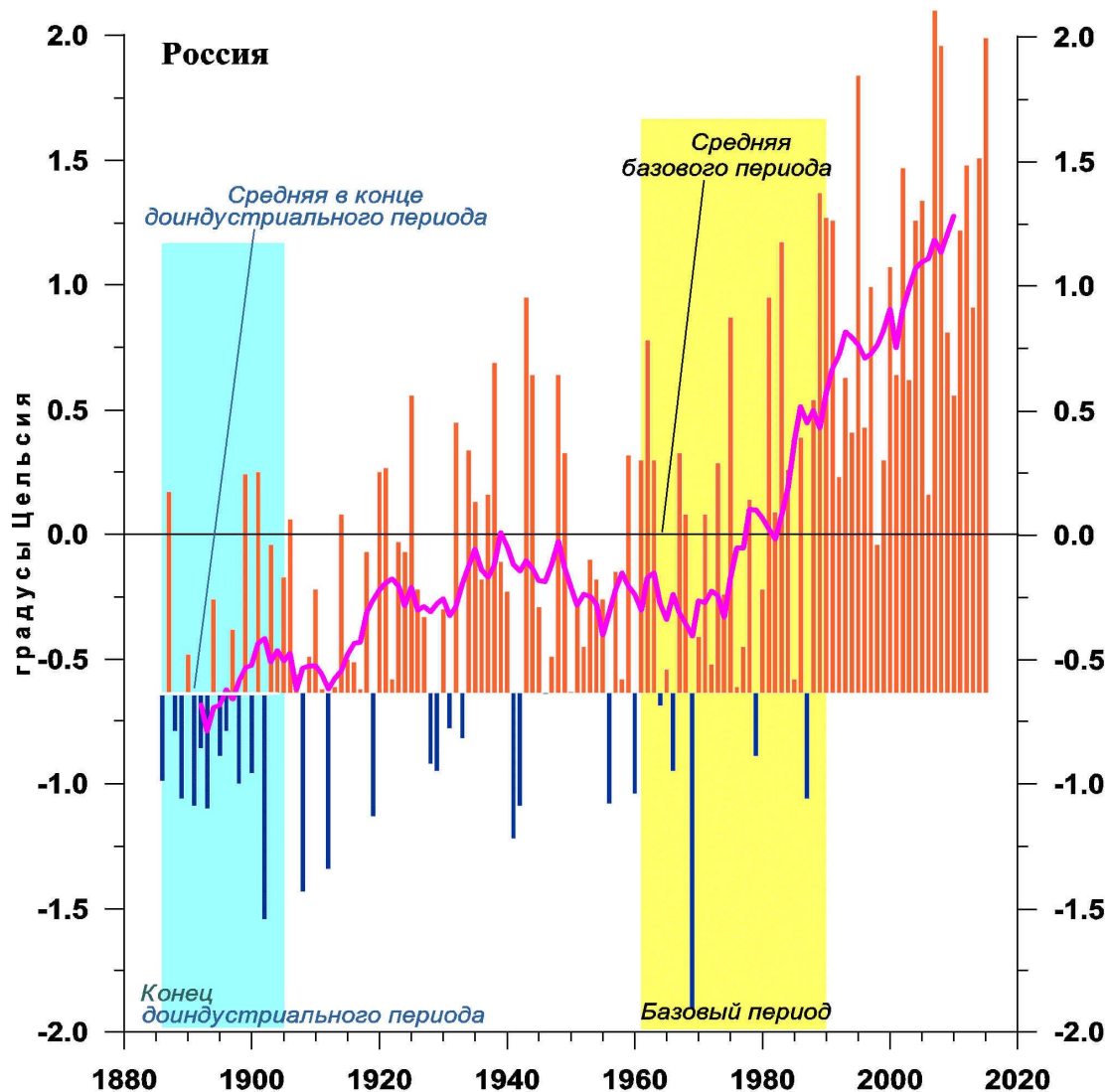


Федеральная служба по  
гидрометеорологии и мониторингу  
окружающей среды

Российская  
Академия Наук

ФГБУ «Институт Глобального климата и экологии»



## ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА 2015 ГОД (ДЕКАБРЬ 2014 – НОЯБРЬ 2015)

Обзор состояния и тенденций изменения  
климата России

★  
Москва 2016

## ОГЛАВЛЕНИЕ<sup>1</sup>

|   |    |
|---|----|
| <b>ВВЕДЕНИЕ</b>   | 3  |
| 1. ИЗМЕНЕНИЯ СРЕДНЕГОДОВОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ У ПОВЕРХНОСТИ ЗЕМНОГО ШАРА, СЕВЕРНОГО ПОЛУШАРИЯ И РОССИИ ПО ДАННЫМ НАБЛЮДЕНИЙ..... | 5  |
| 2. КЛИМАТИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ 2015 ГОДА НА ТЕРРИТОРИИ РОССИИ .....   | 7  |
| 3. ТЕНДЕНЦИИ СОВРЕМЕННЫХ ИЗМЕНЕНИЙ КЛИМАТА НА ТЕРРИТОРИИ РОССИИ .....   | 19 |
| 4. ИЗМЕНЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ И ОСАДКОВ В РЕГИОНАХ РОССИИ, 1936-2015 гг.....   | 23 |
| 5. ОЦЕНКИ ЭКСТРЕМАЛЬНОСТИ И АНОМАЛЬНОСТИ КЛИМАТА РОССИИ, 1936-2015 гг. ....   | 28 |
| <b>ВЫВОДЫ</b> .....   | 31 |
| <b>ПРИЛОЖЕНИЕ. Климатические особенности 2015г. на территории Республики Беларусь</b> .....                               | 33 |

---

<sup>1</sup> На обложке приведен ход средней годовой аномалии температуры приземного воздуха, осредненной по территории России, за 1887 – 2015 гг. Аномалия температуры рассчитана как отклонение от средней температуры за базовый период 1961-1990 гг. Столбцы диаграммы представлены относительно средней за 1887 – 1905 гг. (конец «доиндустриального» периода)

## ВВЕДЕНИЕ

Все приведенные в Бюллетене оценки для территории России получены по данным о средних месячных значениях температуры приземного воздуха и месячных суммах атмосферных осадков в архиве ФГБУ «ИГКЭ Росгидромета и РАН». Архив включает данные инструментальных наблюдений на 1383 станциях земного шара, в том числе 455 станций стран СНГ и Балтии (из них 310 станций России). В настоящем выпуске использованы данные 255 российских станций, по которым своевременно поступили сводки КЛИМАТ в оперативном потоке.

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

Регионально осредненные оценки приводятся в Бюллетене для физико-географических регионов России (рис. 1) и Федеральных округов РФ (рис. 2) по данным с 1936 г., так как до этого срока в архиве имеются массовые пропуски данных наблюдений. Следует заметить, что Калининградская область и республика Крым входят в состав региона: Европейская часть России.



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

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

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

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



**Рисунок 2 - Федеральные округа Российской Федерации**

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

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

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

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

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

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



# 1. ИЗМЕНЕНИЯ СРЕДНЕГОДОВОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ У ПОВЕРХНОСТИ ЗЕМНОГО ШАРА, СЕВЕРНОГО ПОЛУШАРИЯ И РОССИИ ПО ДАННЫМ НАБЛЮДЕНИЙ

На рисунке 1.1 представлены временные ряды среднегодовых аномалий температуры у поверхности Земли (декабрь 2014 – ноябрь 2015 г.), осредненных по территории Земного шара (континенты и океаны), континентов Северного полушария (СП) и России. Ряд для Земного шара построен по ежемесячным данным о глобально осредненной аномалии приповерхностной температуры Университета Восточной Англии (массив `hadcrut4gl.txt` на сайте [www.cru.uea.ac.uk](http://www.cru.uea.ac.uk)). Этот ряд получен осреднением аномалии температуры воздуха у поверхности (2м) суши и аномалии температуры воды поверхности океана. Среднемесячные аномалии температуры воздуха над сушей СП рассчитаны также в Университете Восточной Англии по данным наблюдений на станциях глобальной метеорологической сети (массив `scutem4nh.txt` на сайте [www.cru.uea.ac.uk](http://www.cru.uea.ac.uk)). Временной ряд для территории России рассчитан и построен по станционным данным о температуре приземного воздуха ФГБУ «ИГКЭ Росгидромета и РАН».

С 1970-х гг. наблюдается монотонный рост глобальной и полушарной температур. Линейный тренд среднегодовой температуры за период 1976-2015 гг. составил для Земного шара  $+0.17^{\circ}\text{C}/10$  лет (объясненная трендом доля дисперсии ряда - 83%), для Северного полушария:  $+0.33^{\circ}\text{C}/10$  лет (82%).

Средние годовые аномалии температуры составили  $+0.72^{\circ}\text{C}$  для Земного шара в целом и  $+1.26^{\circ}\text{C}$  для Северного полушария: исторические максимумы в рядах рядов наблюдений с 1850 года. Для России в целом среднегодовая аномалия температуры составила  $+1.99^{\circ}\text{C}$  – вторая величина в ранжированном по убыванию ряду наблюдений после рекордного 2007 г. ( $2.1^{\circ}\text{C}$ ).

