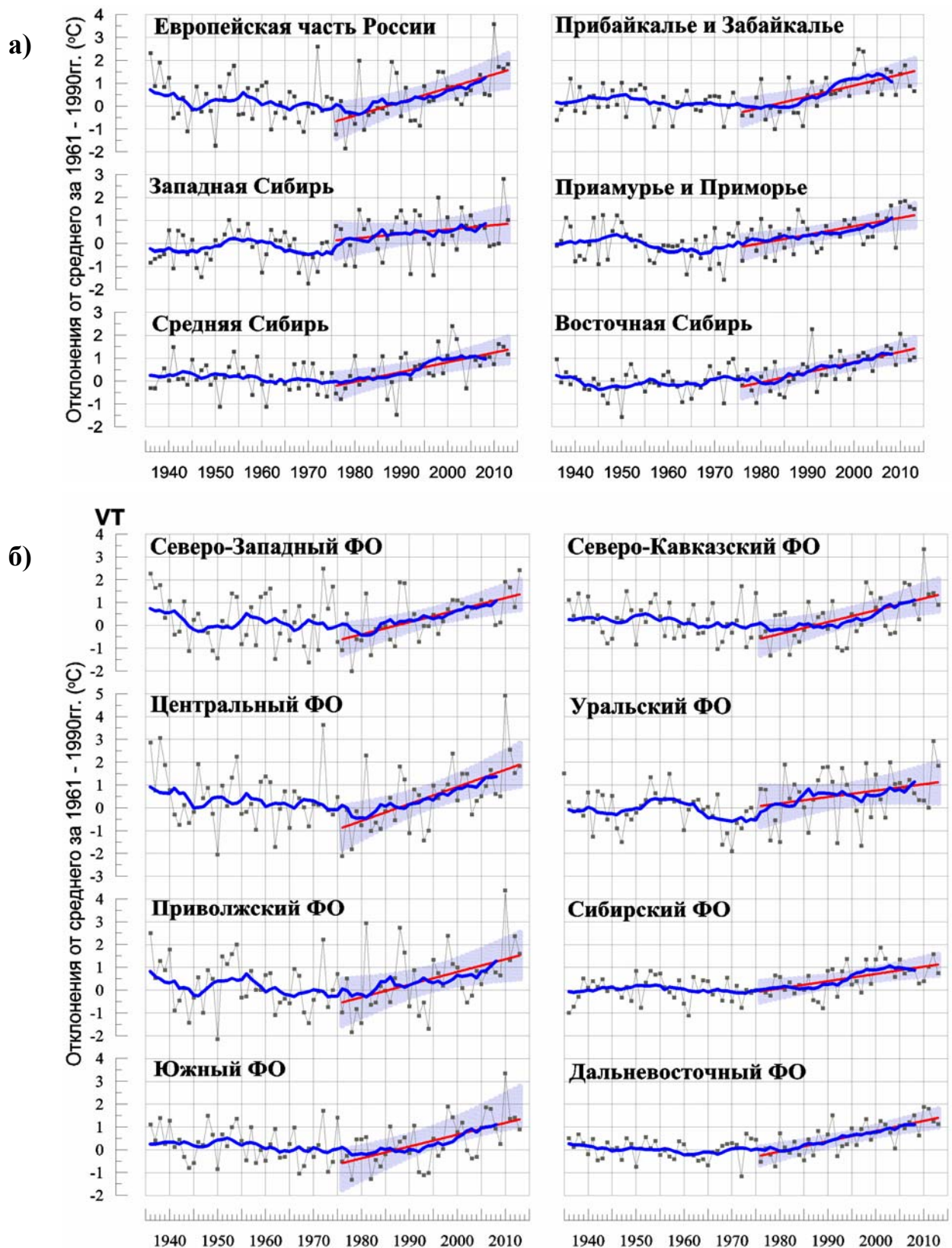


Рисунок 4.1 - Сезонные аномалии температуры приземного воздуха ($^{\circ}\text{C}$), осредненные по территории физико-географических регионов РФ (лето).

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

Во всех регионах в среднем за период 1976-2013 гг. наблюдается выраженное потепление летних сезонов. Исключение составляют Западная Сибирь и Уральский ФО, где эта тенденция в 2-3 раза слабее, чем в других регионах, и статистически незначима. В большинстве регионов между 1940 – 1960 гг. наблюдался максимум температуры, который, однако, не достигал современного уровня.

В изменениях регионально осредненных аномалий осадков летнего сезона (рис. 4.2, 4.3) монотонных тенденций за период современного потепления (с 1976 г.) четко не прослеживается, кроме региона Средняя Сибирь (и Сибирского ФО), где тенденция к увеличению осадков значима на уровне 5%.

