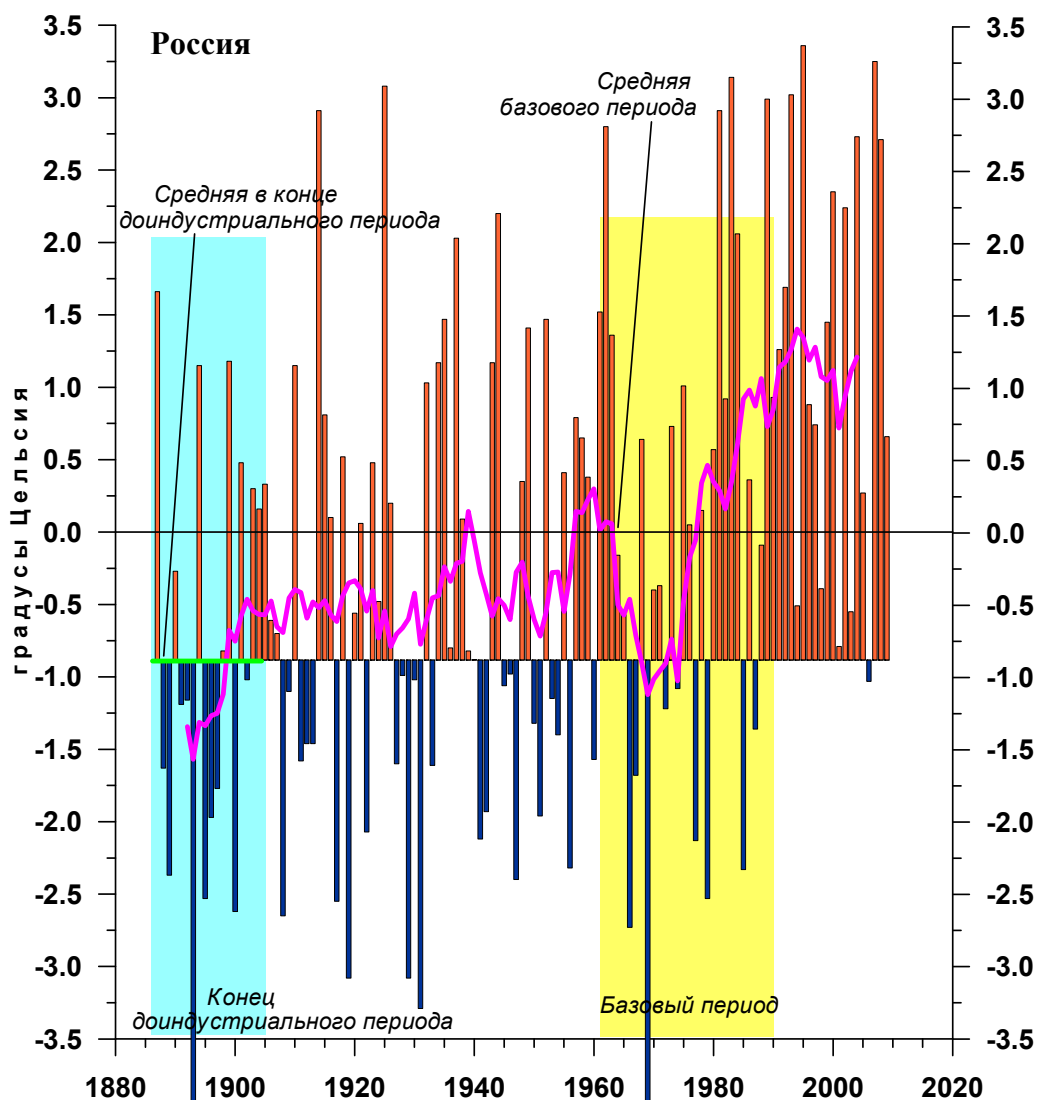


Институт Глобального Климата и Экологии



ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА 2009
ЗИМА (ДЕКАБРЬ 2008-ФЕВРАЛЬ 2009)

Обзор состояния и тенденций изменения
климата России

★
Москва 2009

ОГЛАВЛЕНИЕ¹

| | |
|---|----|
| ВВЕДЕНИЕ..... | 3 |
| 1. ТЕМПЕРАТУРА ВОЗДУХА..... | 5 |
| 1.1. Наблюдаемые изменения температуры воздуха у поверхности суши Северного полушария | 5 |
| 1.2. Изменения температуры воздуха на территории России | 6 |
| 1.3. Аномалии температуры воздуха на территории России зимой 2008-2009 гг. | 9 |
| 2. АТМОСФЕРНЫЕ ОСАДКИ | 13 |
| 2.1. Изменения осадков на территории России | 13 |
| 2.2. Аномалии осадков на территории России зимой 2008 – 2009 гг. | 14 |
| 3. ЭКСТРЕМУМЫ ТЕМПЕРАТУРЫ И ОСАДКОВ НА ТЕРРИТОРИИ РФ..... | 19 |
| 4. СЕЗОННЫЕ ОСОБЕННОСТИ ТЕМПЕРАТУРЫ И ОСАДКОВ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ | 21 |
| 5. ОПАСНЫЕ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЕ ЯВЛЕНИЯ НА ТЕРРИТОРИИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ | 26 |
| ВЫВОДЫ | 27 |

¹ На обложке приведен ход средней сезонной аномалии температуры приземного воздуха, осредненной по территории России, за 1887 – 2009 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 выводы сделаны 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).

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 принято рассматривать 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 лишь с 1936 г., так как до этого срока в архиве имеются массовые пропуски данных. Регионы РФ, для которых в Бюллетене представлены результаты пространственного осреднения, приведены на рис. 1.

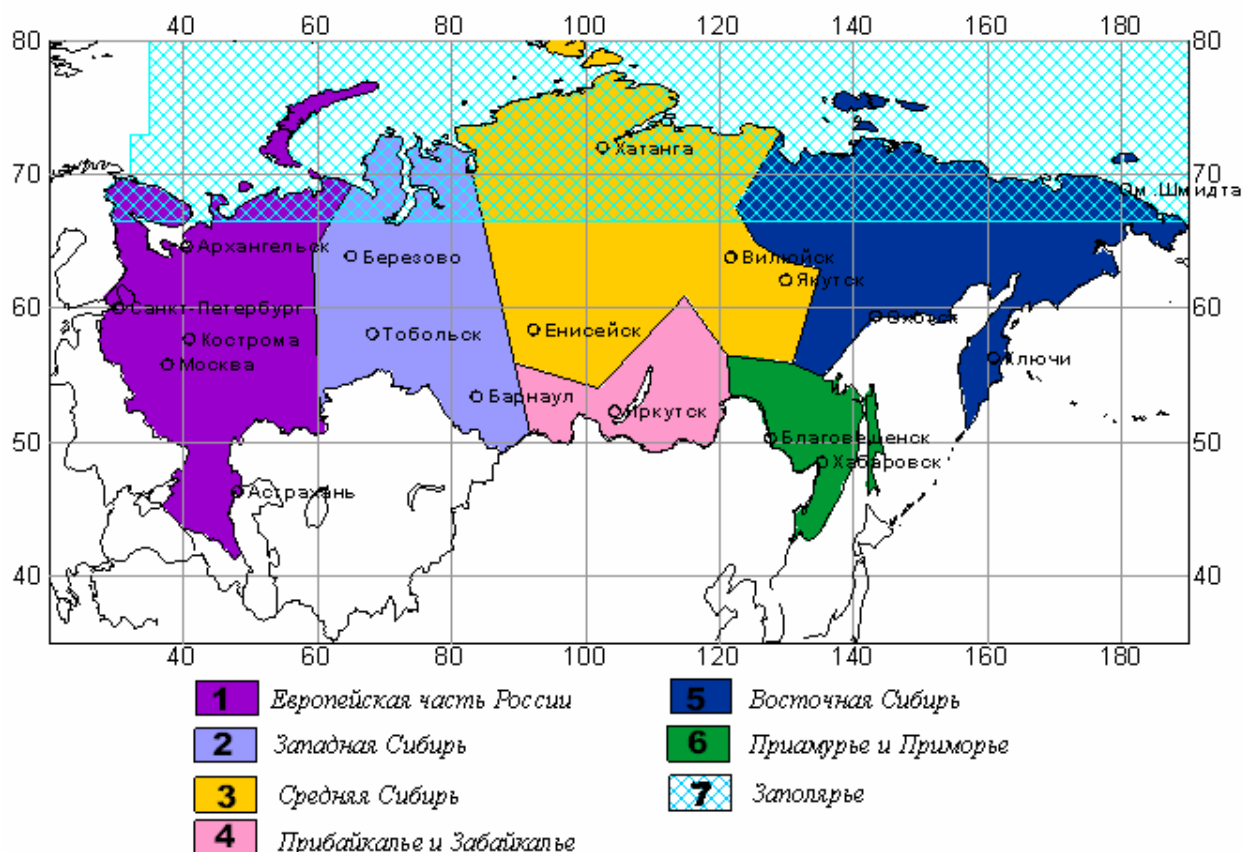


Рис. 1. Физико-географические регионы РФ

Региональные средние величины аномалий метеорологических переменных рассчитываются с использованием алгоритма осреднения станционных данных по региону с предварительным осреднением по равновеликим широтно-долготным боксам.

Протяженность боксов вдоль меридиана принята равной отрезку дуги в 2.5 градуса. Протяженность вдоль широты увеличивается от 2.5 градусов на экваторе до $\sim 13^\circ$ на параллели 80° с.ш. Для каждого бокса, попавшего в регион, рассчитываются средние арифметические значения станционных аномалий внутри бокса, после чего полученные средние осредняются с весами, пропорциональными площади пересечения бокса с территорией региона.

Бюллетень подготовлен в Государственном учреждении «Институт глобального климата и экологии Росгидромета и РАН» (ИГКЭ) с использованием материалов, представленных ГУ «Гидрометеорологический научно-исследовательский центр Российской Федерации» (Гидрометцентр РФ), ГУ «Всероссийский научно-исследовательский институт гидрометеорологической информации – Мировой центр данных» (ВНИИГМИ-МЦД).

Дополнительная информация о состоянии климата Российской Федерации и бюллетени мониторинга климата размещаются на Интернет-сайтах ГУ ИГКЭ: <http://climatechange.su>.

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

1. ТЕМПЕРАТУРА ВОЗДУХА

1.1. Наблюдаемые изменения температуры воздуха у поверхности суши Северного полушария

На рис.2 представлены временные ряды среднегодовой температуры Северного полушария. Эти данные подготовлены группой исследований климата Университета Восточной Англии (массив Crutem3nh на сайте www.cru.uea.ac.uk). Они представляют данные об аномалии температуры воздуха на наземных метеостанциях.

Зимой 2008-2009 гг. аномалия температуры здесь составила $+0.82^{\circ}\text{C}$ (8-ое место по величине в ряду наблюдений с 1887 г.), тогда как предыдущая зима 2007-2008 года для Северного полушария в целом была лишь двадцать первой в ранжированном по убыванию ряду наблюдений (сезонная аномалия составила тогда $+0.55^{\circ}\text{C}$).

