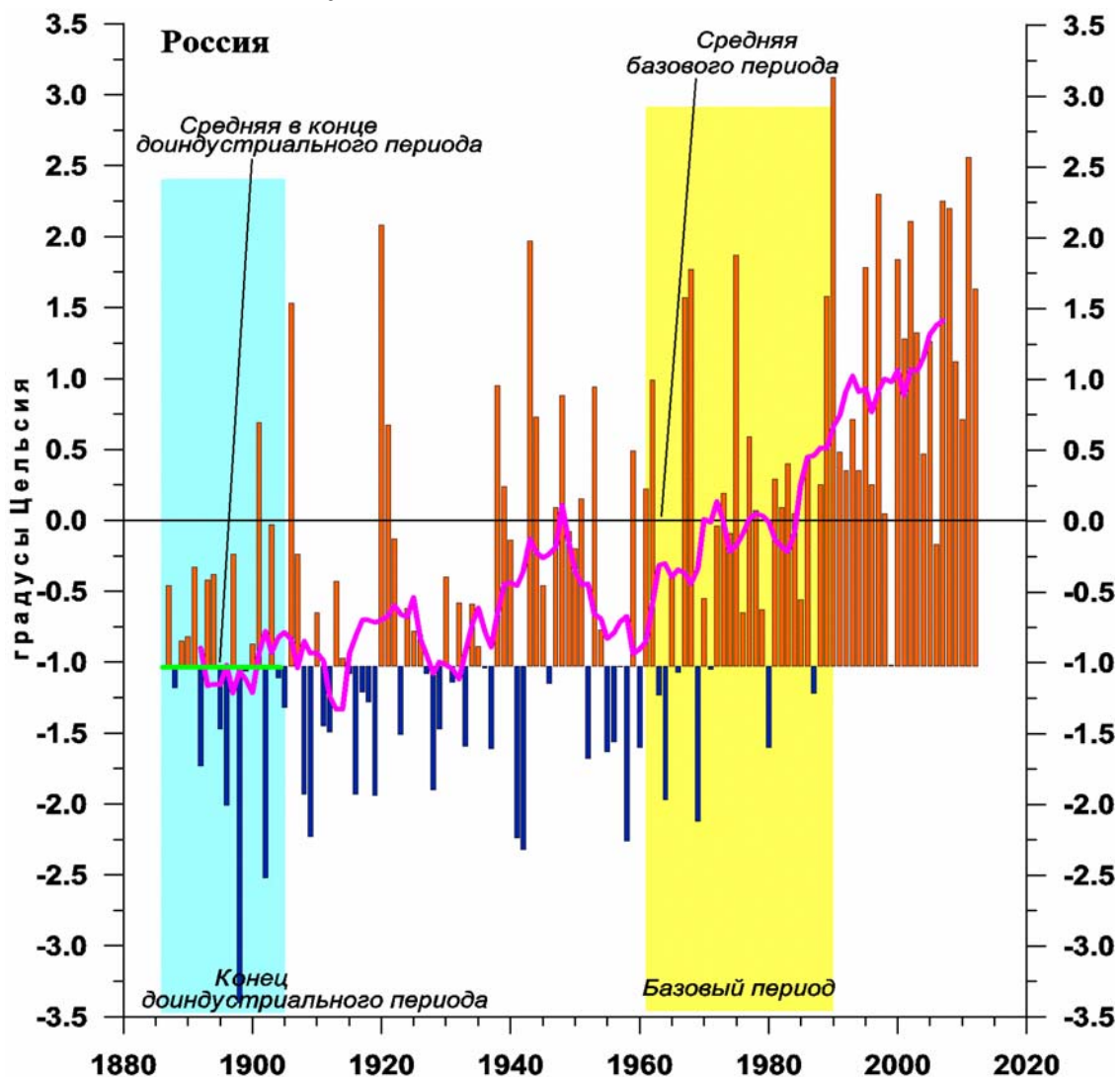


ФГБУ «Институт Глобального Климата и Экологии»



ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА 2012

ВЕСНА: март - май

Обзор состояния и тенденций изменения
климата России

★
Москва 2012

ОГЛАВЛЕНИЕ¹

ВВЕДЕНИЕ.....	3
1. ИЗМЕНЕНИЯ ПРИПОВЕРХНОСТНОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ ЗЕМНОГО ШАРА, СЕВЕРНОГО ПОЛУШАРИЯ И РОССИИ ПО ДАННЫМ НАБЛЮДЕНИЙ	6
2. КЛИМАТИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ВЕСНЫ 2012 ГГ. НА ТЕРРИТОРИИ РОССИИ	8
3. ТЕНДЕНЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ КЛИМАТА НА ТЕРРИТОРИИ РОССИИ В ПЕРИОД ГЛОБАЛЬНОГО ПОТЕПЛЕНИЯ.....	15
4. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ИЗМЕНЕНИЯ РЕГИОНАЛЬНЫХ ТЕМПЕРАТУР И ОСАДКОВ ВЕСЕННЕГО СЕЗОНА В 1936-2012 ГГ.	19
5. ИНДЕКСЫ ЭКСТРЕМАЛЬНОСТИ И АНОМАЛЬНОСТИ ПРИМЕНИТЕЛЬНО К ВЕСЕННЕМУ СЕЗОНУ, 1936-2011 ГГ.....	25
ВЫВОДЫ	28
ПРИЛОЖЕНИЕ. Климатические особенности весны 2012 . на территории Республики Беларусь	31

¹ На обложке приведен ход средней сезонной аномалии температуры приземного воздуха, осредненной по территории России, за 1887 – 2012 гг. (весна: март - май) *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 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.



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 (ИЭК). Индексы 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 ИЭК⁻, ИЭК⁺ определяются, как доля площади, где вероятности непревышения $F(X_0) \leq \alpha\%$ (соответственно, $F(X_0) \geq 100 - \alpha\%$).

Индекс аномальности климата (ИАК). Для характеристики степени аномальности полей температуры воздуха используется "коэффициент аномальности" (КА) (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 погодно-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 ПРИПОВЕРХНОСТНОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ ЗЕМНОГО ШАРА, СЕВЕРНОГО ПОЛУШАРИЯ И РОССИИ ПО ДАННЫМ НАБЛЮДЕНИЙ

На рисунке 1.1 представлены временные ряды сезонных аномалий температуры у поверхности Земли (весна: март-май), осредненных по Земному шару (континенты и океаны), континентов Северного полушария (СП) и России. Ряд для Земного шара построен по ежемесячным данным Годдардовского института космических исследований (США) <http://data.giss.nasa.gov/gistemp/>- ряд GLB.Ts+dSST (получен осреднением аномалии температуры воздуха у поверхности (2м) суши и аномалии температуры воды у поверхности океана). Для Северного полушария использовался ряд NH.Ts, рассчитанный по данным наземных наблюдений на метеостанциях. (Аномалии температуры были пересчитаны относительно базового периода 1961-1990гг.)

Обычно в этом разделе бюллетеня приводились данные Университета Восточной Англии hadcrut3gl.txt и crutem3nh.txt на сайте www.cru.uea.ac.uk; однако, к моменту подготовки бюллетеня эти данные не были доступны, поэтому был использован альтернативный источник. Для демонстрации возможных расхождений на рис. 1.1 приведены ряды, полученные по данным из обоих источников до 2011 г. включительно.

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.

В среднем по Земному шару аномалия приповерхностной температуры весной 2012 гг. составила $+0.47^{\circ}\text{C}$ – шестая положительная величина в ряду наблюдений с 1886 года. Аномалия температуры воздуха над сушей СП равна $+0.96^{\circ}\text{C}$ – третье максимальное значение после рекордного $+1.18^{\circ}\text{C}$ (2010 г.; по данным CRU самой теплой была весна 2007 г., - однако значения 2007, 2008 и 2010 гг. различаются менее, чем на 0.05°C) и $+0.97^{\circ}\text{C}$ (2007 г.).

В целом по России температура приземного воздуха зимой 2012 г. оказалась выше нормы 1961-1990 гг.: аномалия $+1.63^{\circ}\text{C}$ при стандартном отклонении 1.19°C .

Оценки линейных трендов, характеризующие среднюю тенденцию изменений зимних температур за период 1976-2012 гг. (современное глобальное потепление) в среднем для Земного шара, СП и России, приведены в табл. 1.1.

Таблица 1.1

Сезонные (весна: март - май) аномалии осредненной по Земному шару, СП и России приповерхностной температуры относительно норм базового периода 1961-1990 гг. ($^{\circ}\text{C}$) и оценки линейного тренда за период 1976-2012

Регионы	$vT_{\text{весна}}$	s	$B, ^{\circ}\text{C}/10 \text{ лет}$	$D \%$
Земной шар	0.47	0.18	0.16	66
СП	0.96	0.26	0.30	76
Россия	1.63	1.19	0.57	30

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

Оценки трендов за 1976-2011 гг. по данным CRU и GISS соответственно составляют для Земного шара $0.16^{\circ}\text{C}/10\text{лет}$ и $0.16^{\circ}\text{C}/10\text{лет}$, для СП $0.33^{\circ}\text{C}/10\text{лет}$ и $0.30^{\circ}\text{C}/10\text{лет}$, т.е., различаются не более, чем на $0.03^{\circ}\text{C}/10\text{лет}$.

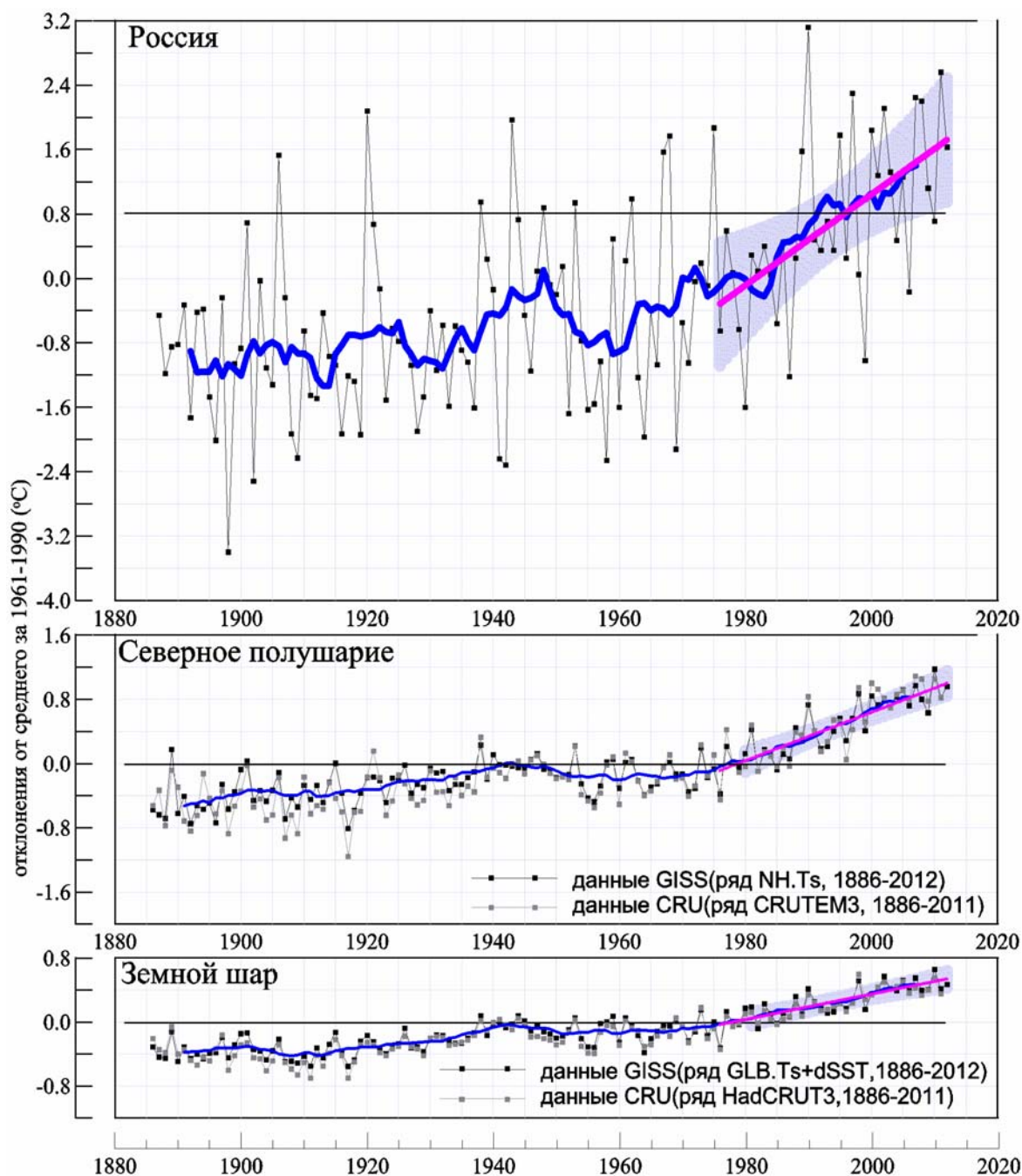


Рисунок 1.1 – Сезонная аномалия (весна: март–май) приповерхностной температуры, осредненная по Земному шару, Северному полушарию (суша) и территории России за 1886-2012 гг.

Аномалии рассчитаны как отклонения от средней за базовый период 1961-1990 гг. Сглаженная кривая получена 11-летним скользящим осреднением. Показана линия тренда и 95%-я доверительная область для неё. Приведены данные Годдардовского института космических исследований за 1886-2012 гг., данные Университета Восточной Англии за 1886-2011 г. (Земной шар, СП) и данные ФГБУ «ИГКЭ Росгидромета и РАН» (Россия).

2. КЛИМАТИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ВЕСНЫ 2012г. НА ТЕРРИТОРИИ РОССИИ

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

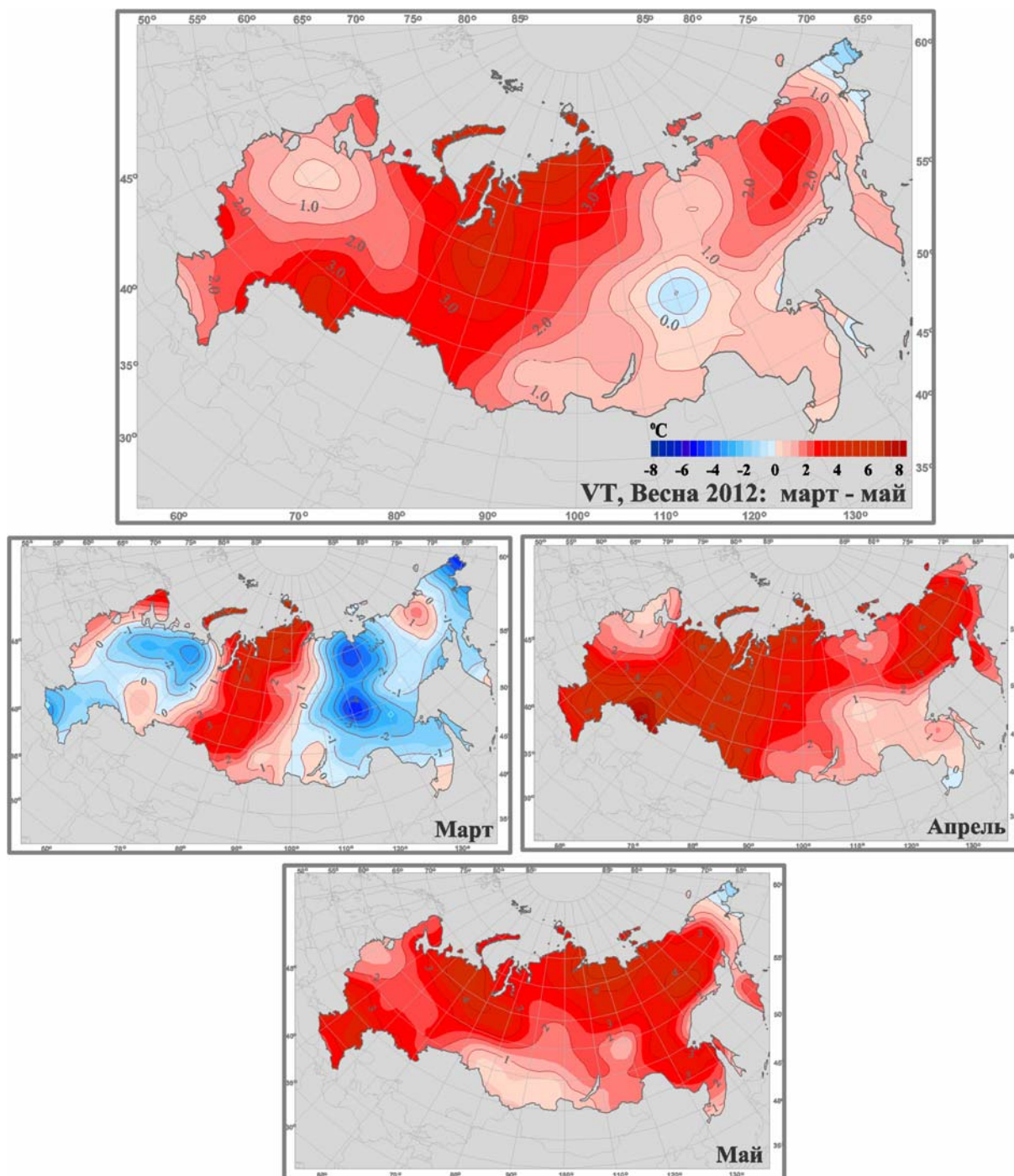


Рисунок 2.1 – Поля средней сезонной и средних месячных аномалий температуры приземного воздуха ($^{\circ}\text{C}$) на территории России весной 2012г
Нормы рассчитаны за 1961-1990 гг.

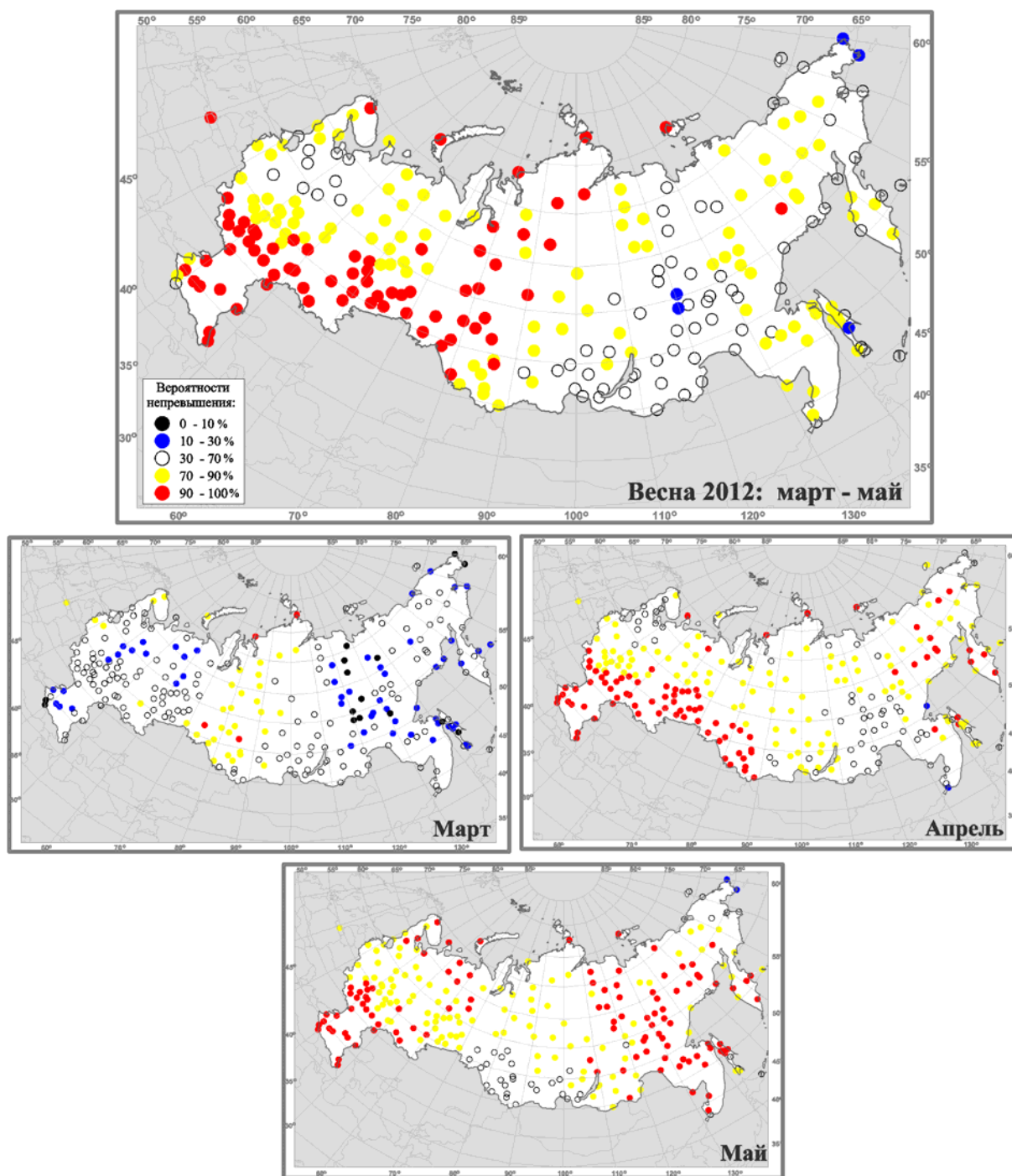


Рисунок 2.2 – Вероятности превышения (перцентили) средней сезонной и средних месячных аномалий температуры (весна 2012: март-май).

Значения перцентилей получены по данным за 1936-2011 гг.

Температура воздуха.

На большей части страны весной было теплее, чем в среднем за базовый период 1961-90 гг. На большинстве станций температуры были существенно выше нормы (вероятность превышения 70-90%); на 71 станции из 256, по которым поступили данные температура была выше 90 перцентилей: эти станции расположены в основном на юге ЕЧР и Уральского ФО, а также в западной части Сибирского ФО. Наиболее

теплые условия наблюдались в Западной Сибири и на Таймыре: здесь было тепло во все месяцы сезона, сезонные аномалии до +4.6°C.

На юге Якутии (за счет холодного марта), на крайнем северо-востоке (где холодно было также и в мае) сезонные аномалии температуры были отрицательные.

Март.

На западе Северо-Западного и Центрального ФО до примерно 45° в.д. наблюдались положительные аномалии температуры до +3°C (Мурманск).

В европейской части РФ, и далее на Среднем и Северном Урале в марте было холодно. Очаги холода наблюдались на севере (на Северном Урале аномалии температуры до -4.2°C: станция Хоседа-Хард) и в Южном ФО (аномалии до -4.5°C: Сочи).

От Оби на западе до Якутии и Прибайкалья на востоке наблюдалась область с положительными аномалиями температуры. Самые крупные аномалии - в дельте Оби и на Таймыре (до +4.8°C на станции Волчанка), в Томской области (до +3.7°C: Томск).

Далее на восток было холодно, исключая небольшую область тепла в бассейне Колымы. Очаги холода наблюдались в нижнем и среднем течении Лены: аномалии температуры до -5.6°C (Олекминск), на п-ове Чукотка: аномалии до -5.3°C (Уэлен). На многих станциях Дальневосточного ФО температуры были ниже 10 процентиля.

Апрель.

На всей территории страны наблюдались положительные аномалии температуры. На 99 станциях из 260, по которым поступили данные температура была выше 90 процентиля. Наиболее теплые условия сложились в Ненецком АО (аномалии температуры до +7.4°C: Хоседа-Хард), на Южном Урале (аномалии до +8.5°C: Оренбург), на востоке Якутии, на Чукотке (аномалии до +4.9°C: Оймякон).

Апрельская аномалия температуры, осредненная по территории России - +2.87°C – пятая величина в ряду наблюдений с 1936 года.

Май.

Майское распределение температур было очень похоже на апрельское. Тепло на всей территории страны (за исключением крайнего северо-востока), на 108 станциях (из 260) температура была выше 90 процентиля. Очень тепло было на юге европейской части РФ (аномалии до +4.2°C: Краснодар), в бассейне Печоры и нижнем течении Оби (аномалии температуры до +5.4°C: Хоседа-Хард), на значительной части Дальневосточного ФО (температуры на станциях выше климатической нормы на 3 °C ... 6°C).

Майская аномалия температуры, осредненная по территории России - +2.39°C – рекордная максимальная величина в ряду наблюдений.

Атмосферные осадки.

Избыток осадков наблюдался на большей части территории РФ. Значения сезонной аномалии осадков выше 120% нормы отмечены в центре европейской части страны (за счет марта и апреля) – см. рис.2.3 и 2.4. Значительный избыток осадков (более 160% нормы) наблюдался в Забайкалье, на востоке Якутии, в Хабаровском крае (в основном, за счет апреля и мая). На ряде станций ЕЧР и на востоке страны аномалии осадков были выше 90-го процентиля

В регионе Прибайкалье и Забайкалье сезонная аномалия осадков составила 10.1 мм/месяц – это максимальная величина в ряду наблюдений с 1936 г.

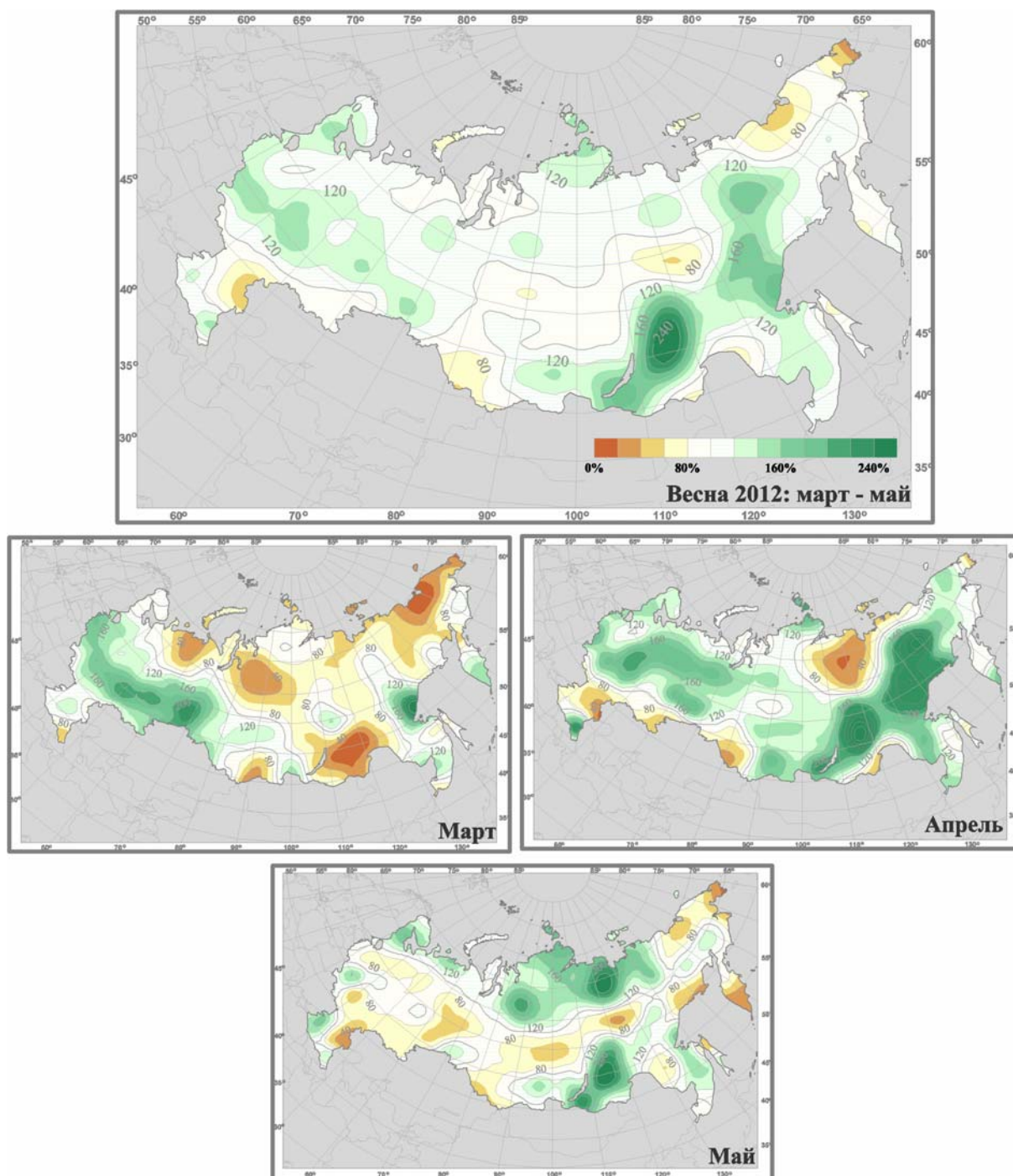


Рисунок 2.3 – Поля аномалий средних сезонных и месячных сумм осадков (в процентах от нормы за 1961-1990 гг.) на территории России весной 2012 г.

Март.

Избыток осадков (120% - 270% нормы) наблюдался в центральных областях европейской части РФ и центральных и южных областях Сибири до течения Енисея и Ангары. Здесь местами количество выпавших осадков превысило 90-й перцентиль.