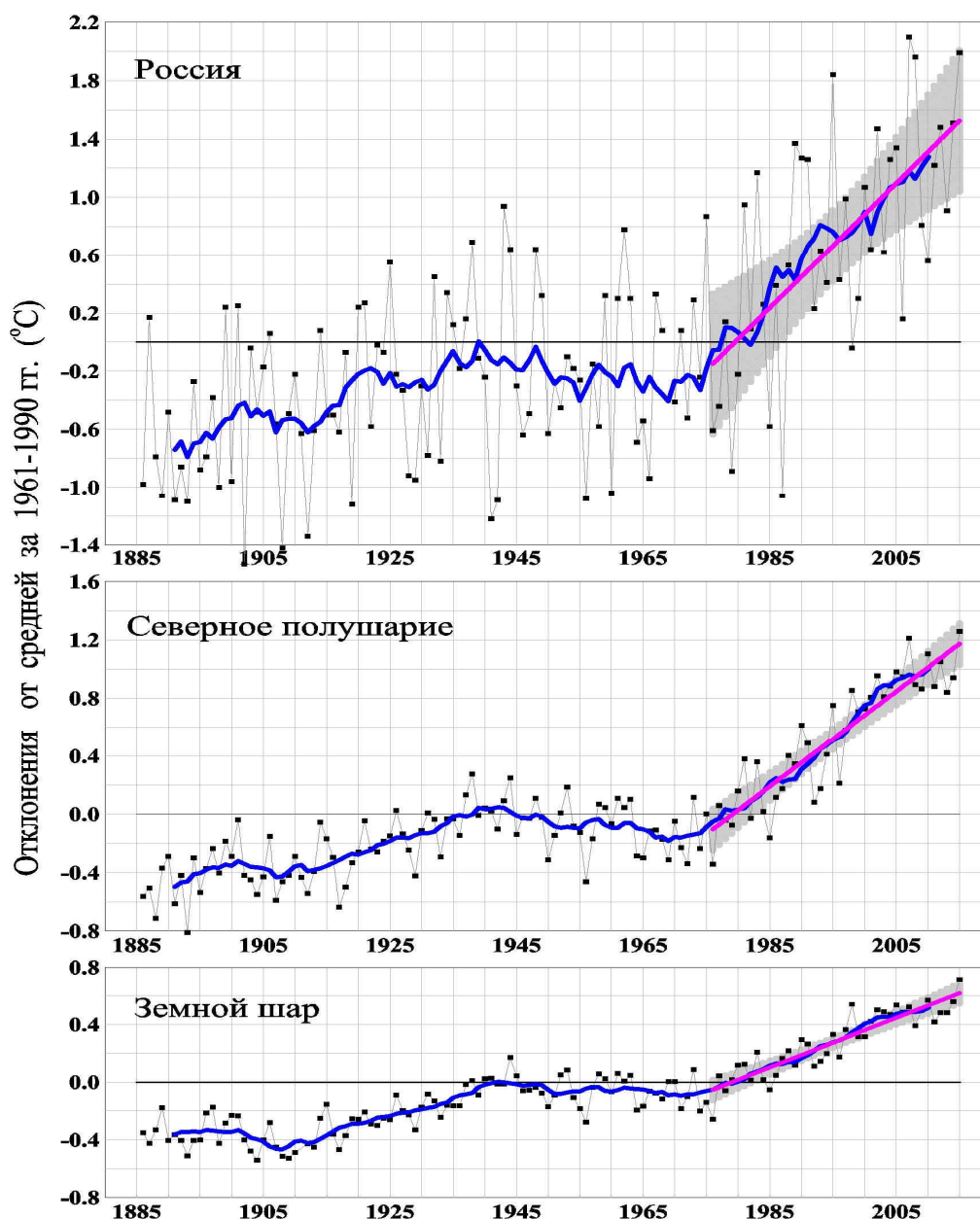
Оценки линейных трендов, характеризующие среднюю тенденцию изменений годовых температур за период 1976-2015 гг. в среднем для Земного шара, СП и России, приведены в табл. 1.1.

Таблица 1.1

Годовые (декабрь 2014-ноябрь 2015 года) аномалии и оценки линейного тренда пространственно осредненной приповерхностной температуры Земного шара и температуры приземного воздуха СП и России за период 1976-2015г.

| Регионы мира | $\nu T_{2015}, ^{\circ}\text{C}$ | 1976-2015                    |       |
|--------------|----------------------------------|------------------------------|-------|
|              |                                  | $b, ^{\circ}\text{C}/10$ лет | $D$ % |
| Земной шар   | 0.72                             | 0.17                         | 83    |
| СП           | 1.26                             | 0.33                         | 82    |
| Россия       | 1.99                             | 0.43                         | 40    |

*Примечание:  $\nu T$  – аномалия температуры,  $b$  – коэффициент линейного тренда,  $D$  - вклад тренда в дисперсию*



**Рисунок 1.1** – Годовая аномалия (декабрь–ноябрь) приповерхностной температуры Земного шара, Северного полушария (суша) и России за 1886-2015 гг.

*Аномалии рассчитаны как отклонения от средней за базовый период 1961-1990 гг. Сглаженная кривая получена 11-летним скользящим осреднением. Использованы данные Университета Восточной Англии (Земной шар - массив hadcrut4gl.txt, СП - scutem4nh.txt) и данные ФГБУ «ИГКЭ Росгидромета и РАН» (Россия - данные на станциях).*

## 2. КЛИМАТИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ 2015 ГОДА НА ТЕРРИТОРИИ РОССИИ

На рис. 2.1 и 2.3 представлены карты годовых и сезонных аномалий температуры и осадков в 2015 г. на территории России, а на рис. 2.2 и 2.4 - карты месячных аномалий. На всех картах показаны станционные экстремумы ниже 5-го перцентиля и выше 95-го перцентиля.

### Температура воздуха.

В таблице 2.1 представлены среднегодовые и средние сезонные аномалии температуры для физико-географических регионов России и федеральных округов РФ. Для каждого значения аномалии приведены вероятность непервышения относительно выборки за 1936-2015 гг. и среднее квадратическое отклонение.

Таблица 2.1

Средние годовые (декабрь - ноябрь.) и сезонные аномалии температуры приземного воздуха для физико-географических регионов России и федеральных округов РФ в 2015 году:

$\nu T$  - отклонения от средних за 1961-1990 гг.;  $P(t \leq T_{2015})$  - вероятности непервышения (в скобках в столбце  $\nu T$ ) – рассчитаны по данным за 1936-2014 гг. и выражены в %;  $s$  – среднее квадратическое отклонение за 1961-1990 гг. (выделены значения, попавшие в 5% максимальных или минимальных).

| Регион                                      | Год                   |               | Зима                  |               | Весна                 |               | Лето                  |               | Осень                 |               |
|---|-----------------------|---------------|-----------------------|---------------|-----------------------|---------------|-----------------------|---------------|-----------------------|---------------|
|   | $\nu T, ^\circ C (P)$ | $s, ^\circ C$ | $\nu T, ^\circ C (P)$ | $s, ^\circ C$ | $\nu T, ^\circ C (P)$ | $s, ^\circ C$ | $\nu T, ^\circ C (P)$ | $s, ^\circ C$ | $\nu T, ^\circ C (P)$ | $s, ^\circ C$ |
| Россия                                      | <b>1.99 (99)</b>      | 0.76          | <b>3.56 (100)</b>     | 1.81          | <b>2.32 (96)</b>      | 1.19          | 1.18 (92)             | 0.33          | 0.94(72)              | 0.90          |
| <b>Физико-географические регионы России</b> |                       |               |                       |               |                       |               |                       |               |                       |               |
| Европейская часть РФ                        | <b>1.86 (98)</b>      | 0.97          | 3.35 (91)             | 2.30          | 2.11 (94)             | 1.44          | 0.53 (57)             | 1.00          | 1.46 (84)             | 1.04          |
| Азиатская часть РФ                          | <b>2.06 (96)</b>      | 0.78          | <b>3.65 (100)</b>     | 1.89          | <b>2.41 (99)</b>      | 1.25          | <b>1.43 (99)</b>      | 0.35          | 0.73 (61)             | 1.10          |
| Западная Сибирь                             | <b>2.10 (98)</b>      | 1.08          | 4.04 (94)             | 2.91          | <b>3.76 (98)</b>      | 1.62          | 0.81 (81)             | 0.80          | -0.23 (33)            | 1.54          |
| Средняя Сибирь                              | <b>2.51 (100)</b>     | 1.10          | <b>4.23 (98)</b>      | 2.74          | 2.99 (92)             | 1.66          | 1.69 (96)             | 0.65          | 1.20 (70)             | 1.80          |
| Прибайкалье и Забайкалье                    | <b>1.96 (98)</b>      | 0.73          | <b>3.45 (96)</b>      | 1.90          | 2.06 (86)             | 1.39          | <b>2.34 (98)</b>      | 0.57          | 0.03 (49)             | 1.23          |
| Приамурье и Приморье                        | <b>1.61 (98)</b>      | 0.73          | <b>3.11 (98)</b>      | 1.67          | 1.34 (87)             | 1.15          | 1.17 (87)             | 0.75          | 0.80 (89)             | 0.89          |
| Восточная Сибирь                            | <b>1.71 (95)</b>      | 0.62          | 2.91 (94)             | 1.39          | 0.92 (68)             | 1.22          | 1.34 (92)             | 0.56          | 1.62 (81)             | 0.94          |
| <b>Федеральные Округа РФ</b>                |                       |               |                       |               |                       |               |                       |               |                       |               |
| Северо-Западный                             | <b>2.19 (99)</b>      | 1.14          | 3.92 (89)             | 2.88          | <b>3.61 (100)</b>     | 1.54          | -0.31 (34)            | 1.17          | 1.54 (78)             | 1.24          |
| Центральный                                 | <b>2.09 (98)</b>      | 1.10          | <b>3.94 (95)</b>      | 2.69          | 2.01 (89)             | 1.69          | 0.93 (64)             | 1.22          | 1.51 (86)             | 1.13          |
| Приволжский                                 | 1.56 (87)             | 1.05          | 3.10 (86)             | 2.54          | 1.43 (81)             | 1.69          | 0.45 (49)             | 1.19          | 1.24 (76)             | 1.25          |
| Южный                                       | <b>1.75 (96)</b>      | 0.96          | 2.27 (81)             | 2.08          | 0.88 (73)             | 1.47          | 1.95 (91)             | 1.04          | 1.87 (92)             | 1.05          |
| Северо-Кавказский                           | <b>1.35 (96)</b>      | 0.73          | 1.59 (84)             | 1.59          | 0.36 (66)             | 0.96          | <b>1.92 (98)</b>      | 0.76          | 1.51 (89)             | 0.85          |
| Уральский                                   | 2.11 (94)             | 1.18          | 3.87 (90)             | 3.12          | <b>4.28 (98)</b>      | 1.75          | 0.51 (62)             | 1.02          | -0.21 (35)            | 1.64          |
| Сибирский                                   | <b>2.32 (99)</b>      | 0.93          | <b>4.38 (98)</b>      | 2.57          | <b>3.01 (95)</b>      | 1.47          | <b>1.76 (99)</b>      | 0.47          | 0.19 (52)             | 1.49          |
| Дальневосточный                             | <b>1.77 (96)</b>      | 0.69          | <b>2.94 (100)</b>     | 1.46          | 1.30 (78)             | 1.23          | 1.39 (94)             | 0.48          | 1.47 (78)             | 1.01          |
| Крымский                                    | 1.61 (94)             | 0.88          | 1.81 (85)             | 1.72          | 0.72 (70)             | 1.13          | 1.61 (78)             | 0.90          | <b>2.28 (99)</b>      | 1.01          |

В таблице 2.2 приведены средние месячные аномалии температуры ( $^{\circ}C$ ) в для физико-географических регионов России и федеральных округов РФ в 2015 г.

