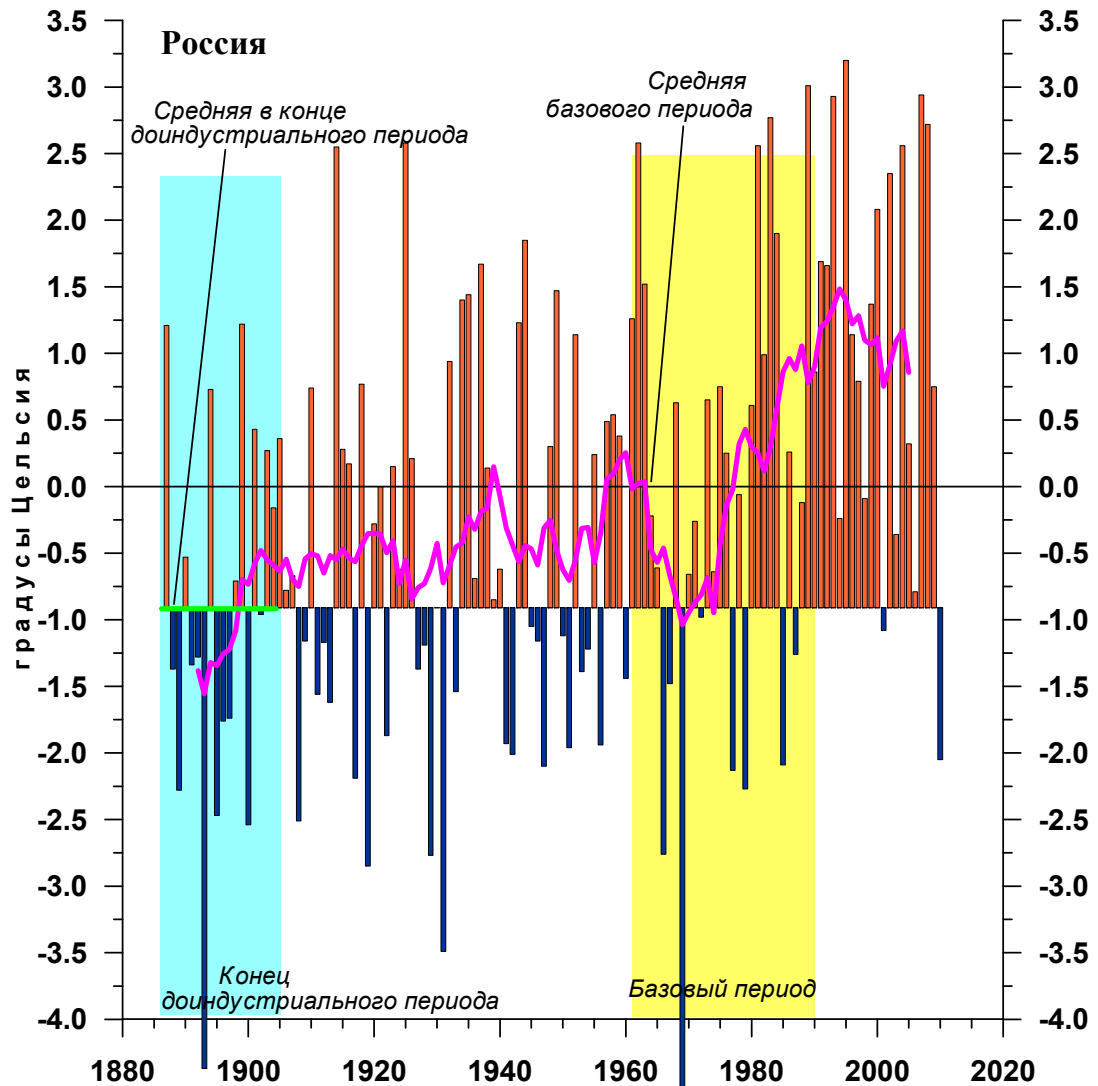


Федеральная служба
по гидрометеорологии и мониторингу
окружающей среды

Российская
Академия Наук

Институт Глобального Климата и Экологии



ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА 2010 ЗИМА (ДЕКАБРЬ 2009-ФЕВРАЛЬ 2010)

Обзор состояния и тенденций изменения
климата России

★
Москва 2010

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 2009-2010 гг. | 9 |
| 2. АТМОСФЕРНЫЕ ОСАДКИ | 12 |
| 2.1. Изменения осадков на территории России | 12 |
| 2.2. Аномалии осадков на территории России зимой 2009 – 2010 гг. | 16 |
| 3. КРУПНЫЕ АНОМАЛИИ ТЕМПЕРАТУРЫ И ОСАДКОВ НА ТЕРРИТОРИИ РФ..... | 20 |
| 4. СЕЗОННЫЕ ОСОБЕННОСТИ ТЕМПЕРАТУРЫ И ОСАДКОВ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ | 22 |
| ВЫВОДЫ | 28 |

¹ На обложке приведен ход средней сезонной аномалии температуры приземного воздуха, осредненной по территории России (в осреднении принимали участие только станции континента), 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 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 превышения 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.

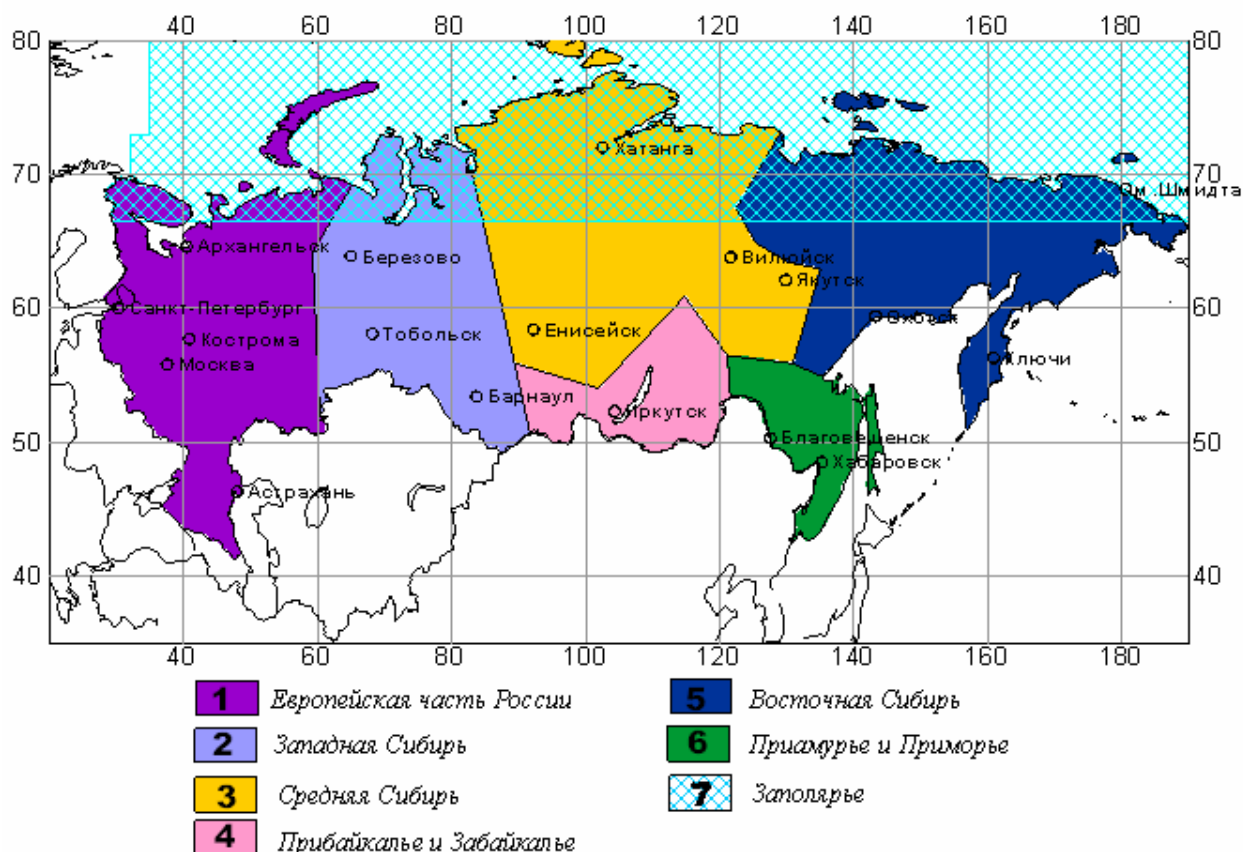


Рисунок 1 – Физико-географические регионы РФ

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. В 2010 году в осреднении метеорологических переменных по регионам (кроме региона Заполярье) принимали участие только станции, расположенные на континенте. Регион Заполярье включает 30 станций, расположенных за северным полярным кругом, из них 27 - континентальных и три - островных.

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 рисунке 2 представлен временной ряд средней (за зимний сезон) сезонной температуры приземного воздуха Северного полушария за 1886-2010 гг., построенный по данным Группы исследований климата Университета Восточной Англии (массив crutem3nh.dat на сайте www.cru.uea.ac.uk). Массив получен осреднением данных об аномалиях температуры приземного воздуха на наземных метеостанциях.

Зимой 2009-2010 гг. средняя аномалия температуры приземного воздуха для Северного полушария составила 0.65°C (13-ое место по величине в ряду наблюдений с 1887 г.), тогда как аналогичная оценка для предыдущей зимы составила 0.88°C (восьмое значение в ранжированном по убыванию ряду наблюдений). Следует заметить, что, начиная с 1986 года, зимние аномалии температуры воздуха были только положительные. Самой теплой зима была в 2007 году (аномалия температуры составила тогда 1.47°C).