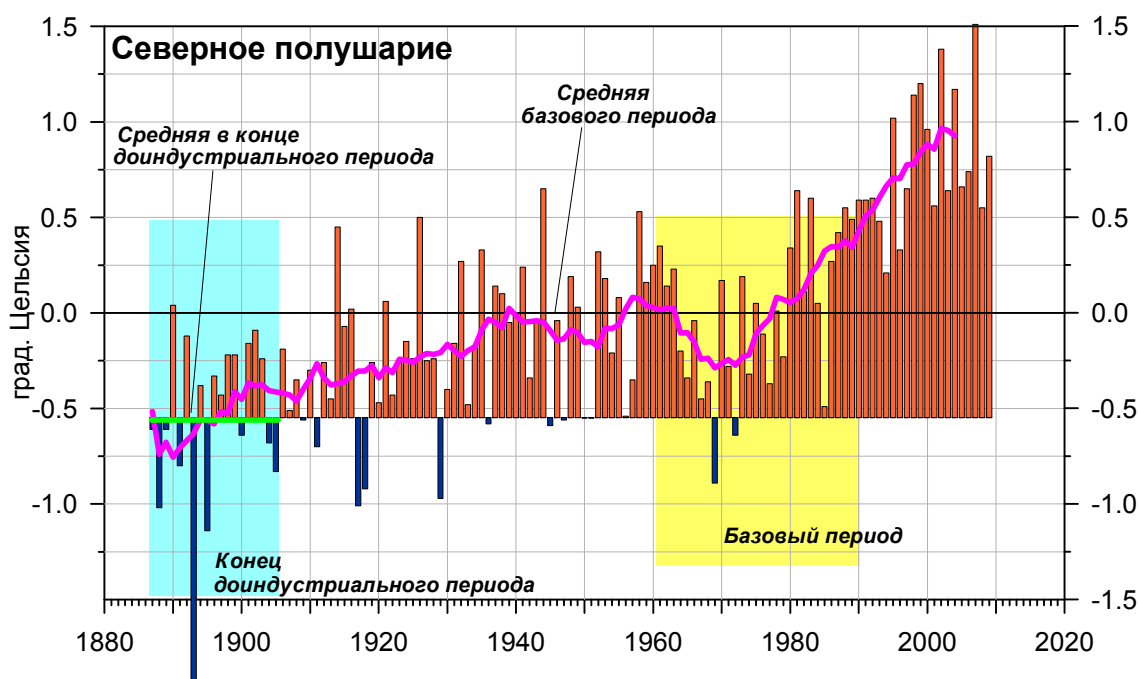


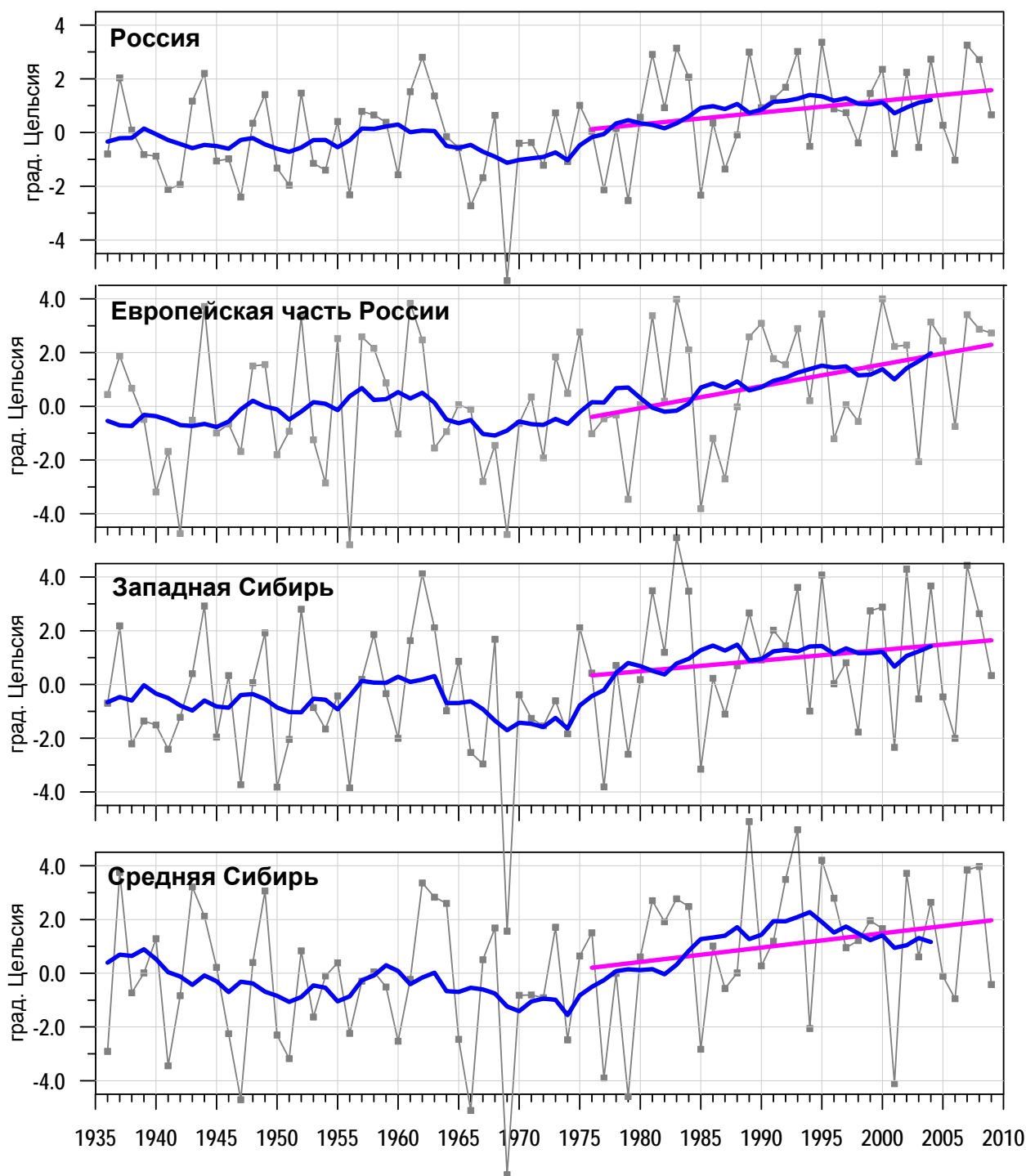
Рис. 2. Средняя сезонная аномалия (зима: декабрь – февраль, 1887 – 2009 гг.) температуры приземного воздуха над сушей Северного полушария.

Аномалия температуры рассчитана, как отклонение от средней за базовый период 1961-1990 гг. Столбцы диаграммы представлены относительно средней за 1886 – 1905 гг. (конец «доиндустриального периода»). Жирной линией показан ход скользящих 11-летних средних. Использованы данные об аномалии температуры воздуха над сушей Северного полушария Университета Восточной Англии (www.cru.uea.ac.uk)

Линейный тренд, оцененный за период с 1887 по 2009 год, составляет $+0.11^{\circ}\text{C}/10$ лет, а за 1976-2009 гг. $+0.34^{\circ}\text{C}/10$ лет (процент объясненной трендом дисперсии ряда 47% и 53% соответственно). Таким образом, на суше Северного полушария потепление зимних температур за последние тридцать четыре года выражено гораздо более заметно, чем за сто двадцать три года в целом.

1.2. Изменения температуры воздуха на территории России

На рисунке 3 представлены временные ряды средних сезонных аномалий температуры воздуха (зима: декабрь - февраль), пространственно осредненных по территории России в целом и по ее регионам. Оценки линейных трендов регионально-осредненных температур зимнего сезона для периода 1976-2009 гг. приведены в Табл. 1.



(Продолжение следует)

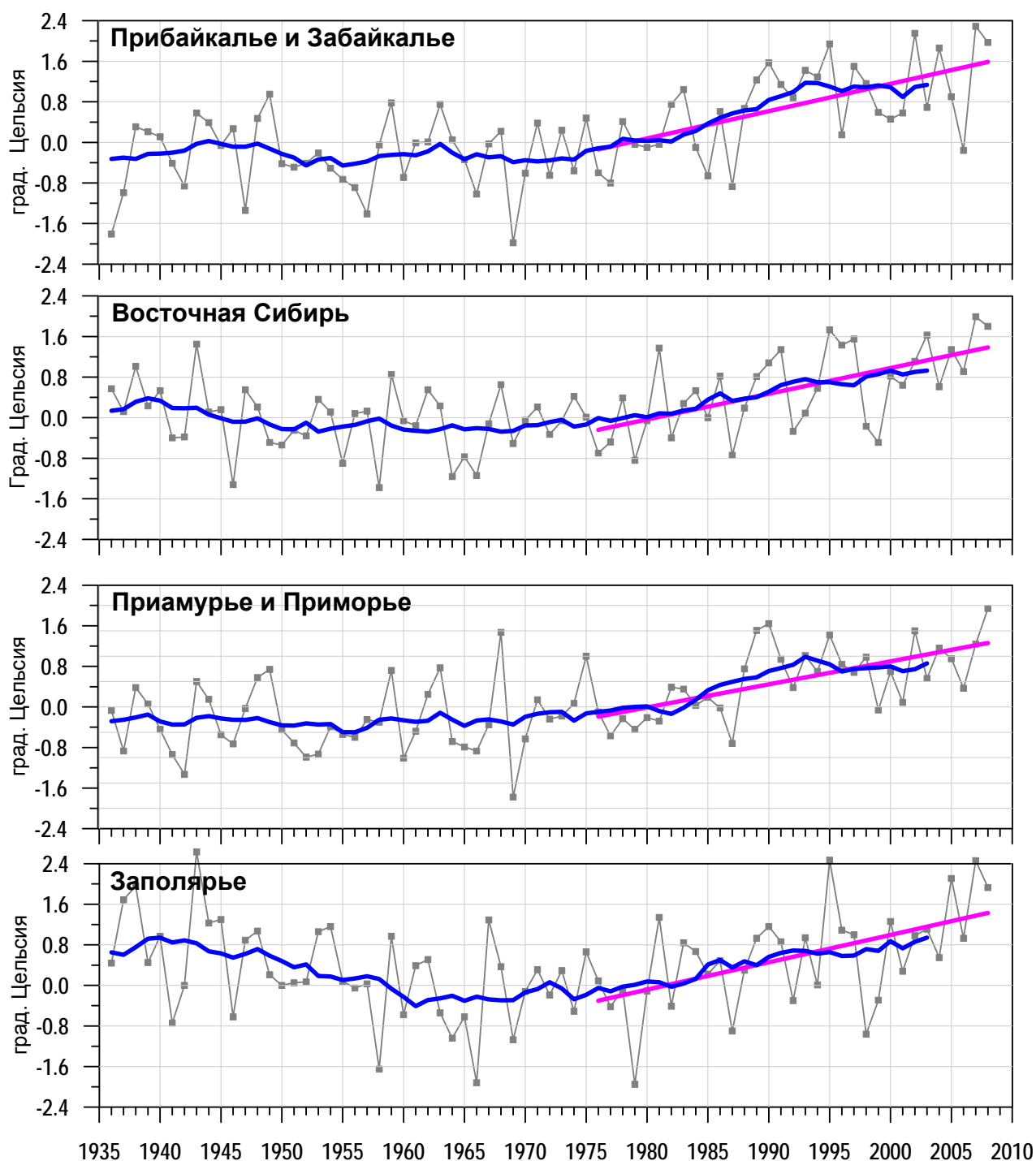


Рис. 3. Средние сезонные (зима: декабрь – февраль) аномалии температуры приземного воздуха ($^{\circ}\text{C}$) для регионов РФ.

Аномалии рассчитаны как отклонения от среднего 1961-1990 гг. Сглаженная кривая получена 11-летним скользящим осреднением. Линейный тренд проведен по данным за 1976-2008 гг.

Приведенные в табл.1 количественные оценки линейных трендов за 1976-2009 гг. показывают, что во всех регионах России скорость потепления была больше чем $+0.4^{\circ}\text{C}/10$ лет, кроме Восточной Сибири. Однако формально лишь для ЕЧР и Приамурья-Приморья тренд может быть признан значимым на уровне 5%.

Таблица 1

Оценки линейного тренда регионально-осредненной сезонной температуры приземного воздуха (зима) для регионов России за 1976-2009 гг.
 b , °C/10 лет – коэффициент линейного тренда, $D\%$ - вклад тренда в дисперсию.

| Регионы | b , °C/10 лет | $D\%$ |
|--------------------------|-----------------|-------|
| Россия | 0.44 | 7 |
| Европейская часть России | 0.81 | 14 |
| Западная Сибирь | 0.40 | 3 |
| Средняя Сибирь | 0.53 | 4 |
| Прибайкалье и Забайкалье | 0.46 | 5 |
| Восточная Сибирь | -0.14 | 2 |
| Приамурье и Приморье | 0.51 | 12 |
| Заполярье | 0.42 | 6 |

На рисунке 4 представлено пространственное распределение средней скорости изменения температуры приземного воздуха для территории России.