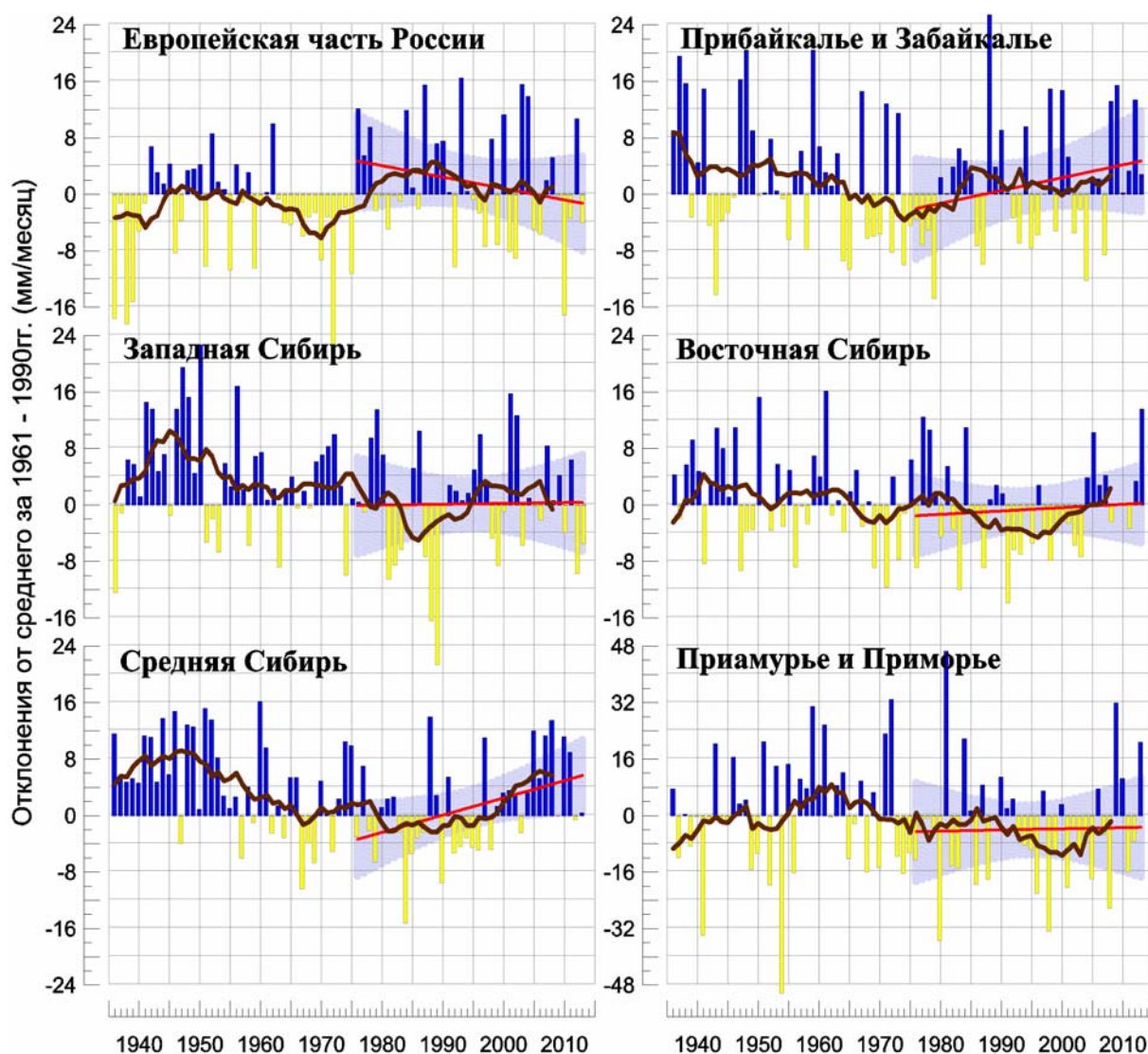


Рисунок 4.2 – Средние за сезон (лето) аномалии месячных сумм осадков (мм/месяц), осредненные по территории физико-географических регионов России. Условные обозначения см. на рис. 4.1.

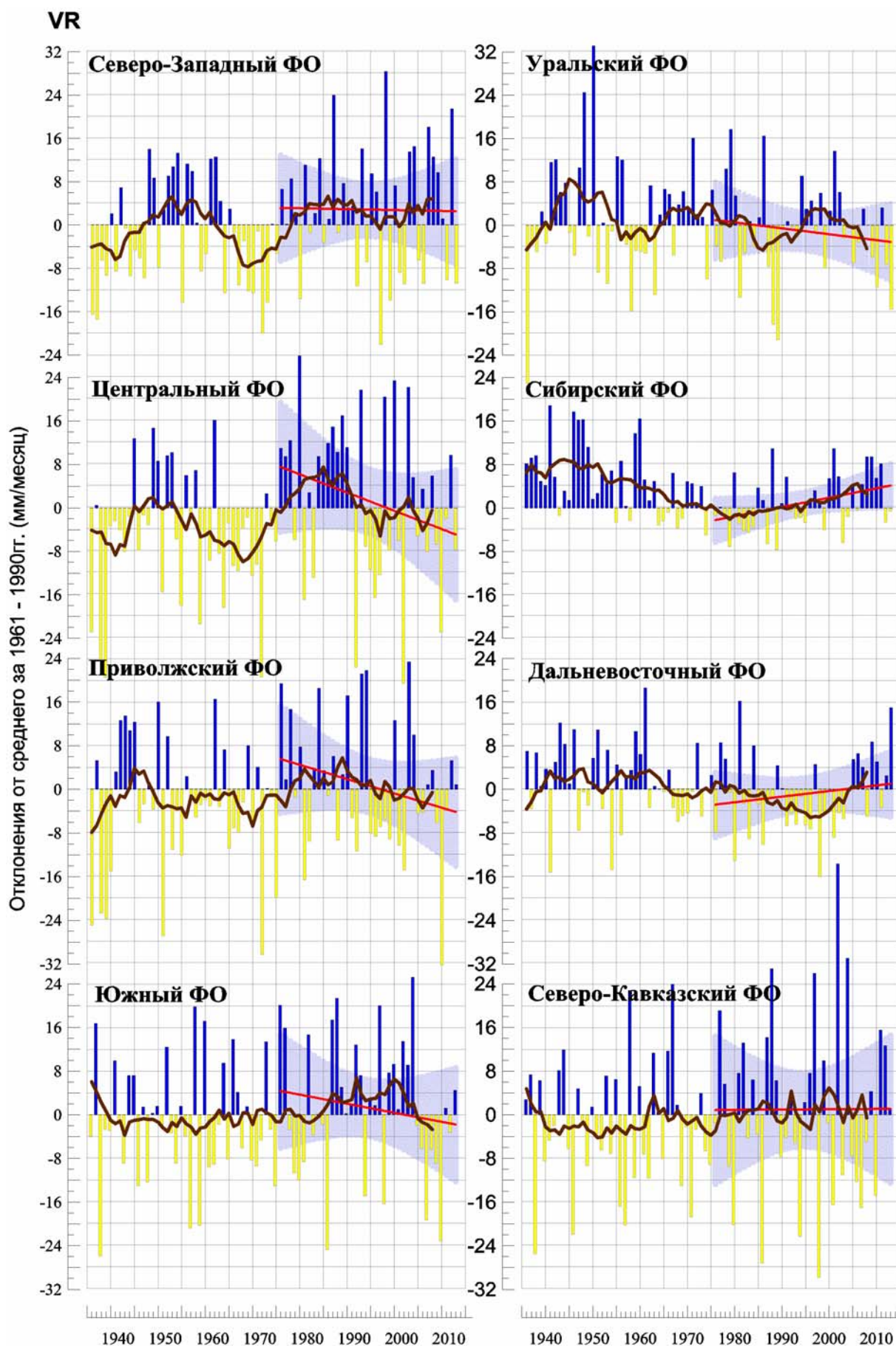


Рисунок 4.3 – См. рис. 4.2, но для федеральных округов РФ

Таблица 4.1

Оценки линейного тренда осредненных по территории России среднесезонных аномалий температуры приземного воздуха и сумм осадков за 1976-2013 гг. (лето), *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 | 60 | 0.3 | 0.5 | 2 |
| Физико-географические регионы России | | | | | |
| Европейская часть России | 0.60 | 37 | -1.6 | -2.5 | 5 |
| Западная Сибирь | 0.20 | 6 | 0.1 | 0.3 | 0 |
| Средняя Сибирь | 0.43 | 34 | 2.4 | 4.6 | 16 |
| Прибайкалье и Забайкалье | 0.48 | 39 | 1.8 | 2.3 | 5 |
| Приамурье и Приморье | 0.37 | 33 | 0.3 | 0.4 | 0 |
| Восточная Сибирь | 0.45 | 43 | 0.5 | 0.9 | 1 |
| Федеральные округа РФ | | | | | |
| Северо-Западный ФО | 0.53 | 36 | -0.2 | -0.2 | 0 |
| Центральный ФО | 0.75 | 36 | -3.3 | -4.6 | 6 |
| Приволжский ФО | 0.56 | 21 | -2.6 | -4.5 | 6 |
| Южный ФО | 0.76 | 40 | -1.6 | -3.4 | 2 |
| Северно-Кавказский ФО | 0.52 | 32 | 0.0 | 0.1 | 0 |
| Уральский ФО | 0.28 | 8 | -1.1 | -1.7 | 2 |
| Сибирский ФО | 0.32 | 31 | 1.7 | 2.7 | 14 |
| Дальневосточный ФО | 0.45 | 55 | 1.0 | 1.6 | 3 |