Таблица 2.2

Средние месячные аномалии температуры, осредненные по территории регионов РФ в 2015 г.

Красным цветом выделены месяцы с положительными аномалиями температуры, синим – с отрицательными.

| Регионы                                     | Аномалии температуры (°C) |             |             |             |       |             |             |             |             |             |       |             |
|---|---------------------------|-------------|-------------|-------------|-------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------|-------------|
|   | дек 14                    | январь      | февр        | мар         | апр   | май         | июн         | июл         | авг         | сен         | окт   | ноя         |
| Российская Федерация                        | 2.12                      | 3.46        | <b>5.06</b> | 3.42        | 1.71  | 1.87        | <b>2.03</b> | 0.50        | 0.99        | 1.27        | 0.81  | 0.74        |
| <b>Физико-географические регионы России</b> |                           |             |             |             |       |             |             |             |             |             |       |             |
| Европейская часть России                    | 2.39                      | 2.62        | <b>5.00</b> | 3.55        | 0.55  | 2.23        | 2.25        | -0.98       | 0.33        | <b>3.19</b> | -0.56 | 1.74        |
| Азиатская часть России                      | 2.01                      | <b>3.79</b> | <b>5.09</b> | 3.44        | 3.93  | <b>3.90</b> | <b>1.95</b> | 1.10        | 1.25        | 0.50        | 1.35  | 0.34        |
| Западная Сибирь                             | 3.92                      | 2.28        | <b>5.93</b> | 4.08        | 2.87  | 2.02        | <b>3.73</b> | -0.83       | -0.48       | -0.38       | 0.37  | -0.69       |
| Средняя Сибирь                              | 2.95                      | 4.01        | 5.75        | 2.83        | 1.99  | 1.32        | 2.01        | 1.51        | 1.56        | 0.27        | 1.65  | 1.68        |
| Прибайкалье и Забайкалье                    | 1.08                      | <b>4.69</b> | 4.60        | <b>4.22</b> | 0.02  | -0.26       | 1.30        | <b>2.86</b> | <b>2.88</b> | 0.84        | 1.99  | -2.75       |
| Приамурье и Приморье                        | 0.11                      | <b>3.77</b> | <b>5.50</b> | 2.29        | 0.53  | -0.08       | 0.50        | 0.68        | <b>2.34</b> | 1.01        | 0.80  | 0.57        |
| Восточная Сибирь                            | 0.35                      | <b>4.67</b> | 3.47        | 3.44        | 3.93  | <b>3.90</b> | 1.08        | 1.83        | 1.17        | 1.26        | 1.98  | 1.73        |
| <b>Федеральные округа РФ</b>                |                           |             |             |             |       |             |             |             |             |             |       |             |
| Северо-Западный                             | 3.17                      | 2.16        | <b>6.33</b> | <b>5.17</b> | 1.96  | <b>3.70</b> | 1.40        | -2.43       | 0.10        | <b>2.52</b> | 0.02  | 2.08        |
| Центральный                                 | 2.07                      | 4.56        | 5.21        | 4.18        | 0.37  | 1.47        | 1.64        | 0.09        | 1.06        | <b>3.41</b> | -0.94 | 2.07        |
| Приволжский                                 | 2.36                      | 2.27        | 4.68        | 2.11        | -0.02 | 2.21        | 3.41        | -1.20       | -0.87       | <b>3.28</b> | -0.89 | 1.32        |
| Южный                                       | 1.32                      | 2.28        | 3.21        | 2.67        | -0.62 | 0.58        | 2.84        | 1.15        | 1.85        | <b>4.31</b> | -0.81 | 2.11        |
| Северо-Кавказский                           | 1.41                      | 1.61        | 1.74        | 1.98        | -1.12 | 0.22        | 2.37        | 1.08        | 2.30        | <b>3.84</b> | -0.15 | 0.83        |
| Уральский                                   | 4.24                      | 1.14        | <b>6.22</b> | 3.90        | 4.10  | <b>4.85</b> | <b>4.54</b> | -1.75       | -1.26       | 0.24        | -0.52 | -0.34       |
| Сибирский                                   | 3.48                      | 4.21        | <b>5.44</b> | 3.25        | 3.38  | 2.36        | 2.20        | 1.58        | 1.48        | 0.03        | 1.74  | -1.19       |
| Дальневосточный                             | 0.04                      | <b>4.19</b> | <b>4.48</b> | 3.30        | 0.51  | 0.10        | 0.98        | 1.46        | <b>1.74</b> | 1.02        | 1.57  | 1.90        |
| Крымский                                    | 0.67                      | 2.52        | 2.25        | 2.29        | -0.83 | 0.69        | 1.12        | 1.10        | 2.62        | <b>4.42</b> | -0.32 | <b>2.75</b> |

**2015 год** в целом был экстремально теплым: средняя годовая температура воздуха, осредненная по территории РФ превысила норму 1961-1990 гг. на 1.99°C - вторая положительная аномалия с 1936 г. На 106 станциях РФ (из 255, по которым поступили данные) температура была выше 95-го перцентиля. Осредненные по территории всех регионов РФ аномалии – среди пяти самых крупных. Из сезонов экстремально теплой была зима (осредненная по РФ аномалия 3.56°C – исторический максимум, что почти на 0.5°C больше предыдущего максимума 2007 года: 3.07°C). Особенно теплой была зима в АЧР (аномалия 3.65°C – максимальная величина с 1936 г.). В АЧР также было экстремально тепло весной (сезонная аномалия: 2.41°C – ранг 2) и летом (аномалия 1.43°C – ранг 2). В ЕЧР весной было экстремально тепло в Северо-Западном ФО (сезонная аномалия 3.61°C – рекордный максимум), летом – в Северо-Кавказском ФО (1.92°C – третья в ряду), осенью – в Крымском ФО (аномалия 2.28°C – ранг 2).

**Зима 2014/15 гг.** была экстремально теплой (осредненная по территории РФ сезонная аномалия +3.56°C – рекордная величина с 1936 года). На всей территории РФ тепло. Экстремально тепло (температуры на станциях выше 95-го перцентиля) в центральных районах ЕЧР (аномалии выше +4°C), в АЧР (осредненная по АЧР аномалия +3.65°C – рекордная в ряду): в центре и юге Сибирского ФО (аномалии 6°C-8°C), в центре и на юге Якутии (аномалии до 5°C), на Сахалине (аномалии около 4°C).

Во многих районах страны тепло было во все месяцы сезона, особенно в феврале (осредненная по РФ аномалия +5.06°C – четвертая величина с 1936 года), который во многом определил сезонное распределение аномалий температуры.

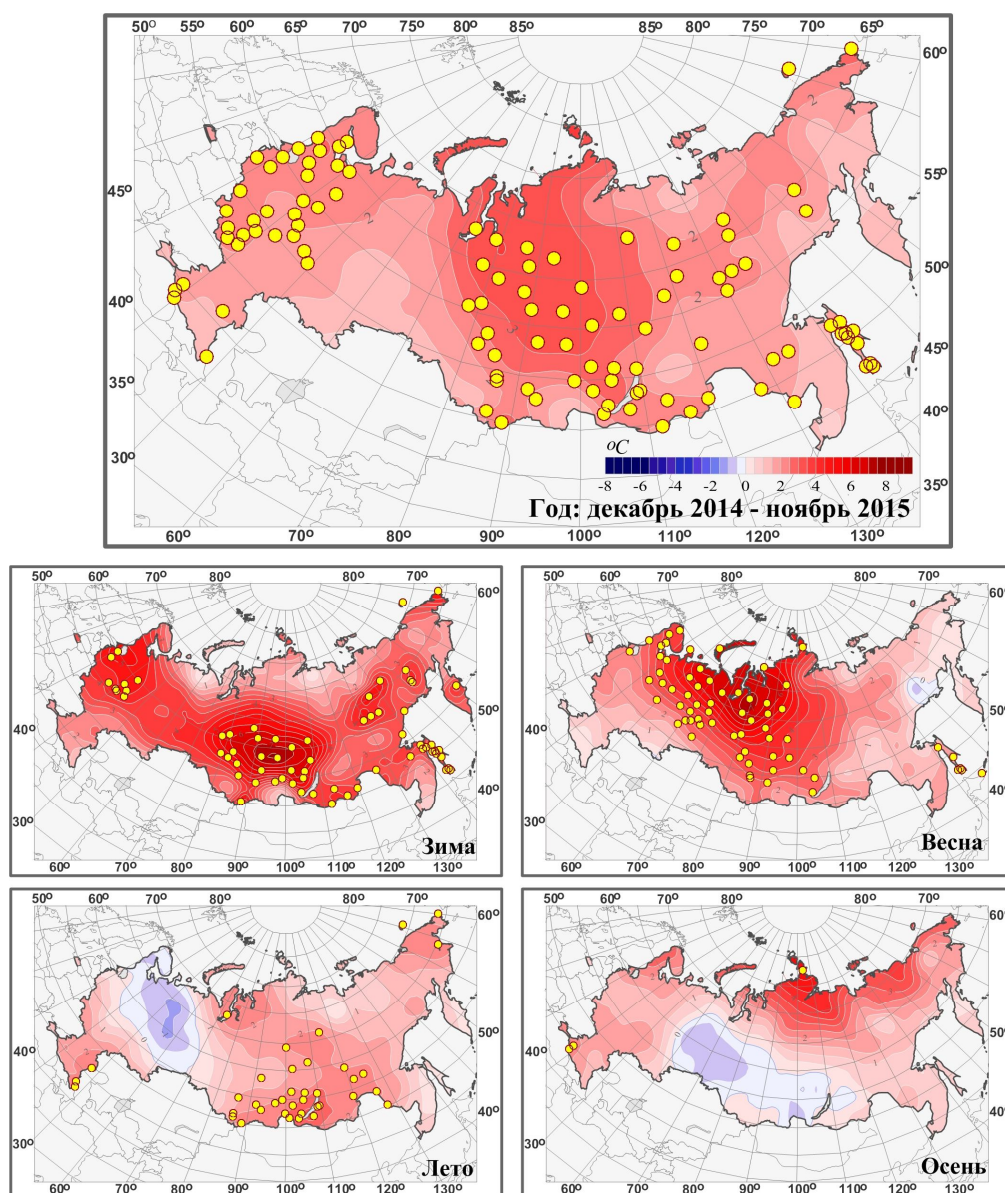
**Февраль** – самый теплый месяц в сезоне. Аномалия температуры, осредненная по РФ: +5.06°C – четвертая величина с 1936 г. (самым теплым был февраль 1995 года: аномалия +6.47°C). Осредненная по

ЕЧР:  $+5.00^{\circ}\text{C}$  – четвертая величина с 1936 г., по АЧР:  $5.09^{\circ}\text{C}$  – третья в ряду. Тепло почти всюду (за исключением юга Таймыра, Корякского АО). Особенно тепло в центральных районах страны с аномалиями  $+7^{\circ}\text{C}$  ...  $+8^{\circ}\text{C}$ : от Ленинградской области и Карелии (на западе) до юга Якутии и Амурской области и Сахалина (на востоке) – на многих станциях температура выше 95-го перцентиля.