Представленные оценки указывают на продолжающуюся тенденцию к потеплению на большей части страны. Наибольшая скорость потепления отмечается на западе страны – больше 1°C за 10 лет

В Восточной Сибири: на Чукотке и в Магаданской области, наблюдается тенденция к похолоданию - скорость похолодания составляет -0.6°C за 10 лет

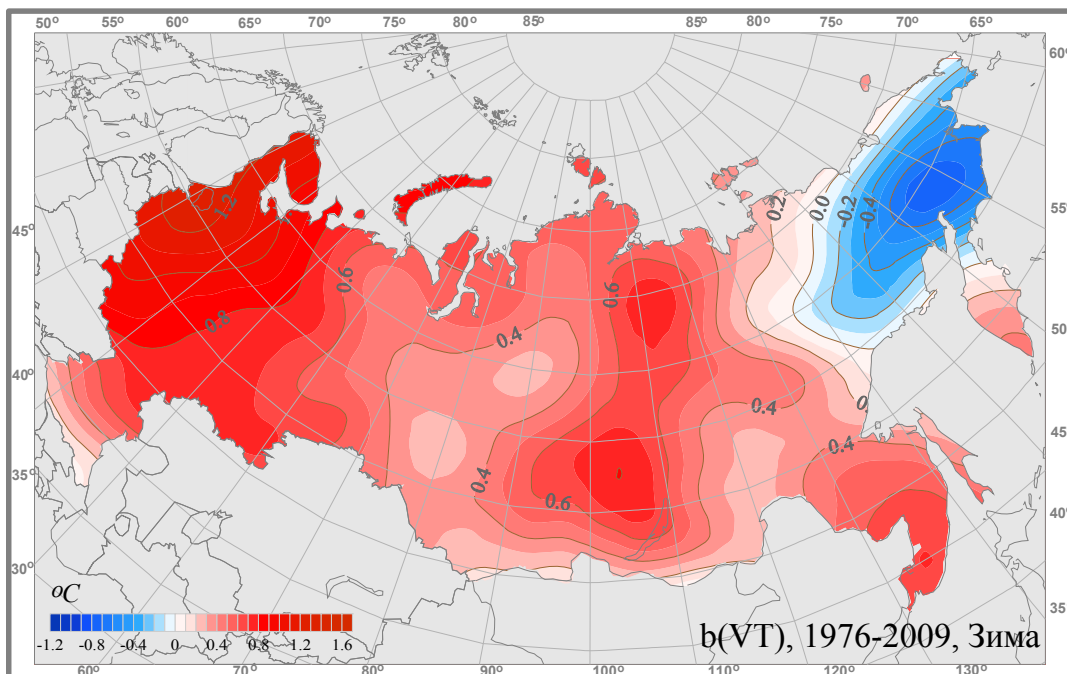


Рис.4. Средняя скорость изменения средней сезонной температуры приземного воздуха зимой на территории России по данным наблюдений за 1976-2009 гг. (b в °C/10 лет)

1.3. Аномалии температуры воздуха на территории России зимой 2008-2009 гг.

Рассмотрим региональные особенности температурного режима на территории России зимой 2008-2009 гг. В таблице 2 представлены аномалии температуры, осредненные по регионам РФ и их ранги.

Таблица 2

Средние сезонные (зима: декабрь 2008-февраль 2009) аномалии температуры приземного воздуха в регионах России: νT - отклонения от средних за 1961-1990 гг.; R – ранг текущих значений в убывающем ряду за 1936-2009 гг.

| Регионы | $\nu T, ^\circ C$ | R |
|--------------------------|-------------------|-----|
| Россия | +0.66 | 30 |
| Европейская часть России | +2.73 | 14 |
| Западная Сибирь | +0.33 | 33 |
| Средняя Сибирь | -0.42 | 48 |
| Прибайкалье и Забайкалье | +0.27 | 36 |
| Восточная Сибирь | -0.61 | 48 |
| Приамурье и Приморье | +1.01 | 21 |
| Заполярье | +1.6 | 20 |

Аномалия температуры в целом по территории России составила $+0.66^\circ C$ (лишь 30-ая по величине аномалия за последние 74 года). Для сравнения, зима 2007 – 2008гг. была достаточно теплой (аномалия составила $+2.7^\circ C$ - 9-ая величина). Наиболее теплой зима была на европейской части России. Аномалия температуры, осредненная по этому региону составила $+2.73^\circ C$ – 14-ая величина в ранжированном по убыванию ряду наблюдений с 1936 года. Осредненные аномалии температуры по регионам Средняя Сибирь и Восточная Сибирь были немного ниже нормы, а для остальных регионов - немного выше нормы.

Более детальное представление о региональных особенностях температурных условий дают пространственные распределения аномалий тепла и холода на территории России, представленные на рисунках 5 и 6 для всего сезона в целом и для каждого из зимних месяцев. На рис.5 приведены значения аномалий (поле изолиний), а на рис. 6 – соответствующие им вероятности неперевышения, нанесенные непосредственно в точках размещения станций и потому более четко очерчивающие очаги аномалий обоих знаков разной степени интенсивности. Крайние градации (0-10% для отрицательных аномалий и 90-100% для положительных) соответствует экстремумам, попадающим в 10%-ые «хвосты» распределений (вероятность осуществления таких крупных аномалий в прошлом не более 10%). В таблице 3 показано распределение станций по регионам РФ с аномалиями температуры среди 10% самых крупных. Используются данные 261 российских станций (из числа 310), по которым своевременно поступили сводки КЛИМАТ в оперативном потоке.

Как видно из таблицы, наибольшее количество крупных положительных аномалий осуществилось в декабре в европейской части РФ и в Западной Сибири, в январе – в Средней Сибири. В феврале наибольшее количество крупных отрицательных аномалий осуществилось в Средней и Восточной Сибири.

Количество станций в регионах РФ, в которых осуществились крупные аномалии приземной температуры воздуха (среди 10%-ых «хвостовых» квантилей распределения за период 1936-2009 гг.) зимой 2008/2009 г в целом и в отдельные месяцы сезона:

| Регион | Число станций в регионе | Зима | | Декабрь | | Январь | | Февраль | |
|--------------------------|-------------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| | | <i>p10</i> | <i>p90</i> | <i>p10</i> | <i>p90</i> | <i>p10</i> | <i>p90</i> | <i>p10</i> | <i>p90</i> |
| Европейская часть России | 81 | | 3 | | 23 | | | | 4 |
| Западная Сибирь | 40 | | | | 14 | | | 2 | |
| Средняя Сибирь | 44 | | | 2 | | | 10 | 10 | |
| Прибайкалье и Забайкалье | 23 | | | | | | | | |
| Восточная Сибирь | 46 | 2 | 2 | 1 | 13 | 5 | 6 | 10 | |
| Приамурье и Приморье | 27 | | 6 | | 7 | | 13 | 1 | |

Усл. обозначения: *p90* – аномалии тепла выше 90%-го перцентиля; *p10* – аномалии холода ниже 10%-го перцентиля

Зима. Зима была теплой в Центральном и Северо-Западном Федеративных Округах (ФО), где средние месячные аномалии достигали +4°C, а также в западной части Западносибирской низменности, на побережье Карского моря. На остальной части страны средняя сезонная температура была близка к норме или ниже нормы на 2°C, а в Корякском АО – на 3°C.

Декабрь. Экстремально тепло на многих станциях центра и севера европейской части РФ, в Западной Сибири. Здесь на многих станциях в первой половине месяца неоднократно превышались рекорды суточной максимальной температуры воздуха, средние месячные аномалии температуры на побережье Баренцева и Карского морей составили около +7°C. Тепло не севере Дальневосточного ФО. В этих районах на многих станциях декабрь был среди 10% самых теплых в ряду наблюдений с 1936 года. На двух станциях Сахалина и Камчатки были зафиксированы рекордные значения температуры, превысившие норму: на +7.1°C в Усть-Хайрюзова ($t = -4.2^\circ\text{C}$) и на +3.2°C - в Холмске ($t = -2.8^\circ\text{C}$).

Очень холодно было на территории республики Саха - средние месячные аномалии достигли -4°C. Так в Верхоянске ($t = -47.5^\circ\text{C}$) аномалия температуры составила - 3.8°C – такая аномалия бывает здесь один раз в 10 лет.

Январь. Очень холодно на территории Корякского и Чукотского АО. Средние месячные аномалии температуры достигали -10°C, на многих станциях – январь среди 10% самых холодных. Так в Анадыре аномалия температуры составила -7.6°C – такая аномалия бывает здесь не чаще одного раза в 10 лет.

Экстремально тепло в центре и на севере республики Саха и на Таймыре. На многих станциях здесь – январь был среди 10% самых теплых. Средние месячные аномалии температуры достигали +9°C. Так в Хатанге аномалия температуры составила +9.5°C, в Сухане +8°C.

Тепло в центре и на севере европейской части РФ (со средними месячными аномалиями до +5°C).

Февраль. На всей азиатской части страны экстремально холодно со средними месячными аномалиями до -6°C. Так в Сургуте и в Вилюйске аномалия температуры

составила -5.8°C . Сильный мороз наблюдался в Красноярском крае, так в начале февраля в Эвенкийском муниципальном районе местами температура опускалась до -58° . На многих станциях Дальневосточного ФО февраль был среди 10% самых холодных в ряду наблюдений с 1936 года.

На европейской части РФ тепло со средними месячными аномалиями температуры до $+3^{\circ}\text{C}$ – на севере и до $+4^{\circ}\text{C}$ – юге (в Ростове-на-Дону $+4.1^{\circ}\text{C}$).

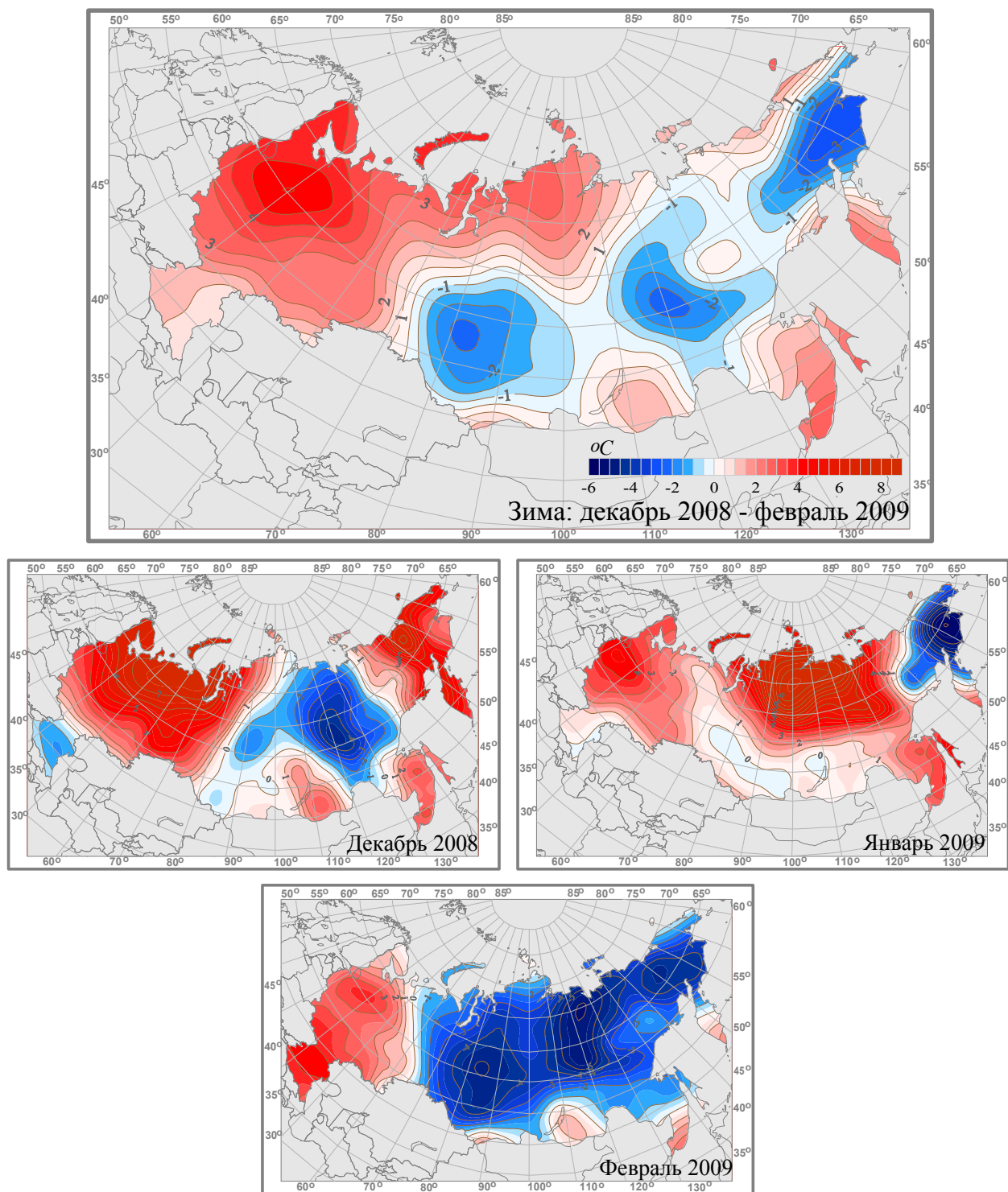


Рис. 5. Поля аномалий средней сезонной (зима: декабрь 2008 – февраль 2009) и месячных температур приземного воздуха на территории России (отклонения от средних за 1961-1990 гг.).

