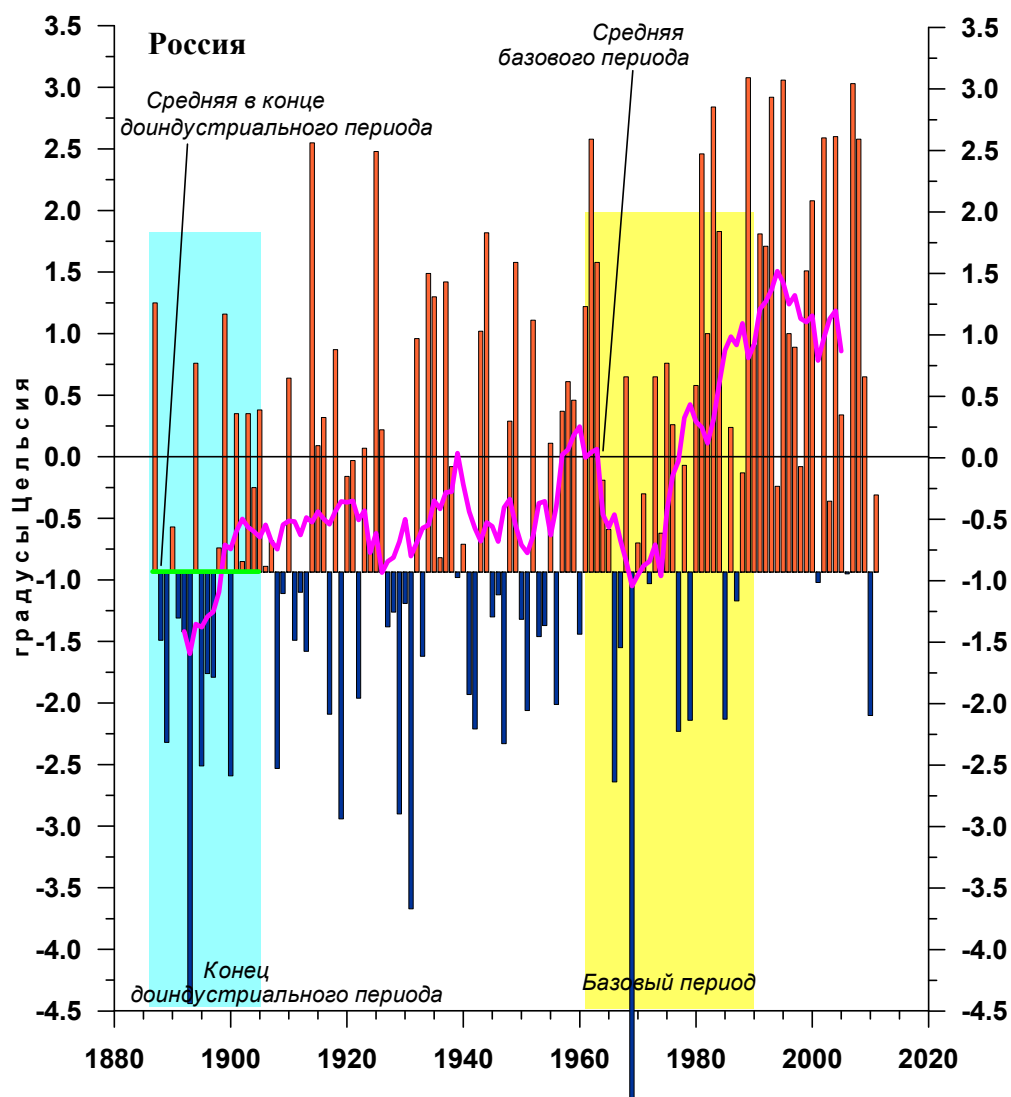


ГУ Институт Глобального Климата и Экологии



## ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА 2011

ЗИМА: 2010<sub>ХІІ</sub> - 2011<sub>ІІ</sub>

Обзор состояния и тенденций изменения  
климата России

★  
Москва 2011

## ОГЛАВЛЕНИЕ<sup>1</sup>

ВВЕДЕНИЕ .....	3
1. ИЗМЕНЕНИЯ ПРИПОВЕРХНОСТНОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ ЗЕМНОГО ШАРА, СЕВЕРНОГО ПОЛУШАРИЯ И РОССИИ ПО ДАННЫМ НАБЛЮДЕНИЙ .....	5
2. КЛИМАТИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ЗИМЫ 2010/2011 гг. НА ТЕРРИТОРИИ РОССИИ .....	7
3. ТЕНДЕНЦИИ СОВРЕМЕННЫХ ИЗМЕНЕНИЙ КЛИМАТА НА ТЕРРИТОРИИ РОССИИ (зима: XII – II) ...	11
4. РЕГИОНАЛЬНЫЕ АНОМАЛИИ ТЕМПЕРАТУРЫ И ОСАДКОВ ЗИМНЕГО СЕЗОНА, 1936-2011 гг. ....	14
4.1 Российская Федерация.....	14
4.2 Физико-географические регионы России.....	15
4.3 Федеральные округа Российской Федерации.....	18
ВЫВОДЫ .....	22
Приложение. Климатические особенности зимы 2010/2011 гг. на территории Республики Беларусь .....	24

---

<sup>1</sup> На обложке приведен ход средней сезонной аномалии температуры приземного воздуха, осредненной по территории России, за 1887 – 2010 гг. (зима: декабрь - февраль)

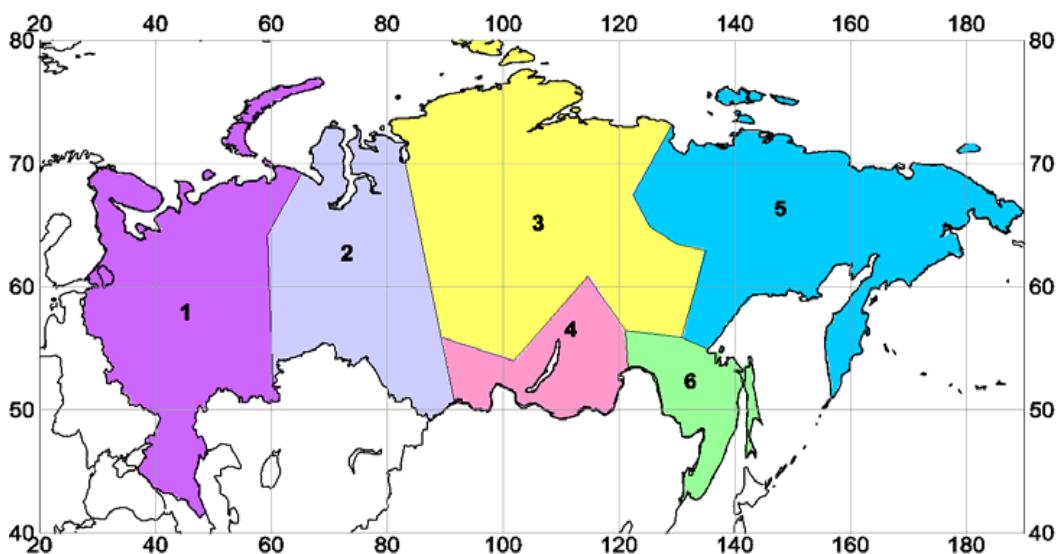
*Аномалия температуры рассчитана как отклонение от средней температуры за базовый период 1961-1990 гг. Столбцы диаграммы представлены относительно средней за 1886 – 1905 гг. (конец «доиндустриального» периода)*

## 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 263 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 рассчитываются как отклонения наблюдаемого значения от нормы. Аномалии осадков рассматриваются как в отклонениях от нормы (аналогично температуре), так и в процентах от нормы, то есть как процентное отношение количества выпавших осадков к соответствующему значению нормы. Вероятность непревышения текущего значения климатической переменной (или ее аномалии) рассчитывается как доля наблюдений в прошлом, в которых значение этой переменной (или ее аномалии) было не больше текущего.

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



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

- 1 - Европейская часть России (ЕЧР), 2 - Западная Сибирь, 3 - Средняя Сибирь,
- 4 - Прибайкалье и Забайкалье, 5 – Восточная Сибирь (включая Чукотку и Камчатку),
- 6 - Приамурье и Приморье (включая Сахалин)

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

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



**Рисунок 2.** Федеральные округа Российской Федерации

Аналогичным образом, по данным о стационарных «нормах» (средних многолетних за базовый период) для каждого региона 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).

В Приложении приводятся данные мониторинга климата на территории Республики Беларусь, подготовленные в рамках проекта 3.1 «Оценка наблюдаемых тенденций изменения климата на региональном уровне и выпуск информационных бюллетеней о его состоянии и изменениях на территории Союзного государства».

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

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

# 1. ИЗМЕНЕНИЯ ПРИПОВЕРХНОСТНОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ ЗЕМНОГО ШАРА, СЕВЕРНОГО ПОЛУШАРИЯ И РОССИИ ПО ДАННЫМ НАБЛЮДЕНИЙ

Под приповерхностной температурой здесь понимается температура приземного воздуха над континентами (на высоте 2м) и температура поверхностного слоя воды над океанами. Соответственно, при пространственном осреднении приповерхностных температур в суммирование включается температура воздуха или температура воды в зависимости от географического положения очередного слагаемого.

На рисунке 1.1 представлены временные ряды сезонных аномалий приповерхностной температуры (зима: декабрь-февраль), осредненных по территории Земного шара (континенты и океаны), континентов Северного полушария (СП) и России. Ряды для Земного шара и СП построены по глобально осредненным ежемесячным данным Отдела исследований климата Университета Восточной Англии (соответственно, массивы hadcrut3gl.txt и crutem3nh.txt на сайте [www.cru.uea.ac.uk](http://www.cru.uea.ac.uk)). Временной ряд для России рассчитан и построен по стационарным данным ГУ «ИГКЭ Росгидромета и РАН».

В среднем по Земному шару и по СП аномалия приповерхностной температуры зимой 2010/2011 гг. составила, соответственно, +0.25 °С и +0.38 °С. В Северном полушарии эта зима – самая холодная за последние 15 лет. Самые теплыми для Земного шара были зимы 1997/1998 и 2006/2007 гг. (аномалии +0.59 и +0.55°С), а для суши Северного полушария – 2006/2007 и 2001/2002 гг. (1.51 и 1.41°С)

В целом по России температура приземного воздуха зимой 2010/2011 гг. оказалась несколько ниже нормы 1961-1990 гг. (аномалия –0.31°С). Рекордно теплые годы 1989, 1995 и 2007 с очень близкими значениями аномалий: 3.08, 3.06 и 3.03°С.

Оценки линейных трендов, характеризующие знак и интенсивность однонаправленных изменений зимних температур в течение 1901–2011 и 1976-2011 годов (в среднем для Земного шара, СП и России), приведены в табл. 1.1.

**Таблица 1.1**

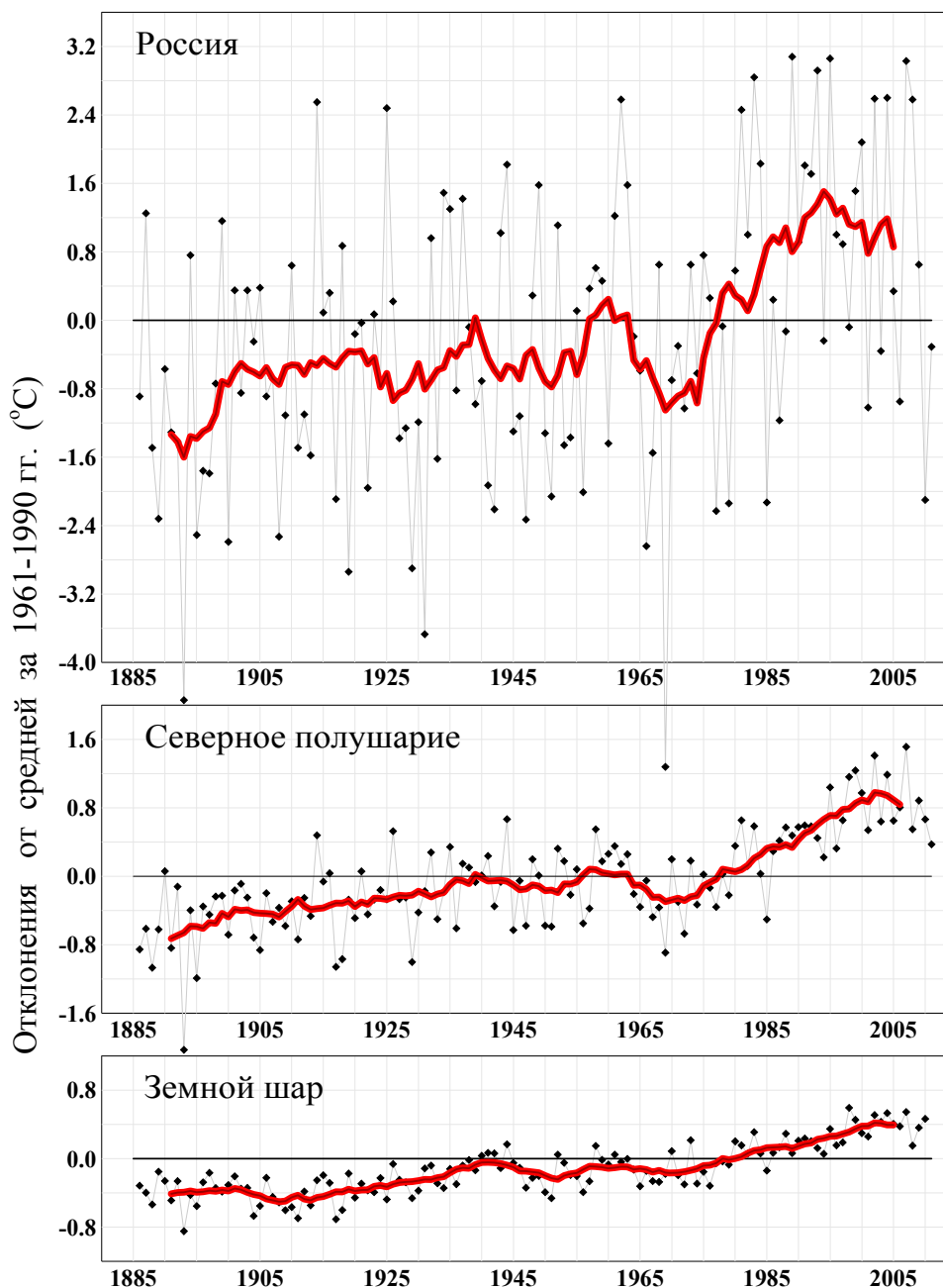
Сезонные (зима 2010/2011) аномалии и оценки линейного тренда пространственно осредненных зимних температур Земного шара, СП и России за периоды 1901-2011 и 1976-2011

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

Регионы	$\nu T_{\text{зима } 2010/2011}$ °С	1901-2011		1976-2011	
		<i>b</i> , °С/10 лет	<i>D</i> %	<i>b</i> , °С/10 лет	<i>D</i> %
Земной шар	0.25	0.08	66	0.14	54
СП	0.38	0.11	43	0.29	44
Россия	-0.31	0.15	9	0.20	2

Оценки для всех трех рядов указывают на потепление зимних сезонов в течение всего периода, существенно усилившееся после 1976 года. Можно отметить, однако,

определенное замедление темпов потепления после 2000 года, которое в России началось несколько раньше и отмечается на фоне большой межгодовой изменчивости.