На юге Таймыра и в Корякском АО наблюдались небольшие отрицательные аномалии температуры (до  $-1^{\circ}\text{C}$ ).

**Январь.** Аномалия температуры, осредненная по РФ:  $+3.46^{\circ}\text{C}$  – седьмая величина с 1936 г. Особенно тепло в АЧР (аномалия  $+3.79^{\circ}\text{C}$  – четвертая в ряду с 1936 г.): в районе Байкала аномалии до  $+9.3^{\circ}\text{C}$ , на большинстве станций температура выше 95-го перцентиля, осредненная по региону Прибайкалье и Забайкалье аномалия температуры  $+4.69^{\circ}\text{C}$  – третья величина в ряду); на юге Якутии и в Магаданской области (на многих станциях температура выше 95-го перцентиля, аномалии до  $+9^{\circ}\text{C}$ ).

Холодно на северо-востоке ЕЧР, на севере Западной и Средней Сибири с аномалиями до  $-8^{\circ}\text{C}$ .

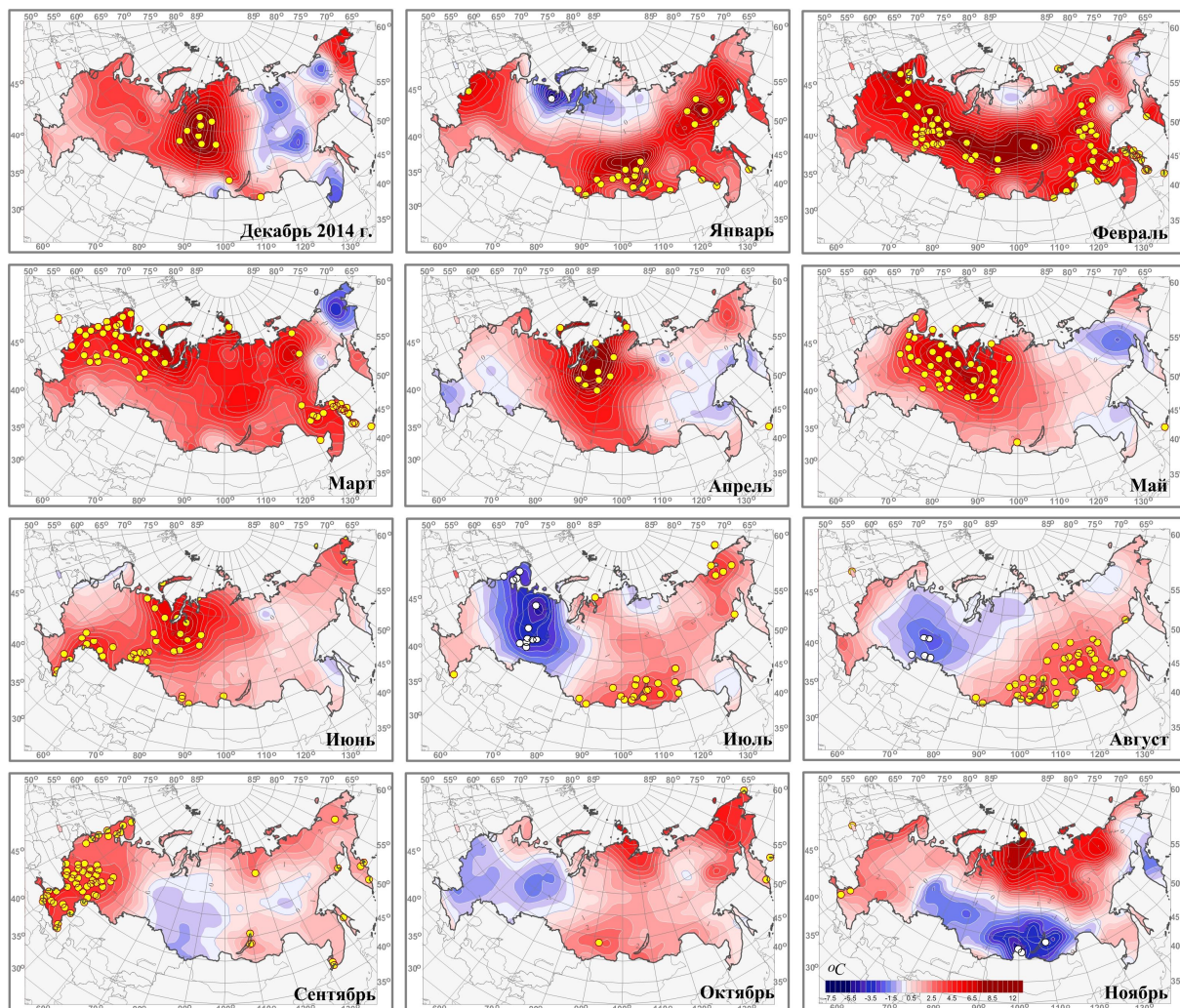


**Рисунок 2.1** - Поля аномалий температуры приземного воздуха ( $^{\circ}\text{C}$ ) на территории России в 2014 г., в среднем за год и по сезонам. Кружками белого цвета показано местоположение станционных экстремумов ниже 5-го перцентиля, желтого – выше 95-го перцентиля. Аномалии рассчитаны как отклонения от среднего за базовый период 1961-1990 гг.



**Декабрь.** Аномалия температуры, осредненная по РФ:  $+2.12^{\circ}\text{C}$  – 14-ая величина с 1936 г. Тепло на большей части РФ (от западных границ до  $\approx 115-120^{\circ}$  в.д.), особенно тепло в центральных районах Сибирского ФО (на ряде станций температура выше 95-го перцентиля, аномалии до  $+9.6^{\circ}\text{C}$ ). Тепло также на востоке Чукотского АО (аномалии до  $+6^{\circ}\text{C}$ ).

Отрицательные аномалии температуры (до  $-3.5^{\circ}\text{C}$ ) отмечались на большей части Якутии, на западе Чукотского АО и в Приморском крае.



**Рисунок 2.2** – Поля средних месячных аномалий температуры приземного воздуха ( $^{\circ}\text{C}$ ) на территории России в 2015 г. Условные обозначения см. на рис.2.1

**Весна** в целом по России была 4-ой самой теплой (аномалия  $+2.32^{\circ}\text{C}$ ); в среднем по территориям ЕЧР и АЧР – 6-ой ( $+2.11^{\circ}\text{C}$ ,  $+2.41^{\circ}\text{C}$ ). Особенно тепло было на севере ЕЧР, Урале (в марте и мае) и на севере Западной Сибири (в апреле и мае): здесь повсеместно на станциях аномалии были экстремальными (выше 95-го перцентиля), сезонные аномалии в низовьях Оби и Енисея были выше  $+6^{\circ}\text{C}$ . Осредненные по территории Северо-Западного ФО и региона Западная Сибирь аномалии температуры:  $+3.61^{\circ}\text{C}$  и  $3.76^{\circ}\text{C}$  – рекордная и третья величины в соответствующих рядах.

В большинстве районах страны тепло было во все месяцы сезона.

**Март** – очень теплый месяц в сезоне. Осредненная по РФ аномалия температуры  $+3.42^{\circ}\text{C}$  – 7-ая величина с 1936 г.

Тепло на большей части страны (кроме Чукотки и Магаданской области), аномалии в северных районах страны были выше  $+5^{\circ}\text{C}$ .



Экстремально тепло (температуры на станциях выше 95-го перцентиля) в центре и на севере ЕЧР (аномалии до  $+7.7^{\circ}\text{C}$  в Ненецком АО); осредненная по Северо-Западному ФО аномалия:  $+5.17^{\circ}\text{C}$  – 2-ая величина с 1936 г.

Экстремально тепло в Якутии (аномалии до  $+7.3^{\circ}\text{C}$  на МС Усть-Мома), а также в Приамурье и на Сахалине (аномалии  $+4^{\circ}\text{C}$  -  $+6^{\circ}\text{C}$ ). Осредненная по Приамурью и Приморью аномалия температуры  $+4.22^{\circ}\text{C}$  – третья величина с 1936 г..

На Чукотке и севере Корякского АО холодно, аномалии до  $-4.5^{\circ}\text{C}$  (на Чукотке).

**Май.** Осредненная по России аномалия температуры  $+1.87^{\circ}\text{C}$  – 5-ая величина с 1936 г. На большей части РФ тепло.

Экстремально тепло (температуры выше 95-го перцентиля, аномалии более  $5^{\circ}\text{C}$ ) на северо-востоке ЕЧР, в Западной Сибири и в западных районах Средней Сибири. Осредненная по Уральскому ФО аномалия температуры  $+4.85^{\circ}\text{C}$  - рекордная величина в ряду.

Холодно на востоке Якутии, в Магаданской области, на западе Чукотки (аномалии до  $-2.2^{\circ}\text{C}$ ); а также в Приамурье и на большей части Приморья и Сахалина.

**Апрель.** Осредненная по России аномалия температуры  $+1.71^{\circ}\text{C}$  – 15-ая положительная величина в ряду.

Экстремально тепло на северо-востоке ЕЧР, и далее, в Западной и Средней Сибири (аномалии на севере Тюменской области и Красноярского края выше  $+6^{\circ}\text{C}$ ), в Байкальском регионе. Осредненная по Сибирскому ФО аномалия температуры:  $+3.38^{\circ}\text{C}$  - 8-ая величина с 1936 г.

Тепло было на Чукотке, аномалии  $1^{\circ}\text{C}$ - $4^{\circ}\text{C}$ .