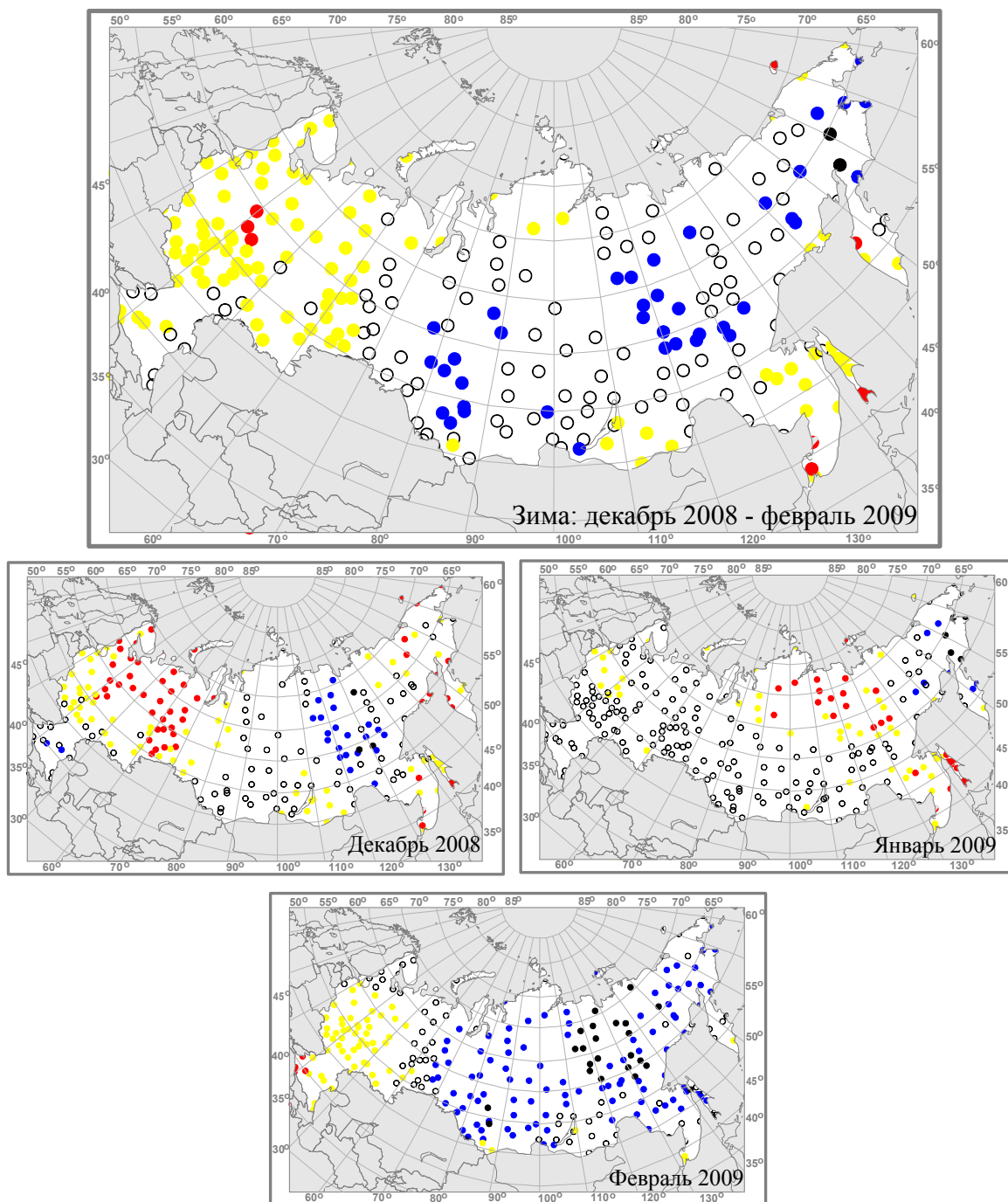


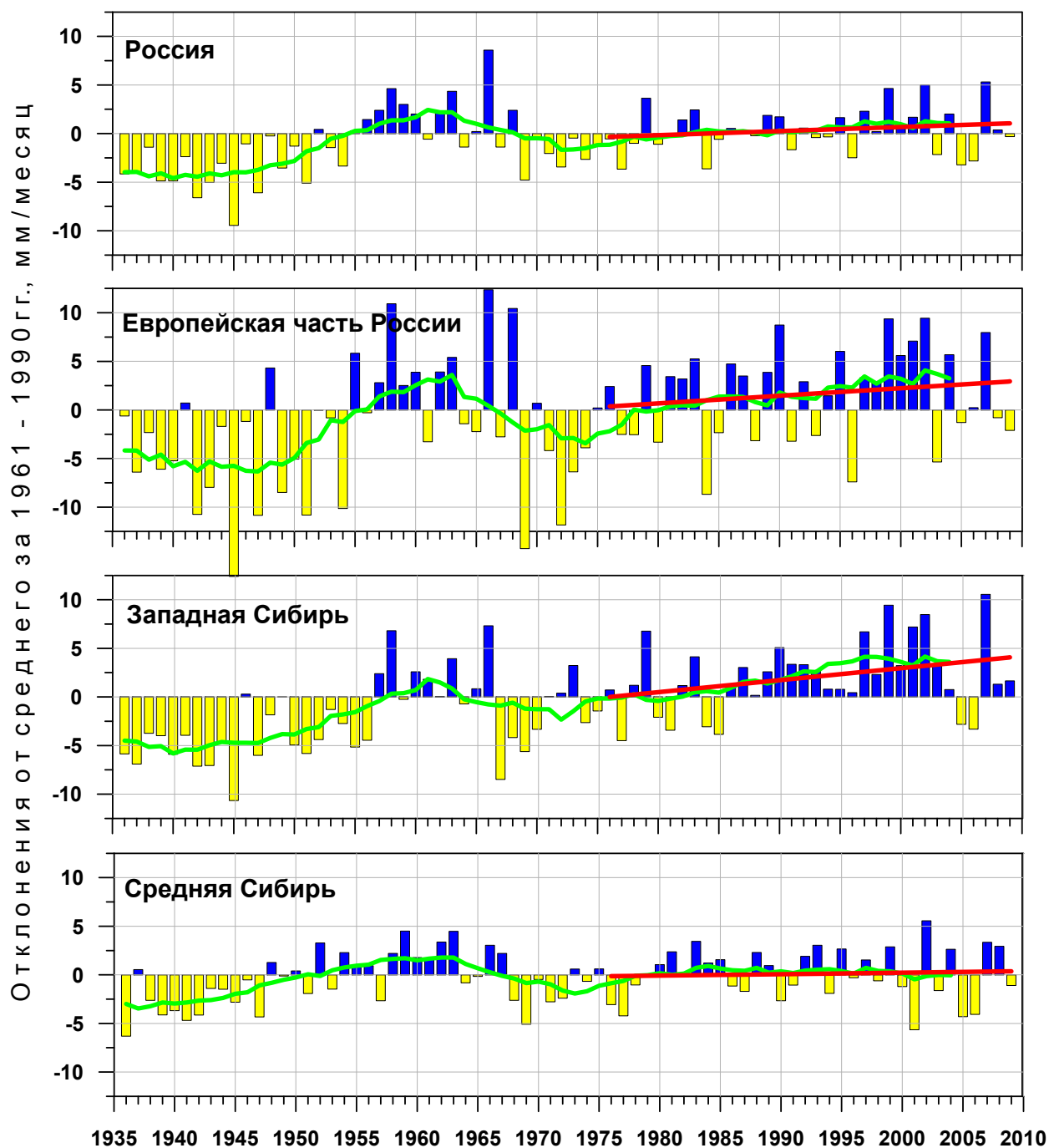
Рис. 6. Вероятности неперевышения $P(t \leq T_{2009})$ средних сезонных и средних месячных значений аномалий температуры, наблюдавшихся зимой 2008/2009 г. относительно периода 1936-2008 гг.:

- [0%, 10%)- экстремально холодно (месяц попал в 10% самых холодных)
- [10%, 30%) - холодно
- [30%, 70%] - около нормы
- (70%, 90%) - тепло
- (90%, 100%) - экстремально тепло (месяц попал в 10% самых теплых)

2. АТМОСФЕРНЫЕ ОСАДКИ

2.1. Изменения осадков на территории России

Временные ряды пространственно осредненных сезонных аномалий осадков для регионов России показаны на рисунке 7. В таблице 4 представлены данные о трендах осадков за период 1976-2009гг.



(продолжение следует)

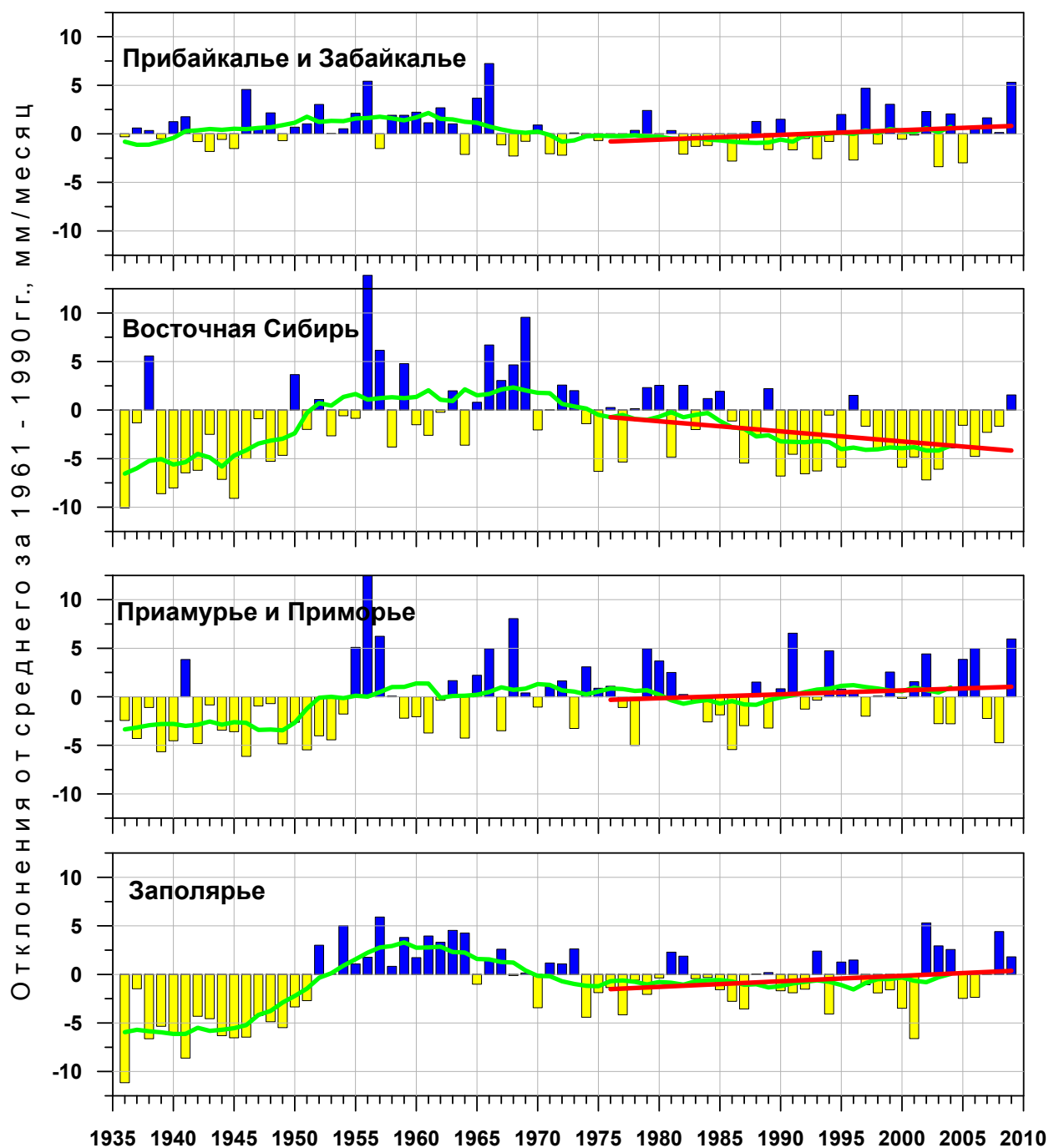


Рис. 7. Средние за зимний сезон аномалии осадков (мм/месяц) для регионов РФ за период 1936 – 2009 гг.