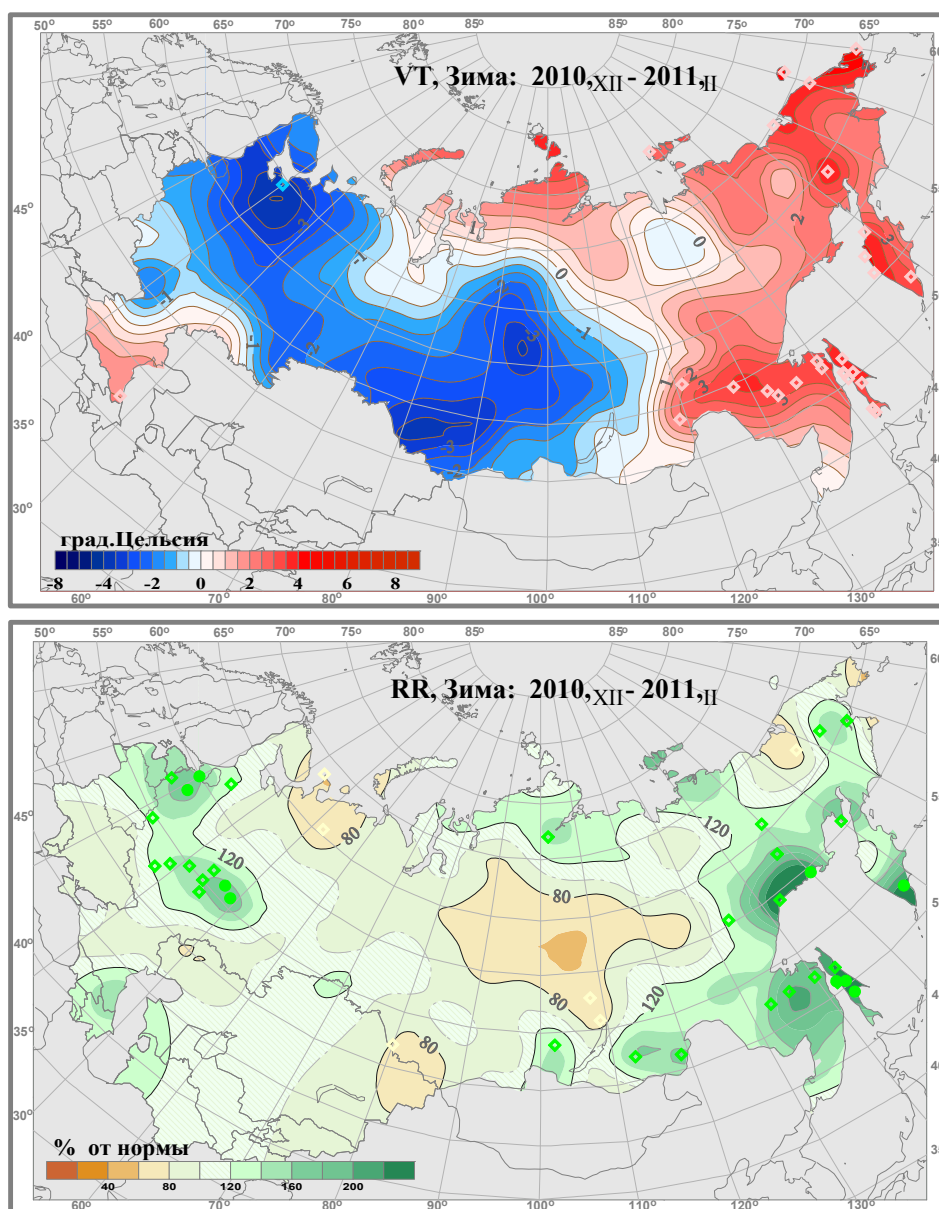


**Рисунок 1.1** – Сезонная аномалия (зима: декабрь–февраль) приповерхностной температуры Земного шара, Северного полушария (суша) и России за 1887-2011 гг.

Аномалии рассчитаны как отклонения от средней за базовый период 1961-1990 гг. Жирной линией показан ход скользящих 11-летних средних. Использованы данные Университета Восточной Англии (Земной шар, СП) и данные ГУ «ИГКЭ Росгидромета и РАН» (Россия).

## 2. КЛИМАТИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ЗИМЫ 2010/2011 гг. НА ТЕРРИТОРИИ РОССИИ

Основные климатические особенности зимы 2010/2011 гг. видны, прежде всего, на рис.2.1, где представлены пространственные распределения аномалий температуры и осадков рассматриваемого сезона на территории России. На этих же картах показано местоположение станций с 5%- и 95%-ми экстремумами – значения температуры и/или осадков на этих станциях попали в 5%-ые хвосты соответствующих распределений (ниже 5%- или выше 95%-перцентилей).



**Рисунок 2.1** – Поля аномалий средней сезонной температуры приземного воздуха ( $^{\circ}\text{C}$ , сверху) и сезонных сумм осадков (% от нормы, внизу) на территории России зимой 2010/2011 года с указанием локализации экстремальных аномалий.

Нормы рассчитаны за 1961-1990 гг. Значения 5%- и 95%-перцентилей получены по данным за 1936-2010 гг. Разъяснения к рисунку см. в тексте.

Экстремумы на рисунке показаны значками того же цвета, что и аномалии, но более светлых тонов. Заполненные значки указывают локализацию «рекордных» значений, которые на данной станции наблюдались впервые с 1936 г.

В поле температуры выделяется обширная трехцентровая область холода, вытянувшаяся от северо-западных границ России до Алтая и Якутии с сезонными аномалиями в центрах до  $-4.8$  оС (Архангельская обл.) и  $-4.4^{\circ}\text{C}$  (Алтайский край и Эвенкия). На большей части Дальневосточного региона, в Таймырском АО и на Северном Кавказе зимний сезон был теплым, с 95%-ми экстремумами тепла на станциях вдоль побережья Охотского моря (Приморье, Хабаровский край, Камчатка, Чукотка). Здесь зима была к тому же еще и снежной – зимняя сумма осадков на 11 станциях Приморья и Магаданской области оказалась выше 95% процентиля (в Магадане, Охотске – около 3-х норм). Сезонная сумма осадков выше 140% нормы (с локальными 95%-ми экстремумами) наблюдалась также на западе и в центре европейской части России (в Казани – 2.5 нормы). На остальной территории количество осадков было около нормы или незначительно ниже ее (на Среднесибирском плоскогорье, на Чукотке, на побережье Баренцева моря).

На рис.2.2 аналогичные данные об аномалиях температуры и осадков приведены для каждого месяца сезона. Сезонное распределение и температуры, и осадков сложилось, главным образом, за счет декабря.

**Декабрь.** Так, огромная территория от западной границы России (кроме южных областей европейской части РФ) до среднего течения реки Лены занята одной областью холода с двумя обширными очагами, охватившими северо-запад Европейской части России и практически весь Сибирский регион, причем в обоих очагах низкие температуры наблюдались на фоне дефицита осадков. На территории ЕЧР аномалии температуры в декабре достигали отметки  $-7.1^{\circ}\text{C}$ , а дефицит осадков в Архангельской области и в Карелии составил 60-80% нормы. На азиатской территории, в междуречье среднего течения Енисея и Лены, аномалии температуры опускались до  $-10.7^{\circ}\text{C}$  при количестве осадков 60-30% нормы.

На остальной территории (юг ЕЧР и восточная Сибирь) декабрь был исключительно теплым и влажным, с большим числом локальных экстремальных аномалий (38 станций зафиксировали 5%-ые экстремумы температуры, и 57 станций - экстремумы осадков). На станции Омолон средняя температура декабря впервые с 1936 года составила  $-23.1^{\circ}\text{C}$  (аномалия  $+12.7^{\circ}\text{C}$ , предыдущий максимум  $-25.9^{\circ}\text{C}$  наблюдался в 1955 г.). Область избытка осадков вытянулась полосой, захватившей центральную часть ЕЧР (до 310% нормы), Южный и Средний Урал (до 265% нормы), Прибайкалье и Забайкалье (до 372% нормы), побережье Тихого океана (до 544% нормы). Наибольшее количество осадков выпало в Приамурье и в Магаданской области. На юге азиатской территории декабрь был холодным, но снежным.

**Январь.** Основная особенность климатических условий в январе – область холода и дефицит осадков на юге азиатской части России, от Южного Урала до Забайкалья (аномалии достигали  $-9.6^{\circ}\text{C}$  для температуры и 40% нормы для осадков). На многих станциях наблюдались 5%-ые аномалии и температуры, и осадков (см. рис.2.2). Остальная территория, от западной границы РФ до Дальнего Востока, включая



центральные районы ЕЧР, Средний и Северный Урал и Якутию, находилась в области тепла. Наибольшие аномалии – в Якутии, до  $+10.1^{\circ}\text{C}$  (на многих станциях осуществились температуры выше 95% процентиля). Осадков на этой территории выпало около нормы или выше нормы, с максимумами в центральных и западных районах европейской части РФ (до 245% месячной нормы), на Таймыре и на побережье Восточно-Сибирского моря (до 333% нормы), в Приморье и на Сахалине (до 287% нормы).

Определенное исключение составляет район Забайкалья и Приамурья, где дефицит осадков наблюдается на фоне аномалий тепла. Кроме того, на Чукотке, Камчатке (на станции Усть-Хайрюзово впервые выпало 8% нормы) и в Хабаровском крае небольшие области с дефицитом осадков наблюдались при температурах около нормы.

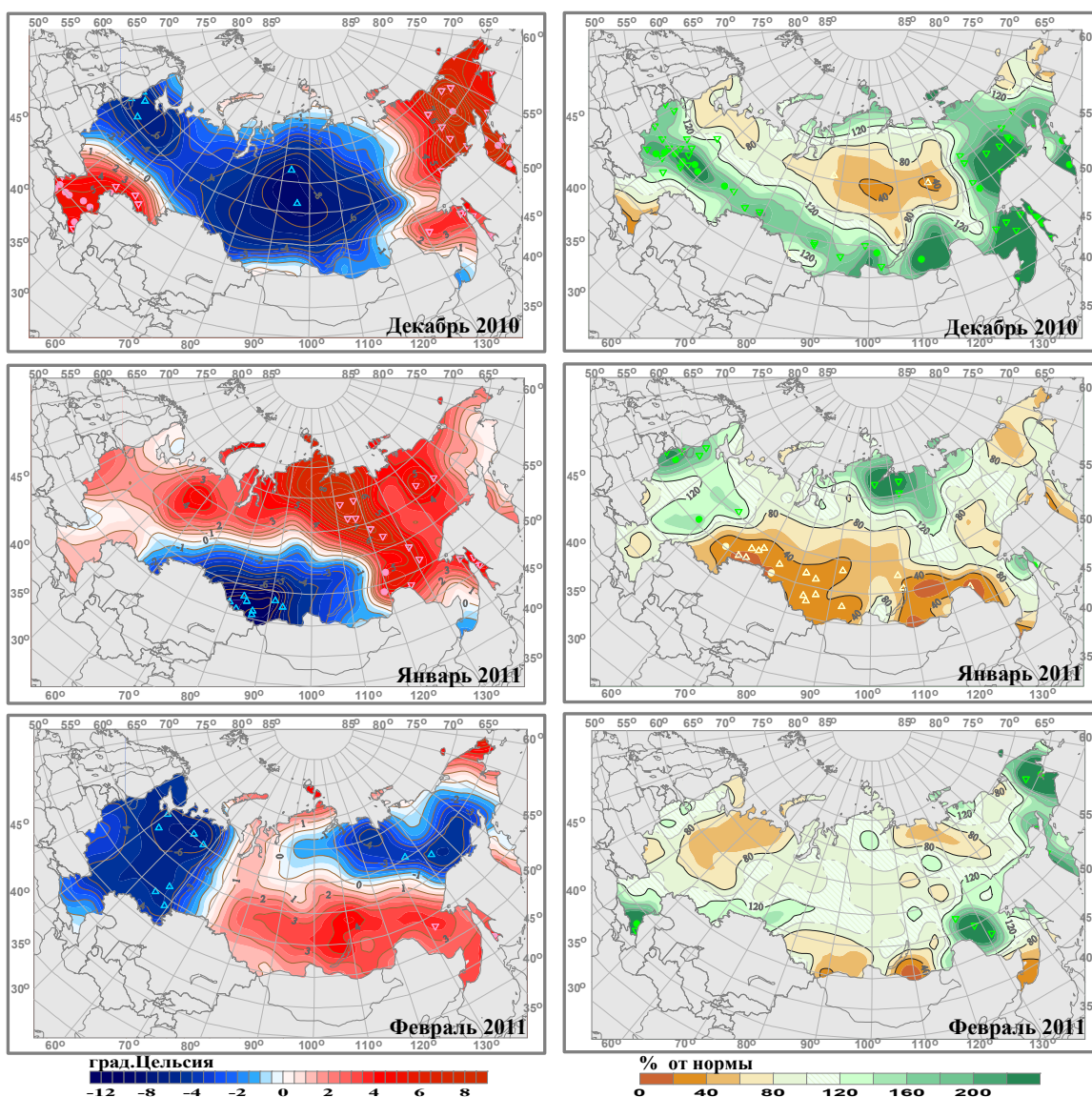


Рисунок 2.2 – См. рис. 2.1, но для отдельных месяцев зимнего сезона.