Холодно (аномалии до  $-2^{\circ}\text{C}$ ) в Южном ФО, на большей части Приволжского ФО, во многих районах Дальневосточного ФО

**Лето.** Осредненная по РФ аномалия температуры  $1.18^{\circ}\text{C}$  – седьмая в ряду с 1936 г. Очень тепло в АЧР (аномалия  $1.43^{\circ}\text{C}$  – вторая величина с 1936 г., рекордное значение аномалии наблюдалось здесь в 2012 году ( $1.59^{\circ}\text{C}$ )). Экстремальные сезонные аномалии отмечались в районе Байкала (на многих станциях сезонные температуры выше 95-го перцентиля, аномалии до  $3.5^{\circ}\text{C}$ ), в основном в связи с аномально высокими температурами июля и августа. Сезонная аномалия осредненная по Сибирскому ФО:  $1.76^{\circ}\text{C}$  – вторая величина с 1936 года после максимально жаркого лета 2001 ( $1.86^{\circ}\text{C}$ ).

В ЕЧР (аномалия  $0.53^{\circ}\text{C}$ ) очень тепло в южных районах (в Дербенте сезонная аномалия  $2.9^{\circ}\text{C}$ ). Осредненная по Северо-Кавказскому ФО сезонная аномалия  $1.92^{\circ}\text{C}$  – третья величина с 1936 года (после рекордного 2010:  $3.34^{\circ}\text{C}$  и 2014:  $1.96^{\circ}\text{C}$ ).

Холодно летом на севере и северо-востоке европейской части России, на Урале и на юго-западе Западной Сибири (аномалии на Среднем Урале до  $-1.3^{\circ}\text{C}$  за счет холодного июля (особенно) и августа).

**Июнь** - очень теплый месяц в сезоне, осредненная по РФ аномалия температуры  $2.03^{\circ}\text{C}$  – вторая величина с 1936 г. (рекордным был июнь 2012 года с аномалией  $2.75^{\circ}\text{C}$ ).

Экстремально тепло (температуры выше 95-го перцентиля) в Прикаспии и в Поволжье, на Северном Урале, в Западной Сибири (аномалии в дельте Оби до  $7.5^{\circ}\text{C}$ ).

Осредненная по АЧР аномалия:  $1.95^{\circ}\text{C}$  – третья в ряду, по ЕЧР:  $2.25^{\circ}\text{C}$  – 10-ая величина с 1936 г., по Уральскому ФО:  $4.54^{\circ}\text{C}$  – вторая величина в ряду, после 2012 (аномалия  $5.82^{\circ}\text{C}$ ).

**Июль.** Осредненная по РФ аномалия температуры  $0.5^{\circ}\text{C}$  – 26-ая величина с 1936 года.

Экстремально теплые условия (температуры выше 95-го перцентиля) наблюдались в АЧР (осредненная по АЧР аномалия  $1.1^{\circ}\text{C}$  – восьмая величина с 1936 года): на Алтае, в Саянах, в районе Байкала (аномалии до  $4.5^{\circ}\text{C}$ ). Осредненная по региону Прибайкалье и Забайкалье аномалия  $2.86^{\circ}\text{C}$  – рекордная величина с 1936 года.

Экстремально тепло также на Чукотке (аномалии до  $4.3^{\circ}\text{C}$ ).

Особенность июля: область холода на севере ЕЧР, особенно холодно в Карелии (аномалии до  $-2.9^{\circ}\text{C}$ ), на Урале (аномалии до  $-5^{\circ}\text{C}$ ), в Западной Сибири. Осредненная по ЕЧР аномалия  $-0.98^{\circ}\text{C}$  – 13-ая

среди отрицательных аномалий. Из федеральных округов следует отметить Северо-Западный ФО (аномалия:  $-2.43^{\circ}\text{C}$  – шестая величина среди отрицательных аномалий).

**Август.** Осредненная по РФ аномалия температуры  $0.99^{\circ}\text{C}$  – 11-ая величина с 1936 г. Яркая особенность августа: экстремально тепло (температуры выше 95-го перцентиля, аномалии  $2^{\circ}\text{C}$ – $4^{\circ}\text{C}$ ) на юге Сибирского и в центре и юге Дальневосточного ФО. Осредненная по АЧР аномалия  $1.25^{\circ}\text{C}$  – 6-ая в ряду, а по регионам Прибайкалье и Забайкалье и Приамурье и Приморье:  $2.88^{\circ}\text{C}$  и  $2.34^{\circ}\text{C}$  – рекордные величины в соответствующих рядах.

Тепло также на западе и юге ЕЧР (в Краснодаре аномалия  $3.6^{\circ}\text{C}$ ).

Холодно в центральных и восточных районах ЕЧР, на Урале, в Западной Сибири, на Таймыре (на ряде станций Среднего Урала аномалии ниже  $-2^{\circ}\text{C}$ ).

**Осень.** Осредненная по РФ аномалия температуры  $0.93^{\circ}\text{C}$ . Тепло в ЕЧР (осредненная по региону аномалия  $1.46^{\circ}\text{C}$ ) и далее в северных и восточных районах АЧР. Особенно тепло на Таймыре и севере Среднесибирского плоскогорья (максимальная сезонная аномалия  $5.6^{\circ}\text{C}$  зафиксирована на станции ГМО им. Федорова). Тепло также на Украине (особенно в западных районах), в Беларуси, на большей части республик Средней Азии.

На юге Сибири осенью было холодно. Минимальная аномалия зафиксирована на Урале на станции Верхотурье:  $-1.2^{\circ}\text{C}$ . Холодно было также на севере Казахстана.

В **сентябре** очень тепло в ЕЧР (аномалия  $3.19^{\circ}\text{C}$  – вторая величина с 1936 года). Экстремально тепло (температуры на станциях выше 95-го перцентиля) в ЕЧР практически всюду (кроме востока и северо-востока), аномалии до  $5.5^{\circ}\text{C}$  (в Краснодаре). Осредненные по всем федеральным округам ЕЧР аномалии – среди пяти наибольших.

В **октябре** холодно на большей части ЕЧР (аномалия  $-0.56^{\circ}\text{C}$ ) и на большей части Западной Сибири; тепло в центре и на востоке АЧР (особенно на Таймыре и на Чукотке: аномалии до  $5.6^{\circ}\text{C}$  на ГМО им. Федорова) и на севере ЕЧР.

**Ноябрь** – очень контрастный месяц в сезоне. Очень тепло (аномалии до  $8.3^{\circ}\text{C}$ ) на севере АЧР, особенно тепло на Таймыре, тепло в ЕЧР (аномалии  $3.3^{\circ}\text{C}$  на юге).

На юге Сибири очень холодно (аномалии в районе Байкала до  $-5^{\circ}\text{C}$ ). Холодно (аномалии до  $-2.5^{\circ}\text{C}$ ) также в Корякском АО, на Камчатке.

### ***Атмосферные осадки***

Все приводимые в данном разделе оценки, как и для температуры, получены по данным станционных наблюдений месячного разрешения. Данные осреднены сначала внутри календарных сезонов каждого года и за год в целом, а затем – по территории регионов. Зимний сезон и год включают декабрь 2014 года. Количество осадков, выпавших за год/сезон представлено ниже в мм/месяц (средняя за год/сезон месячная сумма осадков).

Географические особенности распределения осадков на территории РФ в 2015 г. подробнее представлены на рисунках 2.3 и 2.4, где приведены поля аномалий годовых, сезонных и месячных сумм осадков в процентах от нормы (среднего за 1961-1990 гг.). Регионально осредненные аномалии осадков в 2015 г. приведены в табл.2.3 в мм/месяц и в процентах от нормы (также в таблице для каждого значения аномалии приведена вероятность неперевышения относительно периода 1936-2014гг.). В таблице 2.4 приведены относительные аномалии месячных сумм осадков (в процентах от нормы) в 2015 г. в рассматриваемых регионах России.

В целом по РФ за год количество выпавших осадков составило 105% нормы. Экстремальное увлажнение за год в целом отмечается в регионе Западная Сибирь (123% нормы – повторение рекорда 2002 г.). Экстремальный дефицит годовых осадков наблюдался в регионе Прибайкалье и Забайкалье (85% нормы – повторение минимума 1986 г.; в этом регионе рекордно сухим было лето (76% - ранг 1), сухой была также и осень). Из сезонов выделяется экстремально снежная зима: в целом по РФ выпало 119% нормы – 2-3-ья величина после рекордного 1966 г. (136% нормы). Экстремально снежной зима была в АЧР (123% - ранг 3, особенно, в Средней Сибири (125% - ранг 3) и в Приамурье и Приморье (179% - ранг 1)). Экстремально влажно было весной в Сибирском ФО (129% - ранг 3) и летом в Уральском ФО (140% нормы – ранг 2).

На территории РФ избыток годовых осадков наблюдался на севере и востоке ЕЧР и, далее, в Западной и Средней Сибири, в Якутии, в Приамурье, на ряде станций Среднего Урала, Западной и Средней Сибири, на Сахалине, в Карелии количество выпавших осадков превысило 95-й процентиль. Дефицит осадков (менее 80% нормы) отмечался в районе Байкала, на Чукотке, на севере Камчатки, в дельте Оби - на ряде станций выпало менее 5-го процентиля осадков. Дефицит осадков отмечался также на западе и юге ЕЧР.