5. ОЦЕНКИ ЭКСТРЕМАЛЬНОСТИ И АНОМАЛЬНОСТИ КЛИМАТА РОССИИ, 1936-2013 гг. (летний сезон)

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

Температура. Летом 2013 года 55% площади территории России были заняты крупными положительными аномалиями, тогда как площадь областей отрицательных аномалий составила лишь 1% (рис. 5.1).

В изменении площади под крупными положительными аномалиями тренд за период 1976-2013 составляет 12%/10 лет (доля объясненной трендом дисперсии ряда 49%).

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.

Доля площади РФ (в процентах) с крупными сезонными (лето) аномалиями температуры (ниже 20-го перцентиля: синие столбики, выше 80-го перцентиля: красные столбики, суммарная площадь с крупными аномалиями: серые столбики) . Перцентилю рассчитаны за 1936-2013 гг.

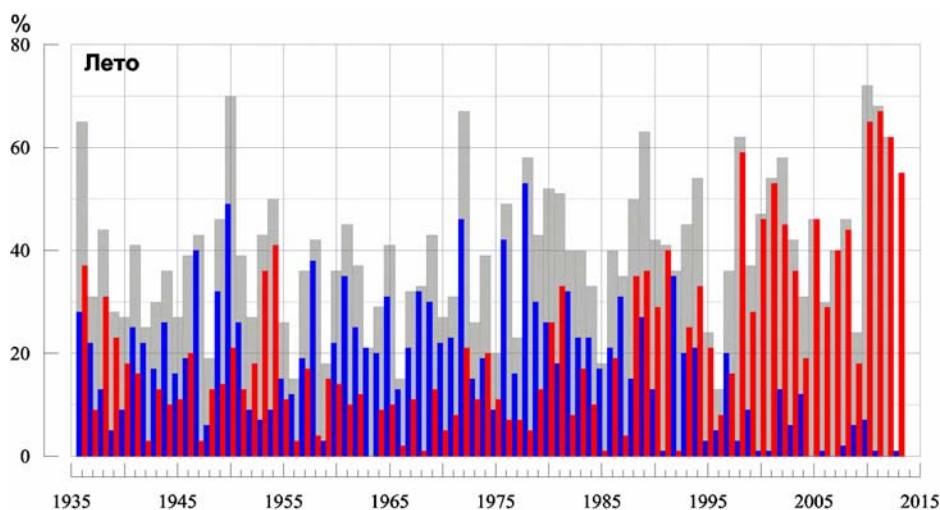


Рисунок 5.1 – Доля площади РФ (в процентах) с крупными сезонными аномалиями температуры, 1936-2013 гг. (лето):

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

На рис.5.2 представлены временные ряды доли площади под экстремальными (выше 2σ и ниже -2σ) аномалиями сезонной температуры (в предположении гауссовости распределения вероятность таких экстремумов примерно равна 2.3% процента для каждого хвоста распределения).

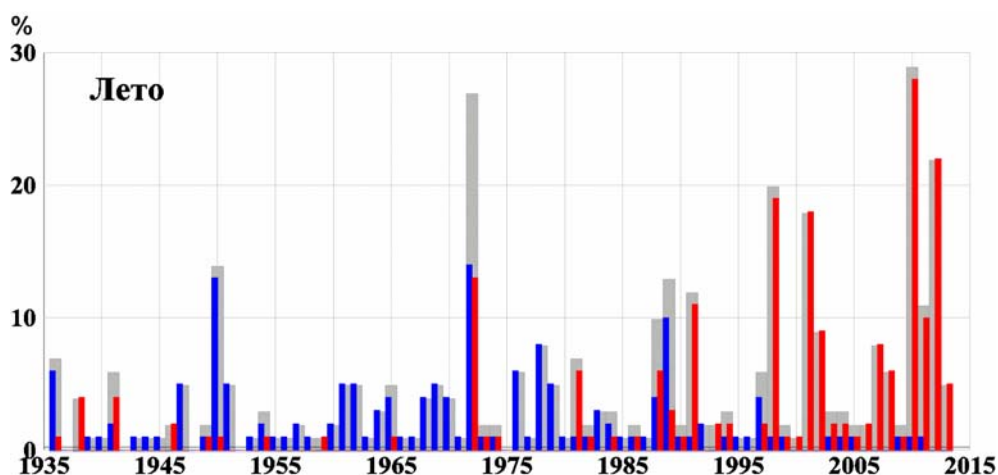


Рисунок 5.2 - Доля площади РФ с экстремальными сезонными аномалиями температуры (меньше -2σ : синие столбики, больше $+2\sigma$: красные столбики; суммарная площадь: серые столбики) летом, 1936-2013 гг. Базовый период для расчета статистик: 1961-1990 гг.

В 2013 году доля площади, занятая экстремально теплыми аномалиями составила 5%, а экстремально холодных аномалий такого уровня на территории России

не наблюдалось. Экстремально холодные летние сезоны наблюдались: в 1950 (13% площади), в 1972 (14%), в 1989 (10%). После 1997 г. преобладают экстремумы тепла, в том числе: в 2010 (28% площади), в 2012 (22%), в 1998 (19%), в 2001 (18%), в 1972 г. (13%), в 1991 (11%). Отметим, что в 1972 г. доля площади под экстремально высокими и низкими температурами практически одинакова.

Анализ изменений индекса аномальности Багрова (рис. 5.3) показывает, что с 1970-х гг. аномальность температурного режима на территории РФ в летний сезон растет – тренд за 1976-2013 гг. объясняет 38% общей дисперсии ряда.