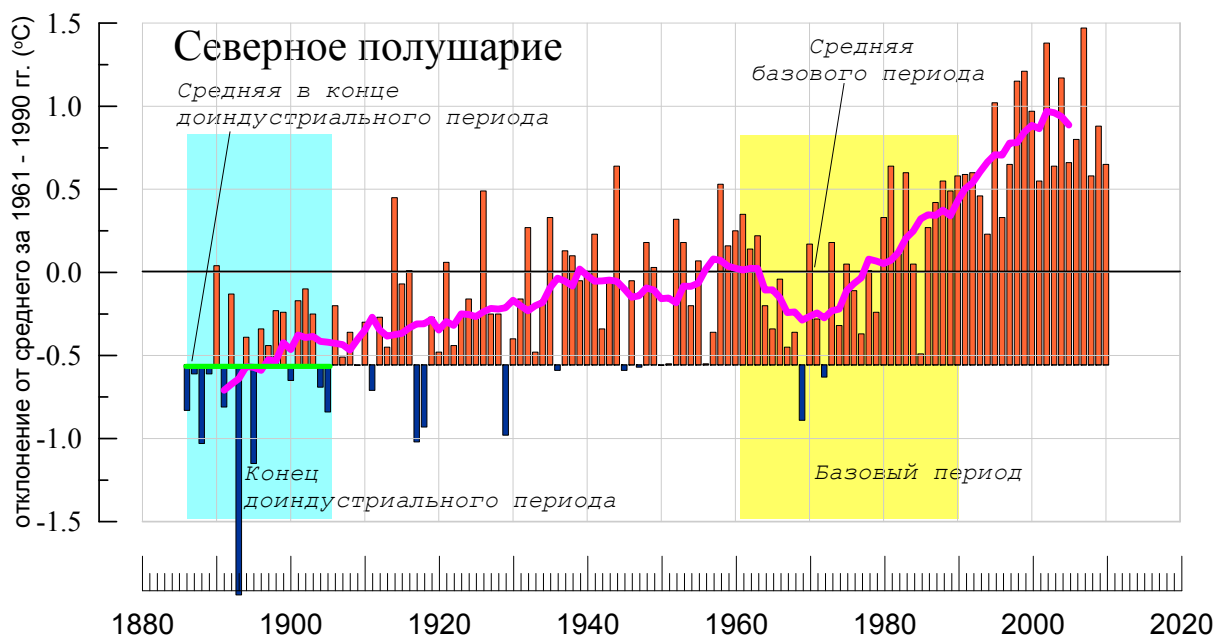


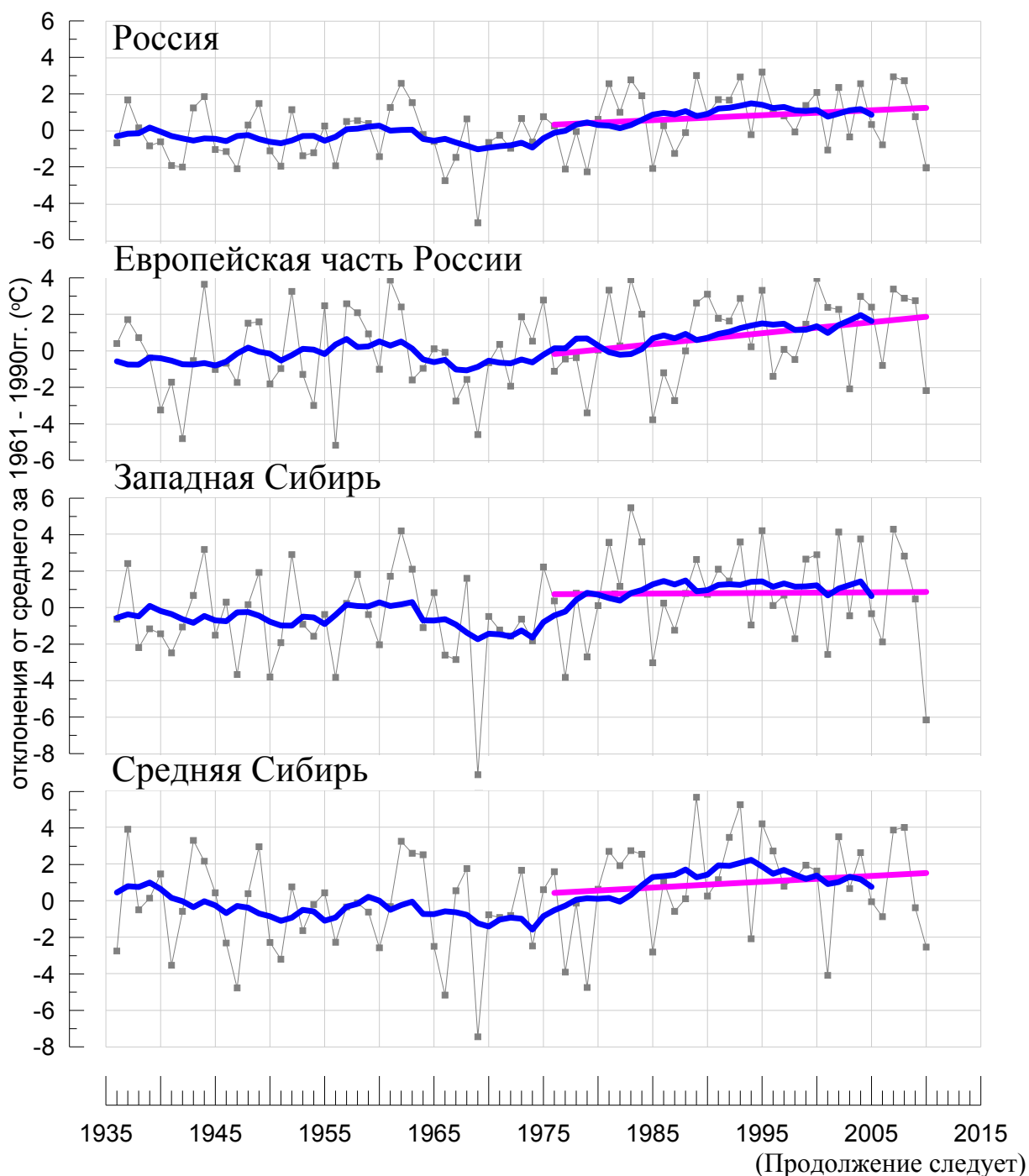
Рисунок 2 – Средняя сезонная аномалия (зима: декабрь - февраль) температуры приземного воздуха над сушей Северного полушария за 1887 – 2010 гг.

Аномалии температуры (отклонения от средней базового периода 1961-1990 гг.) представлены столбцами относительно средней за 1886 – 1905 гг. (конец «доиндустриального периода»). Жирной линией показан ход скользящих 11-летних средних. Использованы данные Университета Восточной Англии (www.cru.uea.ac.uk, массив crutem3nh.dat)

Линейный тренд, оцененный за период с 1887 по 2010 год, составляет $+0.10^{\circ}\text{C}/10$ лет, а за 1976-2010 гг. $+0.33^{\circ}\text{C}/10$ лет (процент объясненной трендом дисперсии 16% и 52%, соответственно). Потепление зимних температур над сушей Северного полушария за последние 35 лет выражено более заметно, чем за 124 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 регионам России. Оценки линейных трендов регионально-осредненных температур зимнего сезона для периода 1976-2010 гг. приведены в таблице 1. Эти оценки показывают, что во всех регионах России (кроме региона Восточная Сибирь) тренд положительный, но не значимый на уровне 5% ни для одного региона, что не позволяет определенно говорить о наличии значимых тенденций в изменении зимних температур в регионах России за период 1976 – 2010 гг.



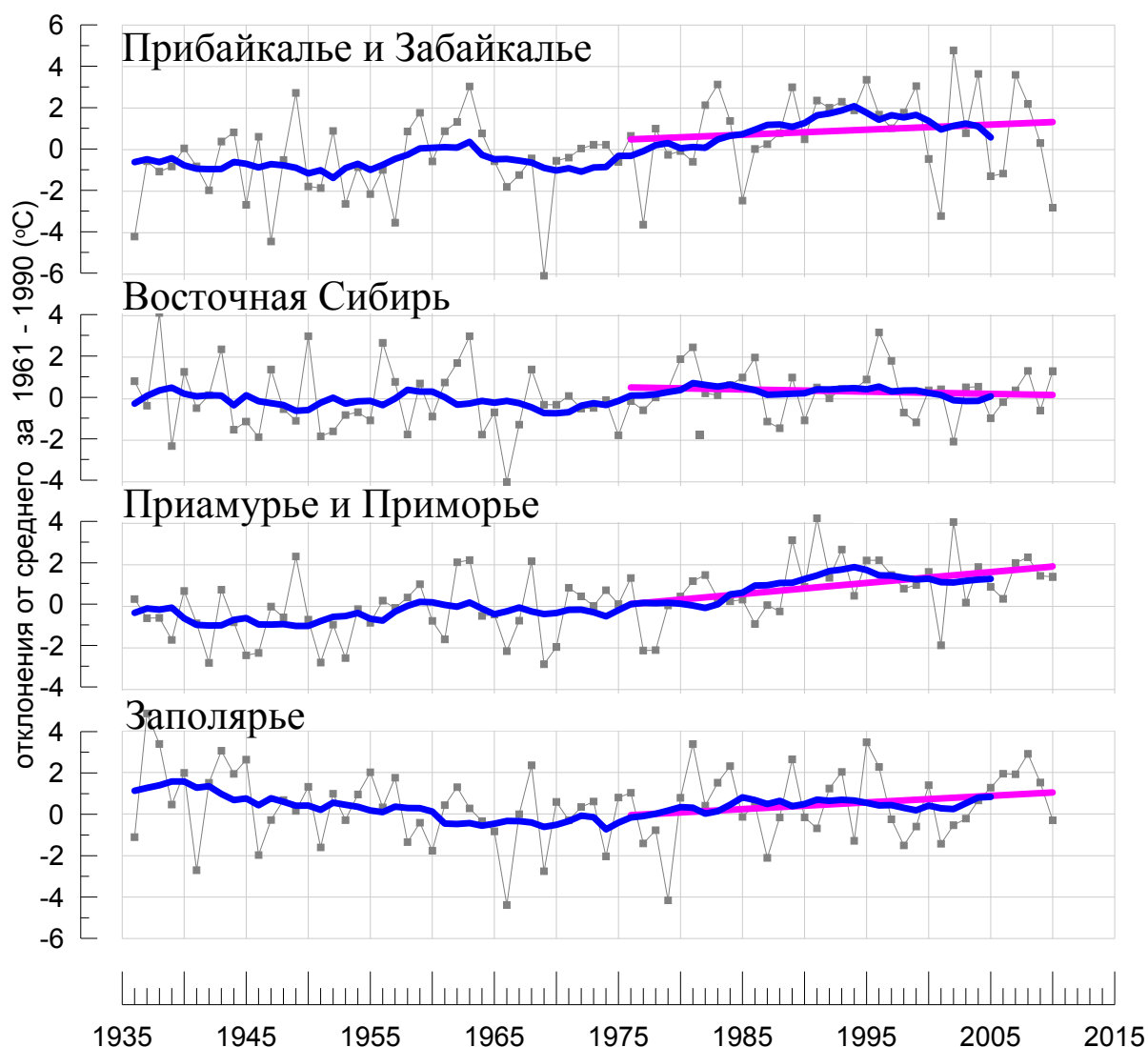


Рисунок 3 – Средние сезонные (зима: декабрь – февраль) аномалии температуры приземного воздуха ($^{\circ}\text{C}$), осредненные по территории регионов РФ, 1936-2010 гг.

Аномалии рассчитаны как отклонения от среднего 1961-1990 гг. Сглаженная кривая получена 11-летним скользящим осреднением. Линейный тренд проведен по данным за 1976-2010 гг.

Таблица 1 – Оценки линейного тренда регионально-осредненной сезонной температуры приземного воздуха (зима) для регионов России за 1976-2010 гг.: b , $^{\circ}\text{C}/10 \text{ лет}$ – коэффициент линейного тренда, $D\%$ - вклад тренда в дисперсию.

| Регионы | b , $^{\circ}\text{C}/10 \text{ лет}$ | $D\%$ |
|--------------------------|---|-------|
| Россия | 0.27 | 3 |
| Европейская часть России | 0.60 | 8 |
| Западная Сибирь | 0.04 | 0 |
| Средняя Сибирь | 0.32 | 2 |
| Прибайкалье и Забайкалье | 0.25 | 2 |
| Восточная Сибирь | -0.11 | 1 |
| Приамурье и Приморье | 0.53 | 14 |
| Заполярье | 0.32 | 4 |

На рисунке 4 представлено пространственное распределение точечных коэффициентов тренда, характеризующих среднюю скорость локальных изменений зимних температур приземного воздуха на территории России в течение 1976-2010 гг.

Представленные оценки указывают на продолжающуюся тенденцию к потеплению в европейской части России (наибольшая скорость потепления наблюдается на западе страны – больше 0.8°C за 10 лет), а также на азиатской территории в секторе 90° - 140° в. д., где скорость потепления составляет 0.2 - $0.6^{\circ}\text{C}/10$ лет.

В бассейне Оби, на Чукотке и в Магаданской области наблюдается тенденция к похолоданию (скорость похолодания на Чукотке составляет -0.6°C за 10 лет).

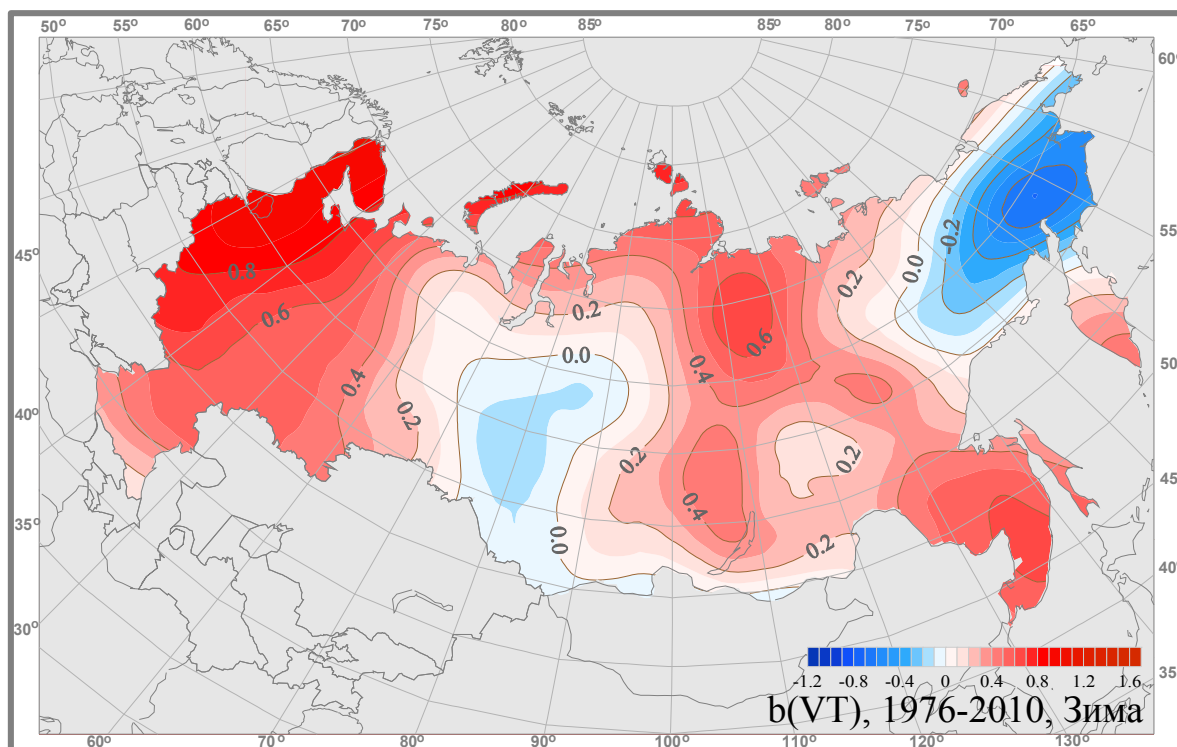


Рисунок 4 – Пространственное распределение коэффициентов линейного тренда зимних температур приземного воздуха на территории России по данным наблюдений за 1976-2010 гг. (в $^{\circ}\text{C}/10$ лет).