Избыток осадков (120% - 380% нормы) наблюдался в Хабаровском крае и на юго-востоке Якутии.

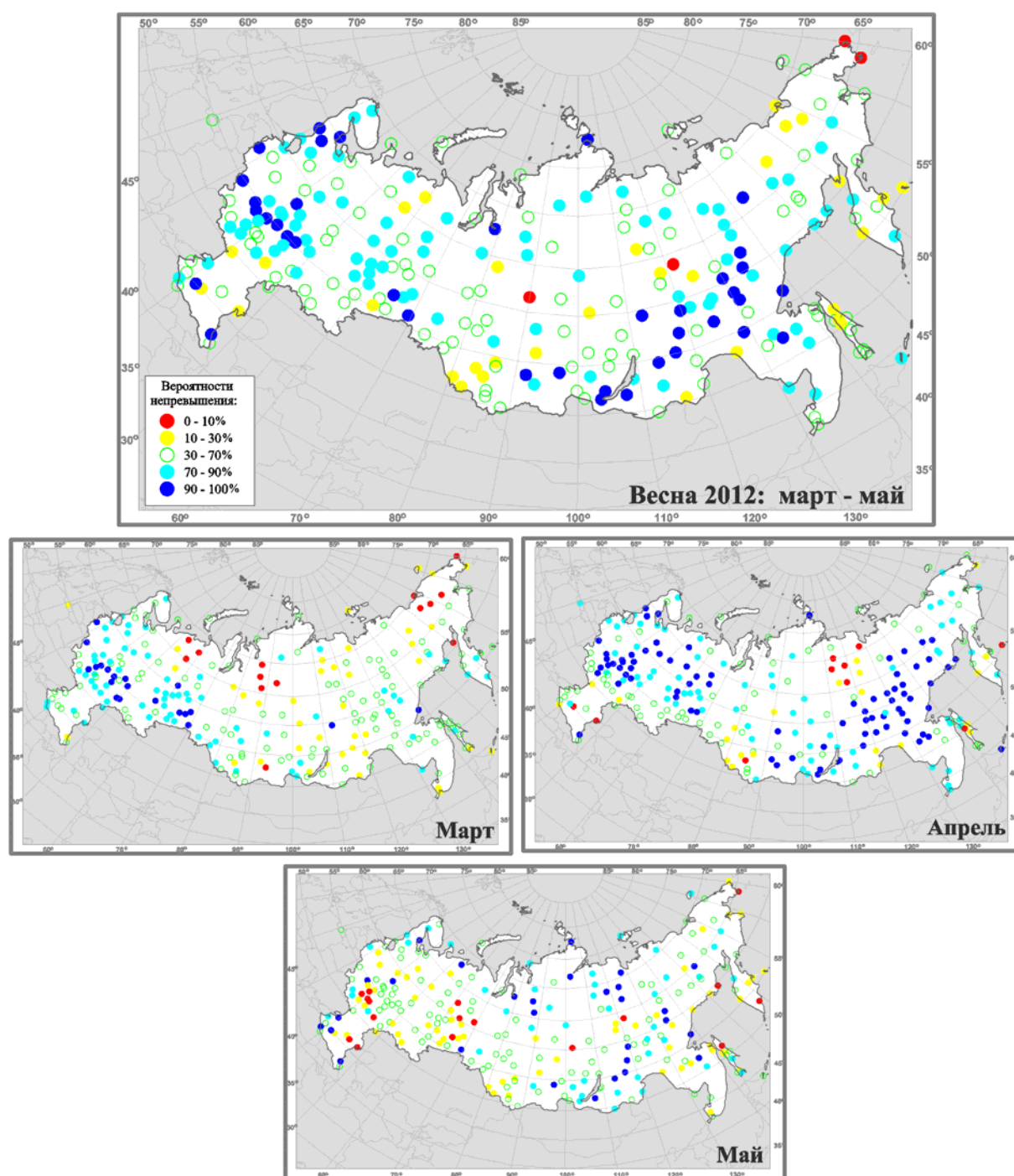


Рисунок 2.4 – Вероятности непревышения средней сезонной и средних месячных аномалий осадков (весна 2012: март-май).

Значения процентилей получены по данным за 1936-2011 гг.

Крупный дефицит осадков наблюдался в республике Коми и Ненецком АО (10% -60% нормы), в нижнем течении Енисея (20% - 60% нормы), на Алтае (30% - 60% нормы), в горах Забайкалья (10% - 60%), на севере и востоке Якутии, на Чукотке (10% - 60% нормы).

Апрель.

На большей части страны наблюдался избыток осадков. На 69 станциях РФ количество выпавших осадков было больше 90 процентиля. Они сосредоточены в двух крупных областях: одна в центре европейской части страны (до 238% нормы), и другая в Забайкалье, на юге и востоке Якутии, в Хабаровском крае (248% нормы - в Охотске, 516% нормы – на станции Чара). Небольшой по площади, но интенсивный очаг избытка осадков наблюдался в Северо-Кавказском ФО (411% нормы в Махачкале).

В регионах Прибайкалье и Забайкалье и Восточная Сибирь в апреле аномалии осадков составили +14.0 мм/месяц и +11.7 мм/месяц: это соответственно максимальное и четвертое значения в ряду наблюдений с 1936 г.; апрель в регионе Приамурье и Приморье вошел в десять самых влажных.

В районе нижнего и среднего течения Лены наблюдался дефицит осадков (10% - 80% нормы, на станции Джалинда в апреле выпал 1мм – это лишь 8% нормы).

Дефицит осадков (20% - 80% нормы) наблюдался в Южном ФО, на Южном Урале, на Алтае.

Май.

Избыток осадков наблюдался в районах, прилегающих к Северному Ледовитому океану: на севере Северо-Западного ФО (120%-140% нормы), на севере Красноярского края, на севере Якутии (120%-240% нормы), а также в Бурятии и в Читинской области (160%-250% нормы).

Дефицит осадков (менее 60% нормы) наблюдался в нижнем течении Волги, в северо-восточных областях РФ.

В таблице 2.1 представлены регионально осредненные аномалии температуры и осадков, рассчитанные по значениям станционных аномалий зимнего сезона; для характеристики масштаба аномалий приведены также средние квадратические отклонения региональных аномалий за базовый период 1961-90 гг. Оценки приведены для физико-географических регионов (рис.1) и Федеральных округов (рис.2) Российской Федерации. Для осадков 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. В таблице 2.2 приведены значения эмпирической вероятности (вероятности непревышения) региональных аномалий по данным за 1936-2011 годы. В Разделе 4 будут представлены временные ряды регионально осредненных аномалий температуры и осадков для каждого из рассматриваемых физико-географических регионов и Федеральных округов РФ.

Весна 2012 г. для России в целом (см. табл. 2.1) была теплее, чем в среднем за базовый период, аномалия температуры +1.63°C (это 12 величина в ряду наблюдений с 1936 года: вероятность непревышения этой аномалии 86%). Во всех регионах РФ аномалии температуры были положительные. Значительные положительные аномалии температуры (превышающие стандартное отклонение) наблюдались в Европейской

части РФ (+1.88°C), в Западной Сибири (+2.82°C) – это пятые величины в рядах наблюдений. Из федеральных округов следует отметить Приволжский. Южный и Северо-Кавказский, где весна была очень теплой (аномалии температуры - +2.53°C, +2.27°C, +1.67°C, – ранги 4, 2, 2 соответственно).

Таблица 2.1

Регионально осредненные аномалии температуры, весной 2012г.

Регионы	vT_{2012}	s	$P(t \leq T_{2012})$	R
Российская Федерация	1.63	1.19	86	12
Физико-географические регионы России				
Европейская часть России	1.88	1.44	95	5
Западная Сибирь	2.82	1.62	95	5
Средняя Сибирь	1.32	1.66	75	20
Прибайкалье и Забайкалье	0.61	1.39	62	30
Приамурье и Приморье	0.58	1.15	71	23
Восточная Сибирь	1.46	1.22	80	16
Федеральные Округа РФ				
Северо-Западный	1.36	1.54	86	12
Центральный	1.68	1.69	86	12
Приволжский	2.53	1.69	96	4
Южный	2.27	1.47	99	2
Северо-Кавказский	1.67	0.96	99	2
Уральский	2.96	1.75	94	6
Сибирский	1.70	1.23	80	16
Дальневосточный	1.02	1.46	79	17

Примечание: 1. Аномалии vT_{2012} (°C) рассчитаны как отклонения от нормы (среднее за период 1961-1990 гг.), s (°C) – среднее квадратическое отклонение, вероятности не превышения $P(t \leq T_{2012})$ – рассчитаны по данным за 1936-2011 гг. и выражены в %
2. Выделены значения аномалий с вероятностью не превышения $\leq 5\%$ и $\geq 95\%$.

Таблица 2.2

Регионально осредненные аномалии осадков, весной 2012г.

Регионы	vR_{2012}	RR_{2012}	s	$m-q1$	$q3-m$	$P(r \leq R_{2012})$	R
Российская Федерация	4.5	116	2.6	1.6	2.2	96	4
Физико-географические регионы России							
Европейская часть России	7.3	120	5.3	2.9	2.2	88	10
Западная Сибирь	1.2	104	4.9	4.5	3.1	51	38
Средняя Сибирь	1.3	106	2.5	1.7	2.1	70	24
Прибайкалье и Забайкалье	10.1	151	2.8	2.7	1.3	100	1
Приамурье и Приморье	4.2	111	6.4	4.5	4.3	72	22
Восточная Сибирь	3.7	119	4.1	2.0	2.9	93	6
Федеральные Округа РФ							
Северо-Западный	6.5	119	5.9	1.8	5.6	84	13
Центральный	11.7	130	7.5	7.0	4.0	90	9
Приволжский	5.9	118	7.8	5.9	3.8	74	21
Южный	-1.0	97	8.7	5.1	6.7	43	45
Северо-Кавказский	21.4	138	9.1	3.9	9.3	99	2
Уральский	5.3	119	5.3	4.5	2.8	73	22
Сибирский	2.4	110	2.8	1.5	2.5	73	22
Дальневосточный	3.7	116	3.0	0.6	1.8	92	7

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

2. Выделены значения аномалий с вероятностью неперевышения $\leq 5\%$ и $\geq 95\%$.

Во всех физико-географических регионах и почти всех федеральных округах РФ (кроме Южного ФО) весной наблюдался избыток осадков (табл. 2.2). В регионе Россия в целом весной аномалия осадков составила 4.5 мм/месяц – это четвертая величина среди максимальных в ряду наблюдений. Экстремальный избыток осадков наблюдался в регионе Прибайкалье и Забайкалье: относительная аномалия 151% (отклонение от нормы +10.1 мм/месяц) – максимальная величина в ряду наблюдений, а также в Северо-Кавказском ФО: относительная аномалия 138% (+21.4 мм/месяц), ранг 2. Значительный избыток осадков наблюдался также в Восточной Сибири (шестая максимальная величина). в Европейской части России (ранг 10) и в частности в Центральном ФО (ранг 9).

3. ТЕНДЕНЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ КЛИМАТА НА ТЕРРИТОРИИ РОССИИ В ПЕРИОД ГЛОБАЛЬНОГО ПОТЕПЛЕНИЯ

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 весеннего сезона в целом и для каждого из месяцев весны.

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 весеннего сезона на территории России с 1976 г.

Весенние температуры растут на всей территории страны; наиболее значительный рост наблюдается на севере Западной и Средней Сибири, на востоке Якутии и в Чукотском АО (более +0.8°C/10 лет). Значительно слабее растет температура в западных регионах, в Приамурье и Приморье.

Рост температуры практически на всей территории страны прослеживается во все месяцы сезона. Наибольший рост температуры наблюдается в марте - в Западной и Средней Сибири (до +1.4°C/10 лет), а также на северо-востоке (до +2°C/10 лет).

В марте на севере европейской части страны роста температуры практически не наблюдается. В апреле на территории Северо-Кавказского ФО наблюдается слабое похолодание.

В изменении весенних сумм осадков (рис. 3.2) преобладает тенденция к слабому росту – преимущественно менее 10%/10 лет. Наиболее интенсивный рост осадков (более 10%/10 лет) просматривается на западе Прикаспийской низменности и на Южном Урале, на востоке Якутии и в бассейне Анадыря. В Амурской области (за счет апреля) весной происходит уменьшение выпадения осадков.

Наиболее интенсивный рост осадков (местами более 40%/10 лет) происходит в марте – почти по всему югу страны: в Южном ФО (однако осадки убывают на юге Северо-Кавказского ФО), в бассейне Волги, на Южном Урале и юге Западной Сибири, на Алтае, в Забайкалье, в Приморском крае. Очень сильный рост осадков наблюдается также на северо-востоке: в бассейне Анадыря, в Магаданской области в Хабаровском крае.