**Февраль.** Количество 5%-ых экстремумов на станциях наблюдалось существенно меньше. В основном, они зафиксированы в областях холода: на европейской территории, включая Урале (с аномалиями до  $-8.4^{\circ}\text{C}$ ) и на севере Якутии,

в Магаданской области и Корякском АО (с аномалиями до  $-5.9^{\circ}\text{C}$ ). С ними, как и в предыдущие месяцы, можно «связать» области дефицита осадков (менее 60% нормы) в центре и на севере ЕЧР, и на побережье моря Лаптевых. Однако, области избытка осадков (более 160%) в Предгорьях Кавказа, на Камчатке, Чукотке и в Амурской области. как и область дефицита осадков (менее 60% нормы) в Приморье этой схеме не соответствуют.

В таблице 2.1 представлены регионально осредненные аномалии температуры и осадков, рассчитанные по наблюдаемым значениям стационарных аномалий зимнего сезона 2010/2011 гг. Оценки приведены для физико-географических регионов (рис.1) и Федеральных округов (рис.2) Российской Федерации. В таблице приведены также значения функции распределения (вероятности неперевышения) наблюдаемых значений по данным за 1936-2011 годы. Для осадков дополнительно к отклонениям от нормы приведены относительные аномалии, т.е. процентное отношение осредненной по территории региона сезонной суммы осадков к средней по региону сезонной норме (о процедуре регионального осреднения см. во введении). В Разделе 4 будут представлены временные ряды регионально осредненных аномалий температуры и осадков для каждого из рассматриваемых физико-географических регионов и Федеральных округов РФ.

Таблица 2.1

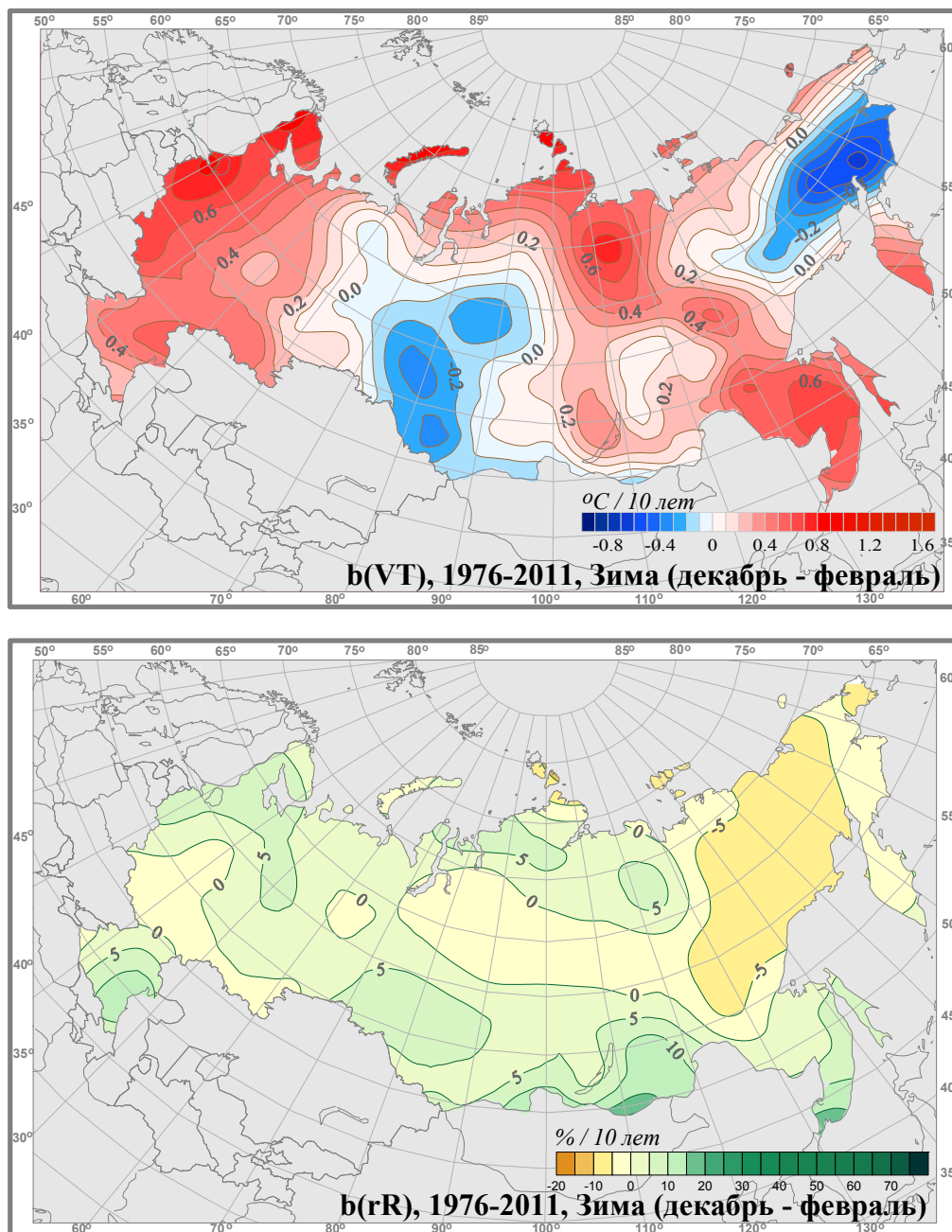
Наблюдаемые регионально осредненные аномалии температуры и осадков зимой 2010<sub>XII</sub>-2011<sub>I</sub> и соответствующие им вероятности неперевышения

Регионы	Температура		Осадки		
	$\nu T_{2011}$	$P(t \leq T_{2011})$	$\nu R_{2011}$	$RR_{2011}$	$P(r \leq R_{2011})$
Российская Федерация	-0.31	47	3.3	114.4	89
<b>Физико-географические регионы России</b>					
Европейская часть России	-1.40	58	5.1	113.4	81
Западная Сибирь	-1.87	23	-1.5	93.5	43
Средняя Сибирь	-0.53	34	-2.5	86.1	24
Прибайкалье и Забайкалье	-0.51	40	1.2	111.1	72
Приамурье и Приморье	2.65	95	11.1	174.9	100
Восточная Сибирь	1.93	91	9.4	142.5	96
<b>Федеральные Округа РФ</b>					
Северо-Западный	-2.53	13	3.0	108.4	67
Центральный	-1.30	35	10.2	125.0	87
Приволжский	-1.18	29	5.7	116.5	80
Южный	-1.01	51	3.1	107.3	67
Северо-Кавказский	1.39	79	4.1	108.7	64
Уральский	-1.24	32	-1.1	95.5	45
Сибирский	-1.60	25	-1.6	91.2	37
Дальневосточный	1.88	91	7.3	140.8	99

**Примечание:** Аномалии  $\nu T_{2011}$  ( $^{\circ}\text{C}$ ),  $\nu R_{2011}$  (мм/месяц) рассчитаны как отклонения от нормы 1961-1990 гг., а  $RR_{2011}$  - как отношение  $R_{2011}$  к норме 1961-1990 гг., выраженное в процентах. Вероятности неперевышения  $P(t \leq T_{2011})$ ,  $P(r \leq R_{2011})$  рассчитаны по данным за 1936-2010 гг. и выражены в процентах.

### 3. ТЕНДЕНЦИИ СОВРЕМЕННЫХ ИЗМЕНЕНИЙ КЛИМАТА НА ТЕРРИТОРИИ РОССИИ (ЗИМА: XII – II)

На рис. 3.1 представлено пространственное распределение коэффициентов линейных трендов температуры приземного воздуха и атмосферных осадков на территории России для зимнего сезона в целом. Оценки получены по стационарным временным рядам сезонных аномалий за 1976-2011 гг. в точках расположения станций и затем картированы. Представленные поля характеризуют среднюю скорость однонаправленных изменений температуры и осадков зимнего сезона на территории России за последние 35 лет.



**Рисунок 3.1** – Пространственное распределение локальных коэффициентов линейного тренда сезонных аномалий температуры (°C/10 лет, сверху) и осадков (% от нормы/10 лет) на территории России по данным за 1976 - 2011 годы (зима: XII-II)

На рис. 3.2 распределения трендов представлены для каждого зимнего месяца в отдельности.

Общая картина тенденций в изменении зимних температур на территории России за период 1976-2011 гг., в сравнении с тенденциями 1976-2010 гг., практически не изменилась. В частности, потепление охватывает всю европейскую территорию и значительную часть Сибирского региона (включая Прибайкалье, Приамурье, Приморье и Хабаровский край). Эти области чередуются с областями похолодания в Западной Сибири и на востоке, в Магаданской области и на Чукотке (кроме северного побережья Чукотки). Изменения коснулись Европейской территории: потепление здесь несколько ослабло, а вблизи Урала наметилась слабая тенденция к похолоданию.

Наибольшее потепление на Европейской части России, в Средней Сибири и в Приамурье и Приморье отмечается в январе, похолодание в Сибири – в декабре и январе, а на северо-востоке – в январе и феврале.

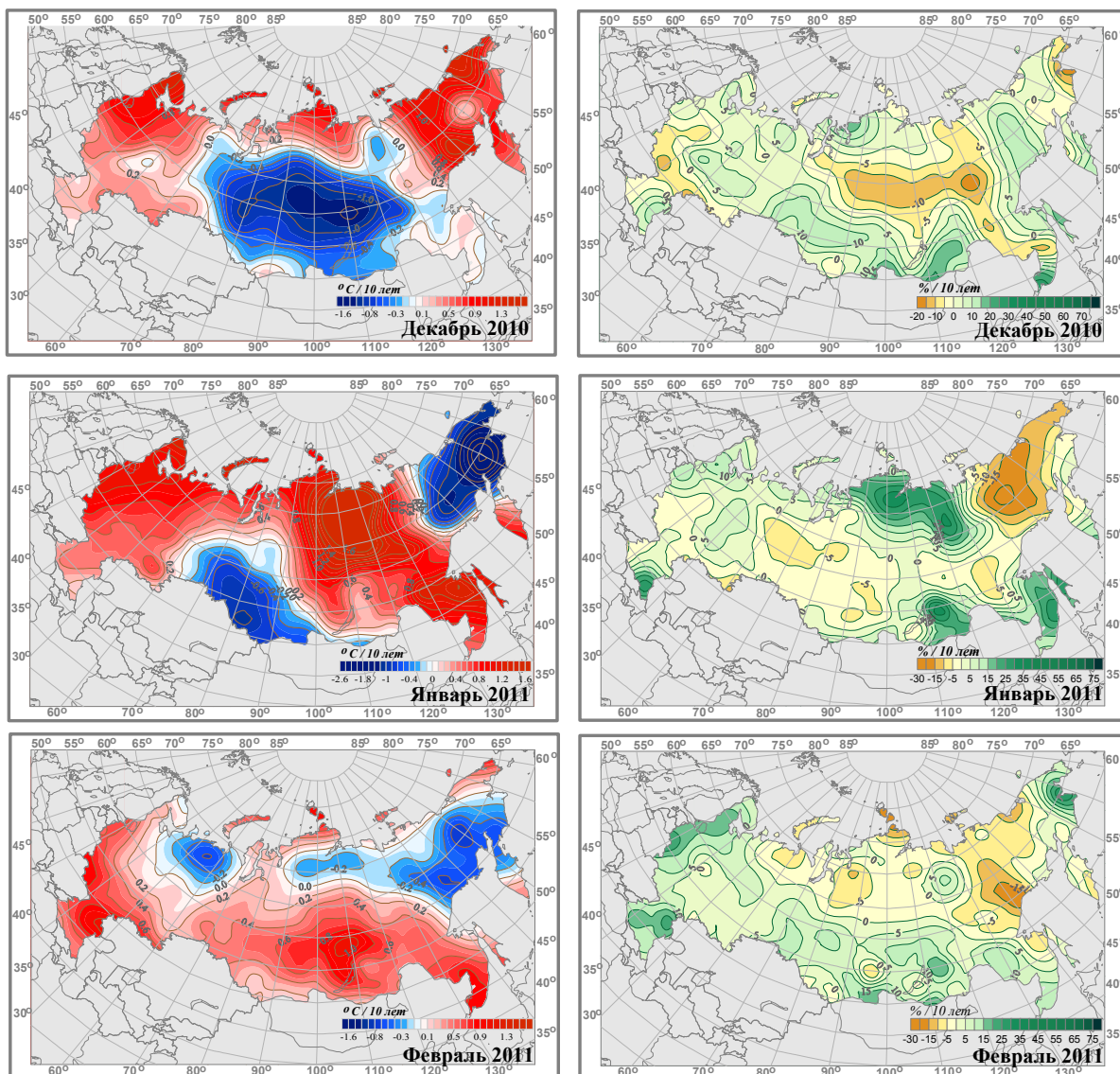


Рисунок 3.2 – То же, что на рис. 3.1, но для отдельных месяцев зимнего сезона

В изменении сезонных сумм осадков существенных трендов, по-прежнему, не выявлено, хотя можно отметить очень слабую тенденцию к уменьшению осадков в Восточной Сибири и к слабому росту осадков в северо-западных районах ЕЧР и на юге Восточной Сибири (Забайкалье и Приморье). Обе эти тенденции более четко проявляются в январских и, несколько слабее, в февральских осадках. Дополнительно можно отметить тенденцию к увеличению февральских осадков в Таймырском АО и Якутии.

В табл. 3.1 дополнительно приведены оценки линейных трендов регионально осредненных значений температуры и осадков за 1976-2011 гг. для регионов РФ.