Таблица 2.3

Средние годовые (декабрь - ноябрь.) и сезонные аномалии осадков для физико-географических регионов России и федеральных округов РФ в 2015 году:

$\nu R$  (мм/месяц)- отклонения от средних за 1961-1990 гг;  $RR$ – отношение  $R_{2014}$  к норме, выраженное в %;  $P(r \leq R_{2014})$  Вероятности непревышения (в скобках в столбце  $\nu R$ ) – рассчитаны по данным за 1936-2014 гг. и выражены в %, (выделены значения, попавшие в 5% максимальных или минимальных).

| Регион                                      | Год              |            | Зима              |            | Весна            |            | Лето             |            | Осень       |     |
|---|------------------|------------|-------------------|------------|------------------|------------|------------------|------------|-------------|-----|
|   | $\nu R$ (P)      | RR         | $\nu R$ (P)       | RR         | $\nu R$ (P)      | RR         | $\nu R$ (P)      | RR         | $\nu R$ (P) | RR  |
| Россия                                      | 2.1 (84)         | 105        | <b>4.5 (99)</b>   | <b>119</b> | 4.2 (92)         | 115        | -0.8 (41)        | 99         | 0.4 (48)    | 101 |
| <b>Физико-географические регионы России</b> |                  |            |                   |            |                  |            |                  |            |             |     |
| Европейская часть РФ                        | 1.3 (66)         | 103        | 5.3 (84)          | 114        | 3.4 (67)         | 109        | -1.9 (41)        | 97         | -1.9 (40)   | 96  |
| Азиатская часть РФ                          | 2.4 (89)         | 107        | <b>4.2 (98)</b>   | <b>123</b> | <b>4.6 (96)</b>  | <b>119</b> | -0.4 (41)        | 99         | 1.3 (61)    | 103 |
| Западная Сибирь                             | <b>8.8 (99)</b>  | <b>123</b> | 7.4 (92)          | 133        | 7.1 (89)         | 125        | 15.1 (67)        | 124        | 5.5 (90)    | 113 |
| Средняя Сибирь                              | 2.8 (81)         | 109        | <b>4.4 (98)</b>   | <b>125</b> | <b>5.4 (98)</b>  | <b>108</b> | 2.4 (69)         | 105        | -1.1 (29)   | 97  |
| Прибайкалье и Забайкалье                    | <b>-5.2 (1)</b>  | <b>85</b>  | 0.2 (48)          | 102        | 1.5 (65)         | 100        | <b>-19.0 (0)</b> | <b>76</b>  | -3.4 (13)   | 88  |
| Приамурье и Приморье                        | 3.4 (81)         | 106        | <b>11.7 (100)</b> | <b>179</b> | 10.7 (92)        | 128        | -11.4 (40)       | 89         | 2.5 (68)    | 104 |
| Восточная Сибирь                            | 0.8 (41)         | 98         | -1.1 (61)         | 95         | -0.8 (51)        | 96         | -2.7 (73)        | 95         | 1.9 (56)    | 105 |
| <b>Федеральные Округа РФ</b>                |                  |            |                   |            |                  |            |                  |            |             |     |
| Северо-Западный                             | 2.9 (72)         | 106        | <b>11.5 (99)</b>  | <b>133</b> | 1.2 (56)         | 104        | 3.8 (63)         | 106        | -3.9 (33)   | 93  |
| Центральный                                 | -2.0 (40)        | 96         | 6.6 (75)          | 116        | 2.9 (61)         | 107        | -7.4 (35)        | 90         | -5.4 (39)   | 90  |
| Приволжский                                 | 2.6 (80)         | 106        | 4.3 (77)          | 112        | 2.0 (51)         | 106        | 3.1 (66)         | 105        | 1.1 (58)    | 102 |
| Южный                                       | -2.3 (38)        | 95         | -5.4 (34)         | 88         | 8.1 (80)         | 121        | -13.4 (10)       | 73         | 1.0 (56)    | 102 |
| Северо-Кавказский                           | -3.5 (18)        | 93         | -7.8 (22)         | 84         | 7.2 (75)         | 113        | -9.8 (23)        | 84         | -4.4 (29)   | 92  |
| Уральский                                   | <b>9.3 (100)</b> | <b>123</b> | <b>7.8 (95)</b>   | <b>132</b> | 3.3 (65)         | 112        | <b>26.3 (98)</b> | <b>140</b> | -0.2 (51)   | 100 |
| Сибирский                                   | 2.6 (80)         | 107        | <b>4.7 (95)</b>   | <b>126</b> | <b>6.8 (98)</b>  | <b>129</b> | -2.9 (16)        | 96         | 2.2 (62)    | 106 |
| Дальневосточный                             | 0.3 (54)         | 101        | 2.5 (90)          | 114        | 3.0 (87)         | 113        | -5.6 (19)        | 91         | 1.1 (57)    | 103 |
| Крымский                                    | 6.1 (86)         | 115        | 6.2 (76)          | 113        | <b>19.0 (96)</b> | <b>151</b> | 1.9 (63)         | 104        | -2.6 (38)   | 93  |

*Зима 2014/15 г.* была экстремальная по количеству выпавших осадков (осредненные по РФ осадки составили 119% нормы – вторая величина с 1936 г.).

В АЧР (осадки составили 123% нормы – третья величина с 1936 г.) значительный избыток осадков (количество выпавших осадков на станциях превысило 95-процентиль) наблюдался в бассейнах рек Оби и Иртыша (на станции Игарка выпало 216% нормы, на станции Туруханск - 208% нормы). Осредненные по региону Средняя Сибирь осадки 125% нормы – третья величина с 1936 г. Значительный избыток осадков наблюдался также в Приамурье и Приморье (осредненные по региону осадки: 179% нормы – максимальная величина в ряду), на многих станциях выпало более двух норм осадков.

В ЕЧР избыток осадков наблюдался в центральных и северных районах, особенно много осадков выпало в Карелии и на востоке ЕЧР (на ряде станций - более полутора норм).

На востоке Якутии и далее на Чукотке и севере Камчатки наблюдался сильный дефицит осадков (80%-40% нормы). Дефицит осадков наблюдался также на юге ЕЧР (100% - 80%), на Алтае (80%-60%), в Забайкалье (100% - 80%).

Основной вклад в зимние осадки дали январь (127% нормы) и февраль (137%) в АЧР (соответственно 5-й и 3-й). Экстремально снежной (осадки выше 95-го процентиля) была зима в Западной Сибири и в Приамурье.

*Январь* – наиболее «снежный» месяц в сезоне. Осредненные по России осадки: 123% нормы - пятая величина с 1936 г., особенно много осадков выпало в АЧР (осредненные по АЧР осадки 127% нормы – пятая в ряду): в центральных и южных районах (кроме Саян и Приамурья), в Магаданской области (в Магадане выпало около пяти норм). Осредненные по Сибирскому ФО осадки: 147% – вторая величина в ряду.

В ЕЧР значительный избыток осадков наблюдался в центральных и северных районах (до двух норм).

Дефицит осадков (менее 80% нормы) наблюдался на юге ЕЧР, на Южном Урале, на побережье Северного Ледовитого океана (от Новой Земли до Таймыра), а также на востоке Якутии, на Чукотке (менее 60% нормы), на севере Камчатки, а также на Алтае и в Саянах.

*Февраль.* Осредненные по РФ осадки 125% - десятая величина с 1936 г. В АЧР выпало 137% нормы – третья в ряду. Значительный избыток осадков (160%-200%) наблюдался в центральных районах Сибири, в Саянах, в Хабаровском крае, на Сахалине и Приамурье; осредненные по региону Приамурье и Приморье осадки: 202% нормы – четвертая величина в ряду (в Благовещенске выпало более пяти месячных норм). В ЕЧР (в среднем выпало 108%) избыток осадков (120%-160%) наблюдался всюду (кроме Южного, Северо-Кавказского и Поволжского ФО).

*Декабрь 2014 г.* Осредненные по РФ осадки составили 113% нормы. Осредненные по ЕЧР осадки: 115% (11-ая величина с 1936 г.), по АЧР: 110% (16-ая в ряду).

Наиболее значительный избыток осадков наблюдался в низовьях Амура, в Приморье, на ряде станций экстремальный. Избыток осадков наблюдался в Западной Сибири, и в низовьях Енисея (в Игарке выпало около 2, 5месячной нормы).

На ЕЧР значительный избыток осадков (до двух норм) наблюдался на северо-западе и в Поволжье.

Дефицит осадков (80%-40%) наблюдался на Дальнем Востоке, в особенности на побережьях Охотского и Восточно-Сибирского морей, в Якутии, в Забайкалье (< 40% месячной нормы). Так же мало осадков выпало на Алтае. Дефицит осадков в ЕЧР наблюдался в Южном ФО.

**Весной** осредненные по территории РФ осадки 115% нормы, особенно много осадков выпало в АЧР (119% нормы – третья величина в ряду).

Избыток осадков (более 120%) наблюдался на юге Уральского ФО, в Сибирском ФО (129% нормы – третья величина с 1936 г., на ряде станций выпало около двух норм), в центральных и юго-восточных областях Дальневосточного ФО.

В то же время на большей части ЕЧР отмечался сильный дефицит осадков (на ряде станций осадки ниже 5-го перцентиля).

Дефицит осадков (< 80% нормы) наблюдался также на севере и востоке Якутии, в Магаданской области, на западе Чукотки, на Среднем и Северном Урале, в Забайкалье.

Особенность **марта** – сильный дефицит осадков в ЕЧР далее в АЧР до течения Оби (осредненные по ЕЧР осадки 61% нормы – пятая среди наименьших величин). Еще одна особенность марта: экстремально влажно на большей части АЧР (осредненные по АЧР осадки 142% нормы – седьмая величина с 1936 года).

**Апрель.** Осредненные по РФ осадки: 125% нормы - пятая максимальная величина в ряду, осредненные по ЕЧР осадки 135% нормы – четвертая величина с 1936 года – на большей части ЕЧР наблюдался избыток осадков. Осредненные по АЧР осадки 120% нормы – седьмая в ряду. В АЧР значительный избыток осадков (более 140% нормы) наблюдался в центральных и южных районах (исключая юг Бурятии и Читинскую область, бассейн Амура), на Таймыре, в бассейне Колымы, на востоке Чукотки (осредненные по Сибирскому ФО осадки: 137% нормы – четвертая максимальная величина в ряду).

Сильный дефицит осадков (< 40% нормы) наблюдался на юге Бурятии и в Читинской области, в центральных районах Якутии, в Магаданской области.

**Май.** Осредненные по РФ осадки 113% - 21-ая величина в ряду.

Значительный избыток осадков (> 140%) наблюдался на Южном Урале, на Чукотке, в Приморье и на Сахалине, на севере Байкальского региона. Избыток осадков наблюдался также и на большей части ЕЧР (кроме Центрального Черноземья).

В Центральном Черноземье, на Среднем и Северном Урале, в низовьях Оби, на Среднесибирском плоскогорье, в Магаданской области, на Камчатке наблюдался сильный дефицит осадков (40%-80% нормы, на ряде станций менее 5-го перцентиля).

**Летом** осредненные по РФ осадки 99% нормы – 49-ая величина с 1936 года.

Летние осадки, осредненные по ЕЧР: 97%, дефицит осадков (80%-60% нормы) наблюдался здесь на западе и юге. Особенно сильный дефицит в Южном ФО: 73% нормы - среди девяти самых сухих летних сезонов. Летние осадки, осредненные по АЧР: 99%, значительный дефицит осадков наблюдался на юго-востоке и востоке, особенно в районе Байкала (осредненные по Прибайкалью и Забайкалью осадки 76% нормы – минимальная величина с 1936 года) и Приамурья (в основном за счет июля).