Столбцы представляют аномалии – отклонения от норм 1961 – 1990 гг. Сглаженная кривая соответствует 11-летнему скользящему осреднению. Линейный тренд показан за 1976-2009 гг.

Во всех регионах, за исключением Восточной Сибири, наблюдается рост осадков. Наибольший рост осадков наблюдается в регионах: Западная Сибирь и Европейская часть России – 1.2 мм/мес/10 лет и 0.8 мм/мес/10 лет, соответственно. Видно, что в большинстве регионов тренд объясняет лишь малую долю изменчивости осадков, что не позволяет определенно говорить о наличии значимых тенденций изменения осадков за этот период времени (1976 – 2009 гг.), формально (на уровне 5%) значим лишь тренд в Западной и Восточной Сибири.

Таблица 4.

Оценки линейного тренда регионально осредненных месячных сумм атмосферных осадков (зима) для регионов России за период 1976-2009гг.:
 b , мм/мес/10 лет – коэффициент линейного тренда, $D\%$ - вклад тренда в дисперсию

| Регионы | b , мм/10 лет | $D\%$ |
|--------------------------|-----------------|-------|
| Россия | 0.43 | 3 |
| Европейская часть России | 0.79 | 3 |
| Западная Сибирь | 1.24 | 10 |
| Средняя Сибирь | 0.15 | 0 |
| Прибайкалье и Забайкалье | 0.48 | 5 |
| Восточная Сибирь | -1.04 | 11 |
| Приамурье и Приморье | 0.40 | 2 |
| Заполярье | 0.57 | 5 |

На рисунке 8 представлено пространственное распределение коэффициентов линейного тренда осадков для России.

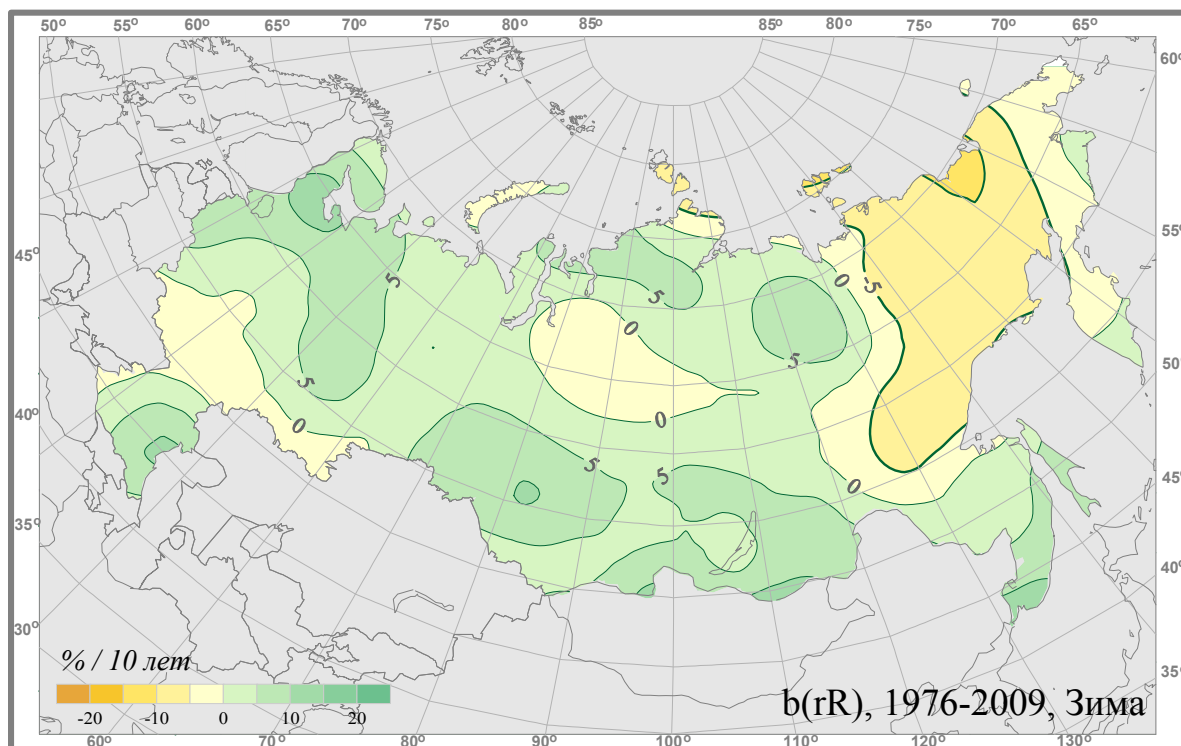


Рис. 8. Пространственное распределение локальных коэффициентов линейного тренда атмосферных осадков зимнего сезона за 1976-2009 гг. на территории России (%/10 лет)

В зимний период прослеживается слабая тенденция к увеличению годовых сумм осадков (в пределах 0 - 5% нормы за 10 лет) на большей части страны. Исключением являются восточные районы Дальневосточного округа. Здесь выделяются значительные по площади области с тенденцией к некоторому уменьшению зимних осадков (более 5% нормы за 10 лет).

2.2. Аномалии осадков на территории РФ зимой 2008 – 2009 гг.

В таблице 5 представлены данные об аномалиях осадков по регионам РФ в зимний сезон 2008-2009 гг. Аномалии рассчитаны как отклонения месячных сумм осадков от соответствующих месячных норм 1961-1990 гг. Сезонные аномалии осадков рассчитаны как средние из аномалий месячных сумм осадков за три месяца зимнего сезона и выражены в мм/месяц.

Таблица 5
Средние за сезон (зима: декабрь 2008 – февраль 2009) аномалии месячных сумм осадков, осредненные по территории регионов России (в скобках указан ранг значения в ряду наблюдений с 1936 г.)

| Регионы | νR | $P(r \leq R_{2009}), \%$ |
|--------------------------|-----------|--------------------------|
| Россия | -0.3 (34) | 54 |
| Европейская часть России | -2.0 (44) | 46 |
| Западная Сибирь | +1.6 (24) | 68 |
| Средняя Сибирь | -1.1 (46) | 37 |
| Прибайкалье и Забайкалье | +5.3 (3) | 97 |
| Восточная Сибирь | +1.6 (18) | 77 |
| Приамурье и Приморье | +6.0 (5) | 97 |
| Заполярье | +1.8 (18) | 75 |

Примечание: νR - сезонная аномалия осадков летом 2009 г. (мм/месяц);

$P(r \leq R_{2009})$ - вероятность непревышения значения νR относительно 1936-2008 гг. (%)

Количество выпавших осадков в целом по России было близко к норме (аномалия осадков составила -0.3 мм/месяц – 34 значение в ранжированном по убыванию ряду наблюдений).

Значительный избыток осадков зимнего сезона в 2009 году наблюдался в Приамурье и Приморье и Прибайкалье и Забайкалье. В Приамурье и Приморье превышение нормы составило +6.0 мм/месяц (5-ое значение в ранжированном по убыванию ряду наблюдений с 1936 года), а в Прибайкалье и Забайкалье +5.3 мм/месяц (третье значение). Небольшой дефицит осадков наблюдался в Европейской части России (аномалия -2.0 мм/месяц) и в Средней Сибири (аномалия составила -1.1 мм/месяц).

Средние за сезон аномалии осадков (мм/месяц) для регионов РФ представлены на рисунке 7. Пространственное распределение осадков представлено на рисунках 9, 10.

Зима была снежной на территории Приморского и Хабаровского краев (в районе Комсомольска-на-Амуре количество выпавших осадков составило около 150% нормы), на Алтае и в Забайкалье (около 130 – 140% нормы). В этих районах на многих станциях зима была среди 10% самых снежных. В Приморском крае наиболее снежными месяцами были январь и февраль.

Небольшой дефицит осадков наблюдался в районе Южного Урала (выпало около 60% нормы сезонных осадков).

Декабрь. Дефицит осадков наблюдался на юге Центрального и Приволжского ФО, когда выпало менее 40% месячной нормы. Так в Пензе (выпало 5 мм) и Октябрьском Городке (выпало 3 мм) были зафиксированы рекорды минимального выпадения осадков.

В бассейне Оби и на большей части Дальневосточного ФО декабрь был снежным (выпало более 180% нормы).

Январь. Дефицит осадков наблюдался на востоке Дальневосточного ФО (менее 40% нормы). На многих станциях январь оказался среди 10% самых сухих. На пяти станциях зафиксированы рекордные минимумы осадков: в Средникане (7мм), в Каменском (1мм), а на станциях Усть – Мома, Оймякон, Сусуман осадков совсем не наблюдалось.

Много снега выпало в Хабаровском и Приморском краях, на Сахалине (более 140% нормы). На некоторых станциях январь был среди 10% самых влажных.

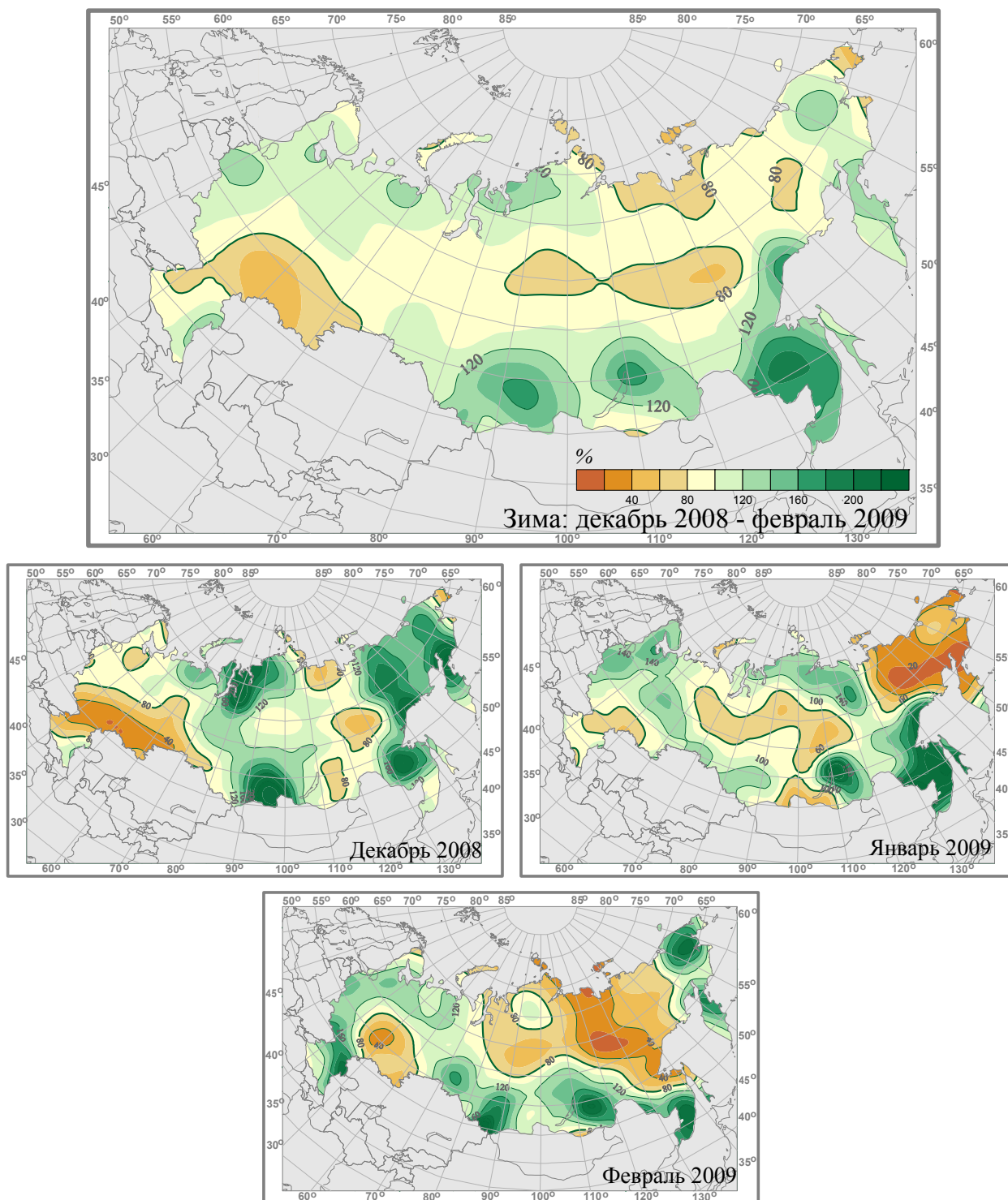


Рис. 9. Поля аномалий средних сезонных (зима: декабрь 2008 – февраль 2009) и месячных сумм осадков (в процентах от нормы за 1961-1990 гг.) на территории России.