1.3. Аномалии температуры воздуха на территории России зимой 2009-2010 гг.

Рассмотрим региональные особенности температурного режима на территории России зимой 2009-2010 гг. В таблице 2 представлены аномалии температуры, осредненные по регионам РФ.

Аномалия температуры в целом по территории России составила -2.05°C – это седьмая крупная отрицательная аномалия за последние 75 лет. Самая крупная отрицательная аномалия осуществилась зимой 1969 г (аномалия температуры составляла тогда -5.07°C).

Наиболее холодной зима была в регионах Западная Сибирь (вторая по величине отрицательная аномалия после 1969 года, когда аномалия равнялась -9.16°C), Прибайкалье и Забайкалье (7-ая крупная отрицательная аномалия для этого региона), Европейская

часть России (ЕЧ России) (10-ое значение в ранжированном по возрастанию ряду наблюдений).

Таблица 2 – Средние за сезон (зима: декабрь 2009 – февраль 2010) аномалии температуры приземного воздуха в регионах России (в скобках указан ранг значения в ряду наблюдений с 1936 г.).

| Регионы | $\nu T, ^\circ C$ | $P, \%$ |
|--------------------------|-------------------|---------|
| Россия | -2.05 (69) | 8 |
| Европейская часть России | -2.18 (66) | 16 |
| Западная Сибирь | -6.15 (74) | 17 |
| Средняя Сибирь | -2.53 (64) | 14 |
| Прибайкалье и Забайкалье | -2.82 (69) | 13 |
| Восточная Сибирь | 1.26 (15) | 81 |
| Приамурье и Приморье | 1.32 (18) | 77 |
| Заполярье | -0.29 (52) | 29 |

Примечание: $\nu T = \nu T_{2010}$ – сезонная аномалия температуры зимой 2009/2010 года;
 $P = P(\nu t \leq \nu T_{2010})$ – вероятность неперевышения значения νT_{2010} по данным за 1936-2009 гг.

Аномалия температуры в целом по территории России составила $-2.05^\circ C$ – это седьмая крупная отрицательная аномалия за последние 75 лет. Самая крупная отрицательная аномалия осуществилась зимой 1969 г (аномалия температуры составляла тогда $-5.07^\circ C$).

Наиболее холодной зима была в регионах Западная Сибирь (вторая по величине отрицательная аномалия после 1969 года, когда аномалия равнялась $-9.16^\circ C$), Прибайкалье и Забайкалье (7-ая крупная отрицательная аномалия для этого региона), Европейская часть России (ЕЧ России) (10-ое значение в ранжированном по возрастанию ряду наблюдений).

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 рисунке 5 приведены значения аномалий (поле изолиний), а на рисунке 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. Использованы данные 260 российских станций (из числа 310), по которым своевременно поступили сводки КЛИМАТ в оперативном потоке.

Как видно из таблицы 3, наибольшее количество крупных отрицательных аномалий осуществилось в регионе Западная Сибирь во все три месяца зимнего сезона, в регионе европейская часть России в январе, в регионе Средняя Сибирь в декабре.

Наибольшее количество крупных положительных аномалий осуществилось в регионе Восточная Сибирь в декабре.

Таблица 3 – Количество станций в регионах РФ, в которых осуществились крупные аномалии приземной температуры воздуха зимой 2009/2010 гг. (в целом за сезон и в отдельные месяцы сезона)

| Регион | Число станций в регионе | Зима | | Декабрь | | Январь | | Февраль | |
|--------------------------|-------------------------|------|-----|---------|-----|--------|-----|---------|-----|
| | | p10 | p90 | p10 | p90 | p10 | p90 | p10 | p90 |
| Европейская часть России | 82 | 12 | 3 | 5 | 1 | 15 | | 2 | 2 |
| Западная Сибирь | 40 | 19 | | 17 | | 20 | | 18 | |
| Средняя Сибирь | 44 | 10 | | 12 | | 1 | | 2 | |
| Прибайкалье и Забайкалье | 23 | 8 | | 8 | | 5 | | 4 | |
| Восточная Сибирь | 46 | | 6 | | 15 | | | | 1 |
| Приамурье и Приморье | 25 | | 7 | | 8 | | 6 | | |

Усл. обозначения:

p90 – аномалии тепла выше 90%-го перцентиля; **p10** – аномалии холода ниже 10%-го перцентиля (перцентили установлены по данным зимних сезонов 1936-2010 гг.).

Зима. Зимой обширная область холода располагалась на территории ЕЧ России (за исключением Южного Федерального округа (ФО)), Уральского и Сибирского ФО. Наиболее крупные отрицательные аномалии наблюдались в среднем течении Оби (средние сезонные аномалии достигали -7°C). На 49-ти станциях страны аномалии температуры были меньше 10% перцентиля.

Следует заметить, что огромные области холода наблюдались во все месяцы зимнего сезона.

На территории Южного и большей части Дальневосточного ФО зимой было тепло со средними сезонными аномалиями около 2°C .

Декабрь. Обширная область холода располагалась на территории ЕЧ России (за исключением Южного Федерального округа (ФО)), Уральского и Сибирского ФО. Аномалии температуры в среднем течении Оби достигали -10°C и ниже (на станции Толька аномалия составила -10.8°C). На 42-х станциях аномалии температуры были меньше 10% перцентиля, а на 20-ти станциях из них аномалии были меньше 5% перцентиля.

На территории Южного и большей части Дальневосточного ФО было тепло. Положительные аномалии на Чукотке достигали 9°C (на станции Марково $\text{VT} = 9.9^{\circ}\text{C}$). На восьми станциях области аномалии температуры были больше 95% перцентиля.

Январь. Тепло на Таймыре, в Якутии, в Хабаровском и Приморском краях с аномалиями температуры до 5°C (на станции Саскылах $\text{VT} = 5.4^{\circ}\text{C}$, в Комсомольске-на-Амуре $\text{VT} = 4.3^{\circ}\text{C}$).

На остальной территории страны располагалась огромная область отрицательных аномалий. На ЕЧ России средние месячные аномалии температуры достигали -7.4°C (станция Павелец), на Алтае - -10°C (станция Барнаул), на Чукотке - -4.4°C (станция Марково). На 41 станции страны аномалии температуры были меньше 10% перцентиля, из них на шести аномалии были меньше 5% перцентиля (то есть зима на этих станциях была среди 5% самых холодных).

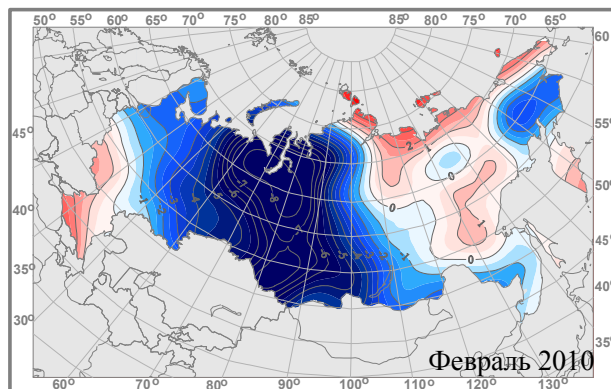
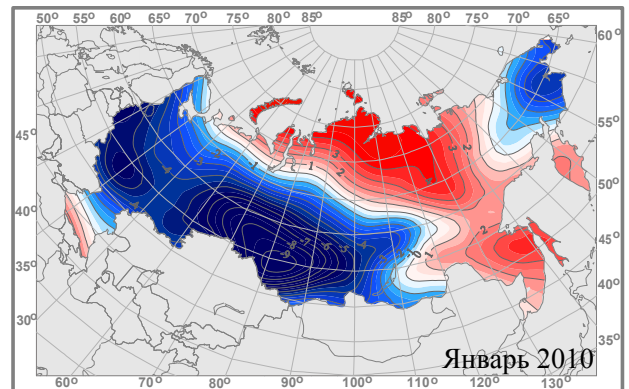
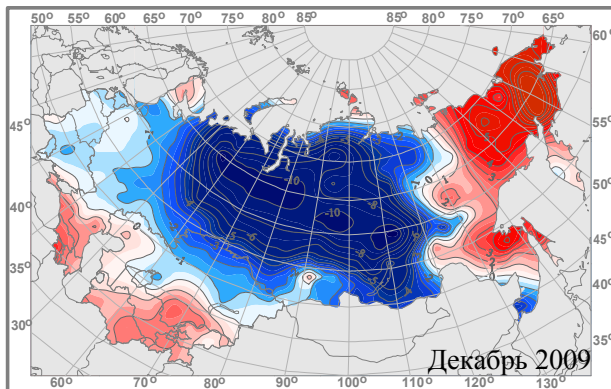
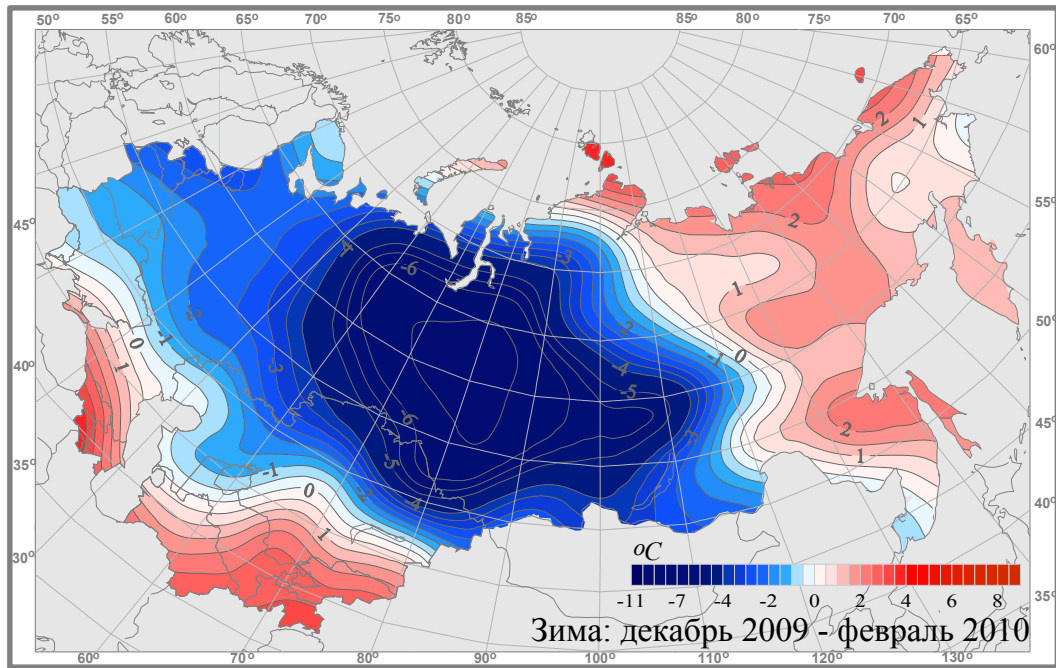


Рисунок 5 – Поля аномалий средней сезонной и месячных температур приземного воздуха на территории России зимой 2009/2010 года (отклонения от средних 1961-1990 гг.)