Таблица 3.1

Оценки линейного тренда регионально осредненных температуры приземного воздуха и месячных сумм осадков за 1976-2011 гг. (зима: декабрь – февраль)

*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> , %
Россия	0.20	2	0.5	7
<b>Физико-географические регионы России</b>				
Европейская часть России	0.45	5	0.9	4
Западная Сибирь	-0.12	0	0.8	5
Средняя Сибирь	0.19	1	-0.1	0
Прибайкалье и Забайкалье	0.13	1	0.5	8
Приамурье и Приморье	0.54	14	1.2	10
Восточная Сибирь	0.00	0	-0.1	0
<b>Федеральные Округа РФ</b>				
Северо-Западный	0.53	4	1.5	8
Центральный	0.56	6	0.4	0
Приволжский	0.33	2	0.2	0
Южный	0.47	7	0.2	0
Северо-Кавказский	0.36	9	2.4	7
Уральский	0.01	0	0.7	3
Сибирский	-0.01	0	0.4	3
Дальневосточный	0.23	5	0.3	1

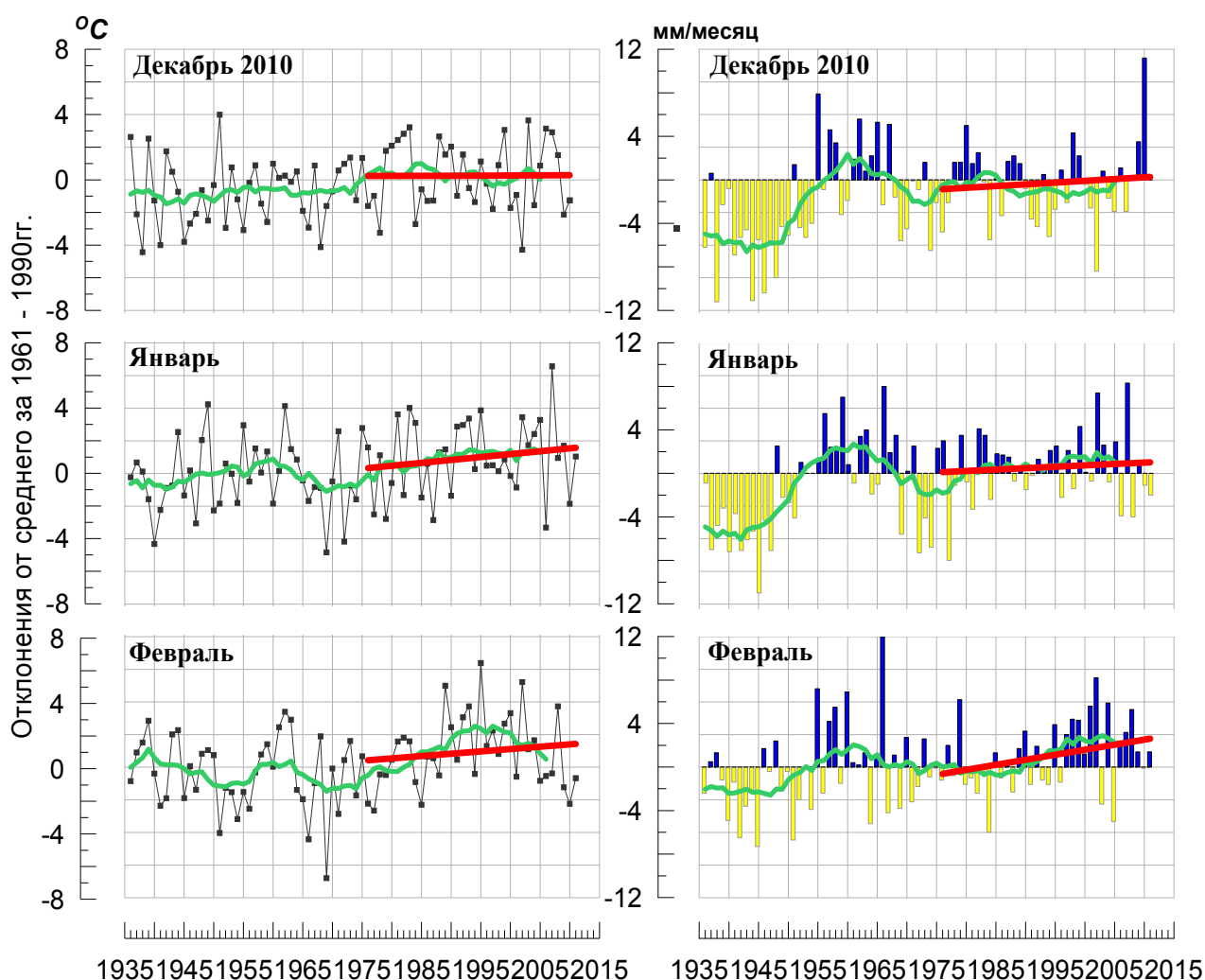
Как следует из таблицы, и для температуры, и для осадков региональные оценки сезонных трендов несколько изменились, но общие закономерности сохранились. Вклад региональных трендов в суммарную изменчивость во всех регионах, по-прежнему, статистически незначим даже на 5%-ом уровне значимости. Это говорит о том, что регионально осредненные оценки трендов менее информативны (особенно в применении к единицам административного деления), и что анализ региональных особенностей изменений климата на основе пространственных распределений этих оценок более обоснован.

#### 4. РЕГИОНАЛЬНЫЕ АНОМАЛИИ ТЕМПЕРАТУРЫ И ОСАДКОВ ЗИМНЕГО СЕЗОНА, 1936-2011 гг.

На рисунках 4.1 для каждого из зимних месяцев приведены временные ряды осредненных по территории России аномалий средней месячной температуры приземного воздуха ( $^{\circ}\text{C}$ ) и месячных сумм осадков (мм/месяц) за 1936 – 2011 гг. На всех рисунках показаны линейные тренды за 1976-2011 гг., рассчитанные методом наименьших квадратов.

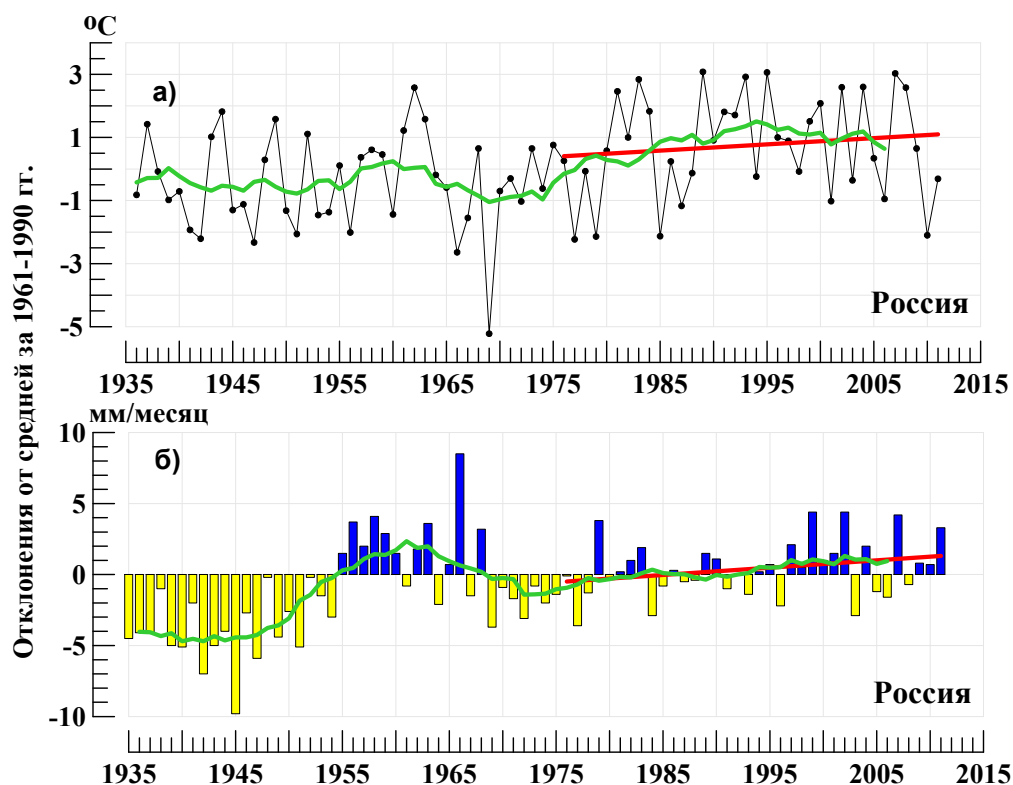
На рисунках 4.2 – 4.16 аналогичные временные ряды приведены для России, всех рассматриваемых в бюллетене физико-географических регионов и федеральных округов в среднем для зимнего сезона (декабрь – февраль, 1936-2011 гг.).

##### 4.1. Российская Федерация



**Рисунок 4.1** – Аномалии средней месячной температуры приземного воздуха ( $^{\circ}\text{C}$ ) и месячных сумм осадков (мм/месяц), осредненные по территории РФ.

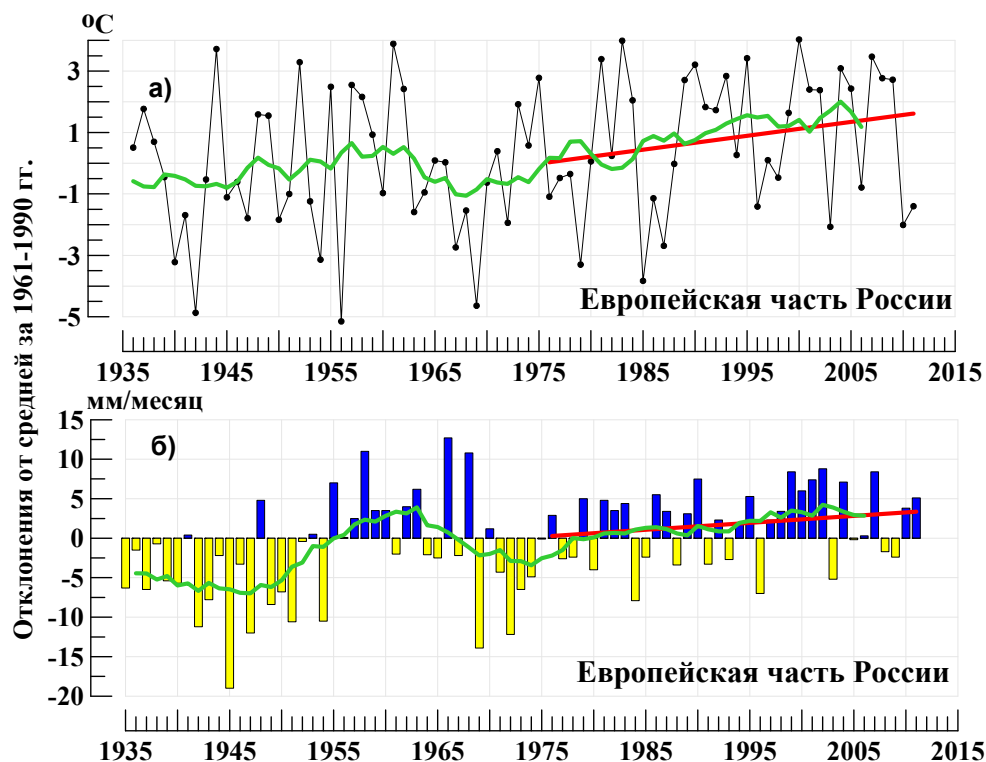
*Аномалии рассчитаны как отклонения от среднего 1961-1990 гг. Сглаженная кривая получена 11-летним скользящим осреднением. Линейный тренд проведен по данным за 1976-2011 гг.*



**Рисунок 4.2** - Сезонные аномалии температуры приземного воздуха ( $^{\circ}\text{C}$ ) и месячных сумм осадков (мм/месяц), осредненные по территории РФ (зима: 2010<sub>XII</sub> – 2011<sub>I</sub>). Условные обозначения см. на рис. 4.1