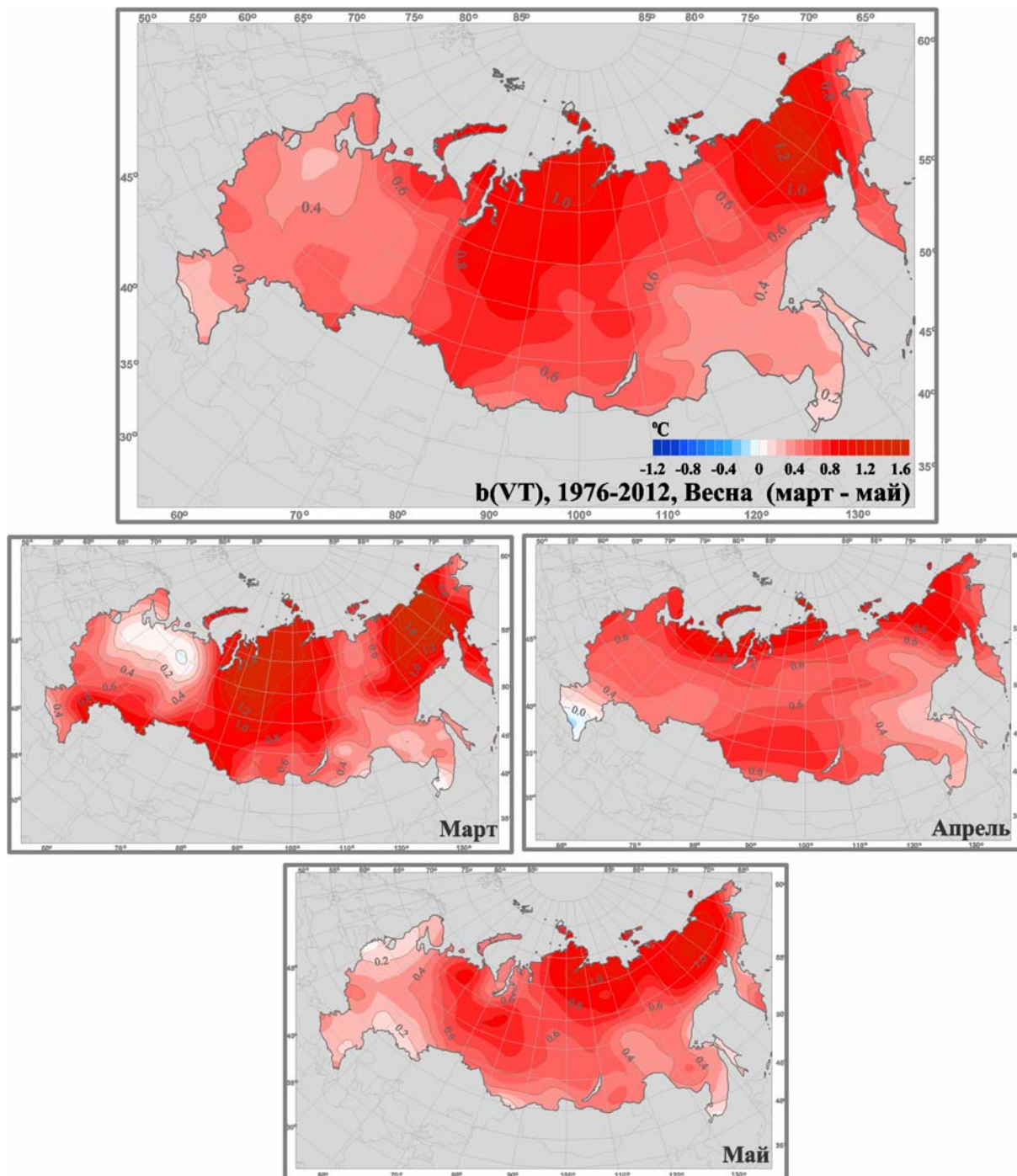


Рисунок 3.1 – Распределение локальных коэффициентов линейного тренда сезонных и месячных аномалий температуры (°C/10 лет) на территории России по данным за 1976-2012 (весна: март-май).

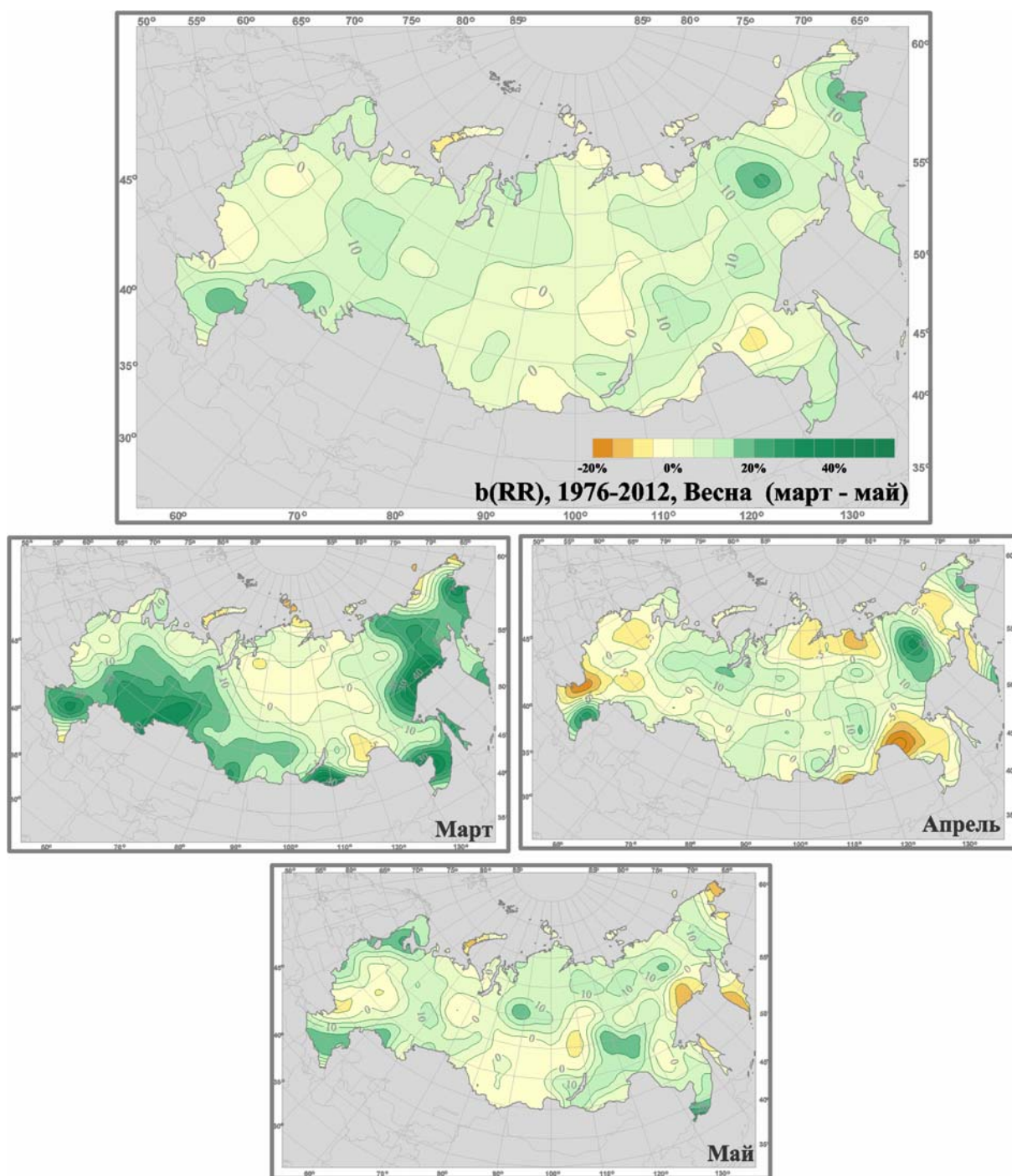


Рисунок 3.2 – Распределение локальных коэффициентов линейного тренда сезонных и месячных аномалий осадков (% /10 лет) на территории России по данным за 1976-2012 (весна: март-май).

Характерной особенностью изменения апрельских осадков является наличие нескольких крупных областей убывания осадков. Это почти вся европейская часть России: максимальное убывание здесь наблюдается на юге Центрального и западе Южного ФО (в то же время, на востоке Южного ФО наблюдается значительный рост осадков); осадки убывают на севере Сибири вдоль побережья моря Лаптевых, а также в Амурской области.

В мае преобладающей тенденцией является рост осадков, хотя значительно

менее интенсивный, чем в марте. Как и в апреле, наблюдается слабое убывание осадков в ЦФО; убывают осадки в ряде регионов Дальнего Востока: в Магаданской области, на Камчатке и Чукотском п-ове.

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. (весна: март – май),
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>D</i> , %	<i>b</i> , %/10 лет	<i>D</i> , %
Россия	0.57	30	1.4	23	5.2	23
Физико-географические регионы России						
Европейская часть России	0.41	16	1.9	14	5.2	14
Западная Сибирь	0.68	22	1.9	19	6.8	19
Средняя Сибирь	0.66	22	0.8	12	3.7	12
Прибайкалье и Забайкалье	0.53	17	0.9	6	4.4	6
Приамурье и Приморье	0.28	8	1.6	4	4.3	4
Восточная Сибирь	0.76	31	1.1	18	5.9	17
Федеральные Округа РФ						
Северо-Западный	0.41	12	1.9	15	5.5	15
Центральный	0.44	14	0.8	1	2.1	1
Приволжский	0.46	13	2.2	9	6.6	8
Южный	0.37	10	1.8	5	4.7	5
Северно-Кавказский	0.25	9	2.8	7	5.2	7
Уральский	0.64	17	2.5	22	9.0	23
Сибирский	0.66	24	0.8	7	3.4	7
Дальневосточный	0.29	26	1.3	23	5.4	22

Тренд средней по России весенней температуры за период 1976-2012 гг. составляет 0.57°C/10 лет и объясняет 30% межгодовой изменчивости (табл. 3.1). Рост температур наблюдается во всех регионах. И наиболее заметен в Восточной, Западной и в Средней Сибири. Вклад тренда в дисперсию ряда в этих регионах позволяет говорить о наличии тенденции увеличения температуры на 1% уровне значимости.

Тренд сезонных сумм осадков составляет 1.4 мм/мес/10лет и объясняет 23% межгодовой изменчивости. Рост осадков весной происходит во всех регионах. Наибольший рост наблюдается в регионе Западная Сибирь (тренд 6.8%/мес/10лет объясняет 19% изменчивости ряда).

4. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ИЗМЕНЕНИЯ РЕГИОНАЛЬНЫХ ТЕМПЕРАТУР И ОСАДКОВ ВЕСЕННЕГО 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) весеннего 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).

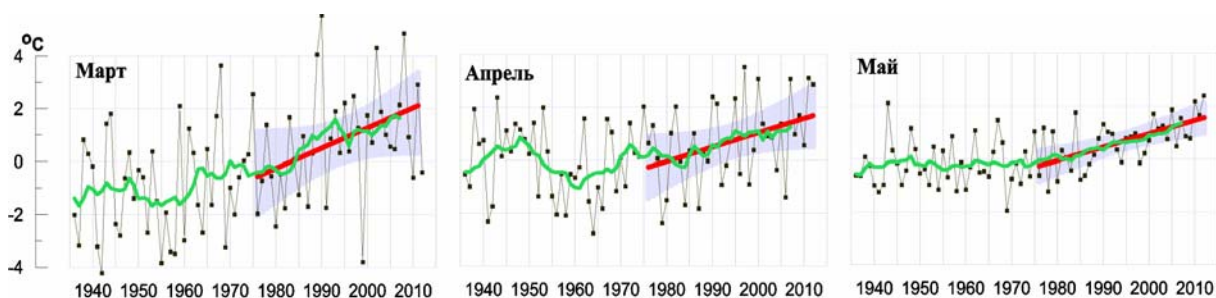


Рисунок 4.1 – Аномалии средней месячной температуры приземного воздуха ($^{\circ}\text{C}$) осредненные по территории РФ.

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.

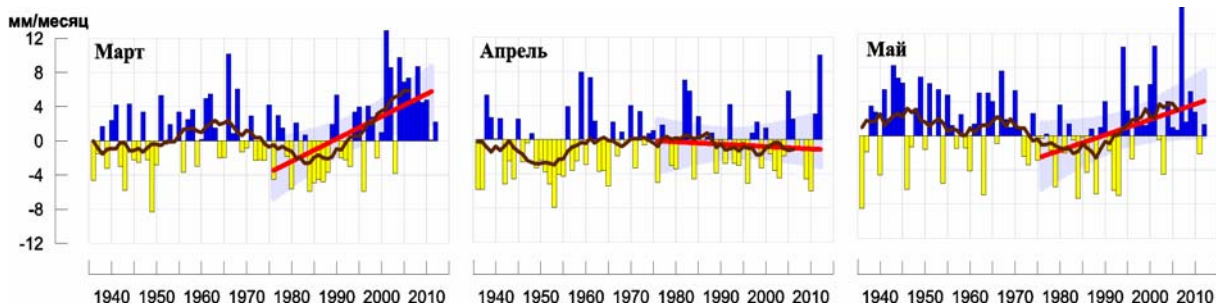


Рисунок 4.2 – Аномалии месячных сумм осадков (мм/месяц), осредненные по территории РФ. Условные обозначения см. на рис. 4.1

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.

Российская Федерация

В таблицах 4.1, 4.2 и 4.3 приведены данные об аномалиях температуры и осадков и оценки линейного тренда месяцев весеннего сезона для РФ.

В апреле и в мае на территории РФ наблюдались значительные положительные аномалии температуры (превышающие стандартное отклонение), апрель вошел в пять

самых теплых за период наблюдений (аномалия +2.89°C), а май (аномалия +2.39°C) был самым теплым в ряду наблюдений.

Таблица 4.1

Осредненные по территории России в целом аномалии температуры для весеннего сезона 2012г.

Российская Федерация	νT_{2012}	s	R
Весна	1.63	1.19	12
Март	-0.4	2.07	44
Апрель	2.87	1.40	5
Май	2.39	0.90	1

Примечание: 1. Аномалии νT_{2012} (°C) рассчитаны как отклонения от нормы (среднее за период 1961-1990 гг.), s (°C) – среднее квадратическое отклонение (период 1961-1990 гг.)

2. Выделены значения аномалий с вероятностью не превышения $\leq 5\%$ и $\geq 95\%$.

Таблица 4.2

Осредненные по территории России в целом аномалии осадков для весеннего сезона 2012г

Регион Российская Федерация	νR_{2012}	RR_{2012}	s	$m-q1$	$q3-m$	R
Весна	4.5	116	2.6	1.6	2.2	4
Март	2.2	112	4.0	1.2	3.8	30
Апрель	9.0	138	3.4	3.3	2.0	1
Май	1.3	104	3.9	2.8	2.0	36

Примечание: 1. Аномалии νR_{2012} (мм/месяц) рассчитаны как отклонения от нормы (среднее за период 1961-1990 гг.), RR_{2012} – как отношение R_{2012} к норме, выраженное в %, s (мм/месяц) – среднее квадратическое отклонение, s (мм/месяц) – среднее квадратическое отклонение, $q1$, $q3$ и m – соответственно первый, третий квартиль и медиана аномалий (мм/месяц). Квартили рассчитаны за период 1961-1990 гг..

2. Выделены значения аномалий с вероятностью не превышения $\leq 5\%$ и $\geq 95\%$.

Таблица 4.3

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

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

Регион Российская Федерация	Температура		Осадки	
	b °C/10 лет	D , %	b мм/мес/10 лет	D , %
Весна	0.57	30	1.4	23
Март	0.65	12	2.6	31
Апрель	0.54	15	-0.3	1
Май	0.50	38	1.8	14

Рост температуры (за период с 1976 по 2012гг.) просматривается во все месяцы сезона, тренд значим на уровне 5%. Начало потепления для марта и апреля трудно определить из-за выраженных колебаний с периодами порядка двух десятилетий, но во всяком случае его следует отнести к промежутку между 1960 и 1980 гг.; для мая начало потепления относится к середине 1970-х гг.