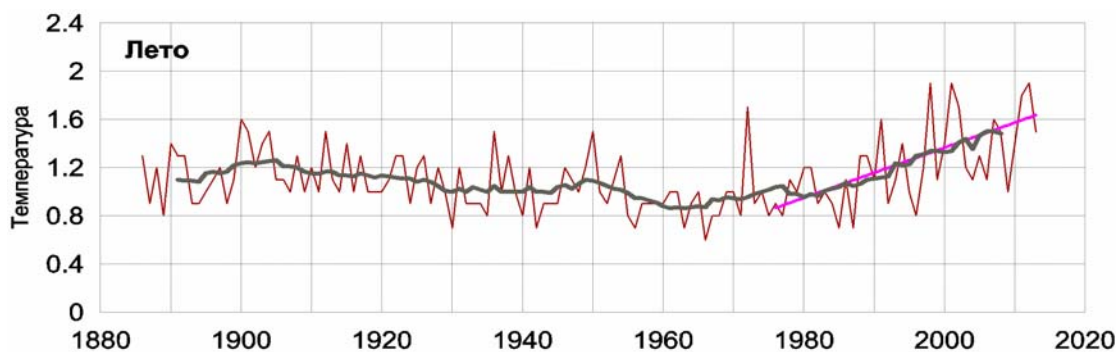


Рисунок 5.3. - Индекс аномальности температурного режима (индекс Багрова) на территории России летом 1886-2013 гг.

Осадки. Летом 2013 года площадь, занятая экстремальными аномалиями осадков меньше 20-го перцентиля (дефицит осадков), составила 17%, а занятая аномалиями больше 80-го перцентиля - 23% (избыточное увлажнение). Для осадков (рис. 5.4) характерно чередование периодов преобладания областей избытка (1940-1960 гг.) и дефицита (1965-1986 гг.) осадков. С начала 2000-х гг. заметно преобладают крупные аномалии осадков больше 80 перцентиля. Явного роста суммарной площади с крупными аномалиями меньше 20-го перцентиля и больше 80-го перцентиля после 1976 г. не наблюдается.

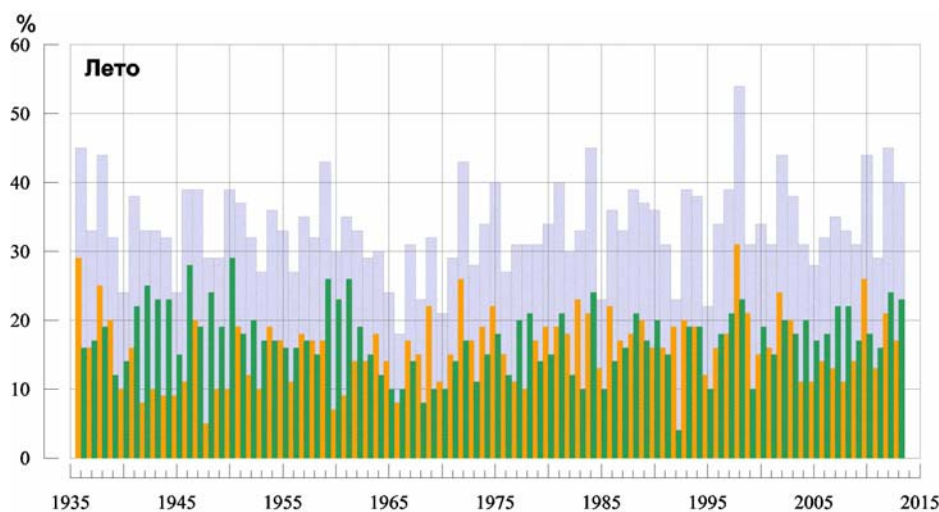


Рисунок 5.4 – Доля площади РФ (в процентах) с крупными сезонными аномалиями осадков, 1936-2013 гг. (лето):

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

ВЫВОДЫ

1. Лето 2013 г. для России в целом было теплым, средняя по территории аномалия температуры $+1.29^{\circ}\text{C}$ (пятая величина в ранжированном по убыванию ряду наблюдений, вероятность непревышения 94.8%). Четыре предыдущих максимума осуществились в 2010, 2012, 1998, 2011 годах.

Экстремально теплые условия наблюдались севернее 60 с.ш. на ЕЧР и в Западной Сибири, на Сахалине и Камчатке. На большинстве станций этих районов средняя сезонная температура была выше 95-го перцентиля.

Положительные аномалии температуры преобладали на большей части территории на протяжении всего сезона. Температура ниже нормы наблюдалась на Алтае (аномалии до -1.1°C) и в среднем течении р. Индигирка.

Летом 2013 года 55% площади территории России были заняты крупными положительными аномалиями температуры (выше 80-го перцентиля), тогда как площадь областей отрицательных аномалий (ниже 20-го перцентиля) составила лишь 1%.

Из регионов наиболее теплыми были ЕЧР ($+1.84^{\circ}\text{C}$, ранг 7) и Приамурье и Приморье ($+1.50^{\circ}\text{C}$, ранг 5), из федеральных округов – Северо-Западный ФО ($+2.42^{\circ}\text{C}$, вторая величина после рекордного 1972 г.) и Уральский ФО ($+1.85^{\circ}\text{C}$, ранг 5).

2. В целом по России линейный тренд летней температуры воздуха за период 1976-2013 гг. положителен: он составляет $+0.44^{\circ}\text{C}/10$ лет, объясняет 60% межгодовой изменчивости. Тренд примерно одинаков во все месяцы летнего сезона и значим на 1%-м уровне.

Наиболее значительное потепление летних сезонов (до $+0.6^{\circ}\text{C}/10$ лет) отмечается на ЕЧР, в Якутии и в Забайкалье. Напротив, слабое потепление (до $+0.2^{\circ}\text{C}/10$ лет) отмечается в Западной и Средней Сибири. Однако локализация этой области от месяца к месяцу существенно менялась. На отдельных станциях получены слабые отрицательные значения трендов (до $-0.1^{\circ}\text{C}/10$ лет в июне)

Площадь территорий под крупными положительными аномалиями существенно увеличилась с конца 1990-х гг., тренд за период 1976-2013 составляет 12% площади РФ/10 лет (доля объясненной трендом дисперсии ряда 49%).

3. Для территории России в целом количество осадков в течение всего летнего сезона было близко к норме. Однако в регионах ЕЧР и Западная Сибирь в целом за сезон отмечался дефицит осадков, а в восточных регионах осадков выпало значительно больше нормы. Максимальное количество осадков выпало на Дальневосточной территории России (до двух и более сезонных норм). Дефицит осадков (менее 60% нормы) сохранялся в течение всего сезона практически на всей ЕЧР и в Западной и Средней Сибири. Из федеральных округов следует отметить Уральский ФО (76% нормы, аномалия -15.5 мм/месяц) и Дальневосточный ФО (123% нормы, аномалия $+15$ мм/месяц, третья максимальная величина в ряду наблюдений).

Площадь, занятая экстремальными аномалиями, составила 17% (менее 20-го перцентиля – дефицит осадков) и 23% (более 80-го перцентиля - избыток осадков). В последние годы (с начала 2000-х гг.) преобладают осадки значительно выше нормы.