Февраль. Огромная область отрицательных аномалий располагалась в центре, на севере ЕЧ России, на азиатской части России он простирался до Якутии. Аномалии температуры достигали -11.3°C (станция Толька). На 26 станциях аномалии температуры были меньше 10% процентиля, на шести из них аномалии были меньше 5% процентиля.

Холодно в Чукотском и Корякском АО с аномалиями температуры до -4.6°C (станция Омолон).

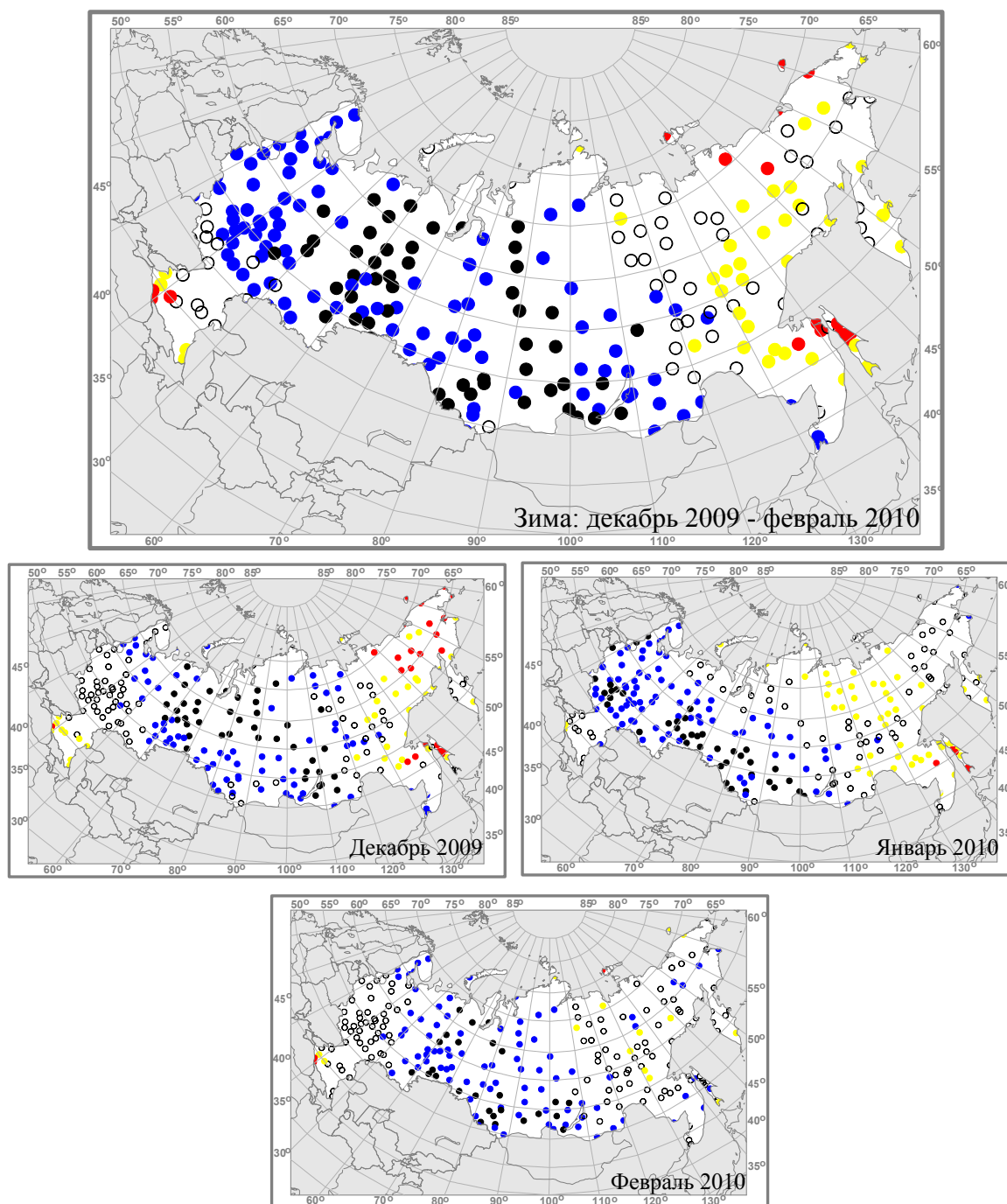


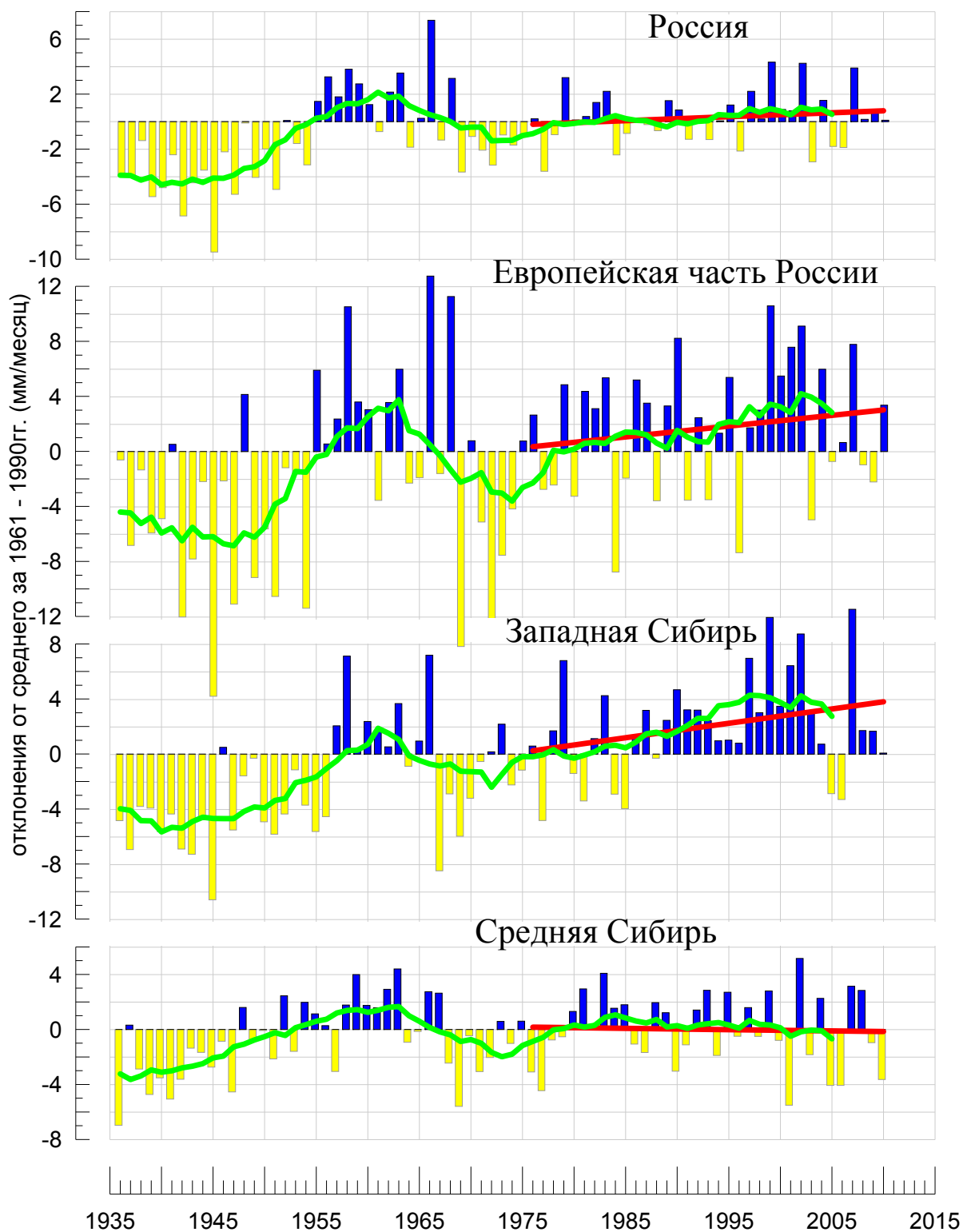
Рисунок 6 – Вероятности непревышения $P(vt \leq vT_{2010})$ средних сезонных и средних месячных значений аномалий температуры, наблюдавшихся зимой 2009/2010 гг. (по данным за 1936-2009 гг.):

- [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 1976-2010гг.



(продолжение следует)

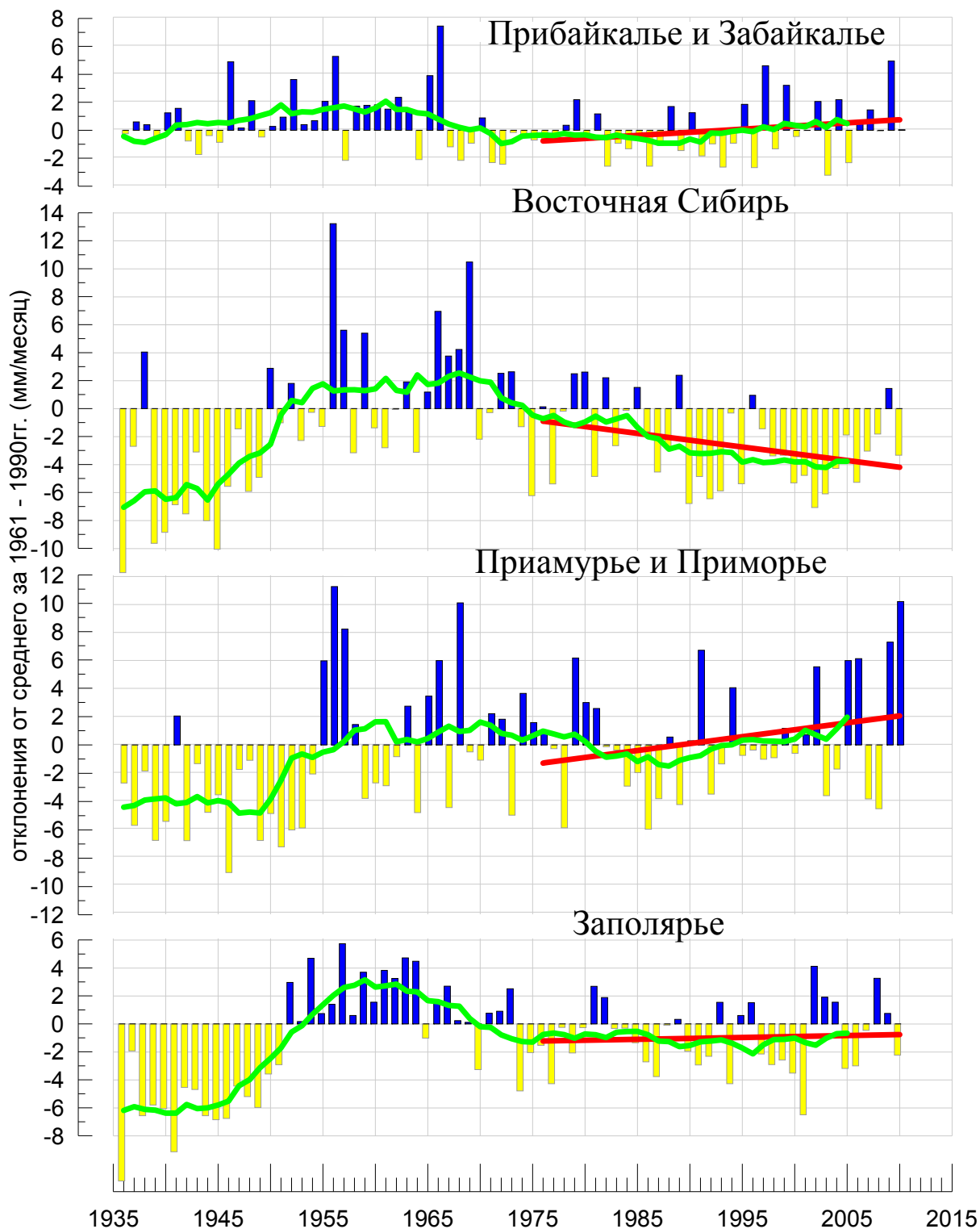


Рисунок 7 – Средние за зимний сезон аномалии месячных сумм осадков

(мм/месяц) для регионов РФ за период 1936 – 2010 гг.

Столбцы представляют аномалии – отклонения от норм 1961 – 1990 гг. Сглаженная кривая соответствуют 11-летнему скользящему осреднению. Линейный тренд показан за 1976-2010 гг.