Еще одна особенность лета: значительный избыток осадков на севере и востоке европейской части, на Урале (особенно), на большей части Западной Сибири (особенно), на Таймыре – в этих районах избыток осадков наблюдался во все месяцы сезона; в нижнем течении Лены (в июле и августе). Осредненные по Уральскому ФО осадки 140% нормы – вторая величина с 1936 года.

Таблица 2.4

Месячные относительные аномалии осадков в регионах РФ в 2015 г.  
Зеленым цветом показаны месяцы, когда осадков выпало выше нормы,  
желтым – ниже нормы.

| Регионы                                     | Аномалии осадков (% нормы) |        |         |      |        |     |      |      |        |          |         |        |
|---|----------------------------|--------|---------|------|--------|-----|------|------|--------|----------|---------|--------|
|   | дек<br>14                  | январь | февраль | март | апрель | май | июнь | июль | август | сентябрь | октябрь | ноябрь |
| Российская Федерация                        | 113                        | 123    | 125     | 106  | 125    | 113 | 102  | 97   | 98     | 90       | 120     | 95     |
| <b>Физико-географические регионы России</b> |                            |        |         |      |        |     |      |      |        |          |         |        |
| Европейская часть России                    | 115                        | 118    | 108     | 61   | 135    | 122 | 105  | 103  | 82     | 72       | 100     | 119    |
| Азиатская часть России                      | 110                        | 127    | 137     | 142  | 120    | 109 | 100  | 95   | 103    | 97       | 131     | 79     |
| Западная Сибирь                             | 107                        | 149    | 149     | 134  | 134    | 116 | 103  | 134  | 133    | 112      | 120     | 103    |
| Средняя Сибирь                              | 111                        | 138    | 130     | 160  | 141    | 97  | 108  | 101  | 106    | 102      | 111     | 71     |
| Прибайкалье и Забайкалье                    | 92                         | 121    | 94      | 121  | 116    | 99  | 89   | 58   | 88     | 85       | 90      | 92     |
| Приамурье и Приморье                        | 183                        | 138    | 202     | 150  | 109    | 135 | 110  | 85   | 79     | 83       | 177     | 49     |
| Восточная Сибирь                            | 85                         | 94     | 116     | 137  | 84     | 79  | 89   | 87   | 103    | 97       | 147     | 70     |
| <b>Федеральные округа РФ</b>                |                            |        |         |      |        |     |      |      |        |          |         |        |
| Северо-Западный                             | 122                        | 151    | 126     | 70   | 120    | 113 | 108  | 113  | 97     | 89       | 91      | 101    |
| Центральный                                 | 112                        | 120    | 120     | 57   | 125    | 127 | 105  | 99   | 62     | 93       | 55      | 118    |
| Приволжский                                 | 130                        | 103    | 100     | 35   | 145    | 121 | 97   | 106  | 114    | 51       | 121     | 137    |
| Южный                                       | 102                        | 84     | 67      | 55   | 194    | 113 | 100  | 77   | 31     | 40       | 126     | 138    |
| Северо-Кавказский                           | 72                         | 88     | 98      | 98   | 99     | 138 | 110  | 73   | 62     | 55       | 116     | 103    |
| Уральский                                   | 122                        | 132    | 146     | 119  | 119    | 103 | 124  | 158  | 136    | 86       | 117     | 98     |
| Сибирский                                   | 104                        | 147    | 136     | 154  | 137    | 113 | 90   | 87   | 109    | 109      | 116     | 88     |
| Дальневосточный                             | 109                        | 107    | 133     | 139  | 105    | 106 | 102  | 84   | 90     | 91       | 149     | 65     |
| Крымский                                    | 103                        | 133    | 103     | 137  | 146    | 167 | 165  | 98   | 35     | 5        | 159     | 118    |

**Июнь.** Осредненные по РФ осадки 102% нормы – 42-ая величина с 1936 года. Осредненные по ЕЧР осадки 105%, по АЧР - 100%.

Особенность июня: значительный избыток осадков (> 120%, на ряде станций более двух норм) в центре ЕЧР, а также на севере и востоке европейской части, и, далее, на Урале, в центре и на севере Западной Сибири, на Таймыре, в бассейне Лены, на Чукотке, на юге, в Приморье. Значительный избыток осадков отмечался в Крымском ФО (165% нормы – вторая величина с 1936 г.).

Другая особенность июня: большая область дефицита осадков (80%-40% нормы осадков, на ряде станций менее 5-го перцентиля) в центре АЧР. Дефицит осадков в АЧР наблюдался также в горах Забайкалья и Дальнего Востока, на севере Камчатки и в течении Колымы. Дефицит осадков в ЕЧР наблюдался на западе (в Тверской, Новгородской, Псковской, Ленинградской областях), и в Прикаспии и в Поволжье.

**Июль.** Осредненные по РФ осадки 97% нормы – 46-ая величина с 1936 года. Осредненные по азиатской части России осадки 95%. Сильный дефицит осадков (80%-40% нормы) наблюдался в Забайкалье (особенно) и на юге Якутии, на многих станциях Забайкалья выпало менее 5-го перцентиля осадков. Осредненные по Прибайкалью и Забайкалью осадки: 58% нормы – минимальная величина с 1936 года. Сильный дефицит осадков (80%-40% нормы) наблюдался также на Чукотке.

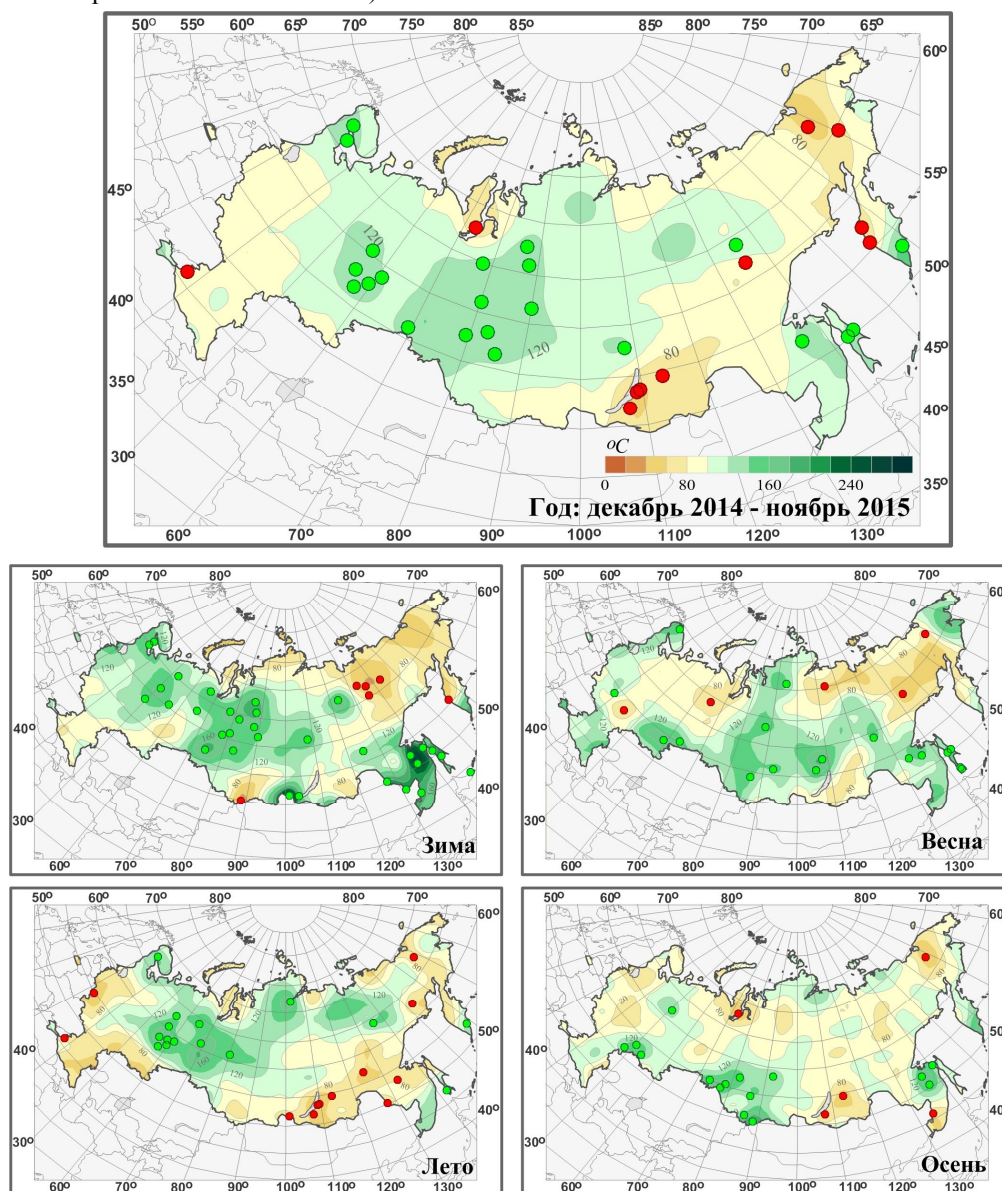
Большая область значительного избытка осадков (> 120% нормы) наблюдалась в центре и на востоке европейской части, в Западной Сибири (осредненные по региону Западная Сибирь осадки 134% – 4-ая величина с 1936 года), на западе Среднесибирского плоскогорья, и, далее, в нижнем течении Лены и в течении Алдана.

**Август.** Осредненные по РФ осадки 98% нормы – 52-ая величина с 1936 года. Осредненные по европейской части России осадки 82%, по азиатской части – 103%.



В западных (особенно), центральных и южных районах ЕЧР наблюдался сильный дефицит осадков (80%-20%), на многих станциях количество выпавших осадков менее 5-го перцентиля. В Южном ФО выпало 31% нормы – вторая величина после рекордного августа 1986 года (26%). В АЧР дефицит осадков (< 80% нормы) наблюдался в дельтах Оби и Енисея, на Алтае, в Саянах, в районе Байкала, в горах Дальнего Востока, вдоль побережья Охотского моря.

Значительный избыток осадков (> 120% нормы) наблюдался на севере и на востоке европейской части России и, далее, в азиатской части полосой: от юго-запада до северо-востока, особенно значительный избыток осадков - на юге и в центре Западной Сибири (осредненные по Западной Сибири осадки 133% – третья величина с 1936 г.).