## 4.2. Физико-географические регионы России

### 4.2.1. Европейская часть России



**Рисунок 4.3** – То же, что на рис. 4.2, но для региона: Европейская часть России

#### 4.2.2. Западная Сибирь

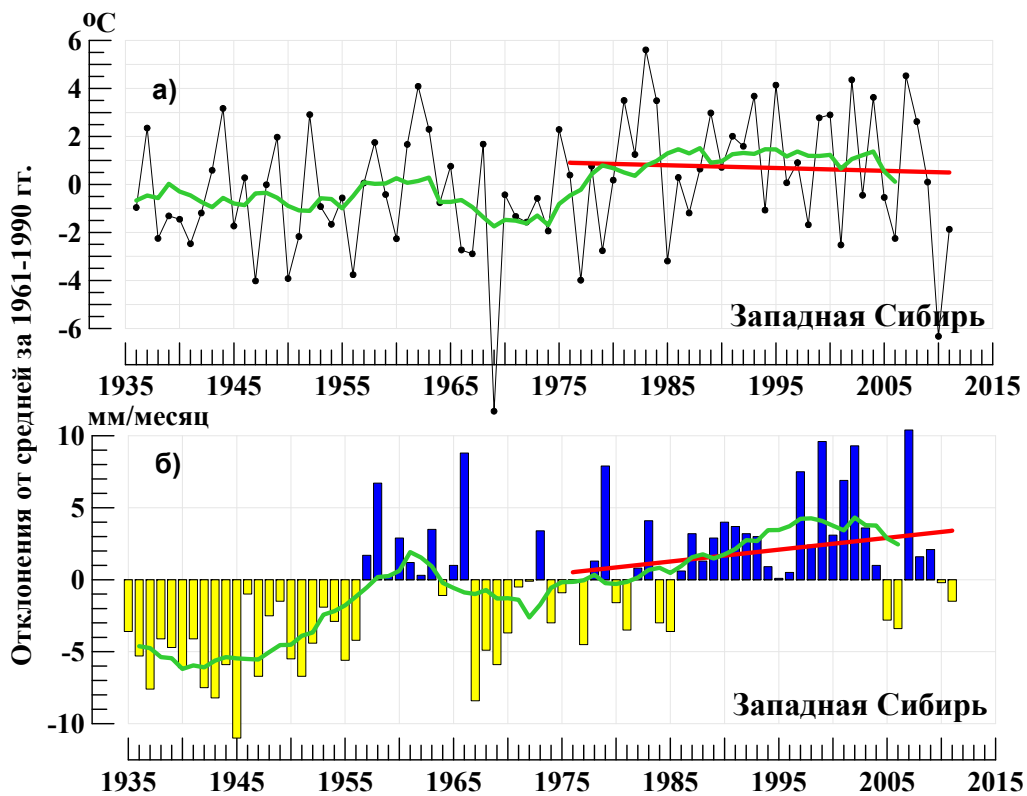


Рисунок 4.4 – То же, что на рис. 4.2, но для региона: Западная Сибирь

#### 4.2.3. Средняя Сибирь

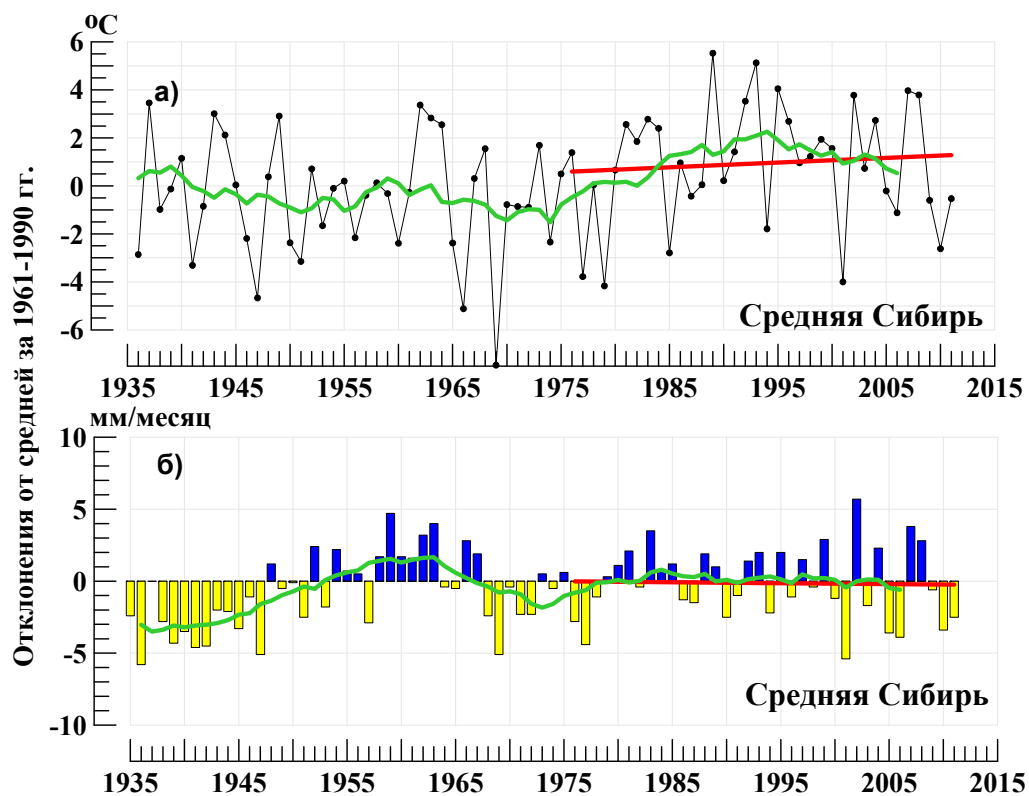


Рисунок 4.5 – То же, что на рис. 4.2, но для региона: Средняя Сибирь



#### 4.2.4. Прибайкалье и Забайкалье

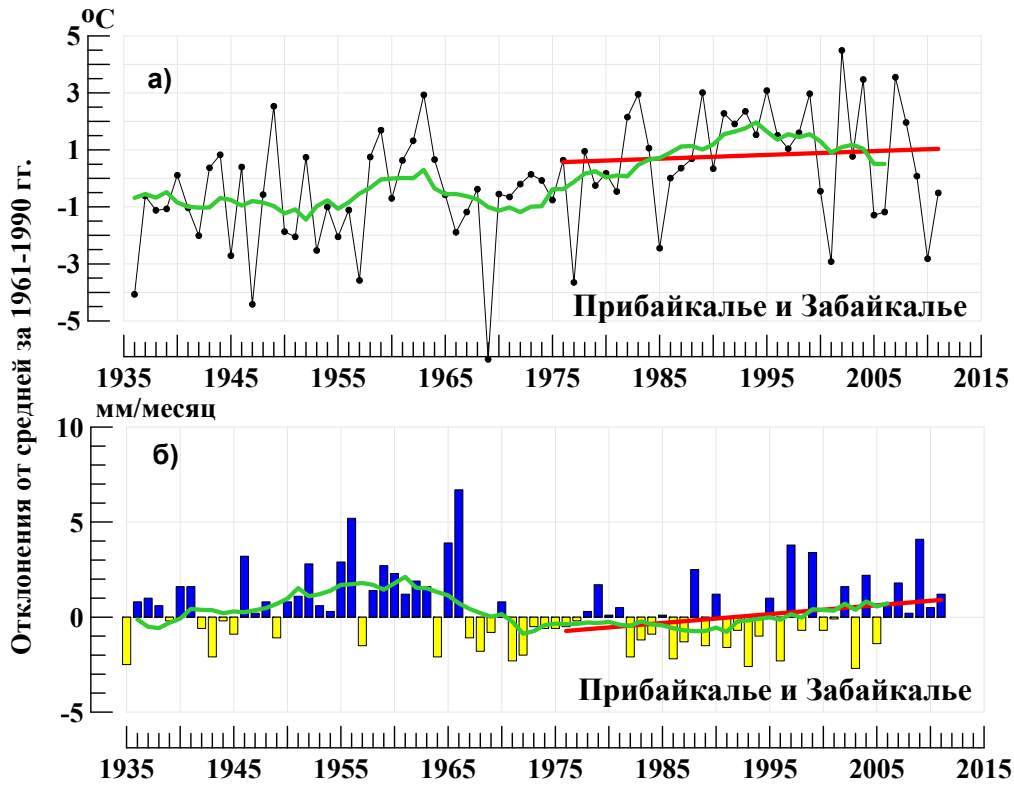


Рисунок 4.6 – То же, что на рис. 4.2, но для региона: Западная Сибирь

#### 4.2.5. Приамурье и Приморье

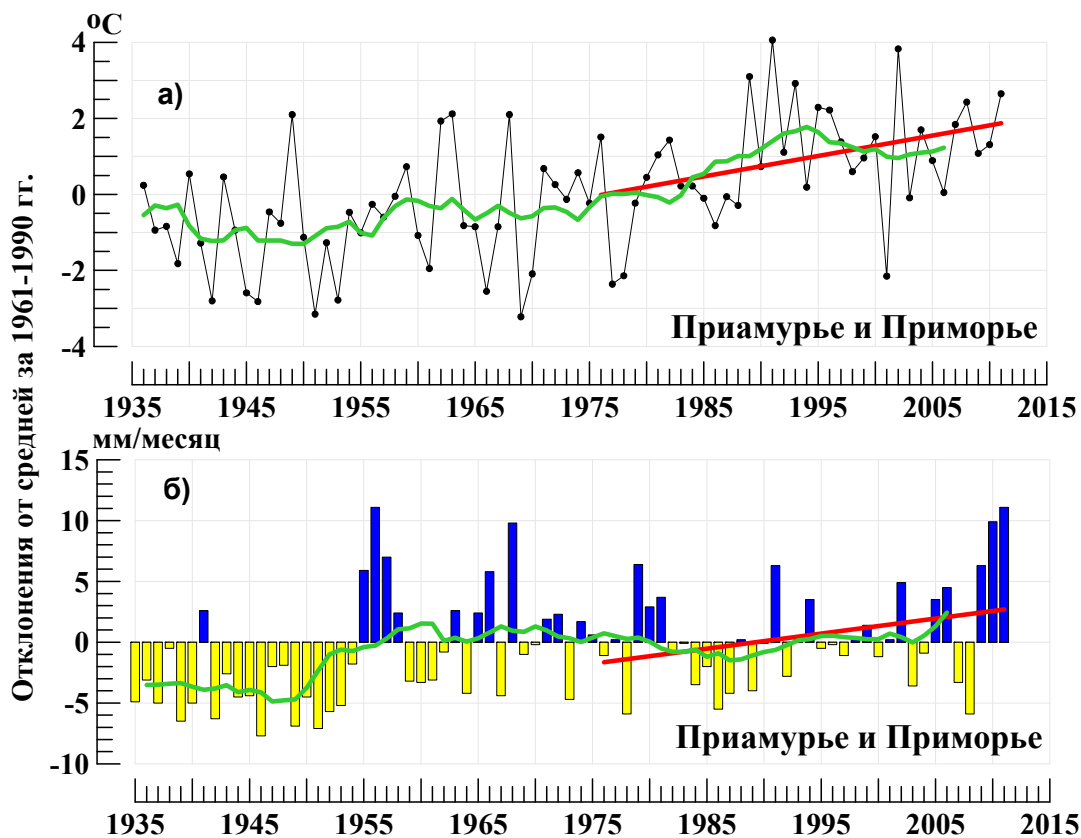


Рисунок 4.7 – То же, что на рис. 4.2, но для региона: Приамурье и Приморье

#### 4.2.6. Восточная Сибирь

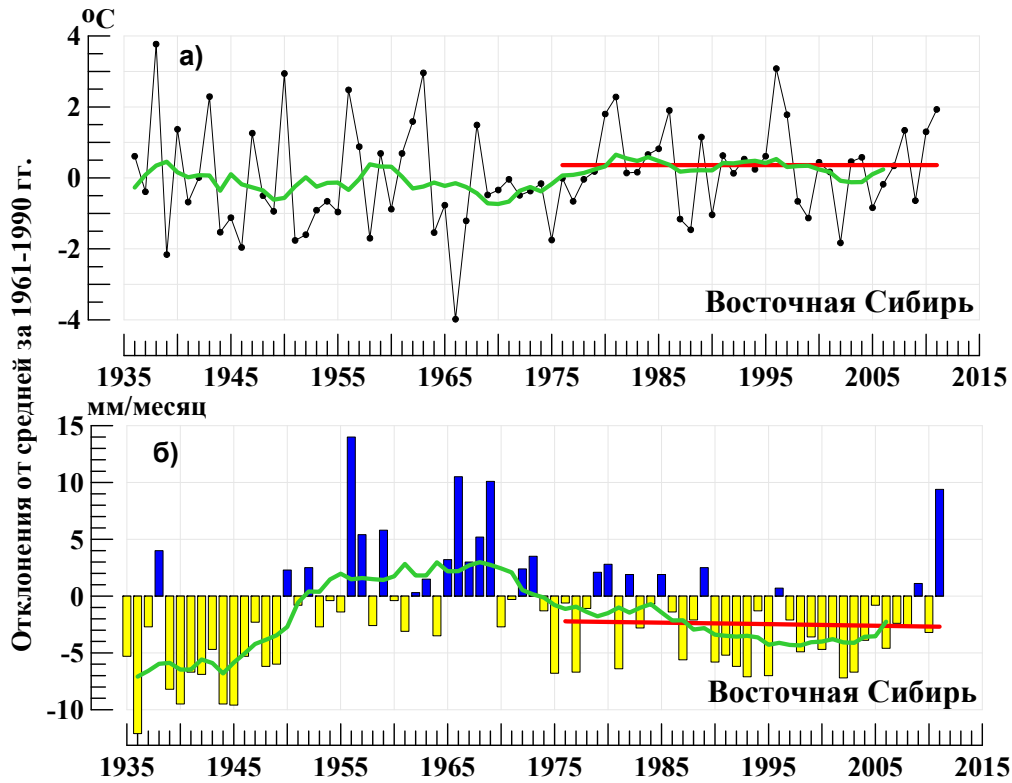


Рисунок 4.8 – То же, что на рис. 4.2, но для региона: Восточная Сибирь

#### 4.3. Федеральные Округа Российской Федерации

##### 4.3.1. Северо-Западный ФО

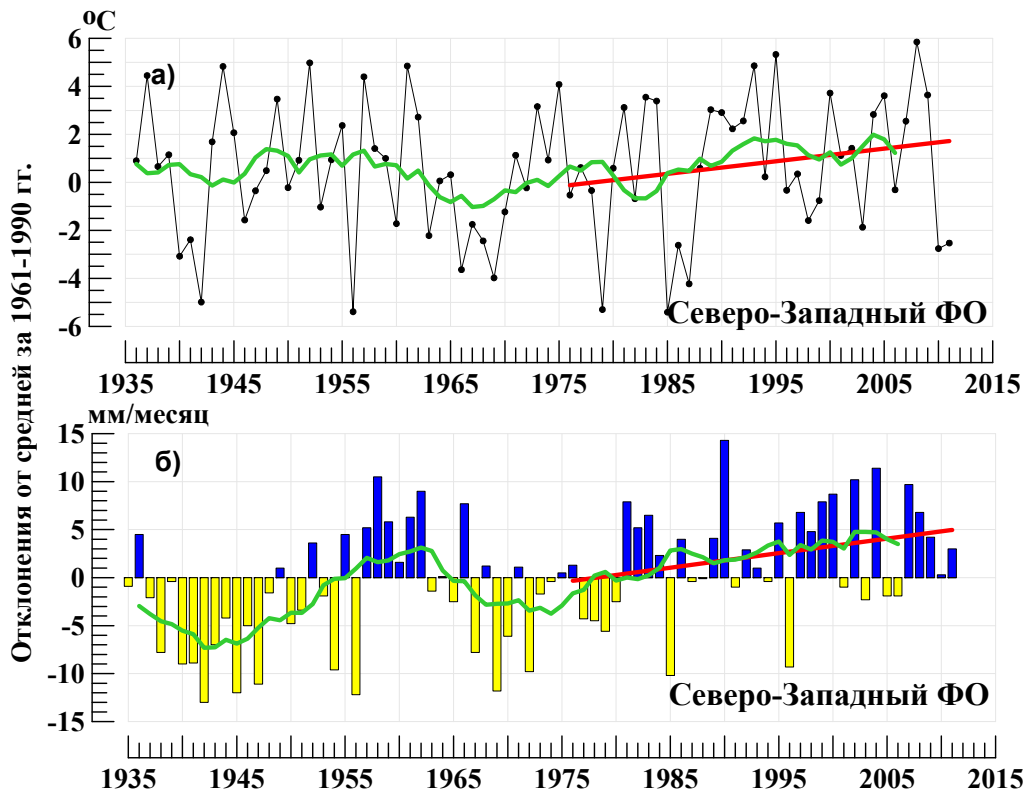


Рисунок 4.9 – То же, что на рис. 4.2, но для Северо-Западного ФО

### 4.3.2. Центральный ФО

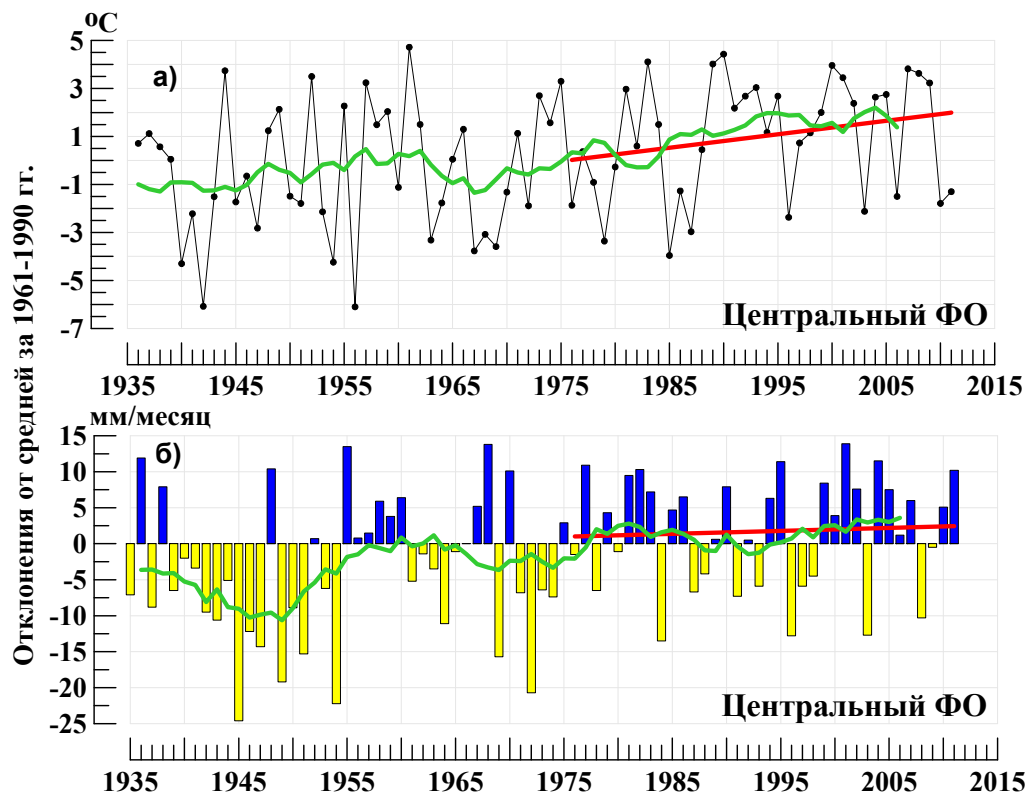


Рисунок 4.10 – То же, что на рис. 4.2, но для Центрального ФО

### 4.3.3. Приволжский ФО

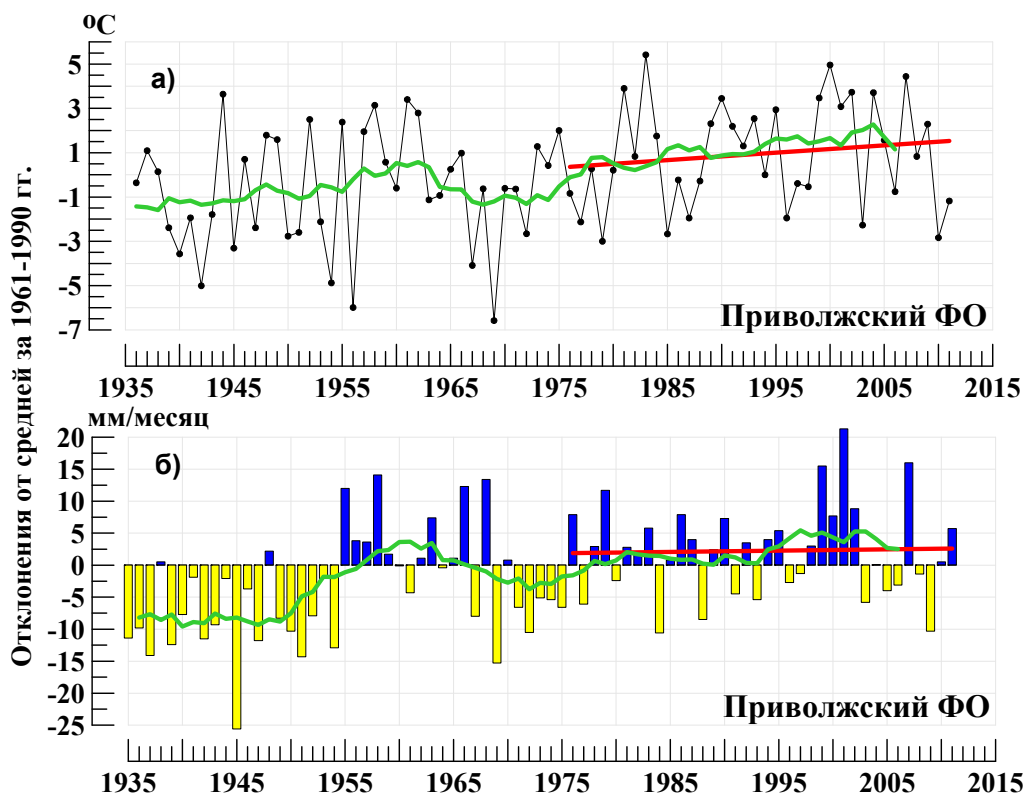


Рисунок 4.11 – То же, что на рис. 4.2, но для Приволжского ФО

#### 4.3.4. Южный ФО

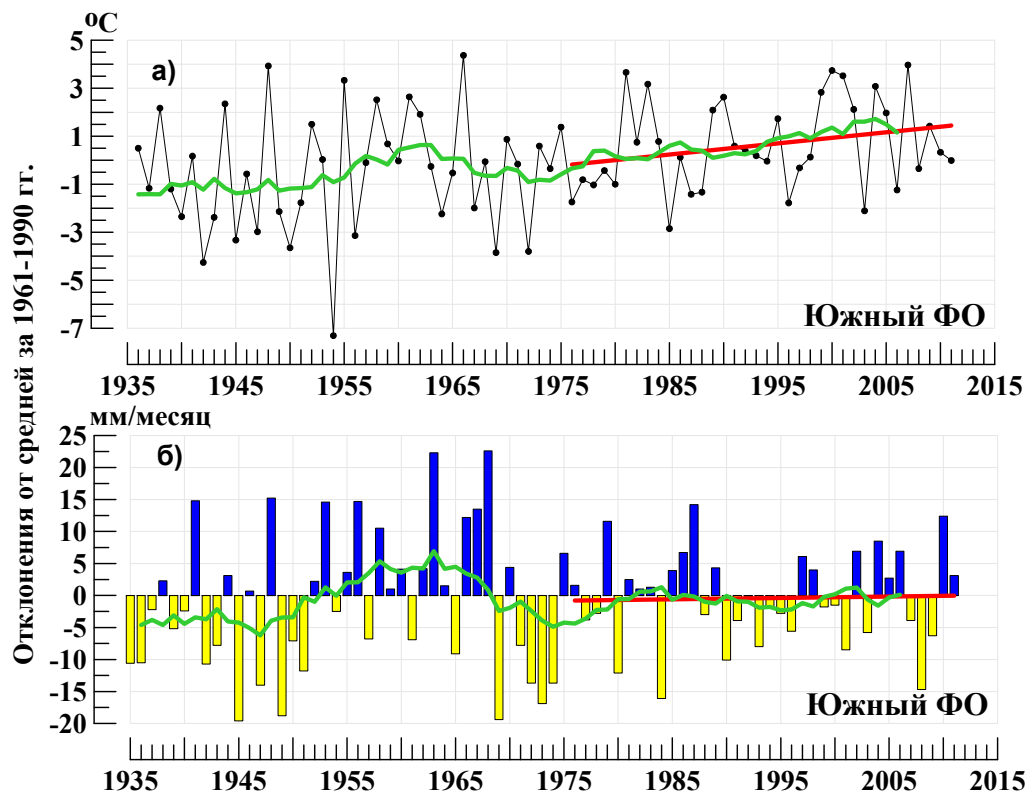


Рисунок 4.12 – То же, что на рис. 4.2, но для Южного ФО

#### 4.3.5. Северо-Кавказский ФО

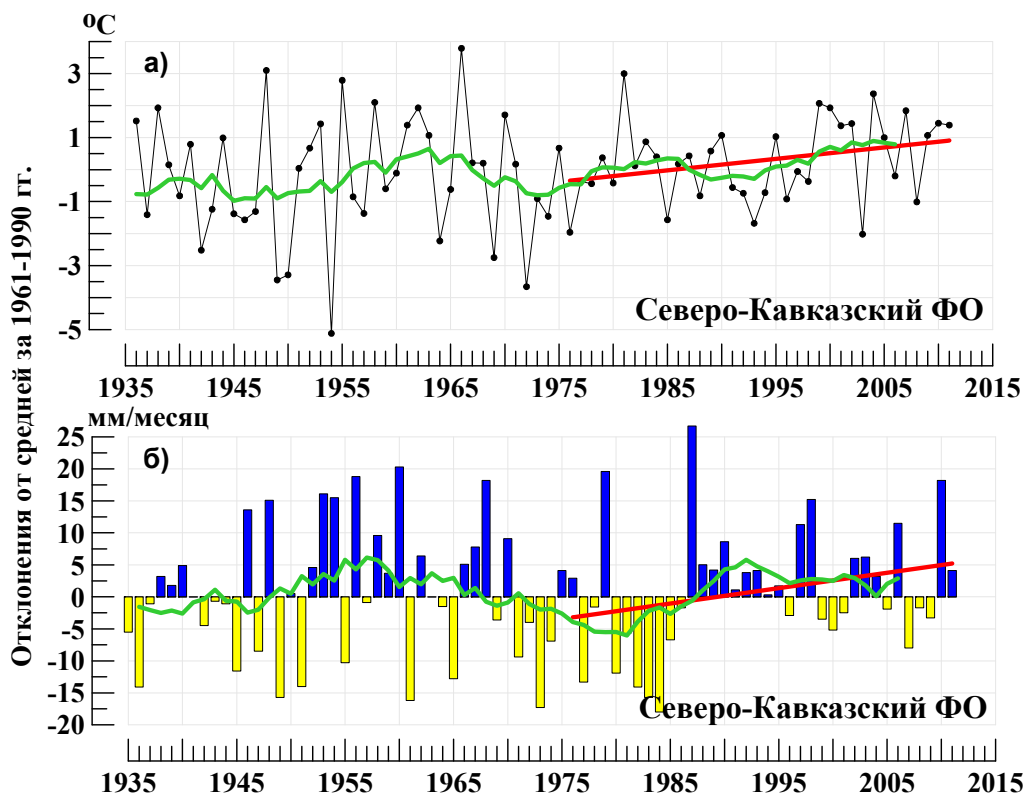


Рисунок 4.13 – То же, что на рис. 4.2, но для Северо-Кавказского ФО

### 4.3.6. Уральский ФО

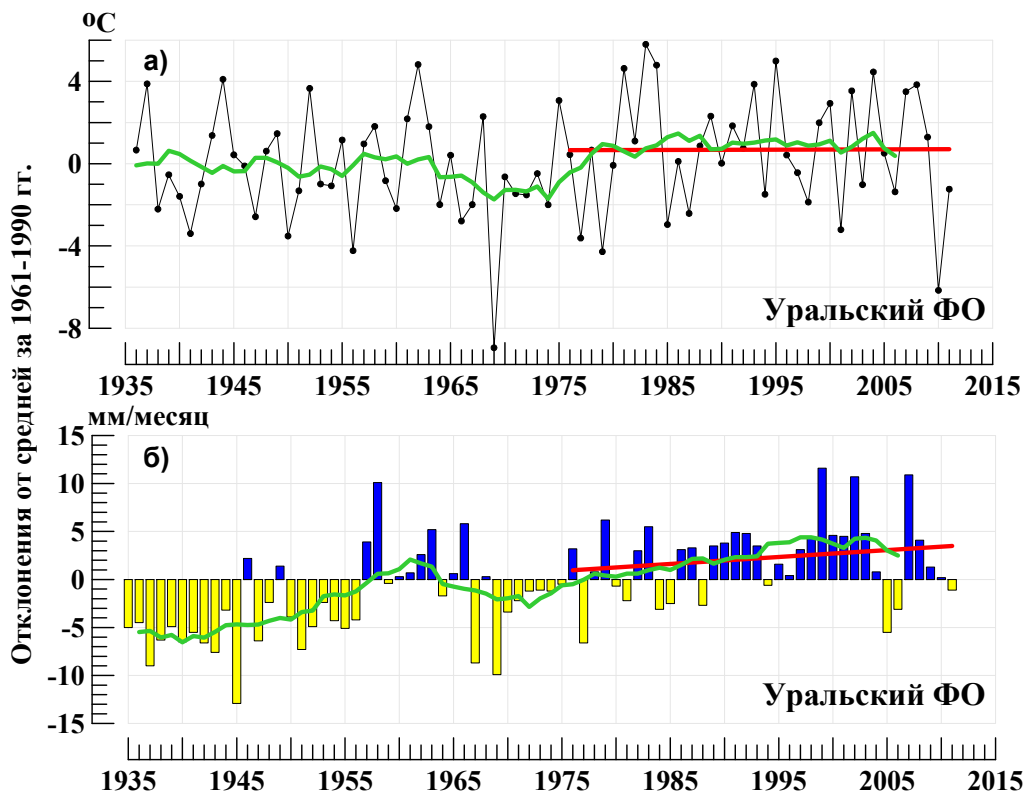


Рисунок 4.14 – То же, что на рис. 4.2, но для Уральского ФО

### 4.3.7. Сибирский ФО

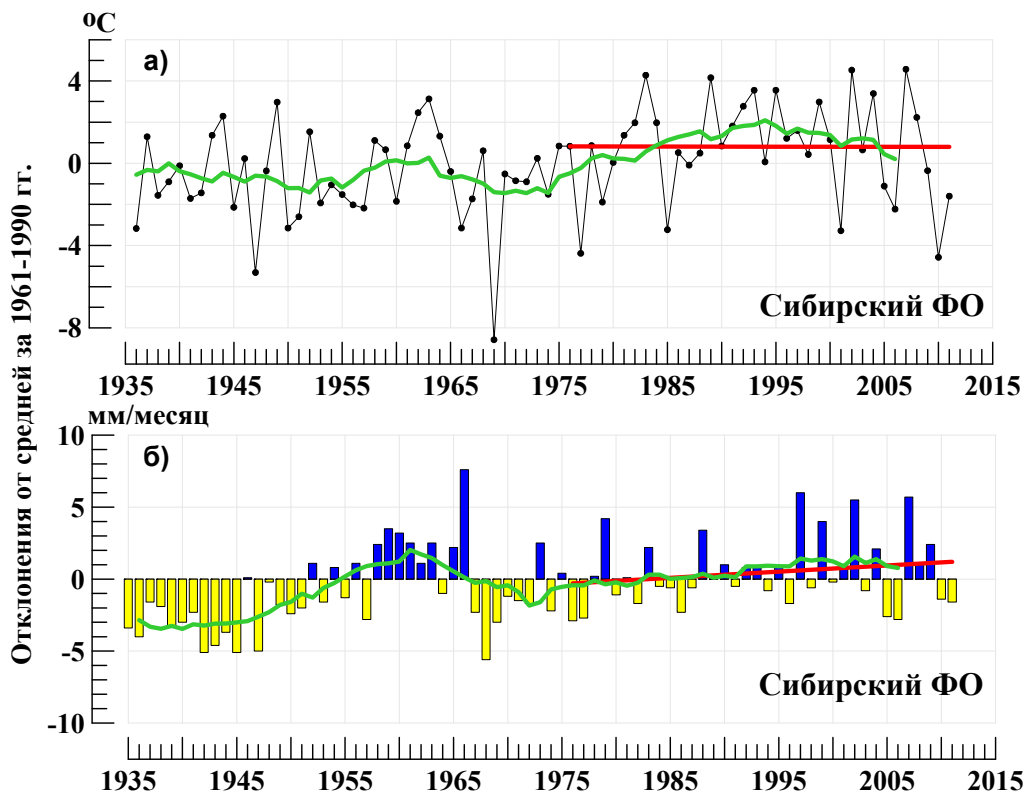


Рисунок 4.15 – То же, что на рис. 4.2, но для Сибирского ФО

#### 4.3.8. Дальневосточный ФО

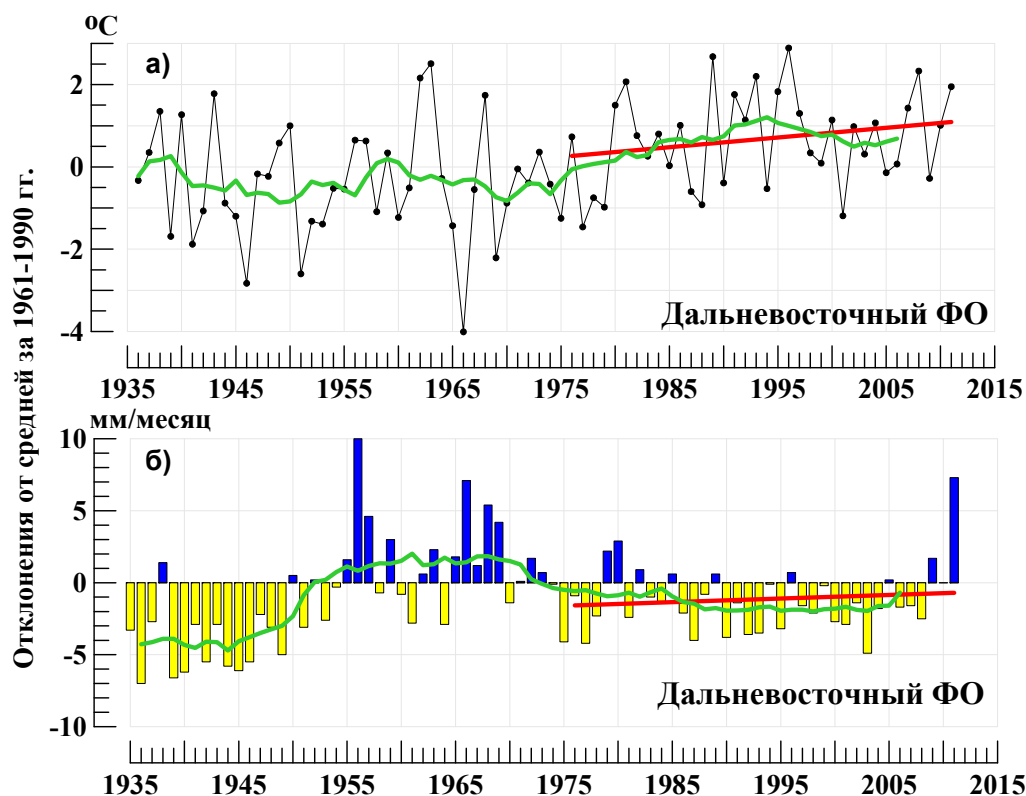


Рисунок 4.16 – То же, что на рис. 4.2, но для Дальневосточного ФО

## ВЫВОДЫ

1. В среднем по Земному шару и по СП аномалия температуры зимой 2010/2011 составила, соответственно,  $+0.25^{\circ}\text{C}$  и  $+0.38^{\circ}\text{C}$ . В Северном полушарии эта зима – самая холодная за последние 15 лет,. Самые теплыми для Земного шара были зимы 1997/1998 и 2006/2007 гг. (аномалии  $+0.59$  и  $+0.55^{\circ}\text{C}$ ), а для суши Северного полушария – 2006/2007 и 2001/2002 гг. ( $1.51$  и  $1.41^{\circ}\text{C}$ )

2. В целом по России температура приземного воздуха зимой 2010/2011 гг. оказалась ниже нормы 1961-1990 гг. (аномалия  $-0.31^{\circ}\text{C}$ ). Рекордно теплые годы 1989, 1995 и 2007 с очень близкими значениями аномалий:  $3.08$ ,  $3.06$  и  $3.03^{\circ}\text{C}$ .