Во всех регионах, за исключением Средней и Восточной Сибири, наблюдается рост осадков. Наибольший рост осадков наблюдается в регионах: Западная Сибирь и Приамурье и Приморье – 1.05 мм/мес/10 лет и 0.98 мм/мес/10 лет, соответственно. Видно,

что во всех регионах тренд объясняет лишь малую долю изменчивости осадков, что не позволяет определенно говорить о наличии значимых тенденций изменения осадков за этот период времени (1976 – 2010 гг.).

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

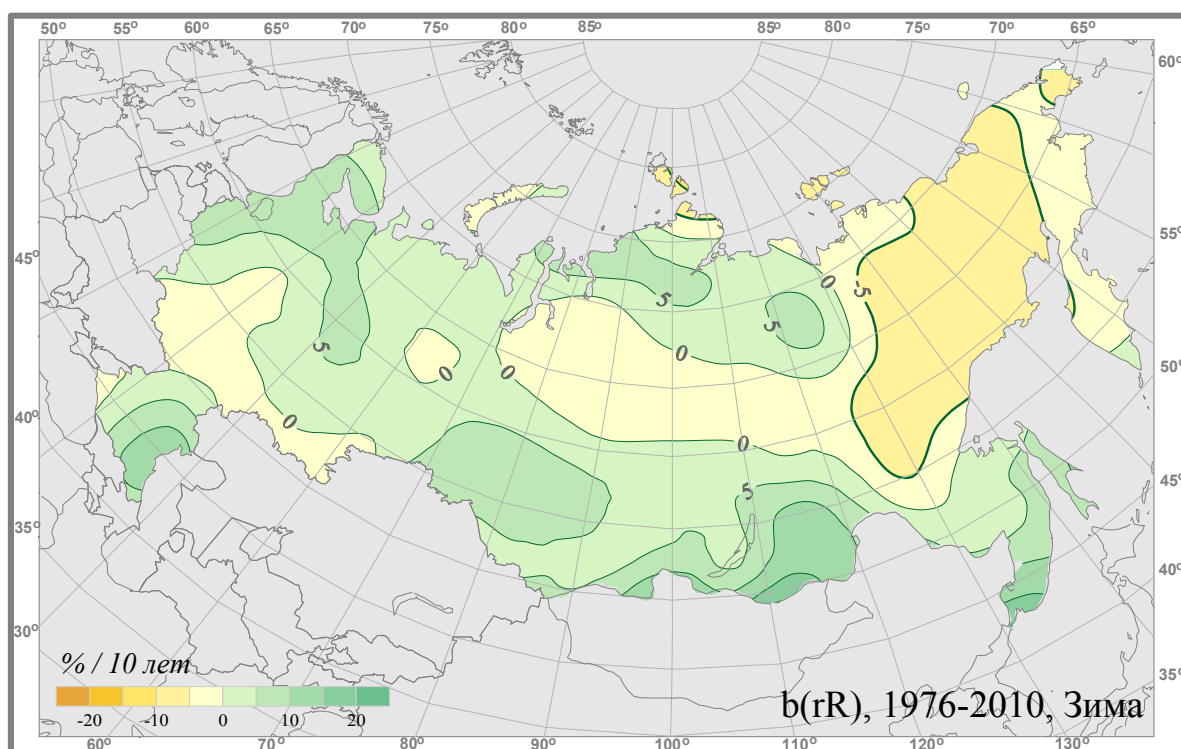


Рисунок 8 – Пространственное распределение локальных коэффициентов линейного тренда атмосферных осадков зимнего сезона за 1976-2010 гг. на территории России (в % от нормы за 10 лет).

Таблица 4 – Оценки линейного тренда осредненных по территории и за зимний сезон месячных сумм осадков для регионов России за период 1976-2010гг.:

b, мм/мес/10 лет – коэффициент линейного тренда, *D*% – вклад в дисперсию ряда

| Регионы | <i>b</i> , мм/месяц/10лет | <i>D</i> % |
|--------------------------|---------------------------|------------|
| Россия | 0.29 | 2 |
| Европейская часть России | 0.78 | 3 |
| Западная Сибирь | 1.05 | 8 |
| Средняя Сибирь | -0.09 | 0 |
| Прибайкалье и Забайкалье | 0.45 | 5 |
| Восточная Сибирь | -0.97 | 11 |
| Приамурье и Приморье | 0.98 | 6 |
| Заполярье | 0.13 | 0 |

В зимний период прослеживается слабая тенденция к увеличению годовых сумм осадков (в пределах 0 - 5% нормы за 10 лет) на большей части страны. Тенденция к большему увеличению осадков (больше 5% нормы за 10 лет) прослеживается в западной

части Северо-Западного ФО, на побережье Каспийского моря, на юге Западной Сибири, в Забайкалье, в южной части Таймыра.

В Дальневосточном ФО выделяется значительная по площади область с тенденцией к некоторому уменьшению зимних осадков (более 5% нормы за 10 лет).

2.2. Аномалии осадков на территории РФ зимой 2009 – 2010 гг.

В таблице 5 представлены данные об аномалиях осадков по регионам РФ в зимний сезон 2009-2010 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 2009 – февраль 2010) аномалии месячных сумм осадков, осредненные по территории регионов России (в скобках указан ранг значения в ряду наблюдений с 1936 г.).

| Регионы | νR (мм/месяц) | P , % |
|--------------------------|--------------------|---------|
| Россия | 0.10 (32) | 58 |
| Европейская часть России | 3.36 (22) | 70 |
| Западная Сибирь | 0.07 (39) | 57 |
| Средняя Сибирь | -3.64 (66) | 17 |
| Прибайкалье и Забайкалье | 0.04 (37) | 50 |
| Восточная Сибирь | -3.34 (49) | 34 |
| Приамурье и Приморье | 10.12 (2) | 98 |
| Заполярье | -2.24 (46) | 39 |

Примечание: $\nu R = \nu R_{2010}$ – сезонная аномалия температуры зимой 2009/2010 года;
 $P = P(\nu R \leq \nu R_{2010})$ – вероятность непревышения значения νR_{2010} по данным за 1936-2009 гг.

Количество выпавших осадков в целом по России было близко к норме (аномалия осадков составила 0.1 мм/месяц – 32 значение в ранжированном по убыванию ряду наблюдений).

Значительный избыток осадков зимой 2009/2010 гг. наблюдался в Приамурье и Приморье - 2-ое значение в ранжированном по убыванию ряду наблюдений с 1936 года после рекордного 1956 года, когда аномалия осадков составила 11.2 мм/месяц. Избыток осадков наблюдался и на ЕЧ России (превышение нормы 3.4 мм/месяц). Дефицит осадков наблюдался в регионах Средняя Сибирь (аномалия осадков -3.6 мм/месяц) и Восточная Сибирь (аномалия составила -3.3 мм/месяц).

Временные ряды средних за зимний сезон и по территории регионов РФ аномалий осадков (мм/месяц) представлены на рисунке 7. Пространственное распределение аномалий осадков зимой 2009/2010 гг. представлено на рисунках 9, 10.

Зима. Избыток осадков наблюдался на юге Сибирского и Дальневосточного ФО (в большей части за счет декабря). Так, на станциях Калакан и Багдарин выпало более трех норм осадков. На 18 станциях этого региона количество осадков превысило уровень 90% перцентиля. Осадков больше нормы выпало также на западе страны (в Новгороде - 167% сезонной нормы), где на 11-ти станциях зафиксированы осадки выше 90% перцентиля.

В центре азиатской части страны от Оби до Лены (в основном за счет декабря и февраля) наблюдался дефицит осадков (менее 60% нормы, а на станции Охотский Перевоз - только 38% нормы). На 12-ти станциях в отдельные месяцы количество осадков было ниже 10% процентиля.

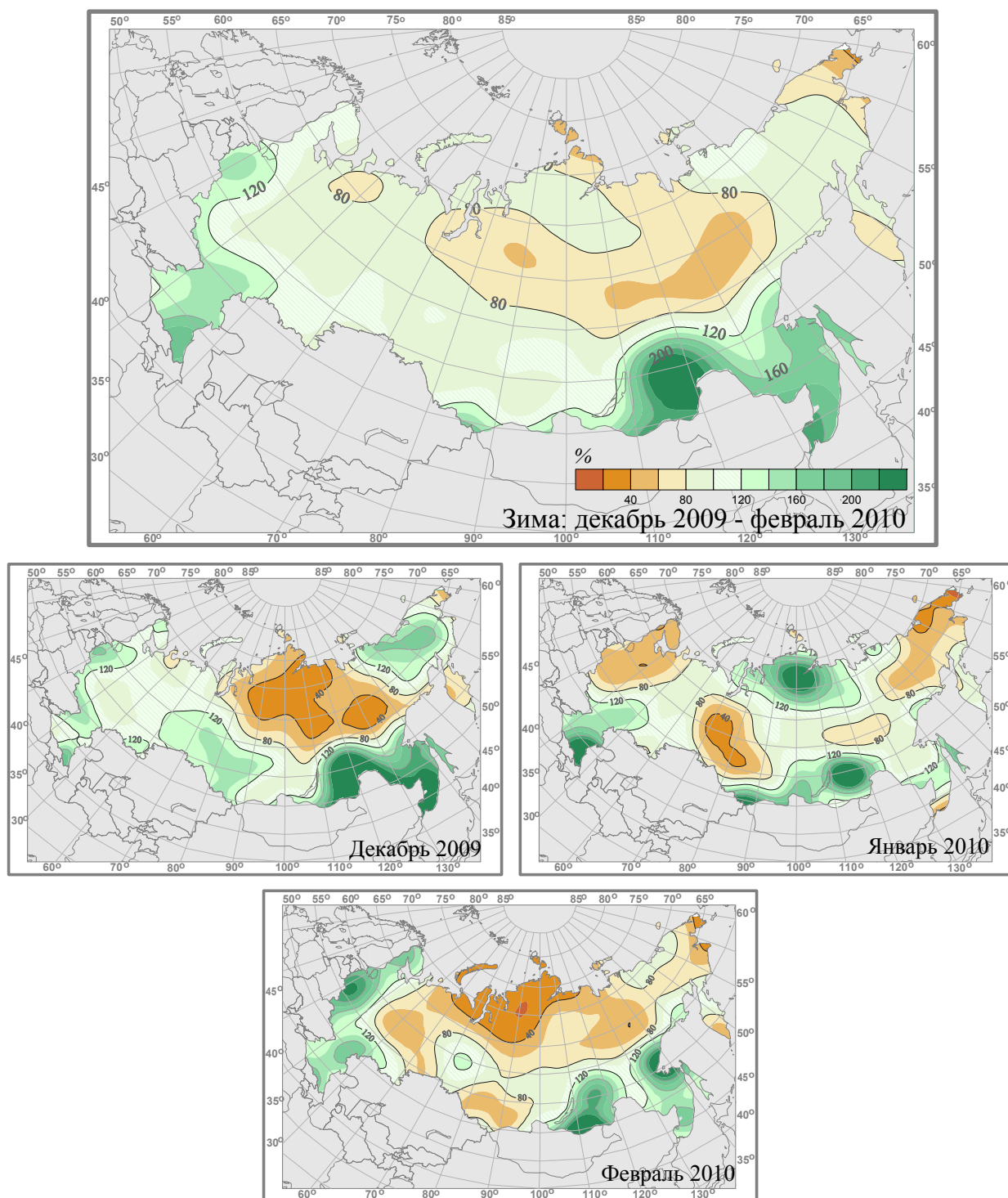


Рисунок 9 – Поля аномалий средних сезонных и месячных сумм осадков (в процентах от нормы 1961-1990 гг.) зимой 2009/2010 гг. на территории России

Декабрь. Огромная область дефицита осадков располагалась на севере Тюменской области и Красноярского края, в Якутии (на станции Агата выпало только 27% нормы осадков). Здесь на 24-х станциях количество выпавших осадков оказалось ниже 10%

процентиля, в т.ч. на 13-ти – ниже 5%процентиля, а на пяти станциях оно оказалось рекордно низким.

Область избытка осадков охватила территории в Забайкалье, Амурской области, Хабаровском и Приморском краях (на станции Калакан выпало более 3.5 норм осадков). На 21-ти станциях наблюдались осадки выше 90% процентиля, в т.ч. на 16-ти – выше 95% процентиля.