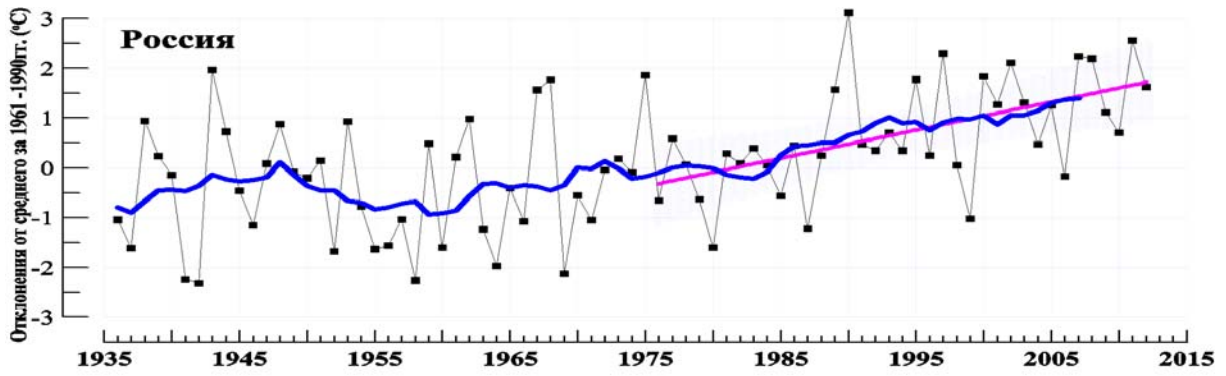


Рисунок 4.3 - Сезонные аномалии температуры приземного воздуха ($^{\circ}\text{C}$), осредненные по территории РФ (весна/2012). Условные обозначения см. на рис. 4.1

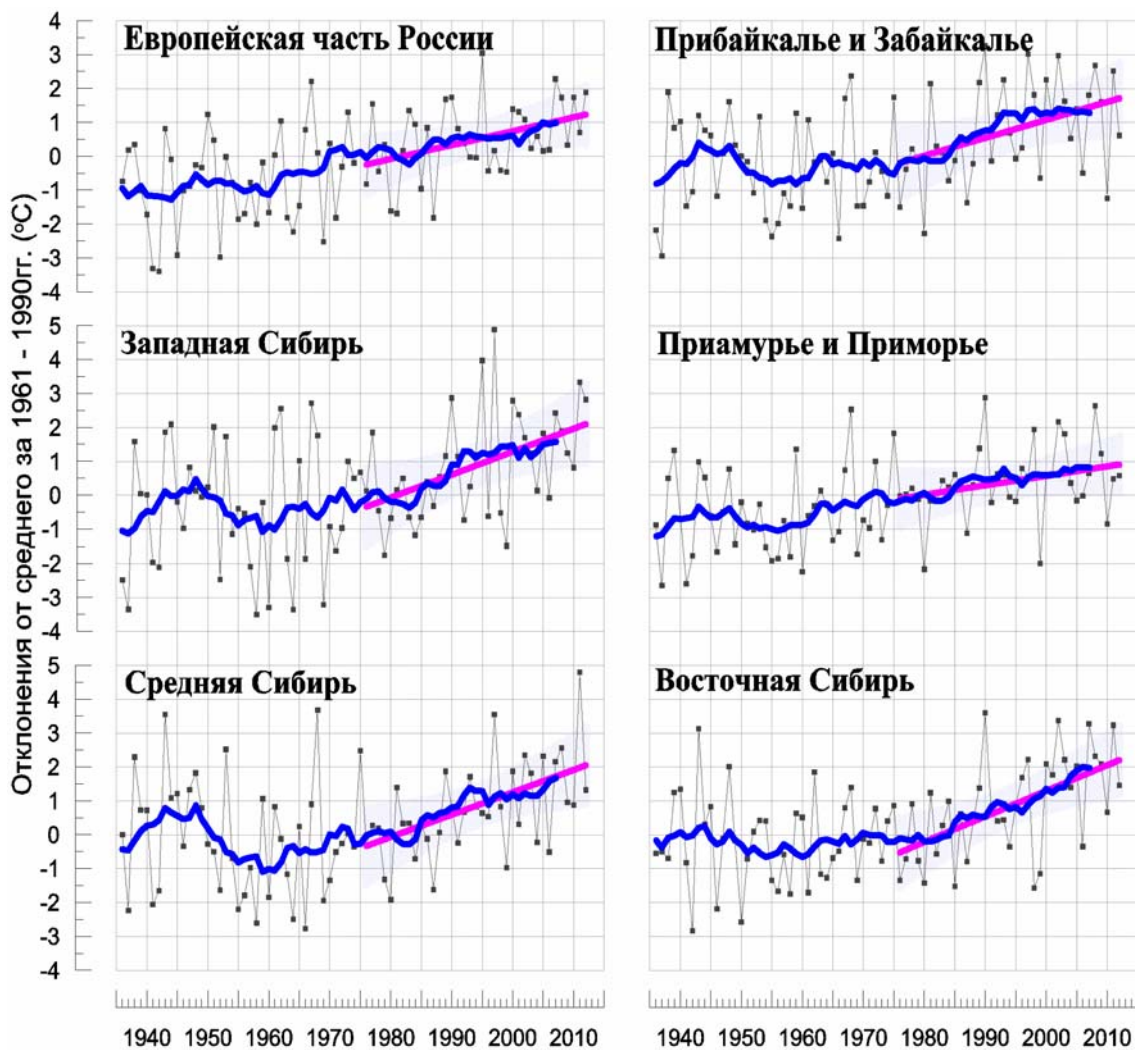


Рисунок 4.4 - Сезонные аномалии температуры приземного воздуха ($^{\circ}\text{C}$), осредненные по территории регионов РФ (весна 2012.). Условные обозначения см. на рис. 4.1

Весной в РФ наблюдался избыток осадков (аномалия +4.5 мм/месяц, ранг 4). Значительный избыток осадков наблюдался в апреле - аномалия +9.0 мм/месяц – это максимальная величина в ряду наблюдений.

В марте и мае прослеживается увеличение осадков (за период с 1976 по 2012гг.), тренд значим на уровне 5%. В апреле линейный тренд осадков отрицателен (но незначим и очень мал).

Регионы РФ

Характер изменения весенней температуры в регионах (рис. 4.3, 4.4, 4.5) имеет ряд общих черт: во всех регионах наблюдается рост температуры, начиная с 1950-1960

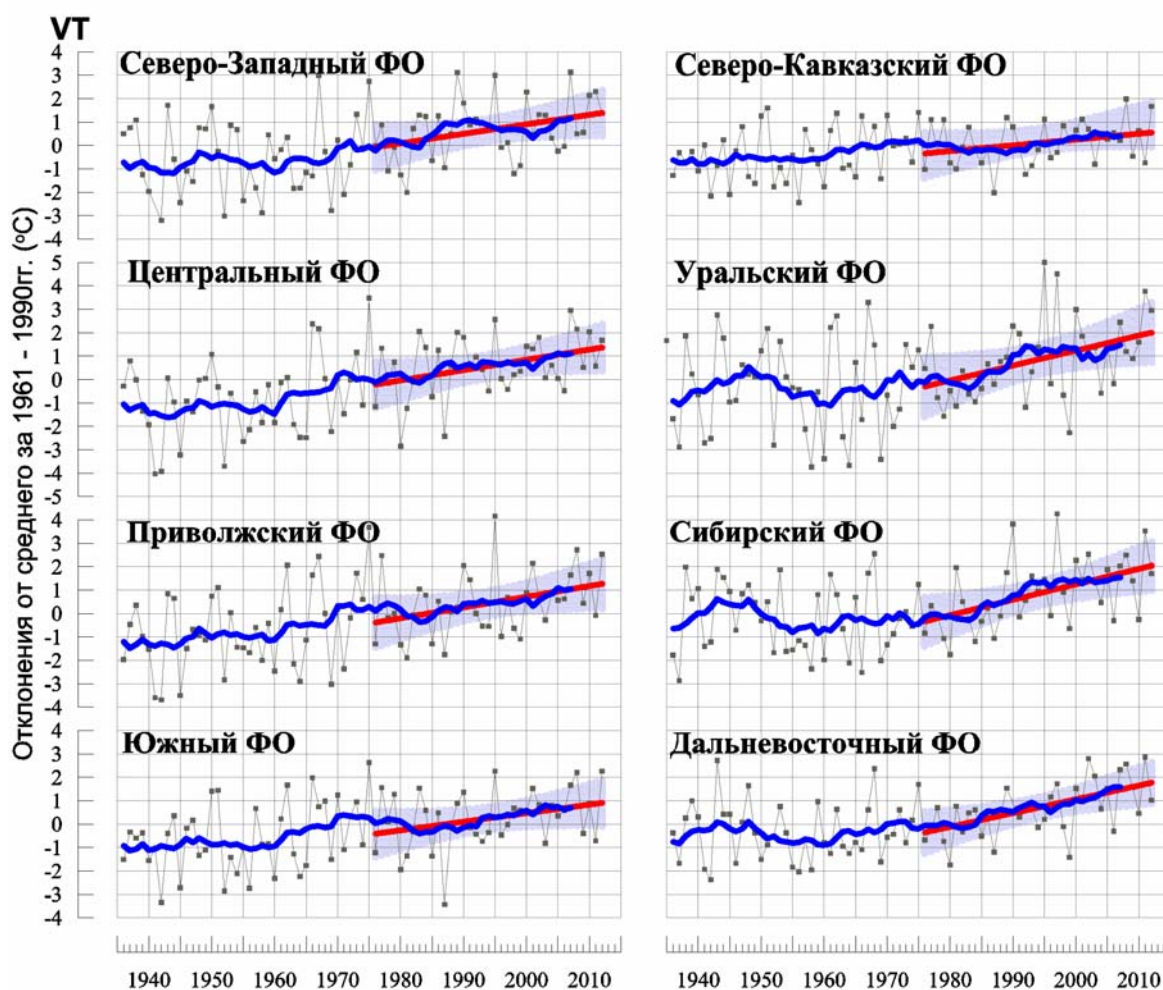


Рисунок 4.5 - Сезонные аномалии температуры приземного воздуха ($^{\circ}\text{C}$), осредненные по территории федеральных округов РФ (весна 2012.). Условные обозначения см. на рис. 4.1

В регионах Западная Сибирь, Прибайкалье и Забайкалье, Приамурье и Приморье примерно с 1995 года температуры остаются постоянными.

В изменениях осадков (рис. 4.6, 4.7, 4.8) для России в целом и для большинства физико-географических регионов выражены колебания с периодами 30-40 лет. В

Средней и Восточной Сибири с начала 1980-х гг. наблюдается монотонный рост осадков.

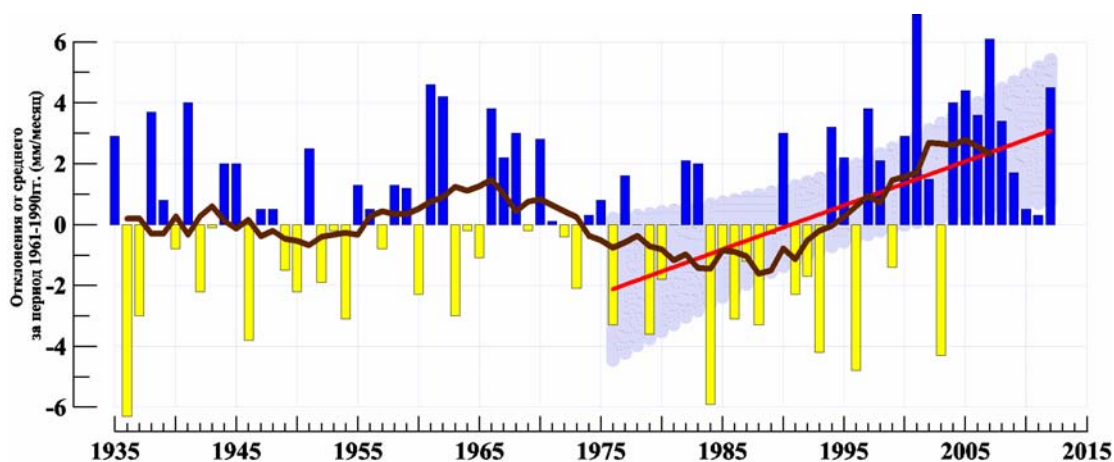


Рисунок 4.6- Сезонные аномалии месячных сумм осадков (мм/месяц), осредненные по территории РФ (весна 2012.). Условные обозначения см. на рис. 4.1

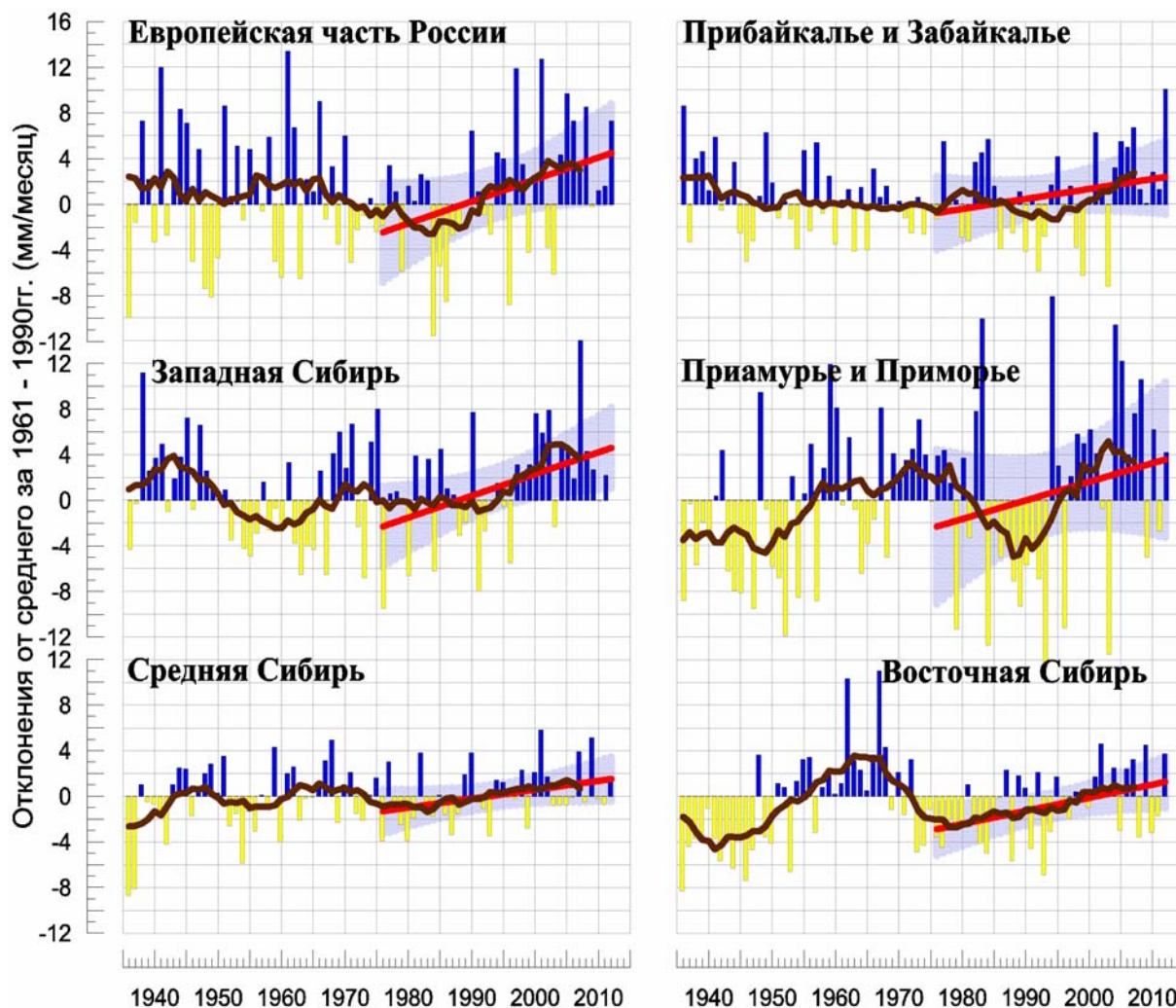


Рисунок 4.7 - Сезонные аномалии месячных сумм осадков (мм/месяц), осредненные по территории регионов РФ (весна 2012.). Условные обозначения см. на рис. 4.1

Как уже отмечалось ранее, во всех физико-географических регионах и федеральных округах РФ (кроме Южного ФО) весной наблюдался избыток осадков (табл. 2.2). Следует отметить Россию в целом, регионы Прибайкалье и Забайкалье, Восточная Сибирь – аномалии осадков- +4.5 мм/месяц, +10.1 мм/месяц, +3.7 мм/месяц, – это четвертая, первая и шестая максимальные величины в рядах наблюдений, соответственно.