Самым холодным месяцем в целом по России был декабрь. В области холода на европейской части страны средние месячные аномалии достигали  $-7.1^{\circ}\text{C}$ , на азиатской части страны  $-10.7^{\circ}\text{C}$ .

На большей части Дальневосточного региона, в Таймырском АО и на Северном Кавказе зимний сезон был теплым, с 95%-ми экстремумами тепла на станциях вдоль побережья Охотского моря (Приморье, Хабаровский край, Камчатка, Чукотка). Здесь зима была к тому же еще и снежной – зимняя сумма осадков на 11 станциях Приморья и Магаданской области оказалась выше 95% процентиля. Сезонная сумма осадков выше 140% нормы (с локальными 95%-ми экстремумами) наблюдалась также на западе и в центре европейской части России (в Казани – 2.5 нормы). На остальной территории

количество осадков было около нормы или незначительно ниже ее (на Среднесибирском плоскогорье, на Чукотке, на побережье Баренцева моря).

3. Оценки тренда в целом по Земному шару, СП и по России указывают на потепление зимних сезонов в течение всего периода, существенно усилившееся после 1976 года. Можно отметить, определенное замедление темпов потепления после 2000 года, которое в России началось несколько раньше и отмечается на фоне большой межгодовой изменчивости.

Общая картина тенденций в изменении зимних температур на территории России за период 1976-2011 гг., в сравнении с тенденциями 1976-2010 гг., практически не изменилась. Потепление охватывает всю европейскую территорию и значительную часть Сибирского региона (включая Прибайкалье, Приамурье, Приморье и Хабаровский край). Эти области чередуются с областями похолодания в Западной Сибири и на востоке, в Магаданской области и на Чукотке (кроме северного побережья Чукотки). Изменения коснулись Европейской территории: потепление здесь несколько ослабло, а вблизи Урала наметилась слабая тенденция к похолоданию.

4. В изменении сезонных сумм осадков существенных трендов не выявлено, хотя можно отметить очень слабую тенденцию к уменьшению осадков в Восточной Сибири и к слабому росту осадков в северо-западных районах ЕЧР и на юге Восточной Сибири (в Забайкалье и Приморье).

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

**ЗИМА: 2010<sub>XII</sub> - 2011<sub>I</sub>**





## ВВЕДЕНИЕ

В приложении\* приводится информация о состоянии приземного климата (температура приземного воздуха и атмосферные осадки) за зимний сезон 2010/11 года и о наиболее значительных климатических аномалиях этого периода на территории Республики Беларусь. Настоящая работа выполняется в рамках проекта 3.1 «Оценка наблюдаемых тенденций изменения климата на региональном уровне и выпуск информационных бюллетеней о его состоянии и изменениях на территории Союзного государства» 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» на 2007 – 2011 годы.