4. В изменении сумм осадков летнего сезона преобладает тенденция к их слабому уменьшению западнее 80° в.д. (кроме северных районов ЕЧР) и к увеличению осадков восточнее 80° в.д. Тенденция к уменьшению осадков наиболее заметна в июле (до 10%/10 лет). Наиболее интенсивное увеличение осадков (10-15%/10 лет) отмечается в Якутии (в течение всего сезона), в Магаданской области (в июне и августе), в Иркутской области (в июне) и в Приморском крае (в июле)

В изменениях регионально осредненных аномалий осадков летнего сезона однонаправленных тенденций за период с 1976 г. не прослеживается, кроме региона Средняя Сибирь (и Сибирского ФО), где тенденция к увеличению осадков значима на 5%-м уровне.

ПРИЛОЖЕНИЕ

Федеральная служба
по гидрометеорологии и мониторингу
окружающей среды

Российская
Академия Наук

ФГБУ «Институт Глобального климата и экологии»

Климатические особенности лета 2013 г. на территории Республики Беларусь

ЛЕТО 2013



ВВЕДЕНИЕ

В настоящем Приложении* приводится информация о состоянии приземного климата (температура приземного воздуха и атмосферные осадки) летом 2013 г. и о наиболее значительных климатических аномалиях этого периода на территории Республики Беларусь. Работа выполняется в рамках сотрудничества по программе Союзного государства "Совершенствование системы обеспечения населения и отраслей экономики Российской Федерации и Республики Беларусь информацией о сложившихся и прогнозируемых погодных-климатических условиях, состоянии и загрязнении природной среды".

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

Таблица 1.

Список используемых станций Республики Беларусь.

| | Название | № ВМО | широта | Долгота | высота |
|---|------------|-------|--------|---------|--------|
| 1 | Витебск | 26666 | 55.20 | 30.20 | 169 |
| 2 | Минск | 26850 | 53.90 | 27.50 | 234 |
| 3 | Могилев | 26863 | 53.90 | 30.30 | 180 |
| 4 | Брест | 33008 | 52.10 | 23.70 | 144 |
| 5 | Пинск | 33019 | 52.10 | 26.10 | 144 |
| 6 | Василевичи | 33038 | 52.30 | 29.80 | 140 |
| 7 | Гомель | 33041 | 52.40 | 31.00 | 138 |

Под аномалиями температуры в бюллетене понимаются отклонения наблюдаемого значения от нормы, то есть от средней за базовый период 1961-1990 гг. Аномалии осадков рассматриваются как в отклонениях от нормы (аналогично температуре), так и в процентах от нормы (процентное отношение количества выпавших осадков к соответствующему значению нормы). Дополнительно приводится «вероятность непревышения» текущего значения во временном ряду рассматриваемой переменной за некоторый период с 1936 по 2012 гг. (доля значений временного ряда, меньших либо равных текущему значению).

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

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

среднее (среднее арифметическое из значений аномалий на попавших в эту ячейку станциях). На втором этапе выполняется взвешенное осреднение «ячеечных» средних с весами, пропорциональными площади пересечения ячейки с территорией региона. Все расчеты, включая определение принадлежности ячейки к региону, площади их пересечения и ячеечных 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 2013 г.

Летом 2013 г. сезонная аномалия температуры воздуха, осредненная по территории Беларуси, составила +1.93°C (десятая величина в ранжированном по убыванию ряду наблюдений с 1936 г.), аномалия осадков -12.6 мм/месяц (ранг 60).

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 2013 г.

| | <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 2013</i> | <i>18.9</i> | <i>18.7</i> | <i>18.1</i> | <i>19.4</i> | <i>19.3</i> | <i>19.1</i> | <i>20.2</i> |
| Июнь | 19.5 | 19.3 | 19.1 | 19.0 | 19.5 | 19.9 | 21.2 |
| Июль | 18.8 | 18.6 | 17.7 | 19.6 | 19.2 | 19.1 | 20.0 |
| Август | 18.3 | 18.1 | 17.6 | 19.5 | 19.2 | 18.3 | 19.4 |
| б) аномалия температуры (град. Цельсия) | | | | | | | |
| <i>Лето 2013</i> | <i>2.57</i> | <i>2.01</i> | <i>1.53</i> | <i>1.99</i> | <i>2.29</i> | <i>1.65</i> | <i>2.44</i> |
| Июнь | 3.55 | 3.14 | 2.90 | 2.25 | 2.97 | 2.76 | 3.86 |
| Июль | 1.75 | 1.29 | 0.38 | 1.58 | 1.59 | 1.04 | 1.57 |
| Август | 2.42 | 1.60 | 1.30 | 2.14 | 2.31 | 1.15 | 1.88 |

Таблица 3

Характеристики режима осадков на станциях Беларуси летом 2013 г.

| | <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 2013</i> | 69.7 | 60.0 | 55.0 | 49.0 | 67.3 | 49.0 | 74.7 |
| Июнь | 67 | 67 | 46 | 88 | 104 | 65 | 126 |
| Июль | 104 | 94 | 85 | 40 | 71 | 41 | 76 |
| Август | 38 | 19 | 34 | 19 | 27 | 41 | 22 |
| б) Аномалия сумм осадков / (мм/месяц) | | | | | | | |
| <i>Лето 2013</i> | -12.0 | -21.1 | -21.5 | -27.0 | -5.2 | -31.6 | -0.6 |
| Июнь | -11.4 | -15.7 | -34.6 | 16.5 | 24.8 | -14.4 | 41.6 |
| Июль | 10.5 | 5.9 | 0.2 | -40.2 | -3.3 | -47.7 | -6.1 |
| Август | -35.1 | -53.4 | -30.0 | -57.2 | -37.1 | -32.6 | -37.2 |
| в) Относительная аномалия сумм осадков (% от нормы) | | | | | | | |
| <i>Лето 2013</i> | 85 | 74 | 72 | 64 | 93 | 61 | 99 |
| Июнь | 88 | 81 | 57 | 123 | 131 | 82 | 149 |
| Июль | 111 | 107 | 100 | 50 | 96 | 46 | 93 |
| Август | 52 | 26 | 53 | 25 | 42 | 56 | 37 |