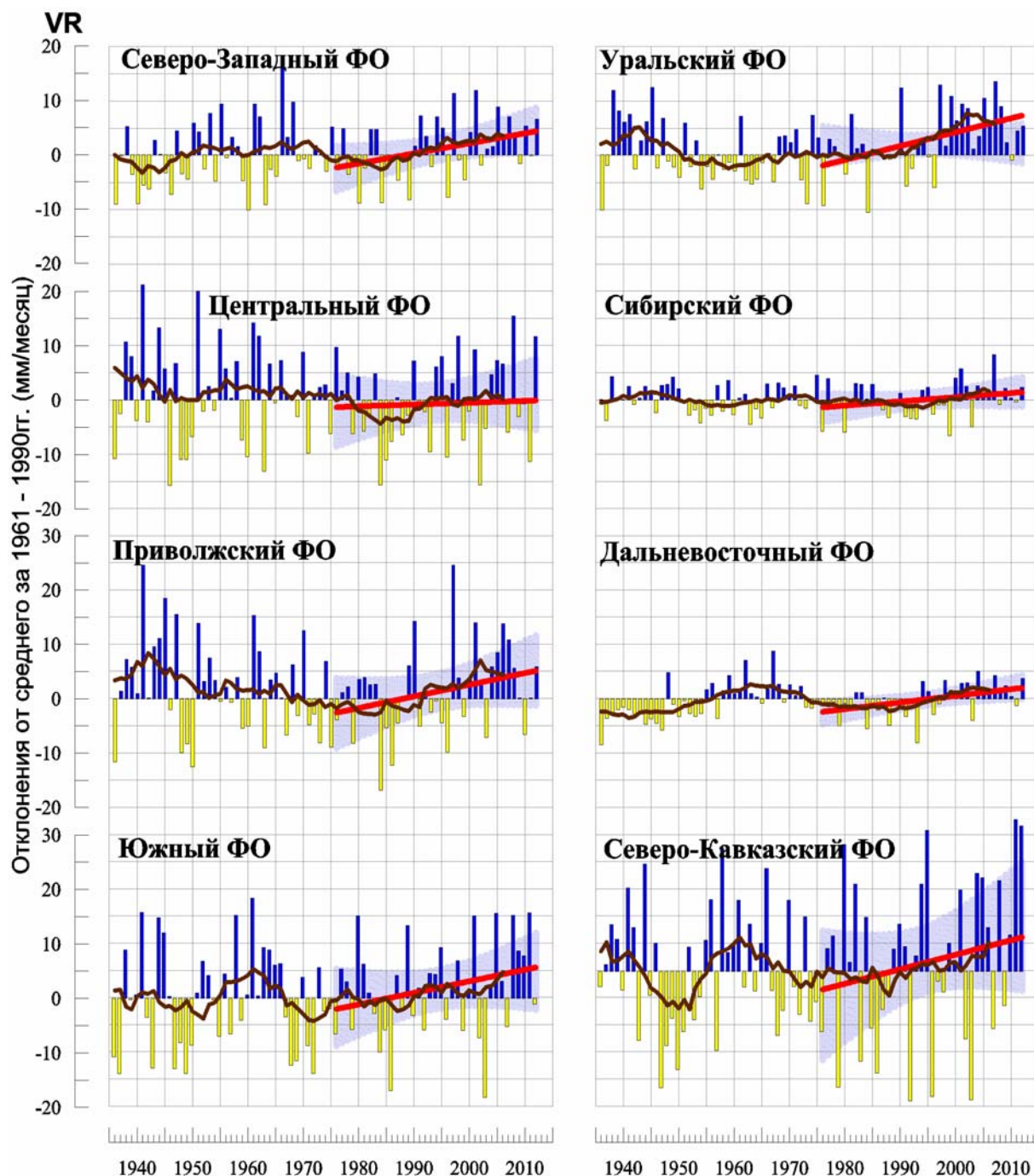


Рисунок 4.8 - Сезонные аномалии месячных сумм осадков (мм/месяц), осредненные по территории федеральных округов РФ (весна 2012.). Условные обозначения см. на рис. 4.1

5. ИНДЕКСЫ ЭКСТРЕМАЛЬНОСТИ И АНОМАЛЬНОСТИ ПРИМЕНИТЕЛЬНО К ВЕСЕННЕМУ СЕЗОНУ, 1936-2012 гг.

В разделе приведены некоторые индексы экстремальности и аномальности для весеннего сезона в целом по территории России за период 1936 -2012 гг. (рис. 5.1. – 5.4).

Для температуры (рис. 5.1) в весенний период наблюдается рост доли площади, занятой положительными аномалиями. До 1971 года заметно преобладание площади под отрицательными аномалиями. Начиная с 1988 года, преобладают площади, покрытые положительными аномалиями, с 1970 года растет и суммарная площадь с крупными аномалиями обоих знаков.

Для осадков, начиная с 1995 года, заметно преобладают крупные аномалии больше 80 процентиля. Суммарная площадь с крупными аномалиями остается примерно постоянной.

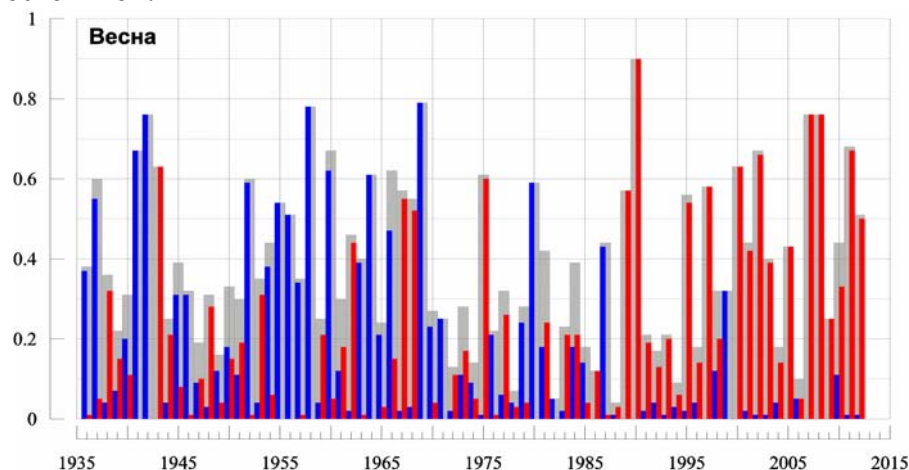


Рисунок 5.1 - Доля площади РФ с крупными аномалиями (ниже 20 процентиля: синие столбики, выше 80 процентиля: красные столбики, суммарная площадь с крупными аномалиями: серые столбики) температуры весной, 1936-2012 гг.

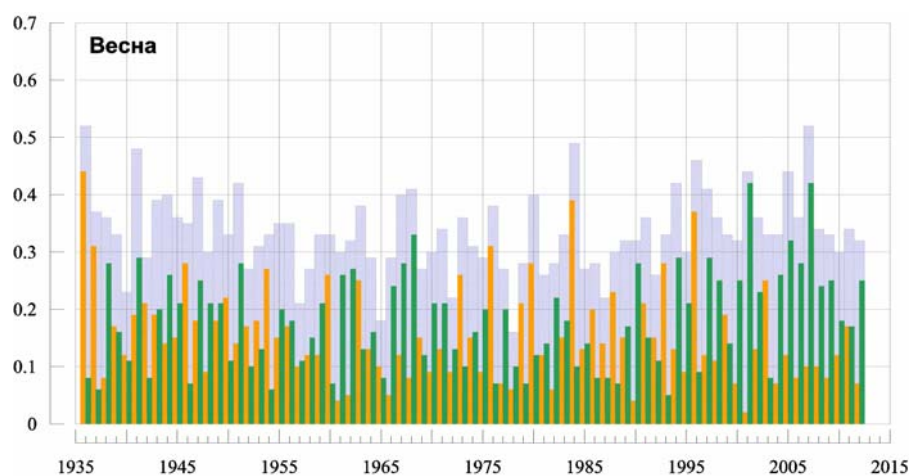


Рисунок 5.2 - Доля площади РФ с крупными аномалиями осадков (ниже 20 процентиля: желтые столбики, выше 80 процентиля: зеленые столбики, суммарная площадь с крупными аномалиями: серые столбики) весной, 1936-2012 гг.

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 теплые весны наблюдались после 1989 года: в 1990 (35% площади занято экстремальными аномалиями), в 1995 (22%), в 1997 (27%), в 2011 (22%). Экстремально холодные весны преобладали до 1966 года: в 1937 (19% площади занято экстремальными аномалиями), в 1941 (22%), в 1942 (15%), в 1966 (10%).

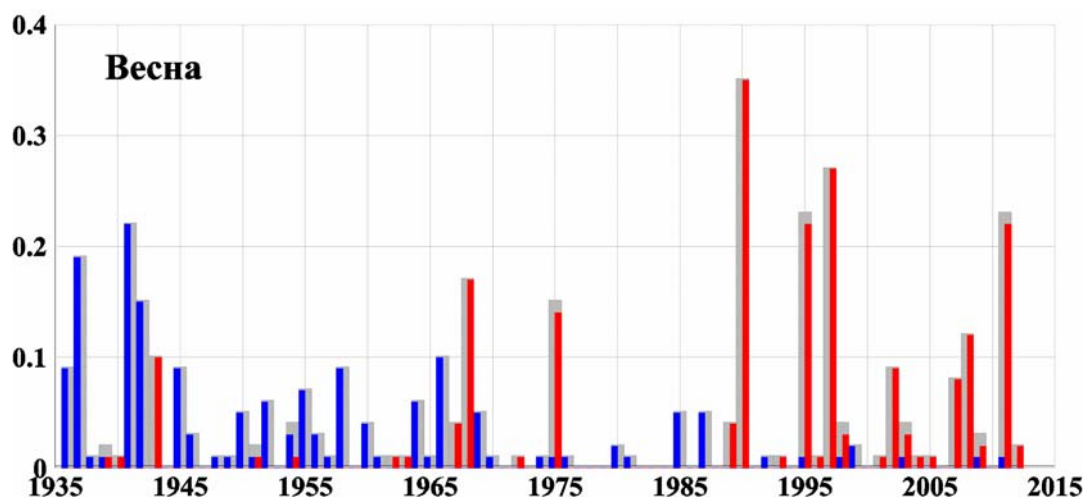


Рисунок 5.3 - Доля площади РФ с экстремальными (сезонная нормированная аномалия меньше -2 : синие столбики, больше $+2$: красные столбики; суммарная площадь с этими аномалиями: серые столбики) аномалиями температуры весной, 1936-2012 гг. Базовый период для расчета статистик: 1961-1990 гг.

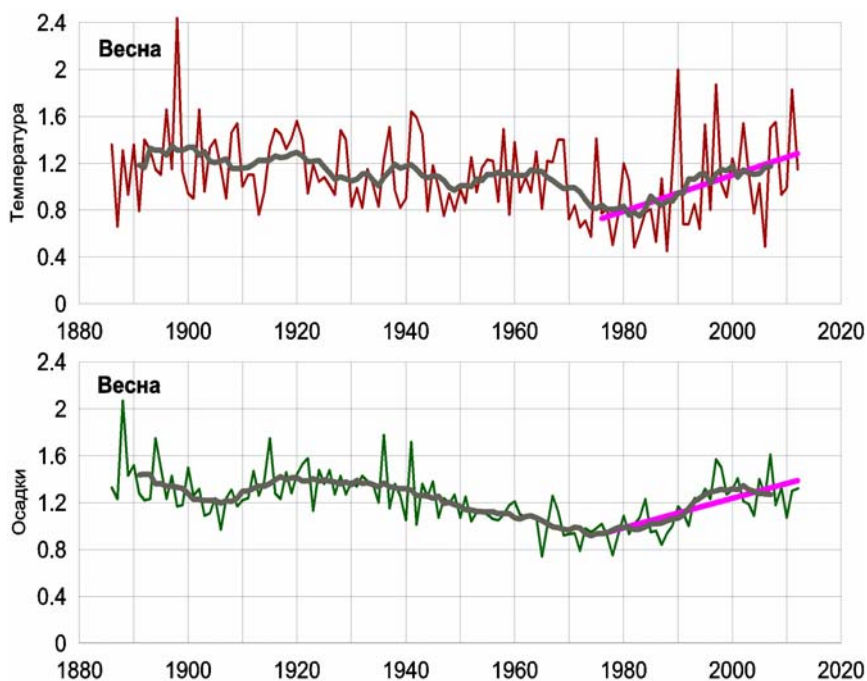


Рисунок 5.4. - Индекс аномальности Багрова (КА) для весеннего сезона применительно к температуре и к осадкам, 1886-2012 гг.

Анализ изменений индекса аномальности Багрова для температуры (рисунок 5.4) показывает, что с 1976 г. аномальность температурного режима возрастает – тренд объясняет 17% общей дисперсии ряда.

В аномальности выпадения осадков с 1886г. наблюдается преимущественно убывание до 1970-х гг. С середины 1970-х гг. аномальность выпадения осадков возрастает; тренд за период 1976-2012 гг. объясняет 46% общей дисперсии ряда.