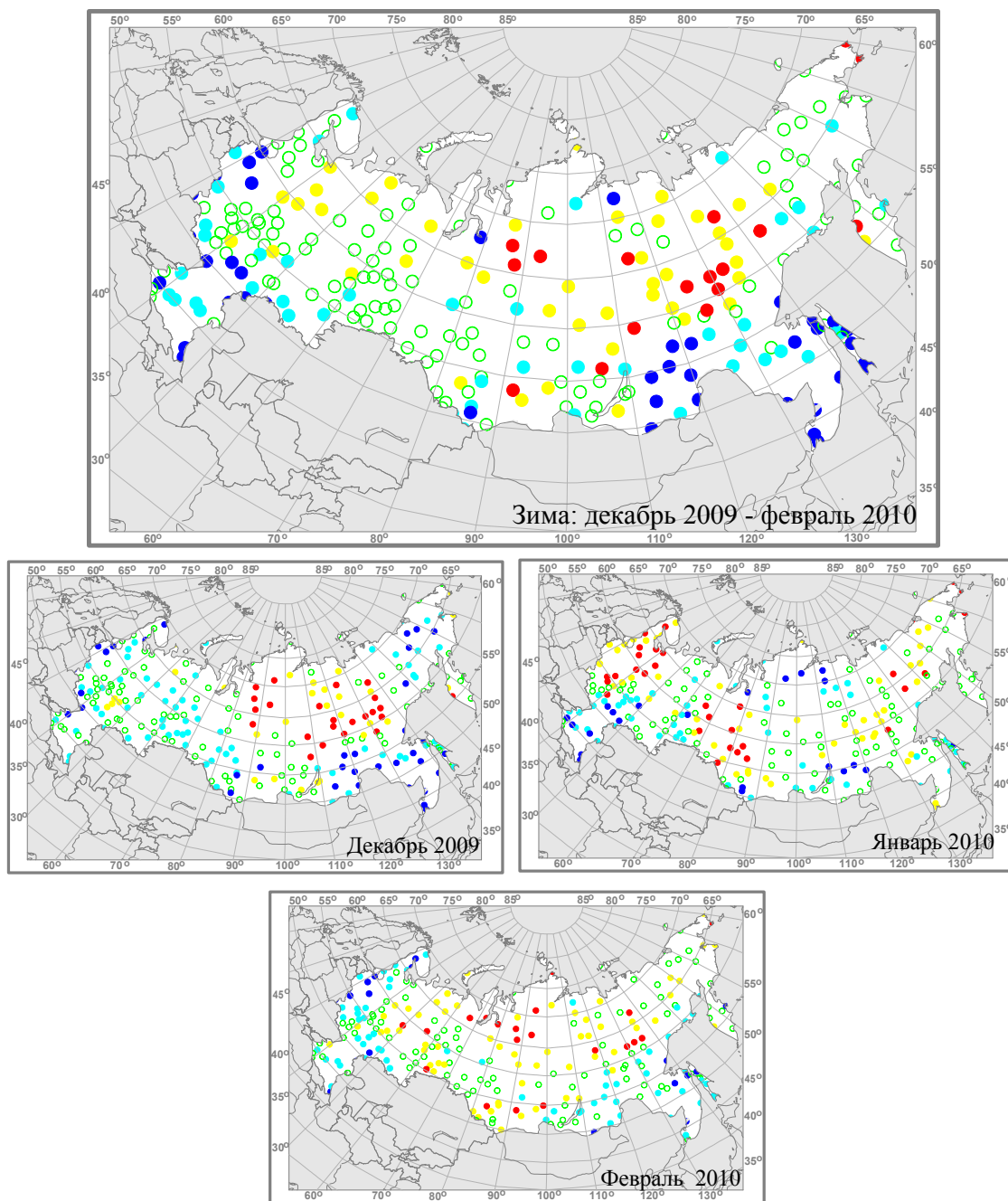


Рисунок 10 - Вероятности непревышения $P(\gamma \leq R_{2010})$ сумм осадков, выпавших зимой 2009/2010 гг. по данным за 1936-2009 гг.:

- [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)

Области избытка осадков (120% - 140% нормы) располагались на западе ЕЧ России, на Чукотке, на юге Западной Сибири. На отдельных станциях этих областей количество выпавших осадков было больше 140% нормы (в Новгороде – 196% нормы, на станциях Усть-Олой и Белово – 175% нормы).

Январь. Области избытка осадков располагались в Южном ФО, на юге Сибирского ФО, на Таймыре. Так, в Махачкале осадков выпало 417% месячной нормы, на станции Могоча – 275% нормы, на станции Хатанга 341% нормы.

Наблюдались три области дефицита осадков: в западной части Северо-Западного ФО (ст. Кандалакша - 20% нормы), на территории Западносибирской низменности (ст. Александровское - 38% нормы), в восточной части Якутии и на Чукотке (ст. Илirianей - 36% нормы). На 16 станциях этих областей количество выпавших осадков оказалось ниже уровня 5% процентиля, а на трех из них столь низкое количество осадков выпало впервые.

На остальной части страны в январе наблюдался значительный дефицит осадков. Меньше всего осадков выпало на побережье Карского моря, особенно на Таймыре (в Игарке выпало лишь 22% нормы), где на 19-ти станциях количество осадков не достигло уровня 10% процентиля.

Февраль. Области избытка осадков располагались на западе и юге ЕЧ России (более 2.5 норм в Смоленске и 2 нормы – в Элисте), в Забайкалье, Хабаровском и Приморском краях (на ст. Багдарин 339% нормы, Аян - 400% нормы). На десяти станциях количество осадков превысило уровень 95% процентиля.

В таблице 6 показано распределение станций по регионам РФ, на которых осуществились аномалии осадков, попавшие в 10% «хвостовых» квантилей (процентили 10% и 90% были установлены по данным за 1936 - 2009 гг.). Использованы данные 260 российских станций (из числа 310), по которым своевременно поступили сводки КЛИМАТ в оперативном потоке. Из таблицы видно, что наиболее «сухие» условия наблюдались в декабре и в феврале - в Средней Сибири, в январе – на ЕЧ России и в Западной Сибири, декабре и январе – Восточной Сибири. Наиболее «влажные» условия наблюдались в декабре – в Приамурье и Приморье, на ЕЧ России, в январе – на ЕЧ России.

Таблица 6 – Количество станций в регионах РФ, на которых зимой 2009/2010 гг. осуществились крупные аномалии осадков (в целом за сезон и в отдельные месяцы)

| 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 | 82 | 1 | 10 | 1 | 8 | 13 | 9 | 2 | 7 |
| Западная Сибирь | 40 | | 2 | | 2 | 10 | 4 | 5 | |
| Средняя Сибирь | 44 | 10 | 2 | 16 | 2 | 1 | 4 | 9 | |
| Прибайкалье и Забайкалье | 23 | 2 | 7 | 1 | 5 | | 3 | 1 | 1 |
| Восточная Сибирь | 46 | 5 | 1 | 6 | 6 | 7 | | 3 | 2 |
| Приамурье и Приморье | 25 | | 13 | | 11 | 1 | 1 | | 5 |

Усл. обозначения: *p90* – сумма осадков выше 90%-го процентиля (избыток осадков); *p10* – сумма осадков ниже 10%-го процентиля (дефицит осадков). Процентили установлены по данным зимних сезонов 1936-2010 гг.

3. КРУПНЫЕ АНОМАЛИИ ТЕМПЕРАТУРЫ И ОСАДКОВ НА ТЕРРИТОРИИ РФ

На рисунке 11 показаны станции, на которых в отдельных месяцах исследуемого зимнего сезона осуществились крупные аномалии температуры воздуха и атмосферных осадков. Под крупными аномалиями понимаются значения, попавшие в 5%-ые квантильные интервалы на «хвостах распределения. Граничные значения интервалов (процентили 5% и 95%) установлены по данным за 1936-2009 гг.

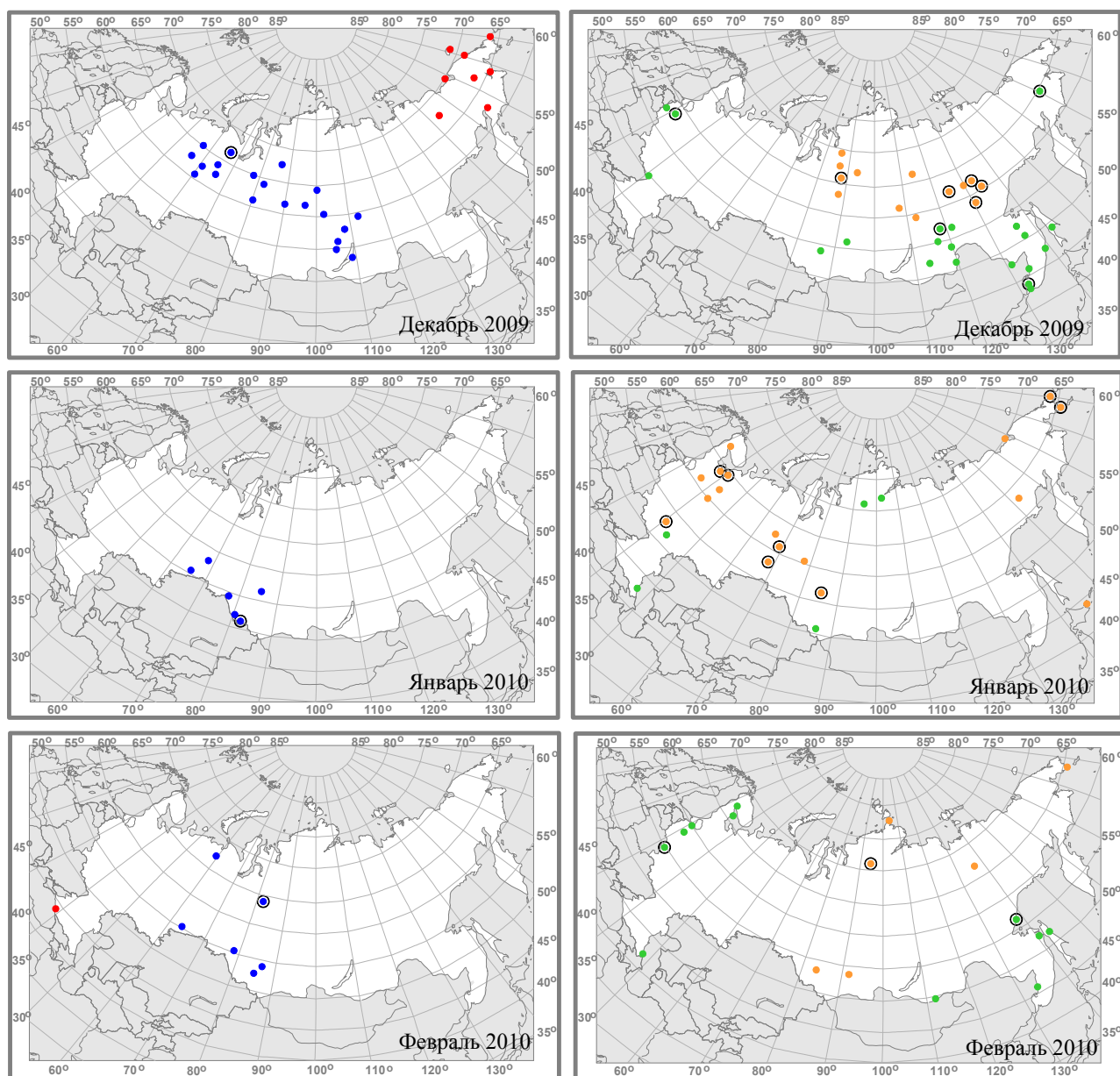


Рисунок 11 – Станции, на которых зимой 2009/2010 гг. осуществились климатические аномалии ниже 5%- и выше 95%-процентилей

Слева – аномалии холода (синий) и тепла (красный); справа – дефицит (оранжевый) и избыток (зеленый) осадков. Станции, на которых зафиксировано рекордное значение, выделены дополнительным кружком.

В таблице 7 представлены новые (или повторно осуществившиеся) «рекордные» минимумы среднемесячных температур, которые были зафиксированы зимой 2009/2010 гг. Как следует из таблицы, ранее наблюдавшиеся рекордно высокие среднемесячные температуры этой зимой достигнуты не были ни на одной из используемых станций.