Все оценки получены по данным о средних месячных значениях температуры приземного воздуха и месячных суммах атмосферных осадков в базовом архиве ИГКЭ, содержащего данные гидрометеорологических наблюдений на 455 станциях стран СНГ и Балтии (из них 7 станций Республики Беларусь, табл. 1). В настоящем выпуске использованы данные 7 Белорусских станций, по которым своевременно поступили сводки КЛИМАТ в оперативном потоке.

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

---

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

переменной за некоторый период с 1936 по 2010 гг. (доля значений временного ряда, меньших либо равных текущему значению).

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

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

## СЕЗОННЫЕ ОСОБЕННОСТИ ТЕМПЕРАТУРЫ И ОСАДКОВ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ ЗИМОЙ 2011 г.

Зимой 2010/2011 гг. аномалия температуры воздуха, осредненная по территории Беларуси составила  $-0.83^{\circ}\text{C}$  (ранг 52), аномалия осадков 11.2 мм/месяц (ранг 9).

В таблицах 2 и 3 приведены стационарные данные о наблюдаемой температуре и осадках для каждого месяца рассматриваемого зимнего сезона и для сезона в целом, а на рисунках 1 и 2 – соответствующие этим данным пространственные распределения аномалий (поля изолиний), также для сезона и для каждого из месяцев.

**Таблица 2**

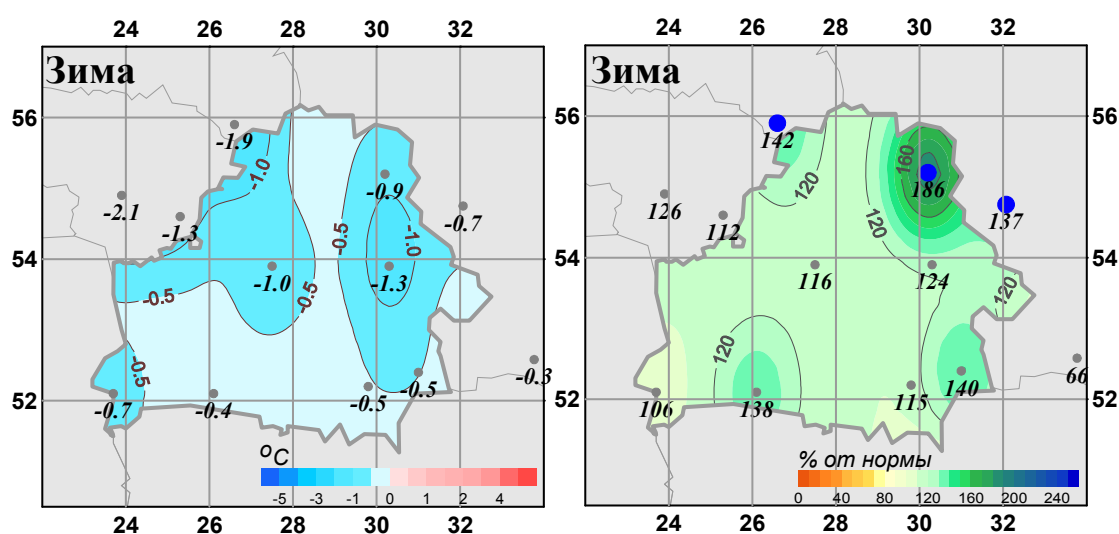
Характеристики температурного режима на станциях Беларуси зимой 2010/2011.

	<i>Витебск</i>	<i>Минск</i>	<i>Могилев</i>	<i>Брест</i>	<i>Пинск</i>	<i>Василевичи</i>	<i>Гомель</i>
	<b>26666</b>	<b>26850</b>	<b>26863</b>	<b>33008</b>	<b>33019</b>	<b>33038</b>	<b>33041</b>
а) температура (град. Цельсия)							
<i>Зима<sub>2010/2011</sub></i>	<b>-7.5</b>	<b>-6.5</b>	<b>-7.5</b>	<b>-3.8</b>	<b>-4.6</b>	<b>-5.6</b>	<b>-6.1</b>
Декабрь <sub>2010</sub>	-7.6	-7.4	-7.8	-5.2	-5.7	-6.1	-6.0
Январь	-5.0	-3.8	-4.9	-1.5	-2.6	-3.2	-4.1
Февраль	-9.8	-8.2	-9.8	-4.8	-5.5	-7.6	-8.1
б) аномалия температуры (град. Цельсия)							
<i>Зима<sub>2010/2011</sub></i>	<b>-0.86</b>	<b>-0.96</b>	<b>-1.27</b>	<b>-0.72</b>	<b>-0.37</b>	<b>-0.47</b>	<b>-0.51</b>
Декабрь <sub>2010</sub>	-2.80	-3.58	-3.72	-3.50	-3.12	-2.77	-2.40
Январь	3.17	3.12	3.08	2.95	3.13	3.65	3.22
Февраль	-2.96	-2.41	-3.16	-1.61	-1.12	-2.28	-2.34

Таблица 3

Характеристики режима осадков на станциях Беларуси зимой 2010/2011 гг.