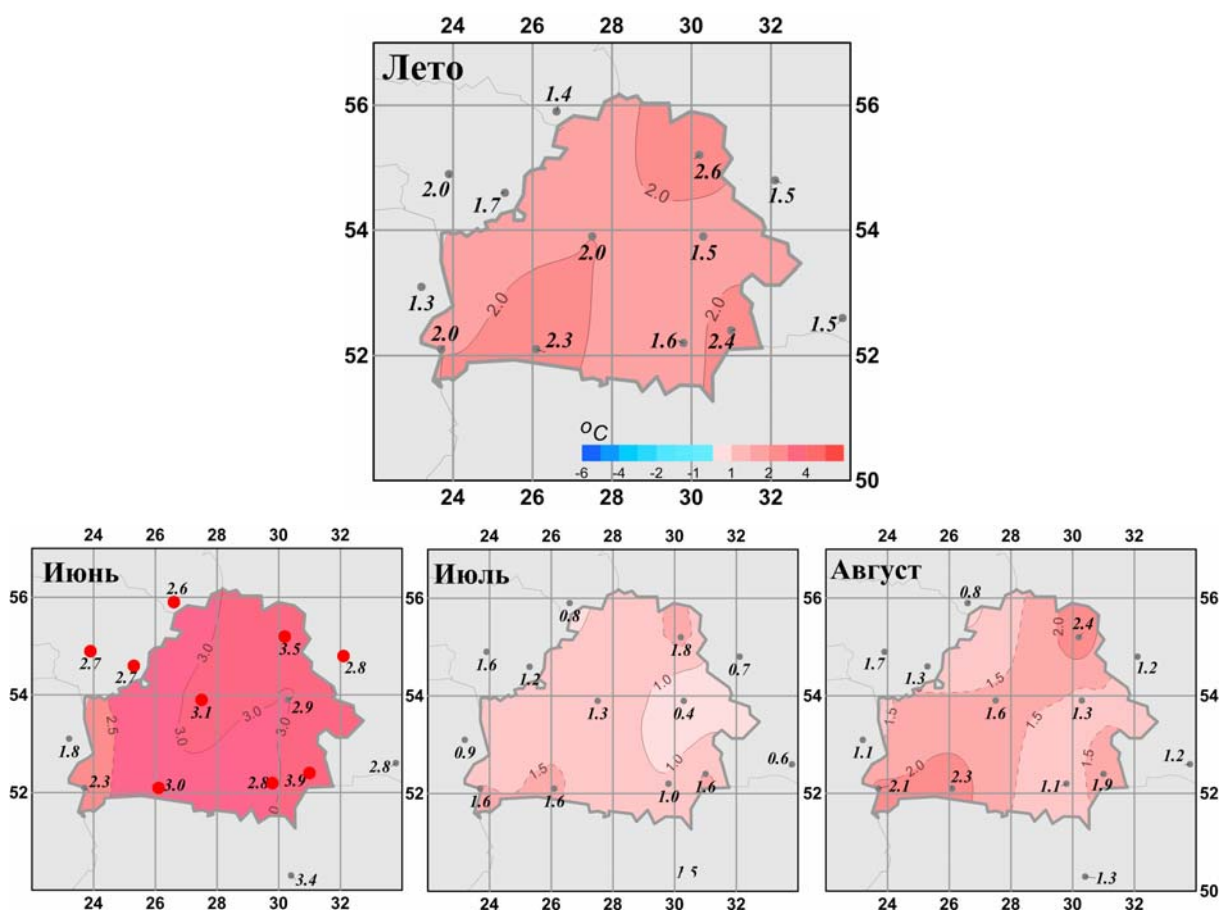


Рисунок 1 - Средние сезонные и средние месячные аномалии температуры ($^{\circ}\text{C}$) приземного воздуха на территории республики Беларусь летом 2013 г.

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

Летом (рис. 1) на территории Республики Беларусь температуры на станциях были выше нормы, аномалии от $+1.53^{\circ}\text{C}$ (Могилев) до $+2.57^{\circ}\text{C}$ (Витебск). Во все месяцы летнего сезона аномалии температуры на станциях республики были положительные. Наиболее теплый месяц – июнь, аномалии от $+2.25^{\circ}\text{C}$ (Брест) до $+3.86^{\circ}\text{C}$ (Гомель). Осредненная по территории республики июньская аномалия температуры составила $+2.94^{\circ}\text{C}$ – третья максимальная величина в ряду. На большинстве станций температура была выше 95-го перцентиля. В июле температура на станциях была немного выше нормы: от $+0.38^{\circ}\text{C}$ (Могилев) до $+1.75^{\circ}\text{C}$ (Витебск). В августе аномалии от $+1.15^{\circ}\text{C}$ (Василевичи) до $+2.42^{\circ}\text{C}$ (Витебск).

Летом (рис. 2) на всех станциях республики количество выпавших осадков было меньше нормы. Меньше всего осадков выпало в центре и на юге республики - в Василевичах выпало 61% сезонной нормы.