В таблице 8 аналогичные данные приведены для рекордных значений месячных сумм осадков (как рекордно низких, так и для рекордно высоких).

Таблица 7 – Рекордные минимумы среднемесячных температур (с 1936 г.), зафиксированные зимой 2009/2010 гг. на территории России

| Месяц | Станция | Индекс ВМО | Федеральный Округ | Норма (°C) | Текущее значение (°C) | Предыдущий экстремум | |
|----------------|----------|------------|-------------------|------------|-----------------------|----------------------|------|
| | | | | | | Значение (°C) | Год |
| <i>Декабрь</i> | Салехард | 23330 | Уральский | -20.7 | -30.3 | -29.9 | 1968 |
| <i>Февраль</i> | Толька | 23662 | Уральский | -23.8 | -35.1 | -35.0 | 1969 |

Таблица 8 – Рекордные экстремумы месячных сумм осадков (с 1936 г.), зафиксированные зимой 2009/2010 гг. на территории России

| Месяц | Станция | Индекс ВМО | Федеральный Округ | Норма (мм) | Текущее значение (мм) | Предыдущий экстремум | |
|----------------|---------------|------------|-------------------|------------|-----------------------|----------------------|------|
| | | | | | | Значение (мм) | Год |
| <i>Maximum</i> | | | | | | | |
| Декабрь | Марково | 25551 | Дальневосточный | 32.0 | 70 | 66 | 1984 |
| | Тимирязевский | 31961 | Дальневосточный | 10.1 | 53 | 51 | 1992 |
| Февраль | Смоленск | 26781 | Северо-Западный | 34.8 | 90 | 87 | 1977 |
| | Аян | 31168 | Дальневосточный | 14.0 | 56 | 46 | 1968 |
| <i>Minimum</i> | | | | | | | |
| Декабрь | Туруханск | 23472 | Сибирский | 42.6 | 8 | 9 | 1895 |
| | Тонгулах | 24843 | Дальневосточный | 13.8 | 2 | 4 | 2002 |
| | Чурапча | 24768 | Дальневосточный | 9.8 | 0 | 2 | 1976 |
| | Усть-Мая | 24966 | Дальневосточный | 13.2 | 3 | 3 | 1941 |
| | Учур | 31026 | Дальневосточный | 20.3 | 7 | 9 | 1938 |
| Январь | Архангельск | 22550 | Северо-Западный | 34.4 | 12 | 12 | 1892 |
| | Мичуринск | 27935 | Центральный | 40.8 | 6 | 8 | 1969 |
| | Тобольск | 28275 | Уральский | 22.7 | 4 | 6 | 1938 |
| Февраль | Волочанка | 20982 | Сибирский | 16.1 | 0 | 0 | 2000 |

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 9.



Рисунок 12 – Физико-географическое положение республики Беларусь.

Таблица 9 – Список используемых станций Республики Беларусь

| | Название | № ВМО | Широта (с.ш.) | Долгота (в.д.) | Высота (м) |
|---|------------|-------|------------------|-------------------|---------------|
| 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 2010 гг. Аномалии рассчитаны относительно базового периода 1961-1990 гг.

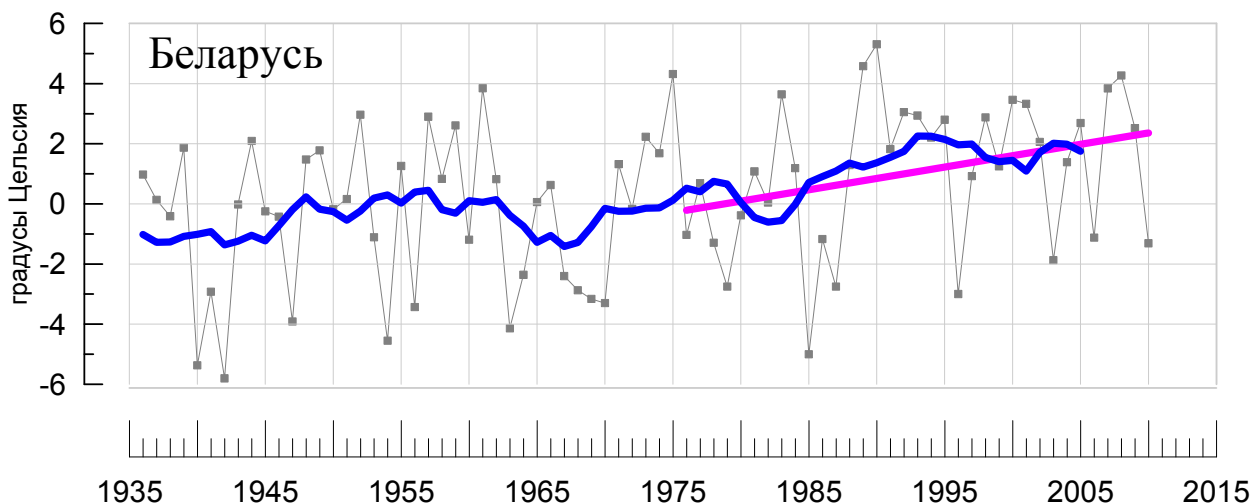


Рисунок 13 – Средние сезонные (зима: декабрь – февраль) аномалии температуры приземного воздуха ($^{\circ}\text{C}$), осредненные по региону Республики Беларусь, 1936 – 2010 гг.

Показаны 11-летняя скользящая средняя и линейный тренд температуры за 1976 – 2010 гг.

Зимой 2009-2010 гг. аномалия температуры воздуха, осредненная по территории республики Беларусь, составила -1.31°C . Это 50-ая величина в ранжированном по убыванию ряду наблюдений с 1936 года.

Тренд потепления за 1976-2010 гг. для Беларуси составил $+0.76^{\circ}\text{C}/10$ лет (объясненная трендом дисперсия – 10%).

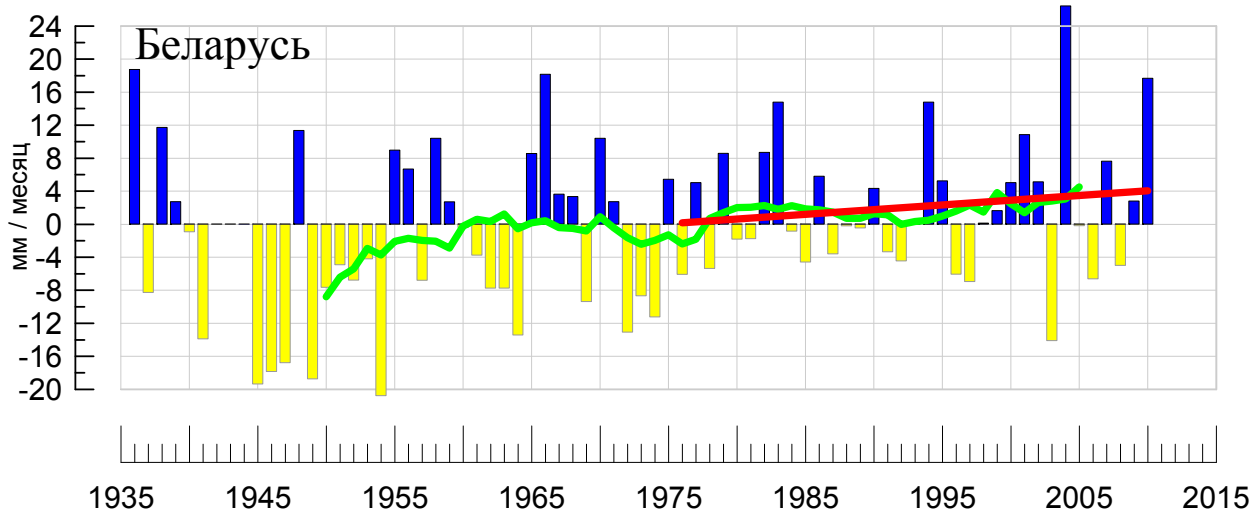


Рисунок 14 – Средние за сезон (зима: декабрь 2009 – февраль 2010) аномалии месячных сумм осадков ($\text{мм}/\text{месяц}$), осредненные по территории республики Беларусь.

Столбцы представляют аномалии – отклонения от среднего за базовый период 1961 – 1990. Показан ход 11-летних скользящих средних и линейный тренд за 1976 – 2010 гг.

Аномалия осадков, осредненная по территории Беларуси, составила $+17.7\text{мм}$. Это 4-ая величина в ранжированном ряду наблюдений с 1936 года. Самая большая

положительная аномалия месячных сумм осадков зимой наблюдалась в 2004 году (26.4 мм/месяц), затем – в 1936 г. (18.8 мм/месяц) и 1966 г. (18.2 мм/месяц).

Тренд осадков за период 1976-2010 составил 1.14мм/10лет. Но процент объясненной трендом дисперсии ряда составляет 2%, что говорит, по-видимому, об отсутствии значимых однонаправленных тенденций в изменении осадков на данном отрезке времени (в целом на территории Беларуси).

В таблице 10 приведены станционные 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. В таблице 11 и на рисунке 16 аналогичные данные приведены для количества выпавших за сезон (и каждый месяц сезона) осадков.

Таблица 10 – Средние месячные и сезонные температуры и аномалии температуры на станциях Беларусь зимой 2009/10гг.

| 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) | | | | | | | |
| <i>Зима 2009-2010</i> | -3.3 | -3.0 | -3.8 | -1.1 | -1.6 | -2.8 | -3.0 |
| Дек.09 | -5.1 | -4.2 | -4.9 | -2.0 | -2.8 | -3.7 | -4.1 |
| Янв.10 | -13.1 | -11.1 | -13.1 | -9.1 | -9.5 | -11.4 | -11.5 |
| Фев.10 | -5.5 | -4.8 | -5.4 | -2.8 | -3.7 | -4.0 | -4.2 |
| а) аномалия температуры (град. Цельсия) | | | | | | | |
| <i>Зима 2009-2010</i> | -1.34 | -1.23 | -1.62 | -1.55 | -1.15 | -1.25 | -1.09 |
| Дек.09 | -0.43 | -0.51 | -0.98 | -0.40 | -0.35 | -0.54 | -0.66 |
| Янв.10 | -4.93 | -4.18 | -5.12 | -4.65 | -3.77 | -4.55 | -4.18 |
| Фев.10 | 1.34 | 0.99 | 1.24 | 0.39 | 0.68 | 1.32 | 1.56 |

Зима в целом была холодной. Средние сезонные аномалии температуры воздуха на станциях – от -1.6°C (в Могилеве) до -1.1°C (в Гомеле). Декабрь и, особенно, январь были холодными месяцами в сезоне.

В декабре средние месячные аномалии температуры воздуха на станциях – от -0.7°C (в Гомеле) до -0.4°C (в Витебске, Бресте и Пинске). В январе средние месячные аномалии температуры воздуха на станциях – от -5.1°C (в Могилеве) до -3.8°C (в Пинске). В феврале средние месячные аномалии температуры воздуха на станциях – от 0.4°C (в Бресте) до 1.6°C (в Гомеле).

В целом за сезон количество выпавших осадков было больше нормы и составило от 134% нормы (в Василевичах) до 172% нормы (в Витебске). На трех станциях: Пинск, Витебск и Гомель, аномалии осадков были больше 90% процентиля. Самыми влажными месяцами в сезоне были декабрь и февраль. В декабре в Пинске, Витебске и Гомеле аномалии осадков были больше 90% процентиля (то есть декабрь для этих станций был среди 10% самых «влажных»). В феврале на двух станциях Витебск и Могилев аномалии осадков были больше 90% процентиля. Январь – самый «сухой» месяц в сезоне. Выпало от 56% нормы (в Витебске и Гомеле) до 143% нормы (в Бресте).