	<i>Витебск</i>	<i>Минск</i>	<i>Могилев</i>	<i>Брест</i>	<i>Пинск</i>	<i>Василевичи</i>	<i>Гомель</i>
	<b>26666</b>	<b>26850</b>	<b>26863</b>	<b>33008</b>	<b>33019</b>	<b>33038</b>	<b>33041</b>
<b>а) Сумма осадков за месяц /сезон / (мм/месяц)</b>							
<i>Зима</i> <sub>2010/2011</sub>	<b>73.3</b>	<b>49.0</b>	<b>44.7</b>	<b>40.3</b>	<b>47.0</b>	<b>45.0</b>	<b>50.3</b>
Декабрь <sub>2010</sub>	86	63	63	46	63	72	76
Январь	92	54	46	41	41	30	38
Февраль	42	30	25	34	37	33	37
<b>б) Аномалия сумм осадков за месяц /сезон / (% от нормы)</b>							
<i>Зима</i> <sub>2010/2011</sub>	<b>185.7</b>	<b>116.2</b>	<b>123.7</b>	<b>106.2</b>	<b>137.7</b>	<b>114.6</b>	<b>140.3</b>
Декабрь <sub>2010</sub>	<b>167.0</b>	119.8	143.5	104.8	<b>157.2</b>	155.2	174.6
Январь	<b>244.0</b>	135.1	130.1	110.9	<b>120.8</b>	77.5	106.0
Февраль	<b>142.5</b>	88.1	90.5	104.5	<b>133.7</b>	102.8	136.4
<b>в) Аномалия сумм осадков за месяц /сезон / (мм/месяц)</b>							
<i>Зима</i> <sub>2010/2011</sub>	<b>33.8</b>	<b>6.8</b>	<b>9.0</b>	<b>2.5</b>	<b>13.1</b>	<b>5.9</b>	<b>14.9</b>
Декабрь <sub>2010</sub>	34.5	10.4	19.1	2.1	22.9	25.6	32.5
Январь	54.3	14.0	10.6	4.0	7.1	-8.7	2.2
Февраль	12.5	-4.1	-2.6	1.5	9.3	0.9	9.9

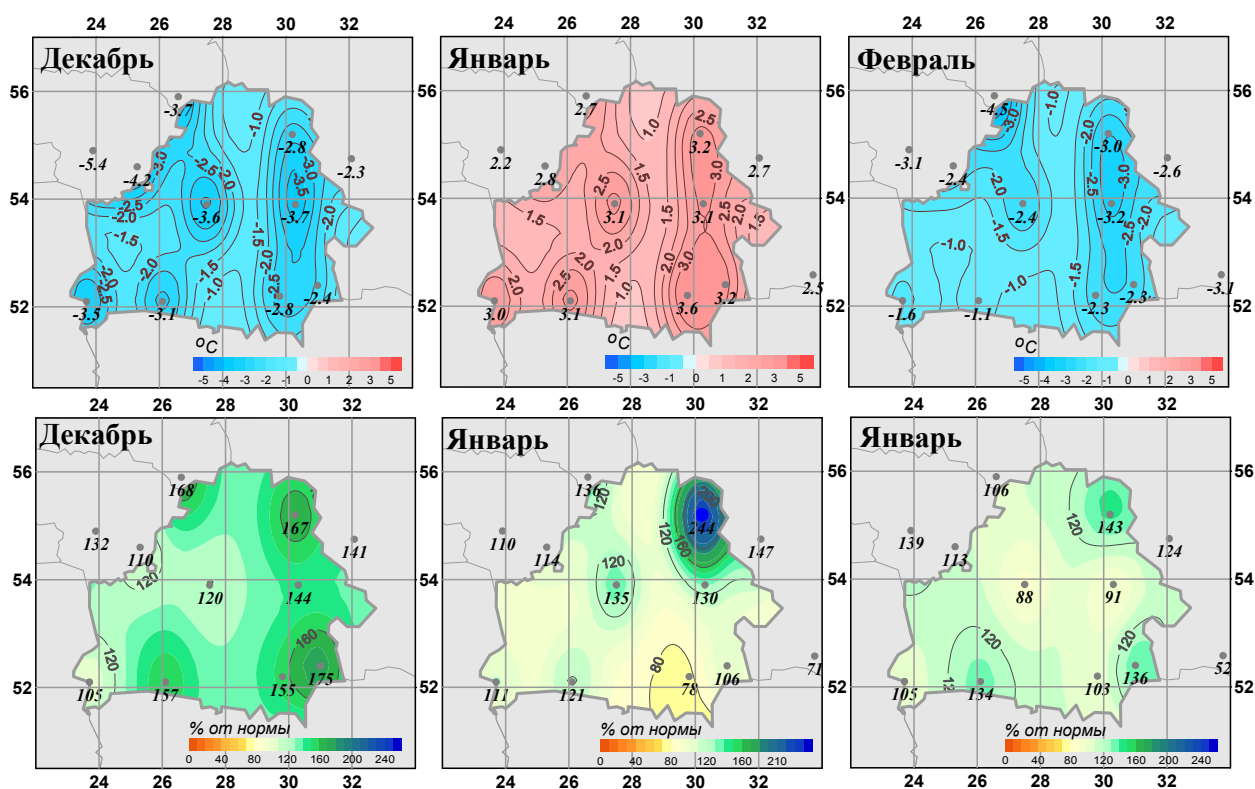


**Рисунок 1.** Средние сезонные аномалии температуры ( $^{\circ}\text{C}$ ) приземного воздуха (верхний фрагмент) и атмосферных осадков (% от нормы, нижний фрагмент) на территории республики Беларусь зимой 2010/2011 гг.

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 было больше 95 процентиля.

Зима была холоднее средней многолетней на всей территории Республики Беларусь, аномалии температуры от  $-1.27^{\circ}\text{C}$  (Могилев) до  $-0.37^{\circ}\text{C}$  (Пинск). Наиболее холодным месяцем был декабрь 2010 года, когда аномалии температуры на всех станциях Республики были ниже  $-2^{\circ}\text{C}$ . Наиболее теплым месяцем в сезоне был январь, аномалии температуры на всех станциях были около  $3^{\circ}\text{C}$ .



**Рисунок 2.** Средние месячные аномалии температуры приземного воздуха (справа) и атмосферных осадков (слева) для месяцев зимнего сезона 2010/2011 г. на территории республики Беларусь. Аномалии рассчитаны относительно периода 1961-1990 гг.

*Цифрами приведены значения аномалий температуры (в градусах Цельсия) и осадков (в % от нормы) на станциях. Синим кружком показана станция, на которой количество выпавших осадков было больше 95- перцентилля.*

Зима была снежной на всей территории Республики. Осадков выпало от 40.3 мм/месяц (106.2% нормы) в Могилеве до 73.3 мм/месяц (185.7% нормы) – в Витебске. Осадков больше нормы выпало в Витебске и Пинске во все месяцы сезона. В Витебске количество выпавших зимой осадков превысило 95- процентиль. Снега больше нормы выпало в декабре – на всех станциях республики, особенно в Витебске (количество выпавших осадков в декабре превысило 95- процентиль).

Количественные данные о климатических условиях зимы 2010 - 2011 г. в целом для территории Беларуси приведены в табл. 4. В этой же таблице приведены региональные оценки трендов за 1976-2011 гг., в том числе – коэффициенты тренда  $b$  (ед./10 лет) и доля объясненной трендом дисперсии  $D$  (%).

Данные табл.4 хорошо согласуются с отмеченными особенностями режима температуры и осадков на территории Беларуси. Сезонная аномалия температуры воздуха ( $-0.83^{\circ}\text{C}$ ) оказалась на 52 месте среди теплых сезонов 1936-2011 гг., а аномалия осадков ( $+11.2$  мм/месяц) – на 9 месте среди влажных сезонов. Наиболее аномальным был декабрь, который оказался седьмым наиболее холодным месяцем и десятым наиболее влажным месяцем в ряду наблюдений с 1936 года.

Таблица 4

Аномалии температуры и осадков зимой 2011 года  
и оценки линейного тренда 1976-2011 гг., в среднем по Республике Беларусь

Сезон	Температура			Осадки		
	$\nu T_{2011}$ °C	$b_{1976-2011}$ °C/10 лет	$D_{1976-2011}$ %	$\nu R_{2011}$ мм/месяц	$b_{1976-2011}$ мм/мес/10лет	$D_{1976-2011}$ %
Зима	<b>-0.83</b>	<b>0.59</b>	<b>6</b>	<b>11.2</b>	<b>1.8</b>	<b>6</b>
Декабрь 2010	-3.50	0.30	1	17.1	-3.2	5
Январь	2.95	0.80	5	7.4	-0.4	0
Февраль	-2.63	0.81	5	2.3	5.6	24

В среднем по территории Беларуси тренд зимних температур составил 0.59°C на 10 лет (процент объясненной трендом дисперсии ряда 6%). Тренд температуры положителен во все месяцы сезона. Тренд регионально осредненных сезонных осадков составил 1.8 мм за 10 лет (процент объясненной трендом дисперсии ряда 6%). Оценки трендов месячных сумм осадков указывают на уменьшение осадков в декабре, на увеличение - в феврале.

На рисунках 3, 4 показаны временные ряды регионально осредненных зимних и месячных аномалий температуры воздуха и осадков с 1936 по 2011 гг. Аномалии рассчитаны относительно базового периода 1961-1990 гг.

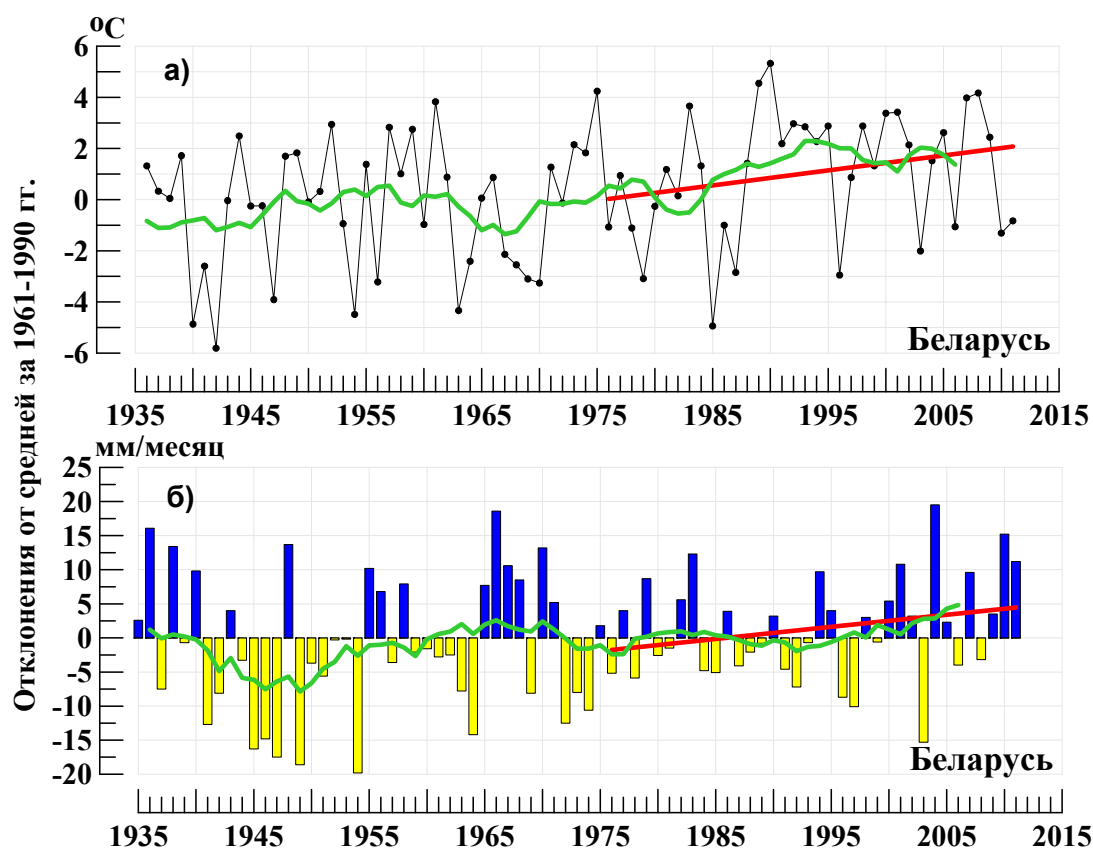
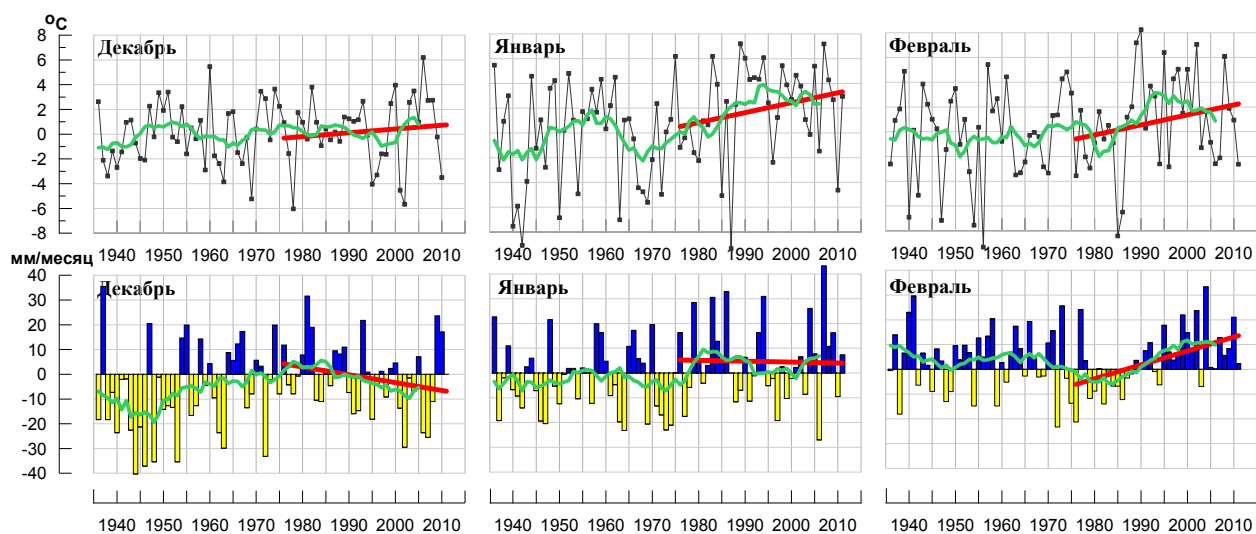


Рисунок 3. Сезонные (декабрь 2010 – февраль 2011) аномалии температуры приземного воздуха (°C) и месячных сумм осадков (мм/месяц), осредненные по территории Республики Беларусь.

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 ( $^{\circ}\text{C}$ ) и атмосферных осадков (мм/месяц), осредненные по территории Республики Беларусь.

Условные обозначения см. на рисунке 3.

## ВЫВОДЫ

1. Зимой 2010/2011 гг. отрицательные аномалии температуры приземного воздуха отмечались на всей территории Республики Беларусь. Наиболее холодным месяцем был декабрь 2010 года, когда аномалии температуры на всех станциях Республики были ниже  $-2^{\circ}\text{C}$ . Наиболее теплым месяцем в сезоне был январь, аномалии температуры на всех станциях были около  $3^{\circ}\text{C}$ . Наиболее аномальным был декабрь, который вошел в десять самых холодных и десять наиболее влажных месяцев в ряду наблюдений с 1936 года.

2. Осадки зимнего сезона превышали норму на всей территории Республики. В Витебске количество выпавших зимой осадков превысило 95- процентиль (за счет декабрьских осадков).

3. В среднем по территории Беларуси отмечается тенденция к потеплению, как в среднем за сезон, так и в отдельные зимние месяцы.

4. В целом для Беларуси обнаруживается тенденция к слабому увеличению осадков зимнего сезона. Однако, линейные тренды ответственны за слишком малую долю межгодовой изменчивости (вклад в дисперсию 4%), что практически свидетельствует об отсутствии однонаправленных тенденций в изменении зимних осадков.