ВЫВОДЫ

1. Весна 2012 года для Земного шара в целом и для Северного полушария была очень теплой; средняя за сезон и по пространству температура была выше нормы на 0.56°C и 1.09°C , соответственно шестое и третье место в ранжированных по убыванию рядах наблюдений с 1880г..

Средняя скорость потепления для Земного шара и суши Северного полушария за 1976-2012 гг. составляет, соответственно, $0.16^{\circ}\text{C}/10$ лет (линейный тренд объясняет 66% дисперсии) и $0.30^{\circ}\text{C}/10$ лет (76%).

2. В среднем по территории России аномалия температуры приземного воздуха весной 2012 г. составила $+1.63^{\circ}\text{C}$ – 12 положительная величина за период наблюдений с 1936 года. Во всех физико-географических регионах РФ аномалии температуры были положительными. Значительные положительные аномалии температуры наблюдались в Европейской части РФ ($+1.88^{\circ}\text{C}$), в Западной Сибири ($+2.82^{\circ}\text{C}$) – обе пятые величины в рядах наблюдений. Из федеральных округов следует отметить Приволжский (сезонная аномалия $+2.53^{\circ}\text{C}$, ранг 4), Южный ($+2.27^{\circ}\text{C}$, ранг 2), Северо-Кавказский ($+1.67^{\circ}\text{C}$, ранг 2) .

Положительные среднесезонные аномалии температуры весной наблюдались на большей части территории РФ. Более чем на четверти станций температура была выше 90 перцентиля. Наиболее теплые условия наблюдались в Западной Сибири и Таймырском АО и на Южном Урале : сезонные аномалии в этих районах превышали $+3^{\circ}\text{C}$.

На юге Якутии, на крайнем северо-востоке сезонные аномалии температуры были отрицательные (за счет холодного марта в этих районах страны).

В марте на большей части РФ было холодно: осредненная по территории России аномалия температуры составила -0.40°C . Особенно холодно было в Якутии (до -5.6°C). Теплым март был лишь на самом западе Северо-Западного и Центрального ФО и в особенности в Западной Сибири и Таймырском АО (отклонение среднемесячной температуры от нормы достигало $+4^{\circ}\text{C}$ и выше)..

Апрель был очень теплым: осредненная по территории России аномалия температуры составила $+2.89^{\circ}\text{C}$ (ранг 5). На всей территории страны наблюдались положительные аномалии температуры. Почти на 40% станций страны температура была выше 90 перцентиля. Наиболее теплые условия создались в Ненецком АО (аномалии температуры до $+7^{\circ}\text{C}$), на Южном Урале (аномалии до $+8^{\circ}\text{C}$), на востоке Якутии, на Чукотке (аномалии около $+4^{\circ}\text{C}$).

В мае осредненная по территории России аномалия температуры составила $+2.39^{\circ}\text{C}$ – максимальная величина за период наблюдений. Тепло было на всей территории страны (за исключением крайнего северо-востока), на 108 станциях (41% станций, с которых были получены данные) температура была выше 90 перцентиля. Особенно тепло было на юге европейской части РФ (аномалии около $+4^{\circ}\text{C}$), а также в при- и заполярных регионах от Кольского полуострова до Восточно – Сибирского моря (аномалии температуры до $+5^{\circ}\text{C}$).

3. Количество выпавших осадков в целом по России весной 2012 г. было

значительно больше среднего многолетнего: относительная аномалия осадков составила 116% – это четвертая максимальная величина в ряду наблюдений. Во всех физико-географических регионах и федеральных округах РФ (кроме Южного ФО) весной наблюдался избыток осадков. Экстремальные условия выпадения осадков наблюдались в регионах: Прибайкалье и Забайкалье (151% нормы) и Восточная Сибирь (119%) – ранги 1 и 6 соответственно. Из федеральных округов следует отметить Северо-Кавказский ФО (138%) – ранг 2. Избыток осадков (120%-130% нормы, на ряде станций – выше 90-го перцентиля) наблюдался также в центре европейской части страны. Значительный избыток осадков (более 160% нормы, выше 90-го перцентиля на многих станциях) наблюдался в Забайкалье, на юге и востоке Якутии, в Хабаровском крае.

В марте в ряде регионов: по всему северу РФ, а также на Алтае и в Забайкалье наблюдался дефицит осадков, местами менее 40% нормы. Большая область избытка осадков (120% - 270% нормы) наблюдалась в центральных областях европейской части РФ и в южных областях Западной Сибири. Область избытка осадков (до 380% нормы) наблюдалась в Хабаровском крае.

Значительный избыток осадков наблюдался в апреле - аномалия осадков, осредненная по России составила +9.0 мм/месяц (138% нормы) – это максимальная величина в ряду наблюдений. Из регионов следует отметить Прибайкалье и Забайкалье (+14 мм/месяц, 177% нормы) и Восточная Сибирь (+11.7 мм/месяц, 164%) – ранги 1 и 4 соответственно. Избыток осадков наблюдался на большей части страны, на четверти станций РФ количество выпавших осадков было больше 90-го перцентиля. Наибольшее количество осадков выпало в центральных областях европейской части страны, в Забайкалье, на юге и востоке Якутии, в Хабаровском крае, в Северо-Кавказском ФО. Дефицит осадков (10% - 80% нормы) наблюдался в бассейне нижнего и среднего течения Лены, а также вдоль границы с Казахстаном.

В мае избыток осадков (120%-250% нормы) наблюдался в районах, прилегающих к Северному Ледовитому океану: на севере Северо-Западного ФО, на севере Красноярского края, на севере Якутии, а также в Бурятии и в Читинской области.

Дефицит осадков (менее 60% нормы) наблюдался в нижнем течении Волги, северо-восточных областях РФ/

4. В целом по России линейный тренд весенней температуры воздуха за период 1976-2012 гг. составил $+0.57^{\circ}\text{C}/10$ лет при вкладе тренда в дисперсию ряда 30%.

Основные тенденции климатических изменений температуры в весенний сезон: рост температуры наблюдается на всей территории страны, значительный рост (более $+0.8^{\circ}\text{C}/10$ лет) наблюдается в междуречье Оби и Енисея, а также на востоке Якутии и на Чукотке, с максимумом в марте - в междуречье Оби и Енисея (до $+1.4^{\circ}\text{C}/10$ лет) и в бассейне Колымы (до $+2^{\circ}\text{C}/10$ лет).

Региональные средние весенние температуры ряда регионов растут начиная с 1950-1960гг.. В регионах Западная Сибирь, Прибайкалье и Забайкалье, Приамурье и Приморье примерно с 1995 года температуры остаются постоянными.

5. Тренд весенних сумм осадков составляет $+1.4$ мм/мес/10лет (объясняет 23% межгодовой изменчивости). Рост осадков весной происходит во всех регионах.

Интенсивный рост осадков (более 10%/10 лет) просматривается в Прикаспии и нижнем течении Волги, на востоке Якутии и в бассейне Анадыря. В Амурской области происходит уменьшение выпадения осадков (за счет апреля).

Наиболее интенсивный рост осадков (больше 10%/10 лет) наблюдается в марте на большей части страны. В апреле интенсивный рост осадков наблюдается в дельте Волги, в междуречье Индигирки и Колымы, в дельте Анадыря.

В апреле уменьшение осадков (менее -10%/10лет) просматривается в дельте Лены, в Амурской области, в нижнем течении Дона.

6. С середины 1980-х наблюдается рост экстремальности весеннего температурного режима на территории России, выражающийся в росте площади, занятой крупными (выше 80-го перцентиля) и экстремальными (больше 2 стандартных отклонений) 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

ВЕСНА 2012



ВВЕДЕНИЕ

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

Весной 2012 г. сезонная аномалия температуры воздуха, осредненная по территории Беларуси, составила +1.94°C (8 величина в ранжированном по убыванию ряду наблюдений с 1936 г.), аномалия осадков 8.7 мм/месяц (ранг 15).

В таблицах 2 и 3 приведены станционные данные о наблюдаемой температуре и осадках для каждого месяца рассматриваемого весеннего 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 весной 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)							
Весна 2012	7.3	7.9	7.1	9.7	9.5	8.9	9.3
Март	-0.4	1.0	-0.6	4.1	3.1	1.3	0.9
Апрель	7.6	8.0	7.9	9.4	9.3	9.5	10.0
Май	14.6	14.7	13.9	15.7	16.1	16.0	16.9
б) аномалия температуры (град. Цельсия)							
Весна 2012	1.91	2.05	1.48	2.22	2.41	1.85	2.30
Март	1.76	2.38	1.31	3.00	3.04	1.66	1.69
Апрель	2.05	2.01	2.19	1.66	1.74	2.06	2.61
Май	1.93	1.77	0.94	2.01	2.44	1.84	2.61

Таблица 3

Характеристики режима осадков на станциях Беларуси весной 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>Весна 2012</i>	63.0	59.7	72.3	30.3	40.7	43.7	59.7
Март	64	39	46	10	25	34	39
Апрель	89	96	95	30	71	77	82
Май	36	44	76	51	26	20	58
б) Аномалия сумм осадков / (мм/месяц)							
<i>Весна 2012</i>	20.7	11.1	29.0	-12.5	0.3	-0.4	18.1
Март	25.0	-2.8	11.4	-20.6	-4.6	0.3	6.6
Апрель	50.2	53.8	54.7	-9.3	33.7	31.8	37.8
Май	-13.2	-17.6	20.8	-7.5	-28.3	-33.3	10.0
в) Относительная аномалия сумм осадков (% от нормы)							
<i>Весна 2012</i>	149	123	167	71	101	99	146
Март	164	93	133	33	85	101	120
Апрель	229	227	236	76	190	170	201
Май	73	71	138	87	48	38	121

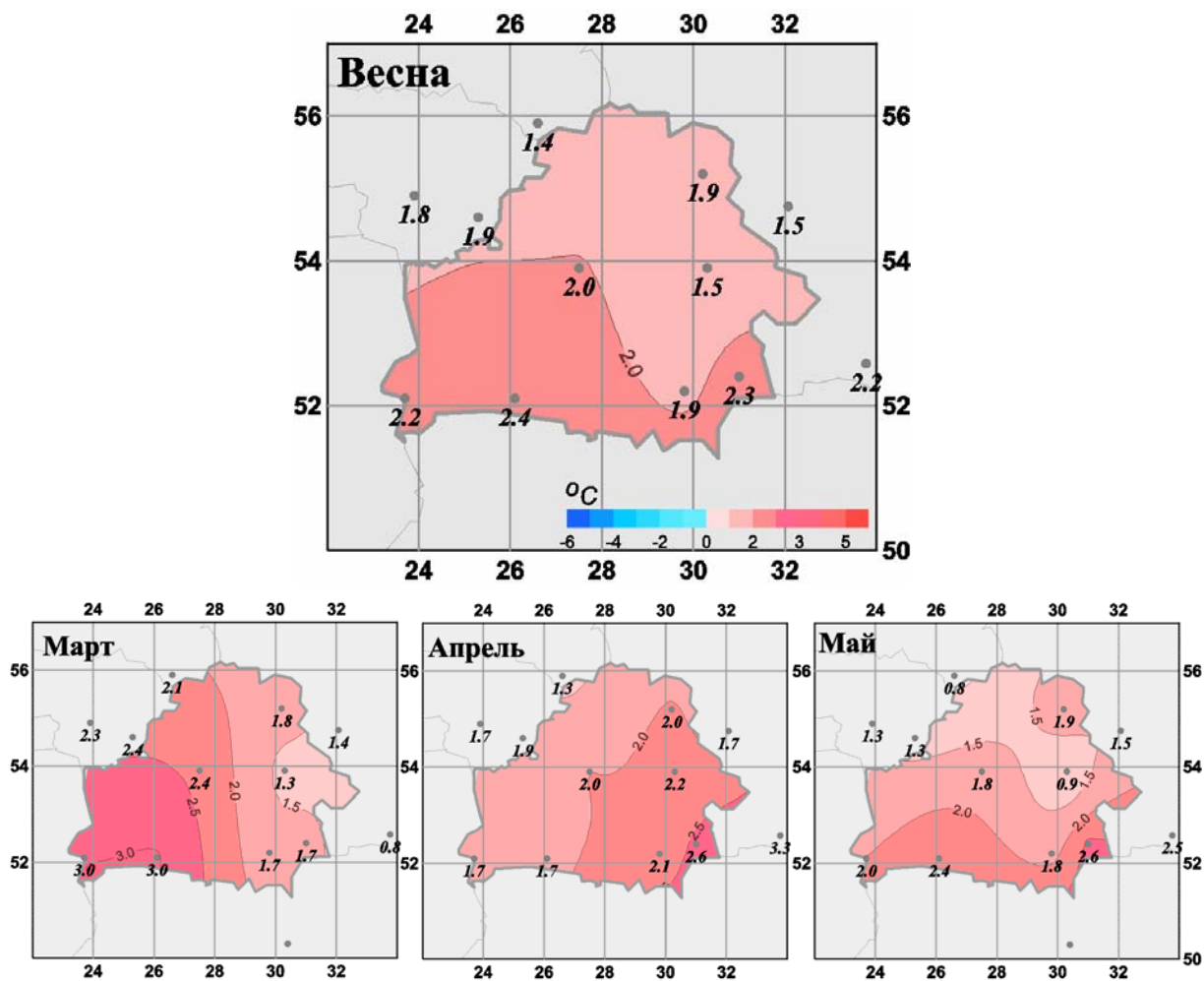


Рисунок 1 - Средние сезонные и средние месячные аномалии температуры ($^{\circ}\text{C}$) приземного воздуха на территории республики Беларусь весной 2012 г. Аномалии рассчитаны относительно периода 1961-1990 гг. Цифрами приведены значения аномалий температуры (в градусах Цельсия) на станциях.

Весной (рис.1) было теплее средней многолетней на всей территории Республики Беларусь, аномалии температуры на станциях от +1.48°C (Могилев) до +2.41°C (Пинск). Тепло было во все месяцы сезона, наибольшие аномалии температуры наблюдались в марте - юго-западе республики аномалии температуры достигали +3.04°C (Пинск). Избыток осадков (рис.2) наблюдался на востоке республики, в основном, за счет апреля, выпало до 167% нормы (в Могилеве). На западе количество выпавших осадков весной было около нормы.