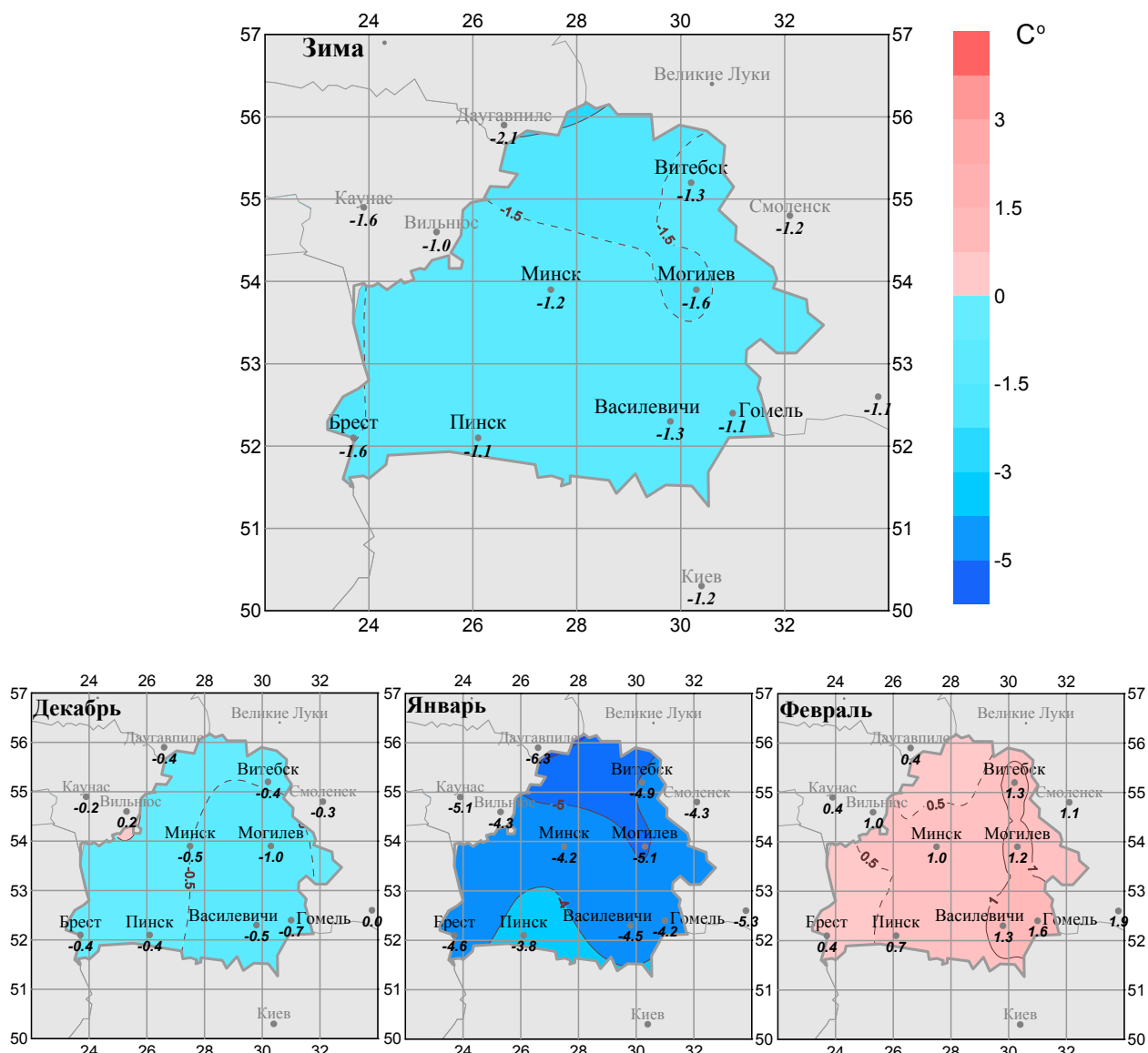


Рисунок 15 – Средняя сезонная и средние месячные аномалии температуры приземного воздуха (относительно 1961-1990 гг., °C) на территории республики Беларусь: зима, декабрь 2009 – февраль 2010.

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

Таблица 11 – Месячные суммы осадков и их аномалии на станциях Беларуси зимой 2009/2010 гг.: в среднем за сезон и в отдельные месяцы

| | <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>Зима 2009-2010</i> | 68.0 | 58.0 | 50.0 | 55.3 | 54.7 | 52.7 | 55.3 |
| дек.09 | 96 | 79 | 63 | 77 | 78 | 74 | 88 |
| январь.10 | 21 | 40 | 26 | 53 | 44 | 28 | 20 |
| фев.10 | 87 | 55 | 61 | 36 | 42 | 56 | 58 |
| б) Аномалия сумм осадков (% от нормы) | | | | | | | |

| | | | | | | | |
|--|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Зима 2009-2010 | 172.0 | 137.6 | 138.9 | 145.8 | 160.4 | 134.2 | 154.6 |
| дек.09 | 186.7 | 150.3 | 139.9 | 173.7 | 191.8 | 158.0 | 198.2 |
| январ.10 | 55.7 | 100.1 | 73.5 | 143.4 | 129.7 | 72.4 | 55.8 |
| февр.10 | 295.2 | 161.4 | 220.8 | 110.7 | 151.8 | 174.5 | 213.8 |
| в) Аномалия сумм осадков (мм/месяц) | | | | | | | |
| Зима 2008-2010 | 28.5 | 15.8 | 14.0 | 17.4 | 20.6 | 13.5 | 19.5 |
| дек.09 | 44.6 | 26.4 | 18.0 | 32.7 | 37.3 | 27.2 | 43.6 |
| январ.10 | -16.7 | 0.0 | -9.4 | 16.0 | 10.1 | -10.7 | -15.8 |
| февр.10 | 57.5 | 20.9 | 33.4 | 3.5 | 14.3 | 23.9 | 30.9 |

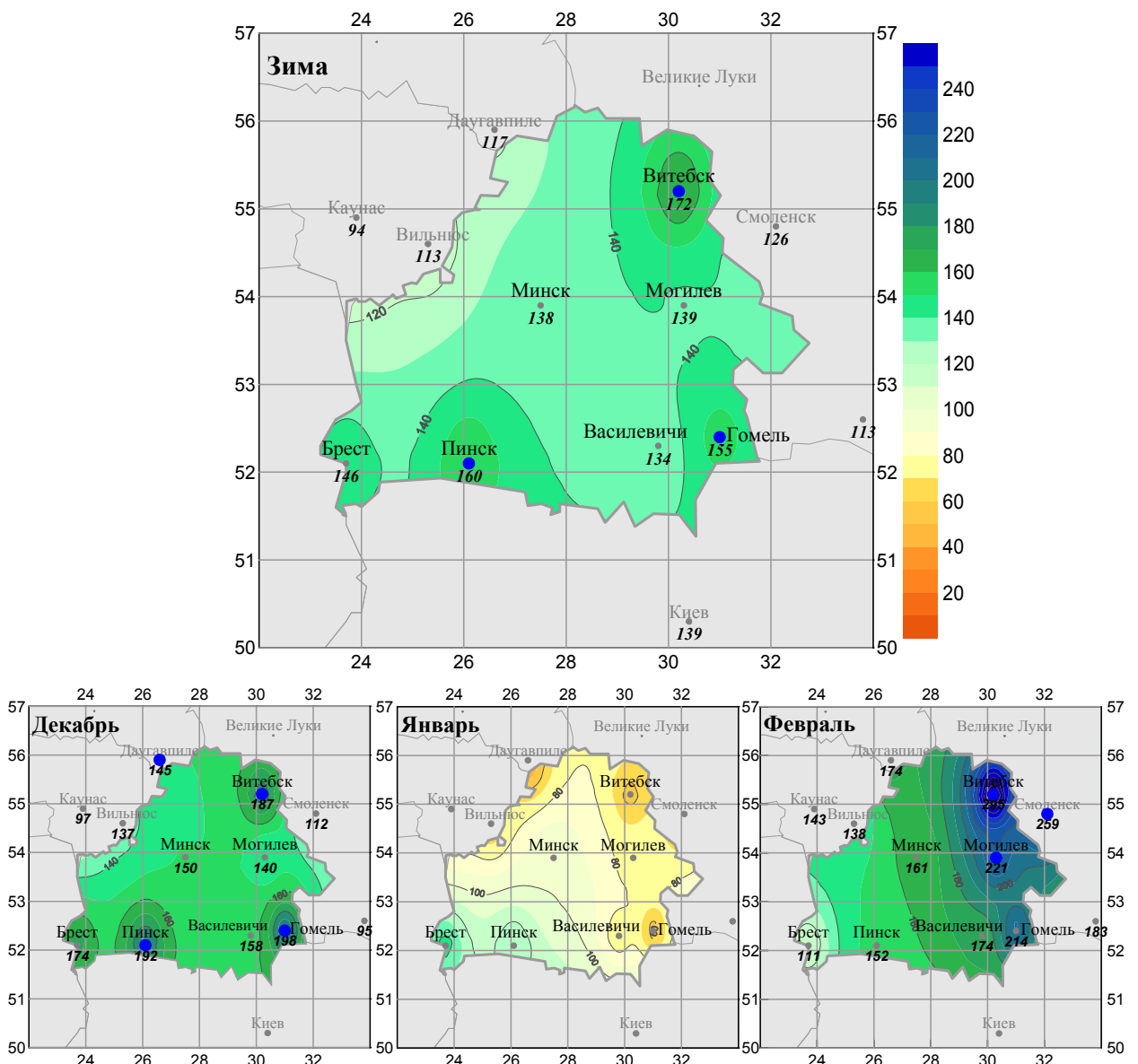


Рисунок 16 – Средняя сезонная и средние месячные аномалии атмосферных осадков (в процентах от нормы 1961-1990 гг.) на территории республики Беларусь (зима 2009/2010 гг.).

Цифрами приведены значения аномалий осадков в процентах от нормы на станциях.

Синими кружками показаны станции, на которых количество выпавших осадков выше 90%-го перцентиля.

ВЫВОДЫ

Тенденции изменения зимней температуры воздуха за период 1976-2010 гг. для Северного полушария, в сравнении с тенденциями 1976-2009 гг., практически не изменились (для сравнения: $+0.33^{\circ}\text{C}/10$ лет за 1976-2010 и $+0.34^{\circ}\text{C}/10$ лет за 1976-2009)

В среднем по территории России тренд потепления зимних температур за 1976-2010 гг. составил $+0.27^{\circ}\text{C}/10$ лет (против $+0.43^{\circ}\text{C}/10$ лет за 1976-2009). Во всех регионах России (кроме региона Восточная Сибирь) тренд положительный, но вклад тренда в суммарную дисперсию соответствующего ряда мал и не позволяет определенно говорить о наличии значимых однонаправленных тенденций в изменении зимних температур в регионах России за период 1976 – 2010 гг.

Представленное пространственное распределение средней скорости изменения температуры приземного воздуха в зимний сезон указывает на продолжающуюся тенденцию к потеплению на западе России и в Якутии (тренд больше 0.8°C за 10 лет и до $0.6^{\circ}\text{C}/10$ лет, соответственно). В бассейне Оби, на Чукотке и в Магаданской области наблюдается слабая тенденция к похолоданию (скорость похолодания до 0.6°C за 10 лет).

В изменении зимних сумм осадков на территории России в течение 1976 – 2010 гг. линейные тенденции по-прежнему очень слабые (но всюду, кроме Восточной Сибири, тренд положительный).

В целом для Северного полушария зима 2009-2010 гг. оказалась теплее нормы, но всего на 0.59°C .

На территории России аномалия температуры (в среднем по территории) составила -3.64°C – это четвертая по величине отрицательная аномалия в ряду наблюдений с 1936 года.

Наиболее холодной была зима в Западной Сибири и в Прибайкалье и Забайкалье (2-ая и 8-ая крупные отрицательные аномалии). Огромные области холода наблюдались во все месяцы сезона. Самым холодным месяцем в сезоне был декабрь – на 20-ти станциях сезон попал в 5% самых холодных.

На северо-востоке страны зимой было тепло (в основном за счет декабря, когда аномалии на Чукотке достигали 9°C , а на восьми станциях условия были экстремально теплыми (температура выше 95%-го перцентиля).

Количество выпавших осадков в целом по России было близко к норме (аномалия осадков составила 0.1 мм/месяц).

Больше всего осадков зимой 2009/2010 года выпало в Приамурье и Приморье (2-ое значение в ранжированном по убыванию ряду наблюдений) и на западе страны. Наибольший вклад внесли декабрь и февраль. В декабре на 20-ти станциях, а в феврале на 10 станциях количество осадков было выше 95% перцентиля

Наименьшее количество осадков зимой 2009/2010 года отмечено в сибирских регионах (Средняя Сибирь и Восточная Сибирь). Область дефицита осадков располагалась от Оби до Лены. Здесь декабрь и февраль были, напротив, наиболее «сухими» месяцами. В декабре на 24-х станциях, а в феврале на 19-ти количество осадков было меньше 10% перцентиля.