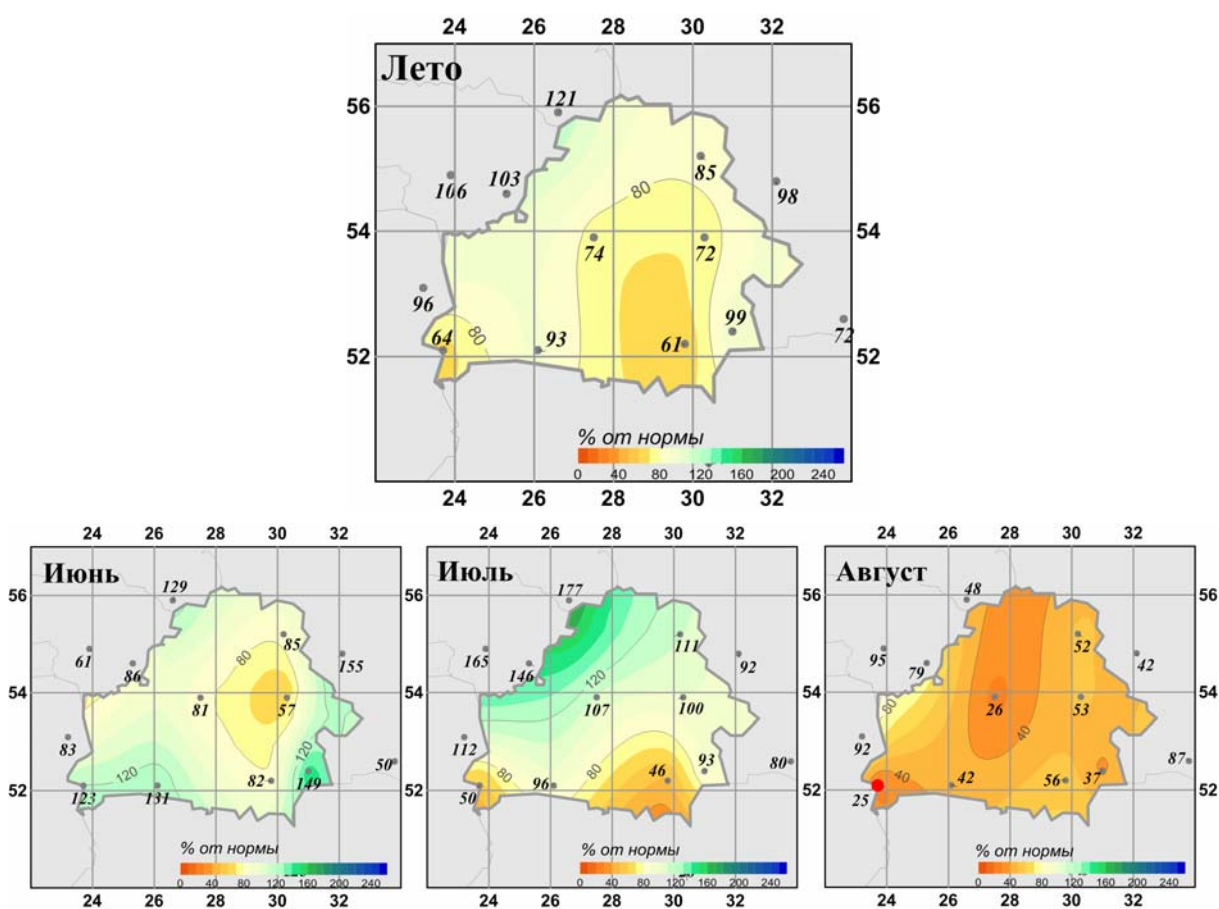


Рисунок 2 - Средние сезонные и месячные аномалии атмосферных осадков (% от нормы) на территории республики Беларусь летом 2013 г.

Аномалии рассчитаны относительно периода 1961-1990 гг. Цифрами приведены значения аномалий температуры (в градусах Цельсия) и осадков (в % от нормы) на станциях. Красным кружком показан стационарный экстремум – ниже 5-го перцентиля

В июне в центре республики осадков выпало меньше нормы (57% нормы в Могилеве), на юге и западе осадков выпало больше нормы (149% нормы в Гомеле).

В июле меньше всего осадков выпало на юге республики до 46% нормы (в Василевичах), больше всего осадков выпало в северных районах республики до 111%

нормы (в Витебске). Август – самый «сухой» месяц в сезоне, выпало от 25% нормы (Брест) до 56% нормы (Василевичи), в Бресте осадков выпало меньше 5-го перцентиля. Осредненная по территории республики августовская аномалия осадков составила -12.6 мм/месяц – десятая минимальная величина в ряду.

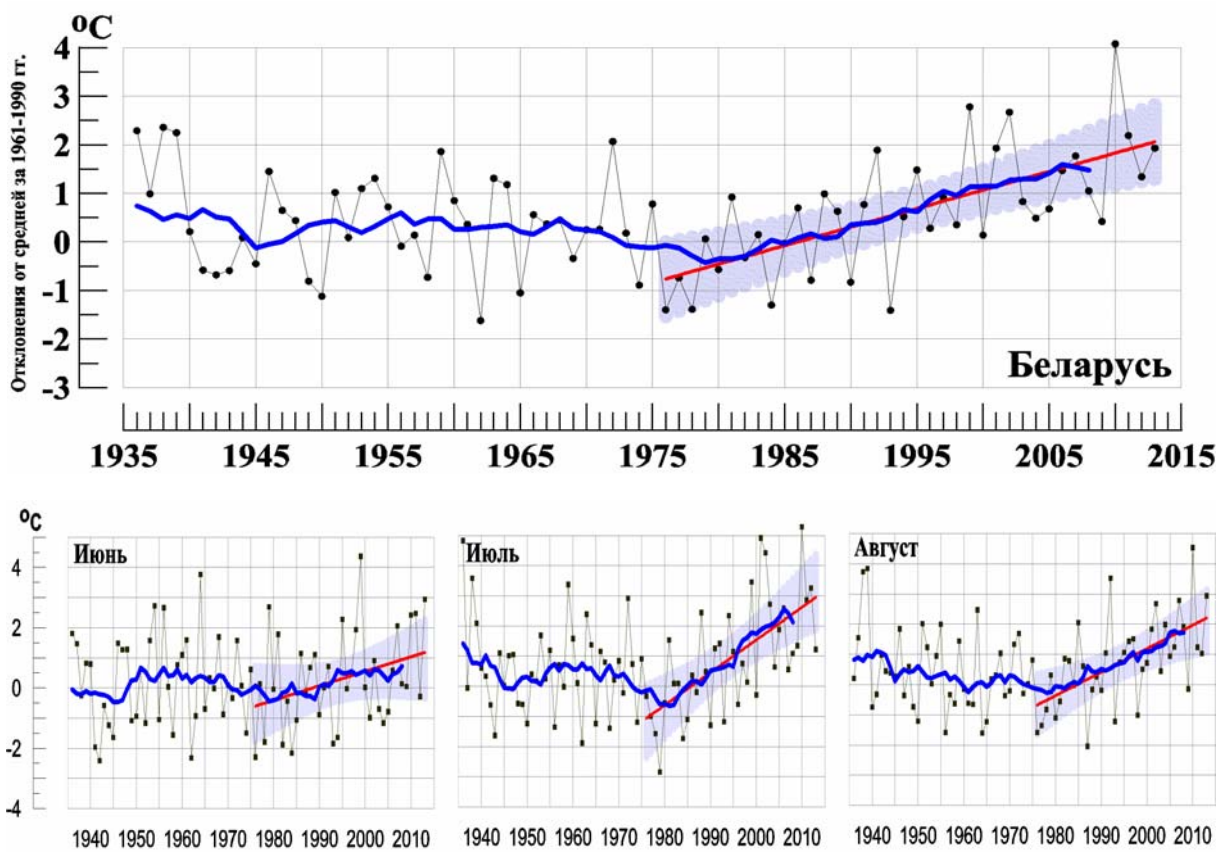
Таблица 4

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

| | νT_{2013} | s | νR_{2013} | s |
|------------------|----------------|-------------|----------------|-------------|
| Лето 2013 | 1.93 | 0.91 | -12.6 | 15.9 |
| Июнь | 2.94 | 1.49 | 4.7 | 28.1 |
| Июль | 1.22 | 1.38 | -7.1 | 30.3 |
| Август | 1.61 | 1.10 | -35.4 | 26.9 |

Примечание: Аномалии νT_{2013} ($^{\circ}C$), νR_{2012} (мм/месяц) рассчитаны как отклонения от нормы (среднее за период 1961-1990 гг.), s ($^{\circ}C$, мм/месяц), – среднее квадратическое отклонение

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



воздуха ($^{\circ}C$), осредненные по территории Республики Беларусь.