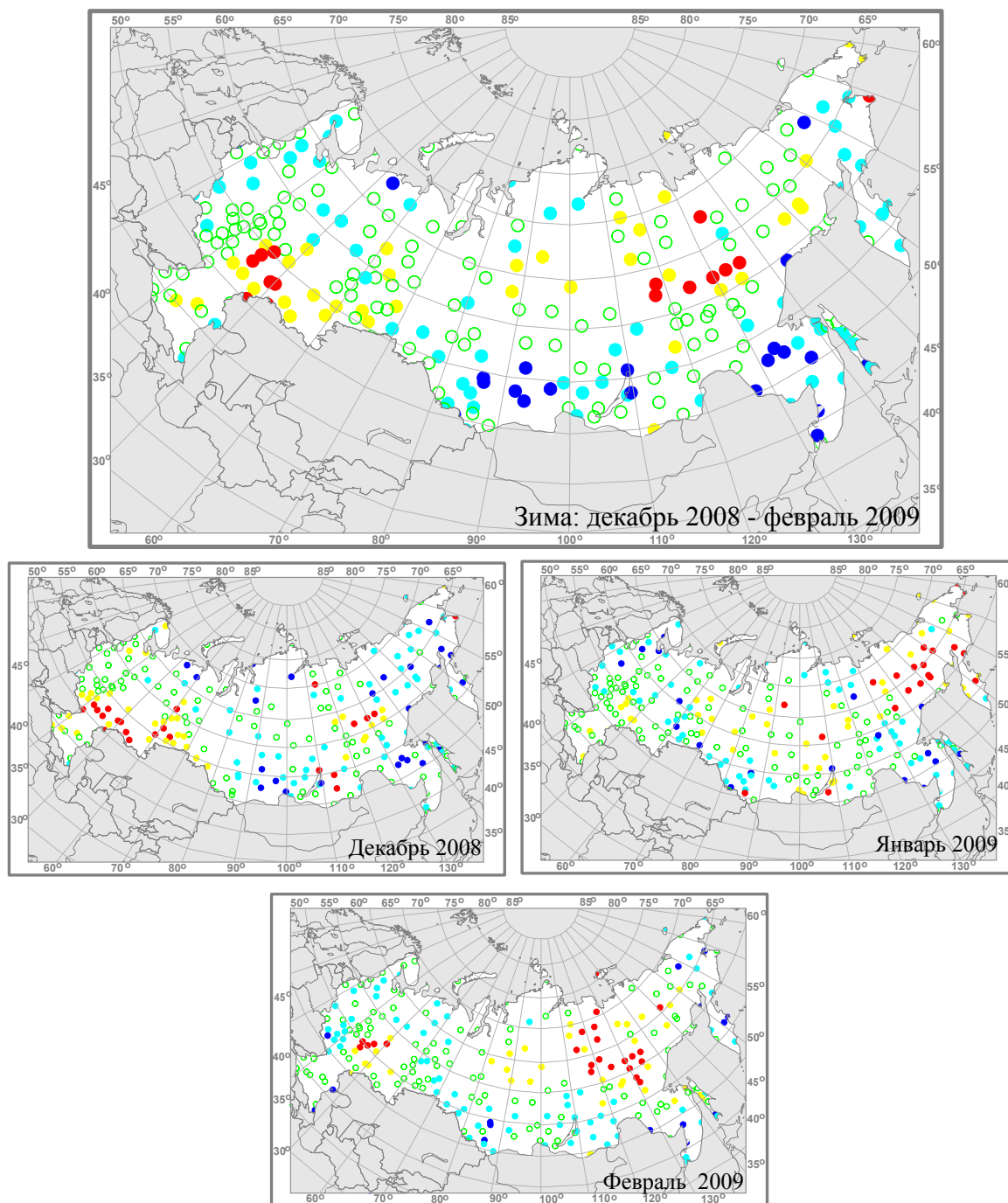


Рис. 10. Вероятности непревышения $P(r \leq R_{2009})$ средних за месяцы и за сезон (зима: декабрь 2008 – февраль 2009) месячных сумм атмосферных осадков, наблюдавшихся в 2009 г относительно периода 1936-2008 гг.:

- [0%, 10%) - экстремально сухо (месяц попал в 10% самых сухих)
- [10%, 30%) - сухо
- [30%, 70%) - около нормы
- (70%, 90%) - влажно
- (90%, 100%) - экстремально влажно (месяц. попал в 10% самых влажных)

Февраль. Дефицит осадков наблюдался республике Саха. Здесь выпало менее 40% нормы, на большинстве станций февраль был среди 10% самых сухих в ряду наблюдений с 1936 года. Так в Вилюйске осадков в феврале не было вообще – такое явление отмечено

впервые за последние 74 года. На пяти станциях: в Сухане, Тонгулахе, Якутске, Чурапче, Охотничьем, повторены рекорды минимумов месячного выпадения осадков.

В Приволжском ФО выпало менее 60% нормы.

На Тихоокеанском побережье, на Алтае, в Забайкалье выпало большое количество осадков (более 140% нормы), на некоторых станциях февраль был среди 10% самых влажных. В Волгоградской и Ростовской областях февраль также был снежным (выпало более 140% нормы, на некоторых станциях февраль был среди 10% самых влажных).

В таблице 6 показано распределение станций по регионам РФ, в которых осуществились аномалии месячных сумм атмосферных осадков среди 10% «хвостовых» квантилей – за период наблюдений с 1936 по 2009 гг. Использованы данные 261 российских станций (из числа 310), по которым своевременно поступили сводки КЛИМАТ в оперативном потоке. Из таблицы видно, что наиболее «сухие» условия наблюдались в декабре в Европейской части РФ, в январе – в Восточной Сибири, в феврале – в Средней Сибири.

Таблица 6

Количество станций в регионах РФ, в которых осуществились крупные аномалии месячных сумм атмосферных осадков (среди 10%-ых «хвостовых» квантилей распределения за 1936-2009 гг.) зимой 2008/2009 г., в целом и в отдельные месяцы сезона:

| Регион | Число станций в регионе | Зима | | Декабрь | | Январь | | Февраль | |
|--------------------------|-------------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| | | <i>p10</i> | <i>p90</i> | <i>p10</i> | <i>p90</i> | <i>p10</i> | <i>p90</i> | <i>p10</i> | <i>p90</i> |
| Европейская часть России | 81 | 6 | 1 | 11 | 2 | | 6 | 5 | 3 |
| Западная Сибирь | 40 | | 3 | 3 | 1 | 1 | 5 | | 4 |
| Средняя Сибирь | 44 | 5 | 1 | 4 | 4 | 2 | 1 | 11 | |
| Прибайкалье и Забайкалье | 23 | | 5 | 3 | 4 | 1 | 1 | | |
| Восточная Сибирь | 46 | 3 | 2 | 1 | 9 | 17 | 2 | 7 | 5 |
| Приамурье и Приморье | 27 | | 8 | | 7 | | 5 | | 4 |

Усл. обозначения: *p90* – сумма осадков выше 90%-го перцентиля (избыток осадков); *p10* – сумма осадков ниже 10%-го перцентиля (дефицит осадков)

3. ЭКСТРЕМУМЫ ТЕМПЕРАТУРЫ И ОСАДКОВ НА ТЕРРИТОРИИ РФ

На рис. 11 показаны станции, на которых осуществились крупные аномалии температуры воздуха и атмосферных осадков в отдельных месяцах исследуемого зимнего сезона.

Из анализа рисунка 11 видно, что в декабре наблюдались два очага крупных положительных аномалий (среди 5%-ых «хвостовых» квантилей): первый очаг – в Архангельской области и республике Коми, второй – на Чукотке, Камчатке и Сахалине (на станциях Усть-Хайрюзова и Холмск были зафиксированы рекордные максимумы температуры). В январе очаг крупных положительных аномалий располагался в Якутии – от полуострова Таймыр до побережья Охотского моря и Сахалина. В феврале в Якутии наблюдалась большая по площади область с отрицательными аномалиями температуры.

В центре Дальневосточного ФО в течение трех месяцев сезона было экстремально сухо (среди 5%-ых «хвостовых» квантилей). Рекордные минимумы месячного выпадения осадков были зафиксированы в январе на пяти станциях Усть-Мома, Оймякон, Сусуман, Средникан, Каменское.

Кроме того, в декабре на побережье Тихого океана, на Алтае и в Забайкалье наблюдались экстремально влажные условия, связанные с выпадением большого количества осадков. Экстремальное количество осадков выпало в январе на северо-западе страны: в Ленинградской области, в республике Карелия.

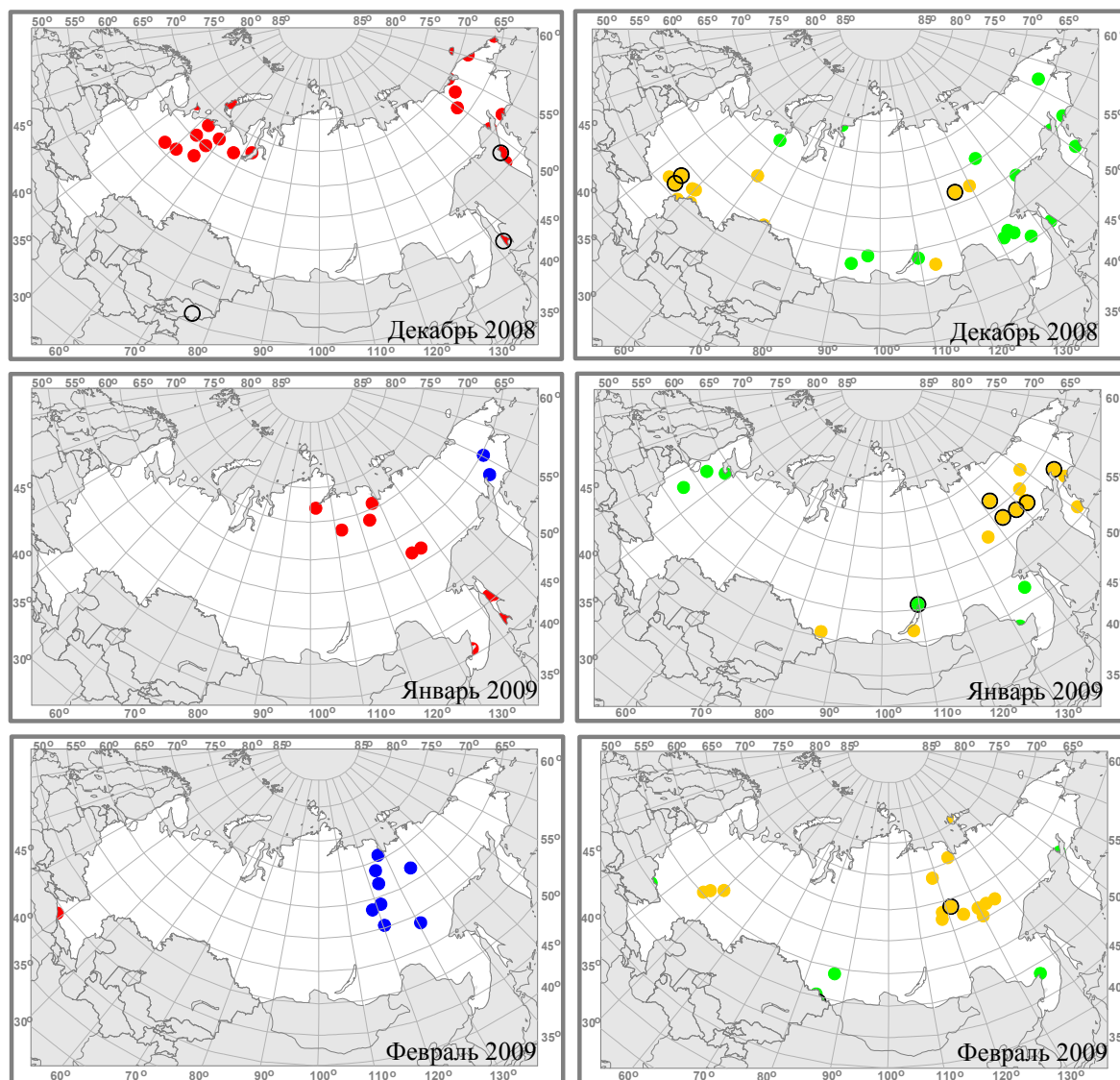


Рис. 11. Станции, в которых осуществились крупные аномалии (среди 5%-ых «хвостовых» квантилей – за период наблюдений с 1936 по 2009 гг.) приземной температуры воздуха (слева) и осадков (справа) в отдельные месяцы зимнего сезона (декабрь 2008 – февраль 2009).