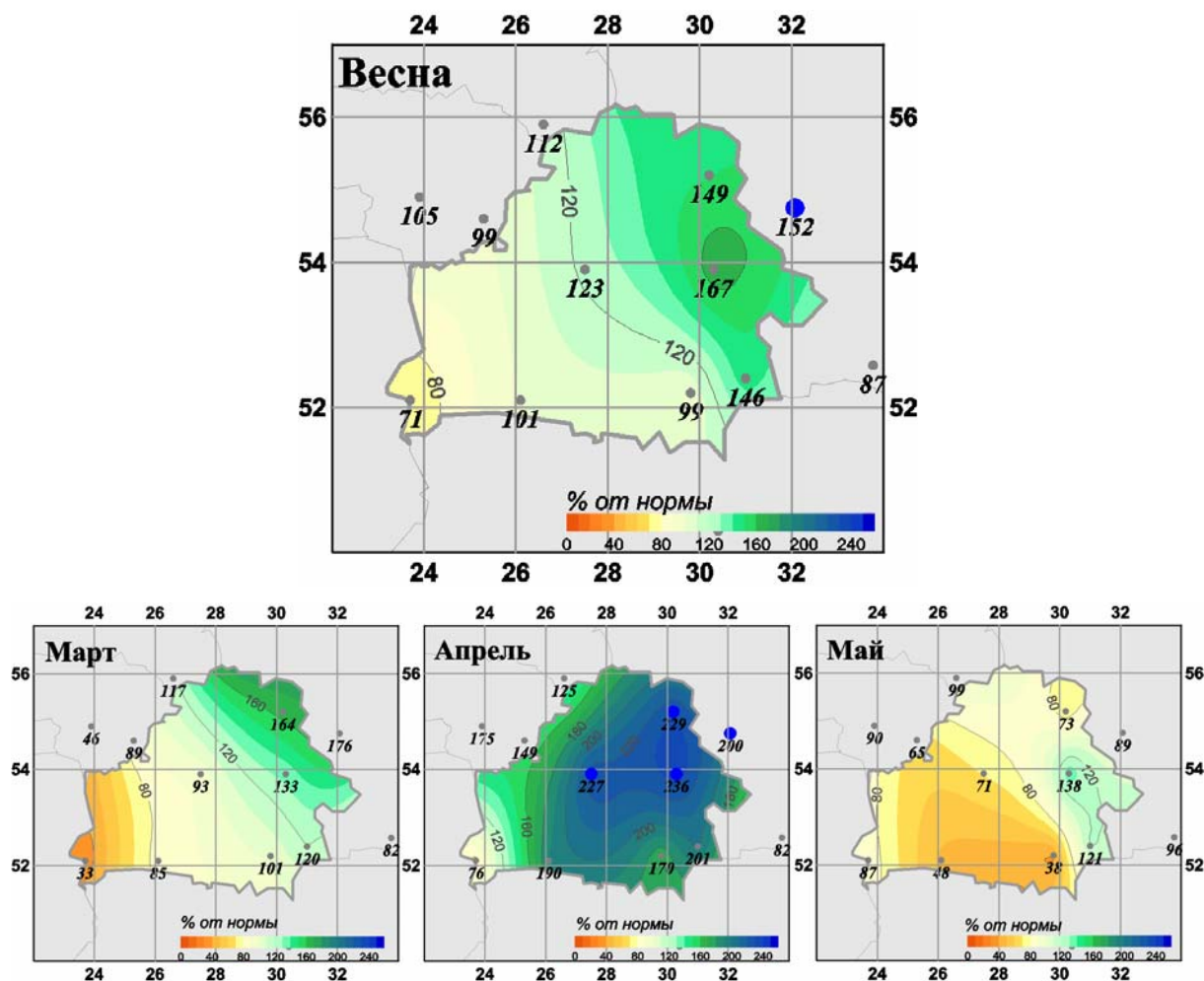


Рисунок 2 - Средние сезонные и месячные аномалии атмосферных осадков (% от нормы) на территории республики Беларусь весной 2012 г.

Аномалии рассчитаны относительно периода 1961-1990 гг. Цифрами приведены значения аномалий температуры (в градусах Цельсия) и осадков (в % от нормы) на станциях.

Синими кружками показаны станции, на которых количество выпавших осадков больше 95 процентиля.

В марте на западе наблюдался дефицит осадков (в Бресте выпало 10мм осадков – 33% нормы), на северо-востоке – избыток осадков (164% нормы в Витебске).

В апреле на большей части республики наблюдался значительный избыток осадков. На трех станциях: в Витебске, в Минске и в Могилеве, количество выпавших осадков превысило 95 процентиля.

В мае на большей части республики наблюдался дефицит осадков, особенно на юге (в Василевичах выпало 38%, в Пинске – 48% месячной нормы).

Таблица 4

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

	νT_{2012}	s	R	νR_{2012}	s	R
Весна 2012	1.94	1.58	8	8.7	10.6	15
Март	2.02	2.93	18	2.6	14.5	33
Апрель	1.97	1.51	14	32.7	14.8	4
Май	1.82	1.95	14	-9.4	17.1	54

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

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	$D_{1976-2012}$ %
Весна 2012	0.52	18	2.5	8
Март	0.52	5	1.1	1
Апрель	0.73	21	0.1	0
Май	0.30	4	6.5	13

На рисунках 3, 4 показаны временные ряды осредненных по территории Республики сезонных и месячных аномалий температуры воздуха и осадков с 1936 по 2011 гг.

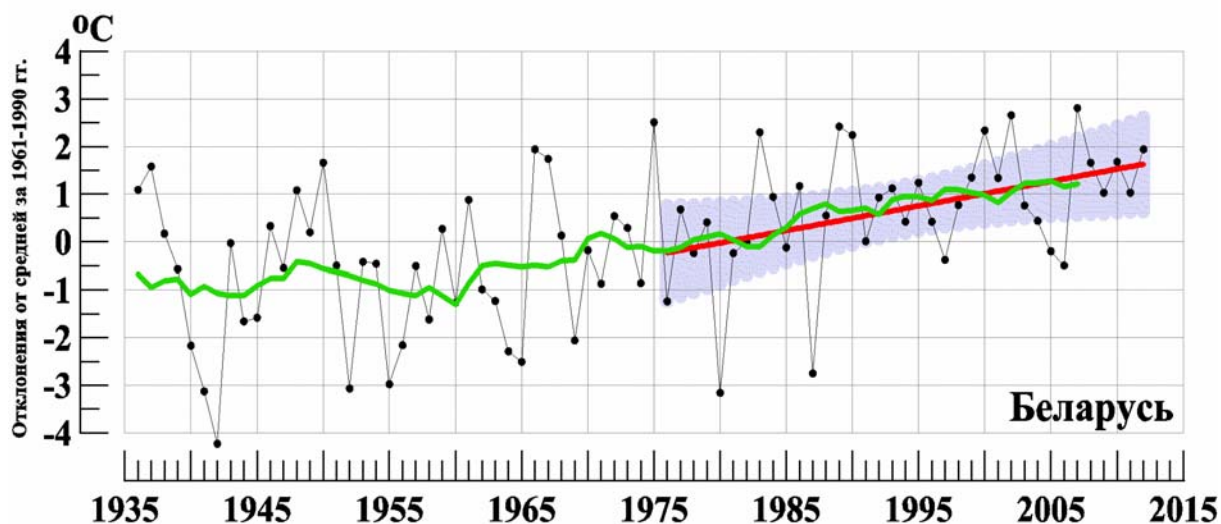


Рисунок 3 - Сезонные (весна: март – май) аномалии температуры приземного воздуха ($^{\circ}\text{C}$), осредненные по территории Республики Беларусь.

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.

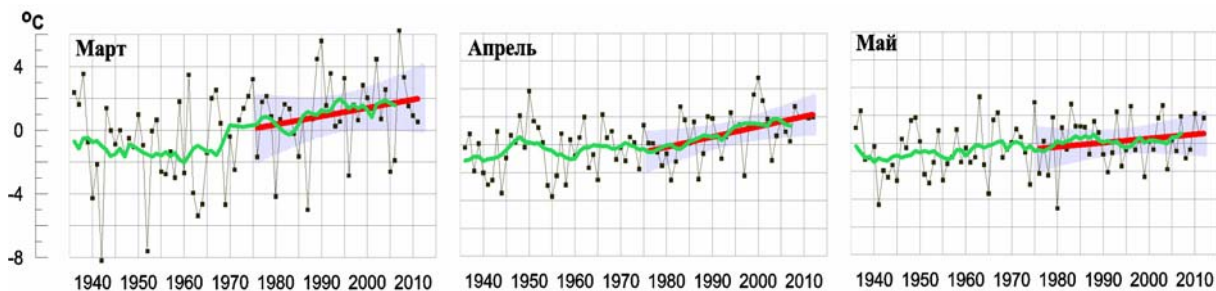


Рисунок 4 - Средние месячные аномалии температуры приземного воздуха ($^{\circ}\text{C}$), осредненные по территории Республики Беларусь.
Условные обозначения см. на рисунке 3.

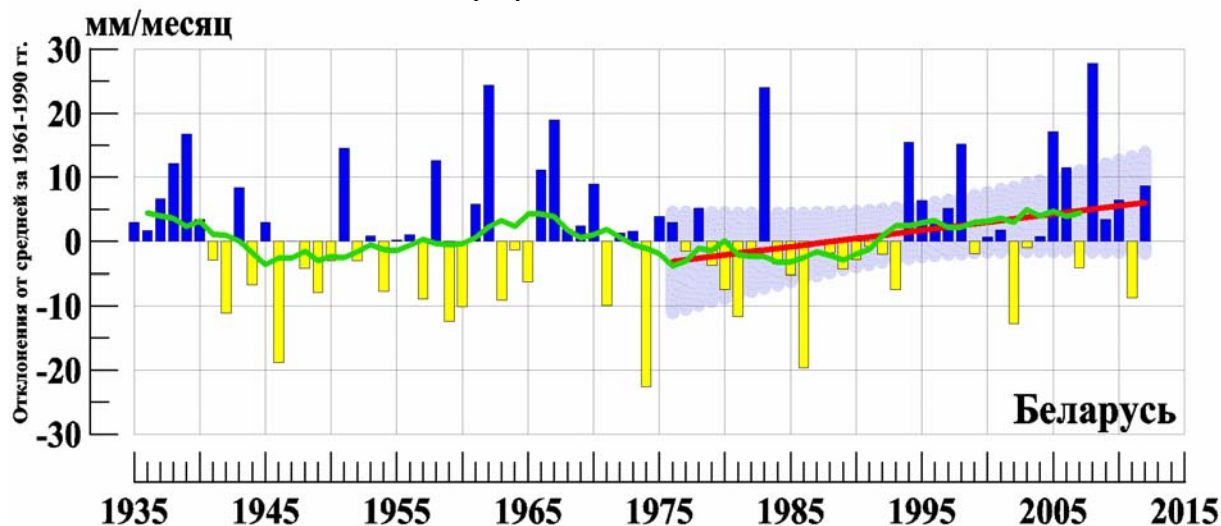


Рисунок 5 - Сезонные (весна: март – май) аномалии месячных сумм осадков (мм/месяц), осредненные по территории Республики Беларусь.
Условные обозначения см. на рис. 3

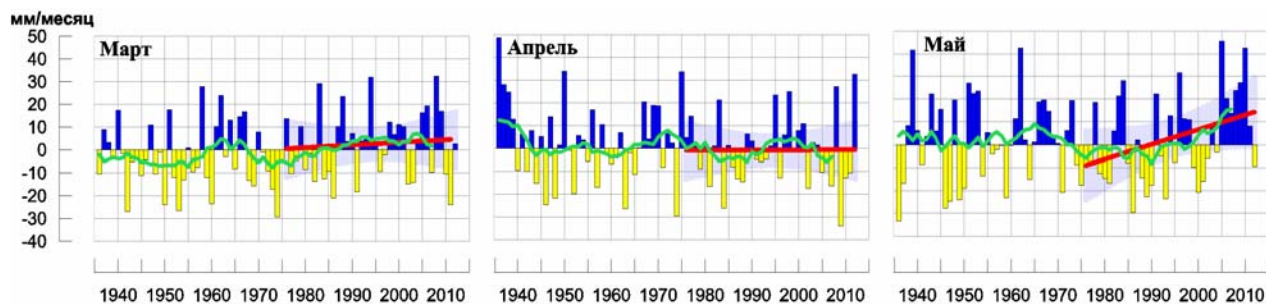


Рисунок 6 - Средние месячные аномалии атмосферных осадков (мм/месяц), осредненные по территории Республики Беларусь.
Условные обозначения см. на рисунке 3.

Как отмечалось выше, сезонная аномалия температуры воздуха ($+1.94^{\circ}\text{C}$, ранг 8), а аномалия осадков (8.7 мм/месяц , ранг 15).

Тренд весенних температур, в среднем по территории Беларуси, составил $0.52^{\circ}\text{C}/10 \text{ лет}$ (ответствен за 18% дисперсии). Во все месяцы сезона тренд положителен. Наибольший тренд температуры отмечается в апреле - $+0.73^{\circ}\text{C}$ (ответствен за 21% дисперсии).

В изменении регионально осредненных осадков сезонный тренд составил $2.5 \text{ мм/месяц}/10 \text{ лет}$ (ответствен за 8% дисперсии). Наиболее интенсивный рост осадков отмечается в мае - $+6.5 \text{ мм/месяц}/10 \text{ лет}$ (ответствен за 13% дисперсии).

ВЫВОДЫ

1. В среднем по Беларуси сезонная аномалия температуры воздуха составила $+1.94^{\circ}\text{C}$ (ранг 8).

Тепло было во все месяцы сезона. Осредненные по месяцам аномалии температуры составили $+2.02^{\circ}\text{C}$, $+1.97^{\circ}\text{C}$, $+1.82^{\circ}\text{C}$ – ранги 18, 14, 14 соответственно.

2. В среднем по Беларуси сезонная аномалия осадков составила $+8.7$ мм/месяц (ранг 15). Избыток осадков весной наблюдался на востоке республике, выпало до 167% нормы (в Могилеве). На западе количество выпавших осадков было около нормы.

Апрель – очень влажный месяц сезона. Апрельская аномалия осадков составила $+32.7$ мм/месяц (ранг 4). На большей части республики наблюдался значительный избыток осадков. На трех станциях: в Витебске, в Минске и в Могилеве, количество выпавших осадков превысило 95 процентиль.

В марте и, особенно, в мае на западе и в центре республики наблюдался дефицит осадков – выпало менее 60% нормы.

3. В среднем по территории Беларуси отмечается тенденция к потеплению, как за сезон, так и в отдельные весенние месяцы, линейный тренд за сезон составил $0.52^{\circ}\text{C}/10$ лет (ответствен за 18% дисперсии)

В целом для Беларуси отмечается тенденция к увеличению осадков, линейный тренд составил 2.5 мм/месяц/10 лет (ответствен за 8% дисперсии), наиболее интенсивный рост осадков отмечается в мае.