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

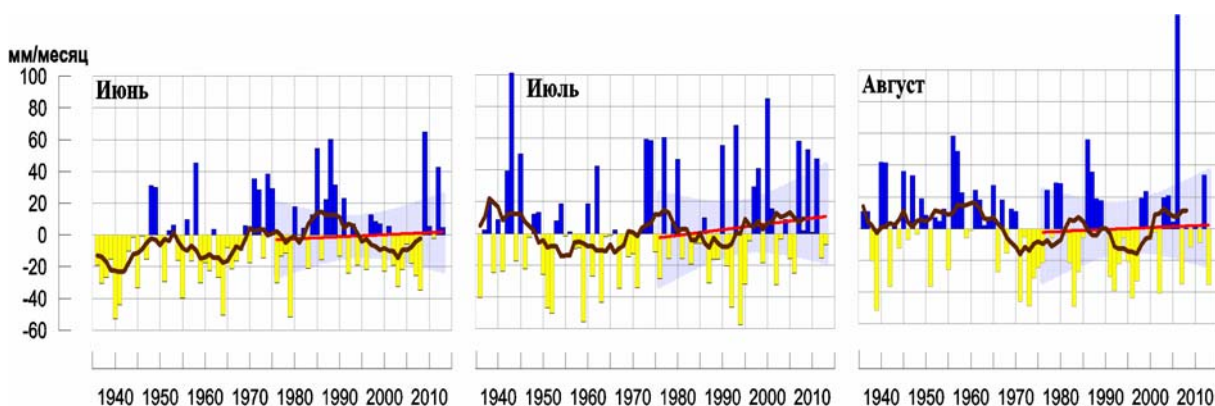
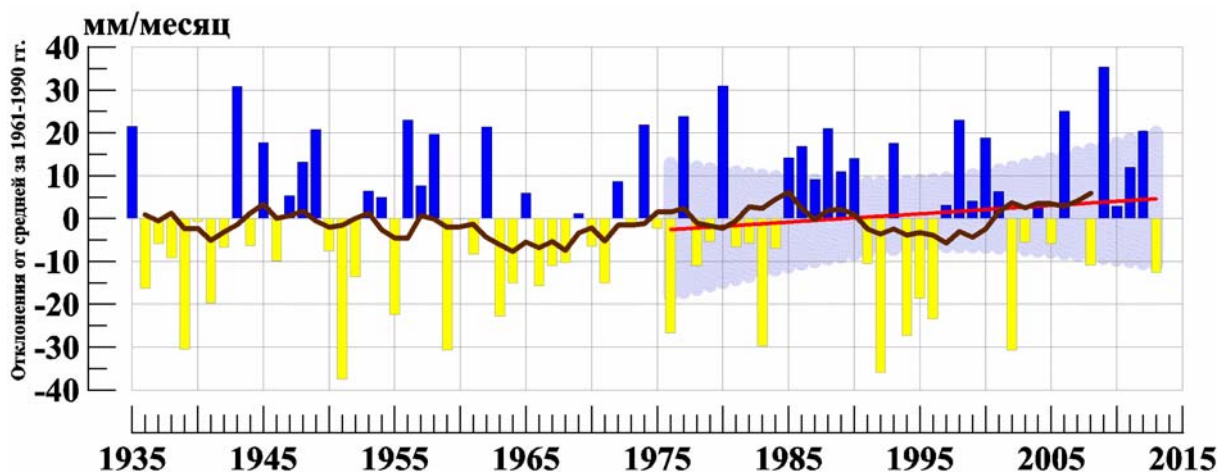


Рисунок 4 - Сезонные (лето) и месячные аномалии атмосферных осадков (мм/месяц), осредненные по территории Республики Беларусь.
Условные обозначения см. на рис. 3

Таблица 5

Оценки линейного тренда 1976-2013 гг. в среднем по Республике Беларусь

| Сезон | Температура | | Осадки | |
|------------------|------------------------------|----------------------|---------------------------------|-------------------|
| | $b_{1976-2013}$ °C/10 лет | $D_{1976-2013}$ % | $b_{1976-2013}$ мм/мес/10лет | $D_{1976-2013}$ % |
| Лето 2013 | 0.76 | 46 | 1.9 | 1 |
| Июнь | 0.48 | 11 | 1.3 | 0 |
| Июль | 1.08 | 41 | 3.6 | 1 |
| Август | 0.78 | 35 | 1.2 | 0 |

Тренд летних температур, в среднем по территории Беларуси, составил $+0.76^{\circ}\text{C}/10$ лет (ответствен за 46% дисперсии). Во все месяцы сезона тренд положителен. Наибольшее потепление наблюдается в июле: тренд составил $+1.08^{\circ}\text{C}/10$ лет (ответствен за 41% дисперсии ряда) и в августе ($+0.78^{\circ}\text{C}/10$ лет, 35%).

В изменении регионально осредненных осадков сезонный тренд составил 1.9 мм/месяц/10 лет (ответствен за 1% дисперсии). Вклад трендов осадков в суммарную изменчивость за сезон и за все месяцы сезона статистически незначим даже на 5%-ом уровне значимости.

ВЫВОДЫ

1. В среднем по Беларуси сезонная аномалия температуры воздуха составила $+1.93^{\circ}\text{C}$ (ранг 10). Во все месяцы летнего сезона аномалии температуры на станциях республики были положительные.

Самым теплым месяцем в сезоне был июнь, средняя месячная аномалия, осредненная по территории республики $+2.94^{\circ}\text{C}$ – третья максимальная величина в ряду, аномалии от $+2.25^{\circ}\text{C}$ (Брест) до $+3.86^{\circ}\text{C}$ (Гомель). На большинстве станций температура была выше 95-го перцентиля.

2. В среднем по Беларуси сезонная аномалия осадков составила -12.6 мм/месяц (ранг 10), осадков на всех станциях республики выпало меньше нормы.

В июне в центре республики осадков выпало меньше нормы, а на юге и западе осадков – больше нормы. В июле меньше всего осадков выпало на юге республики, больше всего осадков выпало в северных районах Беларуси. В августе на всех станциях республики осадков выпало много меньше нормы. Осредненная по территории республики августовская аномалия осадков составила -12.6 мм/месяц – десятая минимальная величина в ряду.

3. В среднем по территории Беларуси отмечается тенденция к потеплению, как в среднем за сезон (линейный тренд составил $0.76^{\circ}\text{C}/10$ лет, ответствен за 46% дисперсии), так и в отдельные летние месяцы. Наибольшее потепление наблюдается в июле: тренд составил $+1.08^{\circ}\text{C}/10$ лет (ответствен за 41% дисперсии ряда).

В изменении регионально осредненных осадков сезонный тренд составил 1.9 мм/месяц/10 лет (ответствен за 1% дисперсии). Увеличение осадков наблюдается и в отдельные месяцы сезона, но вклад трендов осадков в суммарную изменчивость за сезон и за все месяцы сезона статистически незначим даже на 5%-ом уровне значимости.