Станции, в которых экстремальное явление наблюдалось впервые, дополнительно обведены большими кружками.

4. СЕЗОННЫЕ ОСОБЕННОСТИ ТЕМПЕРАТУРЫ И ОСАДКОВ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

На рисунке 12 представлен фрагмент карты, иллюстрирующий физико-географическое положение региона Республики Беларусь и сопредельные территории. На карте показана сеть расположенных здесь метеорологических станций, ежемесячно передающих сводки «КЛИМАТ» и входящих в базовую сеть станций климатического мониторинга, выполняемого в ИГКЭ (сеть из 1383 станций). Список этих станций и основные данные о них приводятся в таблице 7.



Рис. 12. Физико-географическое положение республики Беларусь.

Таблица 7

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 |

На рисунках 13, 14 показаны временные ряды регионально осредненных зимних аномалий температуры воздуха и осадков с 1936 по 2009 гг. Аномалии рассчитаны относительно базового периода 1961-1990 гг. Зимой 2008-2009 гг. аномалия температуры воздуха, осредненная по территории республики Беларусь составила +2.52 °С. Это 18-ая величина в ранжированном ряду наблюдений с 1936 года.

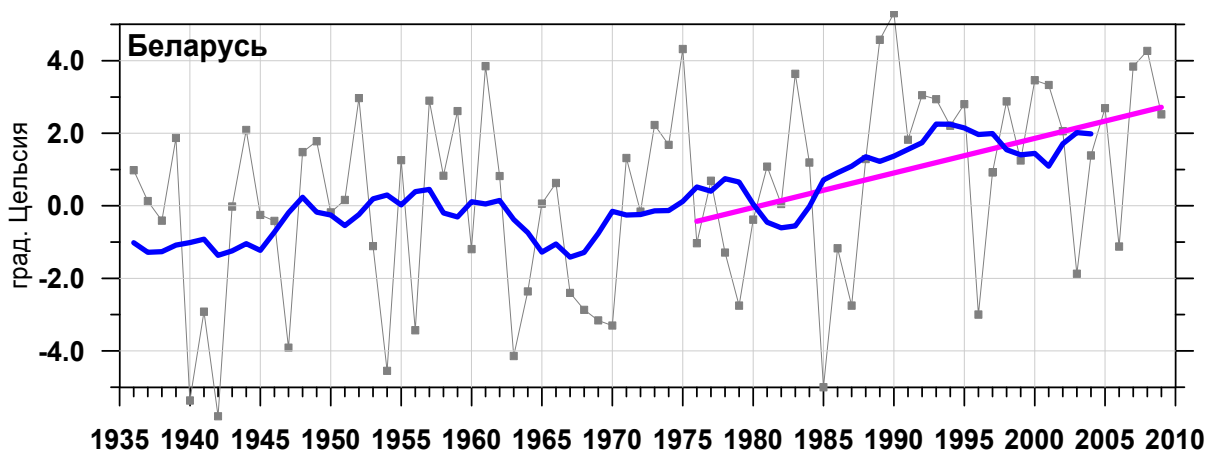


Рис. 13. Средние сезонные (зима: декабрь – февраль) аномалии температуры приземного воздуха ($^{\circ}\text{C}$), осредненные по региону Республики Беларусь, 1936 – 2009 гг. Показаны 11-летняя скользящая средняя и линейный тренд температуры за период 1976 – 2009 гг.

Тренд потепления за 1976-2009 гг. для Беларуси составил $+0.95^{\circ}\text{C}/10$ лет (объясненная трендом дисперсия – 15%). Так как процент объясненной трендом дисперсии для Беларуси больше 10%, то это дает возможность достоверно говорить на уровне 5% значимости о неслучайном его характере.

Аномалия осадков, осредненная по территории Беларуси, составила $+2.8\text{мм}$. Это 26-ая величина в ранжированном ряду наблюдений с 1936 года.

Тренд осадков за период 1976-2009 составил $0.38\text{мм}/10\text{лет}$. Но процент объясненной трендом дисперсии ряда составляет 0%, что не позволяет определенно говорить о наличии значимых тенденций изменения осадков за этот период времени.

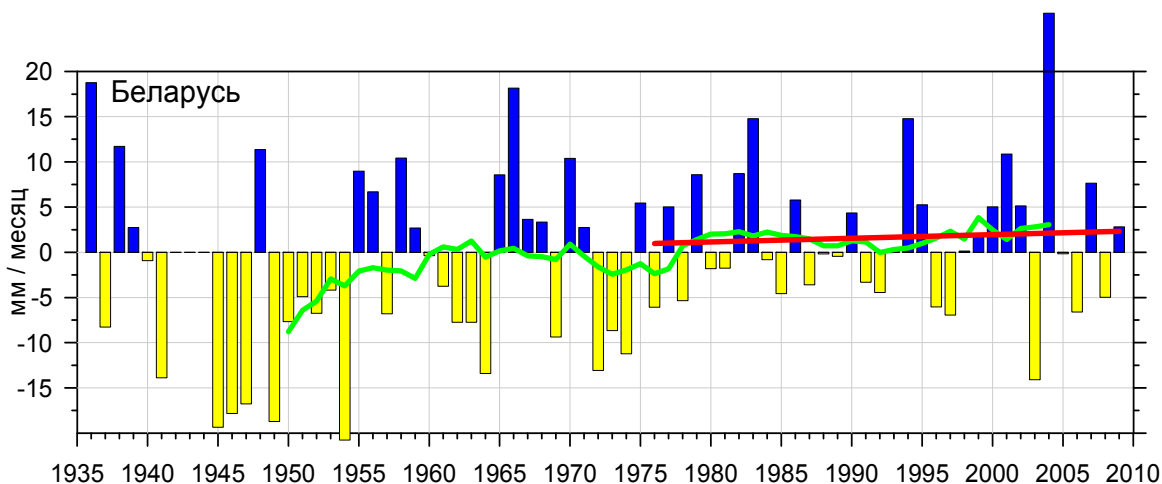


Рис. 14. Средние за сезон (зима: декабрь 2008 – февраль 2009) аномалии осадков (мм/месяц) для республики Беларусь. Столбцы представляют аномалии – отклонения от средней температуры базового периода 1961 – 1990. Показаны 11-летняя скользящая средняя и линейный тренд температуры за период 1976 – 2009 гг.

В таблице 8 приведены стационарные данные о наблюдаемой температуре для каждого трех месяцев рассматриваемого зимнего сезона и для сезона в целом, а на рисунке 15 – соответствующие этим данным пространственные распределения аномалий (поля изолиний), также ежемесячно и для сезона в целом.

Таблица 8

Средние месячные и сезонные температуры и аномалии температуры на станциях
Беларусь зимой 2008-09гг.

| Период | <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) | | | | | | | |
| Зима 2008-2009 | -3.3 | -3.0 | -3.8 | -1.1 | -1.6 | -2.8 | -3.0 |
| Дек.08 | -1.7 | -0.9 | -1.9 | +0.8 | +0.2 | -0.9 | -1.5 |
| Янв.09 | -4.2 | -4.1 | -4.9 | -3.0 | -3.4 | -4.3 | -4.6 |
| Фев.09 | -4.2 | -4.1 | -4.7 | -1.0 | -1.5 | -3.2 | -2.9 |
| а) аномалия температуры (град. Цельсия) | | | | | | | |
| Зима 2008-2009 | +3.2 | +2.4 | +2.3 | +2.0 | +2.6 | +2.3 | +2.5 |
| Дек.08 | +3.0 | +2.8 | +2.0 | +2.4 | +2.6 | +2.3 | +1.9 |
| Янв.09 | +4.0 | +2.8 | +3.1 | +1.5 | +2.3 | +2.6 | +2.7 |
| Фев.09 | +2.6 | +1.7 | +1.9 | +2.2 | +2.9 | +2.1 | +2.9 |

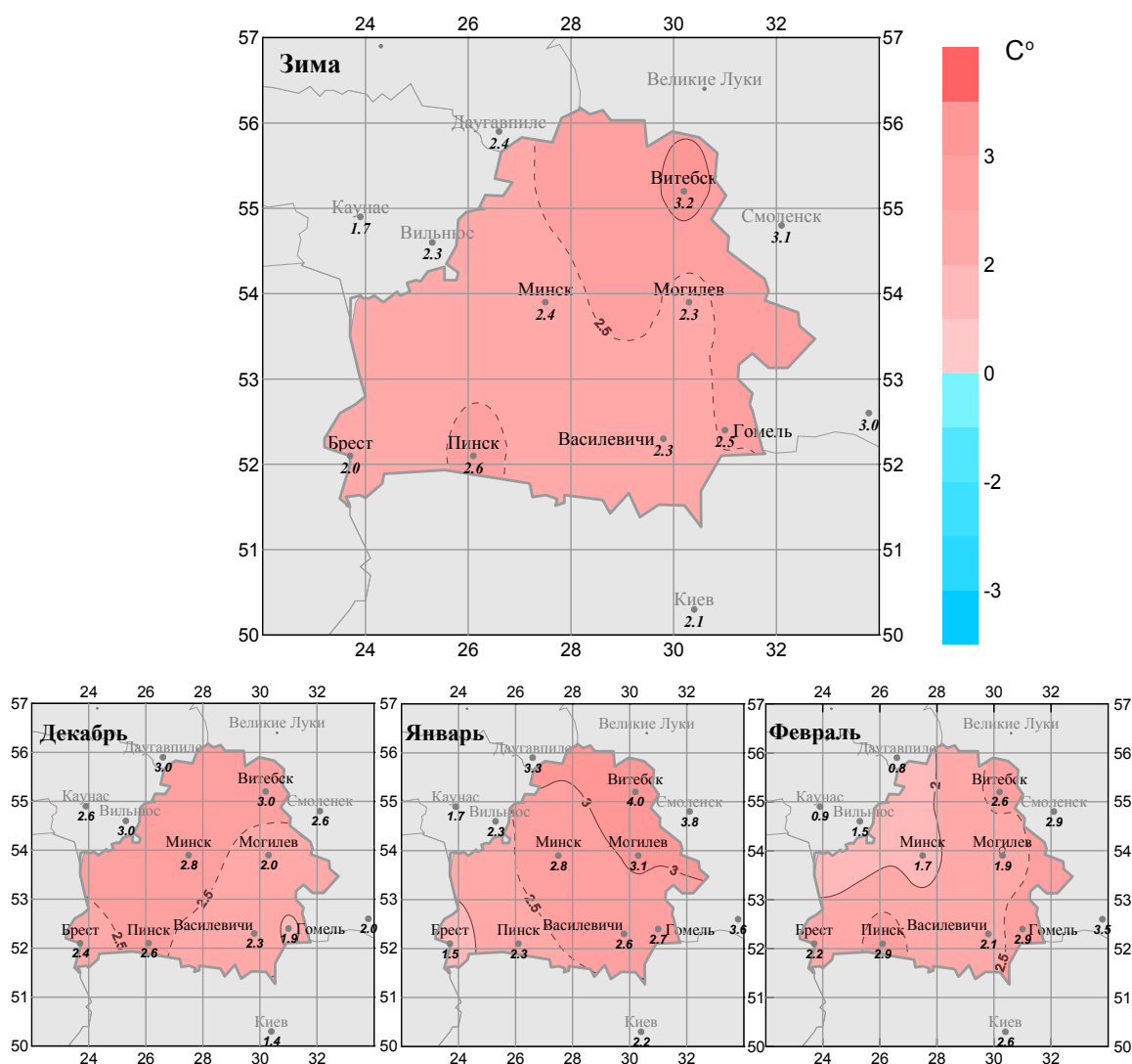


Рис. 15. Средняя сезонная и средние месячные аномалии температуры приземного воздуха (относительно 1961-1990 гг., °C) на территории республики Беларусь: зима, декабрь 2008 – февраль 2009.

Цифрами приведены значения аномалий (в градусах Цельсия) на станциях.

Зима в целом была теплой во все месяцы сезона. Средние сезонные аномалии температуры воздуха на станциях – от +2°C до +3°C. Немного теплее был январь (в Витебске аномалия температуры составила - +4.0°C, в Могилеве +3.1°C).

На рисунке 16 и в таблице 9 аналогичные данные приведены для количества выпавших за сезон (месяц) осадков.

В целом за сезон количество выпавших осадков было близко к сезонной норме. Лишь на востоке республики количество выпавших осадков было немного больше нормы (в Могилеве 130% нормы).

При этом дефицит осадков наблюдался в декабре, так в Минске выпало 46% нормы.

В январе и, особенно, в феврале на востоке республики количество выпавших осадков значительно превысило норму, так в Витебске в январе выпало 170% нормы, а в феврале – две нормы.

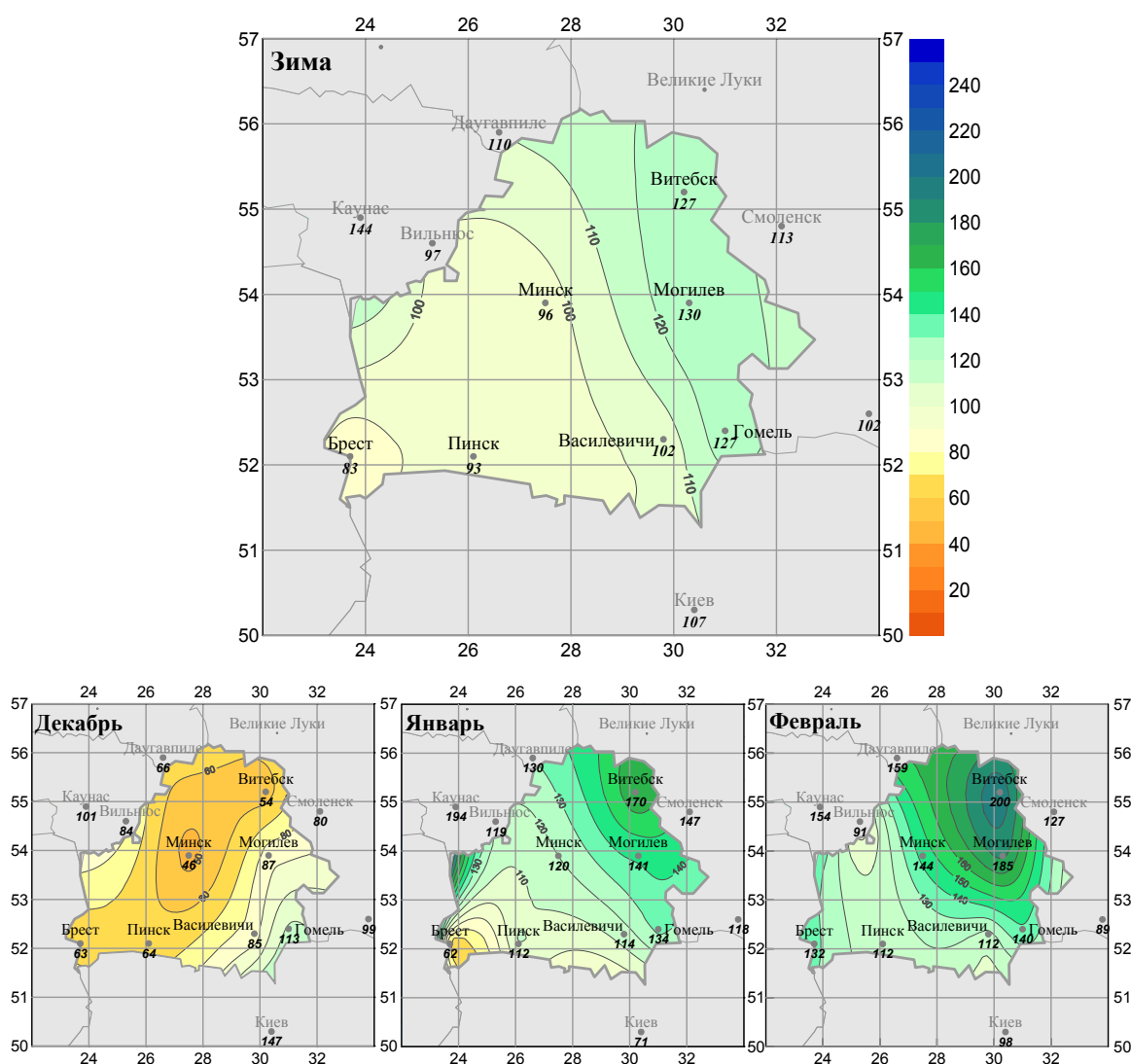


Рис. 16. Средняя сезонная и средние месячные аномалии атмосферных осадков (в процентах от нормы 1961-1990 гг.) на территории республики Беларусь (зима 2008-09 гг.). Цифрами приведены значения аномалий осадков в процентах от нормы на станциях.

Таблица 9

Месячные и сезонные суммы осадков на станциях Беларуси зимой 2008 - 2009 гг.

| | <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 за месяц /сезон / (мм) | | | | | | | |
| <i>Зима 2008-2009</i> | 50.3 | 40.3 | 46.7 | 31.3 | 31.7 | 40.0 | 45.3 |
| дек.08 | 28 | 24 | 39 | 28 | 26 | 40 | 50 |
| янв.09 | 64 | 48 | 50 | 23 | 38 | 44 | 48 |
| фев.09 | 59 | 49 | 51 | 43 | 31 | 36 | 38 |
| а) Аномалия сумм осадков за месяц /сезон / (% от нормы) | | | | | | | |
| <i>Зима 2008-2009</i> | 127.3 | 95.67 | 129.6 | 82.68 | 92.9 | 102.0 | 126.7 |
| дек.08 | 54.4 | 45.6 | 86.6 | 63.2 | 63.9 | 85.4 | 112.6 |
| янв.09 | 169.8 | 120.1 | 141.4 | 62.2 | 112.0 | 113.7 | 134.0 |
| фев.09 | 200.2 | 143.8 | 184.6 | 132.2 | 112.0 | 112.2 | 140.1 |
| а) Аномалия сумм осадков за месяц /сезон / (мм) | | | | | | | |
| <i>Зима 2008-2009</i> | +10.8 | -1.8 | +10.7 | -6.6 | -2.3 | +0.8 | +9.6 |
| дек.08 | -23.4 | -28.6 | -6.0 | -16.3 | -14.3 | -6.8 | +5.6 |
| янв.09 | +26.3 | +8.3 | +14.6 | -14.0 | +4.1 | +5.3 | +12.2 |
| фев.09 | +29.5 | +14.9 | +23.4 | +10.5 | +3.3 | +3.9 | +10.9 |

5. ОПАСНЫЕ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЕ ЯВЛЕНИЯ НА ТЕРРИТОРИИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

В декабре 2008 года на территории России наблюдалось 41 опасных гидрометеорологических явлений, в январе и феврале 2009 – соответственно, 29 и 33. Осуществление ОЯ по федеративным округам в каждом из месяцев показано в таблице 10

Таблица 10.

| № | Явления | День месяца, когда ОЯ осуществились | | | | | | |
|---------------------|--------------------|-------------------------------------|-------|-------|------------|------------------|---|---------------------|
| | | СЗФО | ЦФО | ПрвФО | ЮФО | УрФО | СибФО | ДФО |
| Декабрь 2008 | | | | | | | | |
| 1 | Ветер | 23 | | 6 | | 6 | 3, 24 | |
| 2 | Сильные осадки | | | | | | 6 | 6, 27-28, 26-27 |
| 3 | Метель | 31 | | | | | 1-2, 6-8, 7, 10, 16, 18, 18-22, 26, 26-31, 29, 29 | 10-11, 26-28, 26-28 |
| 4 | Мороз | | | | | | 1-4, 16-20, 19-21 | 21 |
| 5 | Гололедные явления | | | | 25-26 | | | |
| 6 | Туман | | | 1 | | | | |
| Январь 2009 | | | | | | | | |
| 1 | Ветер | | | | 23-24 | | 15, 20-23, 28 | |
| 2 | Сильн. осадки | 1 | | | 5, 5 | | 9 | 9-12, 22-23 |
| 3 | Метель | 5-6, | | | | | 3-5, 11-14, 11-12 | 15-16 |
| 4 | Мороз | 26-31 | | | | | 21-22, 29-31 | 13-23 |
| 5 | Гололедные явления | | 28-29 | | 23-24 | | | |
| Февраль 2009 | | | | | | | | |
| 1 | Ветер | 21-22 | | | | | 6-7, 8-9, 19 | |
| 2 | Сильн. осадки | | | | 10-11 | | | 14-15, 21 |
| 3 | Метель | | | | | | 1, 16-17, 18, 19-20, 22-23, 26-27 | 2-3, 26 |
| 4 | Мороз | 4-10 | | 4-10 | | 27-2, 7-9, 10-13 | 1-9, 8-10, 11-18 | 16-17, 18-23 |
| 5 | Гололедные явления | | 15-16 | | 1-2, 10-13 | | 17 | |

ВЫВОДЫ

Тенденции изменения зимней температуры воздуха за период 1976-2009 гг., в сравнении с тенденциями 1976-2008 гг., практически не изменились. Потепление в зимний период продолжается как в целом по Северному полушарию ($+0.34^{\circ}\text{C}/10$ лет), так и в среднем по территории России ($+0.44^{\circ}\text{C}/10$ лет), и во всех ее регионах (кроме Восточной Сибири). В изменении зимних сумм осадков на территории России в течение 1976 – 2009 гг. отмечаются слабые тенденции к увеличению осадков. В большинстве регионов тренд объясняет лишь малую долю изменчивости осадков. В Восточной Сибири обнаруживается тенденция к слабому уменьшению осадков.

В целом для Северного полушария зима 2008-2009 гг. оказалась восьмой по рангу теплых лет. Температура воздуха превысила норму 1961-1990 гг. на 0.82°C (зимой прошлого года – на 0.55°C).

Аномалия температуры в целом по территории России составила $+0.66^{\circ}\text{C}$ (лишь 30-ая по рангу аномалия за последние 74 года). Для сравнения, зима 2007 – 2008 гг. была девятой по рангу теплых лет (аномалия составила $+2.7^{\circ}\text{C}$). На европейской части России все три зимних месяца были более теплыми, чем в других регионах России. Аномалия температуры, осредненная по этому региону составила $+2.73^{\circ}\text{C}$ (14-ое место в ранжированном по убыванию ряду наблюдений с 1936 года). Осредненные аномалии температуры по регионам Средняя Сибирь и Восточная Сибирь, были ниже нормы, а для остальных регионов - немного выше нормы.

Каждый месяц зимы характеризовался экстремальными условиями в каком-либо регионе. Так, в декабре 2008 г. было экстремально тепло на многих станциях центра и севера европейской части РФ, в Западной Сибири, в январе – в центре и на севере республики Саха (средние месячные аномалии температуры достигали $+9^{\circ}\text{C}$). На многих станциях декабрь и январь оказались среди 10% самых теплых. Февраль был экстремально холодным на всей азиатской части страны (со средними месячными аномалиями до -6°C). На многих станциях Дальневосточного ФО февраль был среди 10% самых холодных в ряду наблюдений с 1936 года.

Количество выпавших осадков в целом по России зимой было близко к норме (аномалия осадков составила -0.3 мм/месяц).

Значительный избыток осадков зимнего сезона наблюдался в Приамурье и Приморье (аномалия $+6.0$ мм/месяц, это 5-ое значение по рангу влажных лет) и в Прибайкалье и Забайкалье (аномалия $+5.3$ мм/месяц, 3-е значение по рангу).

Дефицит осадков (менее 40% нормы) наблюдался в декабре на юге Центрального и Приволжского ФО, в январе – на востоке Дальневосточного ФО, где на пяти станциях зафиксированы рекордные минимумы осадков: Усть-Мома, Оймякон, Сусуман, Средникан, Каменское. В феврале на многих станциях республики Саха февраль был среди 10% самых сухих.

Наибольшее количество ОЯ осуществилось в Сибирском ФО. В основном это ОЯ, связанные с усилением ветра, метелью, сильным морозом. Большая часть ОЯ, связанных с сильными осадками в виде снега и мокрого снега, наблюдались в Дальневосточном ФО. ОЯ, связанные с гололедными явлениями и налипанием мокрого снега, в основном, осуществились в Южном ФО.