**Рисунок 2.3** - Поля аномалий средних годовых (декабрь – ноябрь) и сезонных сумм осадков (в процентах от нормы за 1961-1990 гг.) на территории России в 2014 г. Кружками красного цвета показаны станционные экстремумы ниже 5-го перцентиля, зеленого – выше 95-го перцентиля.

**Осень.** В целом за сезон осредненные по территории РФ осадки составили 101% нормы. Избыток осадков наблюдался в южных и восточных районах ЕЧР (наибольшее количество выпало на станциях в среднем течении Волги: более полутора норм) и, далее, в южных районах Западной и Средней Сибири (на многих станциях более 95-го перцентиля, или более полутора сезонных норм. Избыток осадков наблюдался также в дельте Амура.

Дефицит осадков наблюдался на западе и в центре ЕЧР (за счет экстремального октября в этих районах), а также на Северном Урале и, далее, в центральных районах АЧР и в районе Байкала и в Приморье.

**В сентябре** осредненные по ЕЧР осадки: 72% нормы - 7-ая среди минимальных величин. Сильный дефицит осадков (40%-80% нормы, количество выпавших осадков на станциях более 95-го процентиля) наблюдался в центральных и южных районах ЕЧР (в Южном, Северо-Кавказском, Крымском ФО: 40%, 55%, 5% нормы – 3-ья (среди наименьших), 5-6-ая (среди наименьших) и рекордный минимум с 1936 г).

Яркая особенность **октября** – значительный избыток осадков в АЧР (131% нормы – исторический максимум), особенно много осадков выпало в Приамурье и Приморье и в Восточной Сибири (177% и 147% нормы – третьи величины с 1936 г.).

Особенность **ноября**: значительный избыток осадков в ЕЧР (кроме центра; особенно в Приволжском ФО: 137% нормы – 7-ая величина с 1936 г.) и, далее, на юге АЧР (до течения Амура). Экстремальное количество осадков выпало на Алтае (на многих станциях более 95-го процентиля или более 2-х норм).

Дефицит осадков (менее 80% нормы) наблюдался на северном Урале и, далее, полосой по центральным районам АЧР до Чукотки и Камчатки, а также в Приамурье и Приморье (осредненные по региону осадки 49% нормы – 5-ая минимальная величина в ряду) и на Сахалине. На ряде станций количество выпавших осадков менее 5-го процентиля.

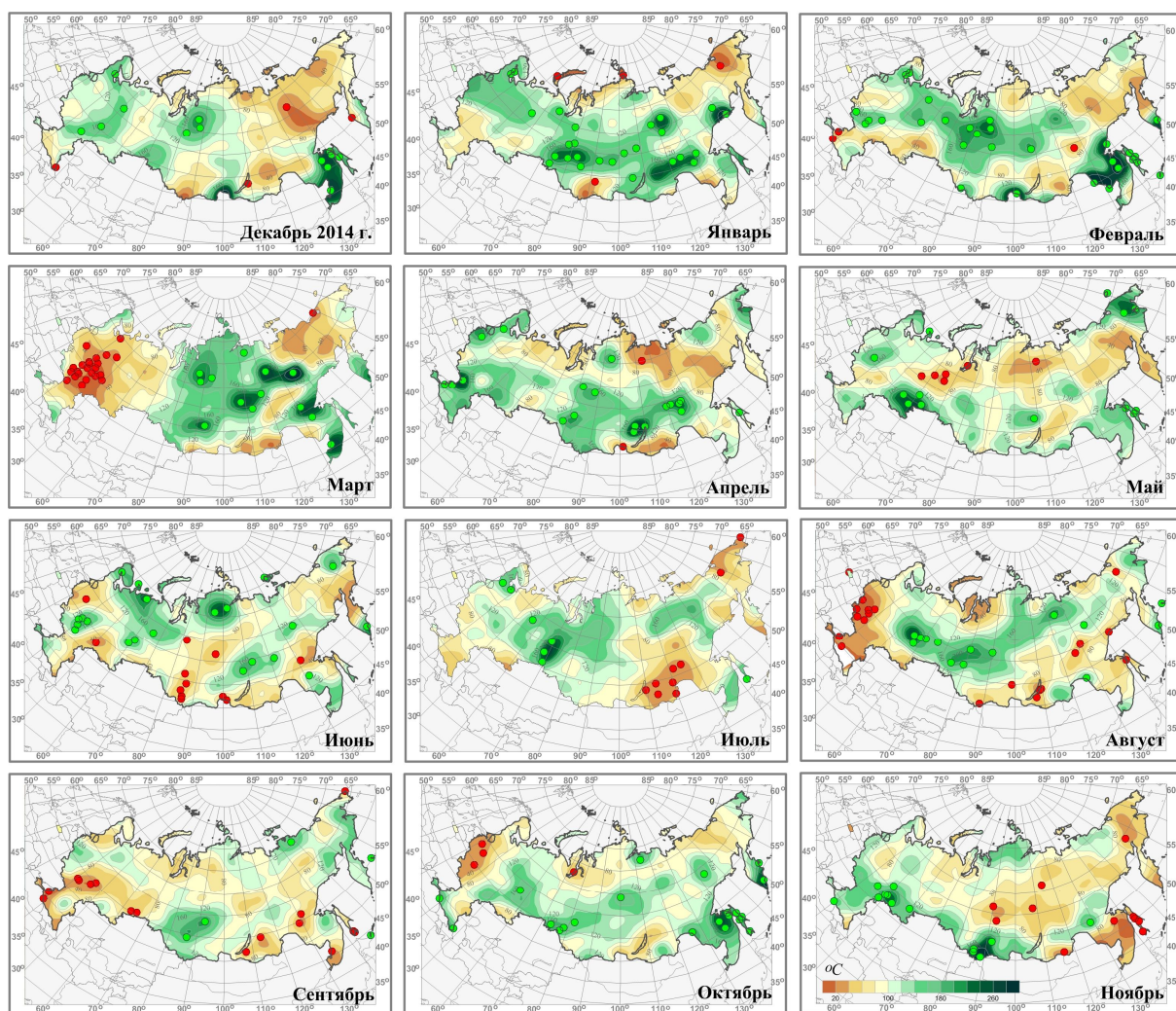


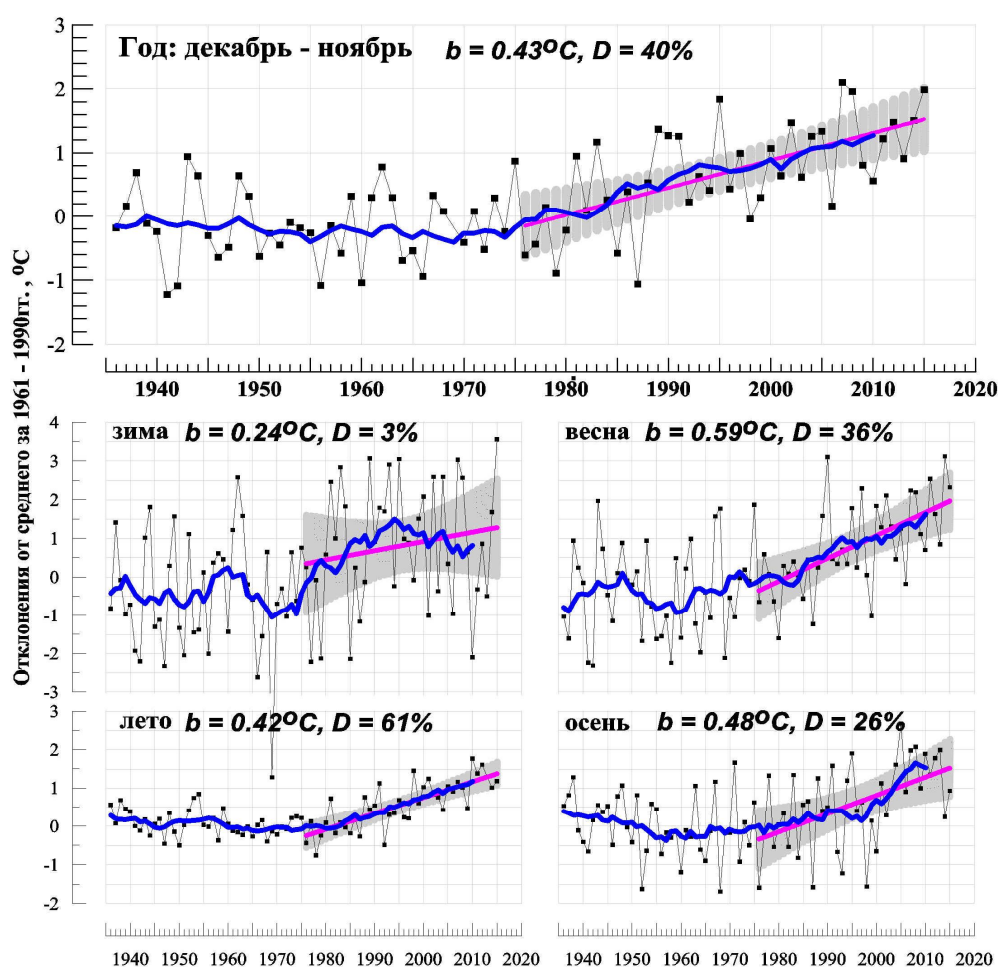
Рисунок 2.4 – Поля средних месячных аномалий осадков (% нормы) на территории России в 2015 г. Условные обозначения см. на рис. 2.3



### 3. ТЕНДЕНЦИИ СОВРЕМЕННЫХ ИЗМЕНЕНИЙ КЛИМАТА НА ТЕРРИТОРИИ РОССИИ.

В этом разделе рассматриваются численные оценки тенденций изменения (линейный тренд, характеризующий среднюю скорость изменения на заданном интервале) метеорологических величин с начала современного потепления, т.е. с середины 1970-х гг.: география изменений, т.е. распределение оценок тренда по территории РФ, временные ряды и оценки тренда для России в целом.

Временные ряды средних годовых и сезонных аномалий температуры и осадков, осредненных по территории России в целом, приведены на рисунках 3.1, и 3.2 за период с 1936 по 2015 гг. На всех временных рядах показан линейный тренд, характеризующий тенденцию (среднюю скорость) изменений температуры и осадков на интервале 1976 - 2015 гг., с 95%-й доверительной полосой.

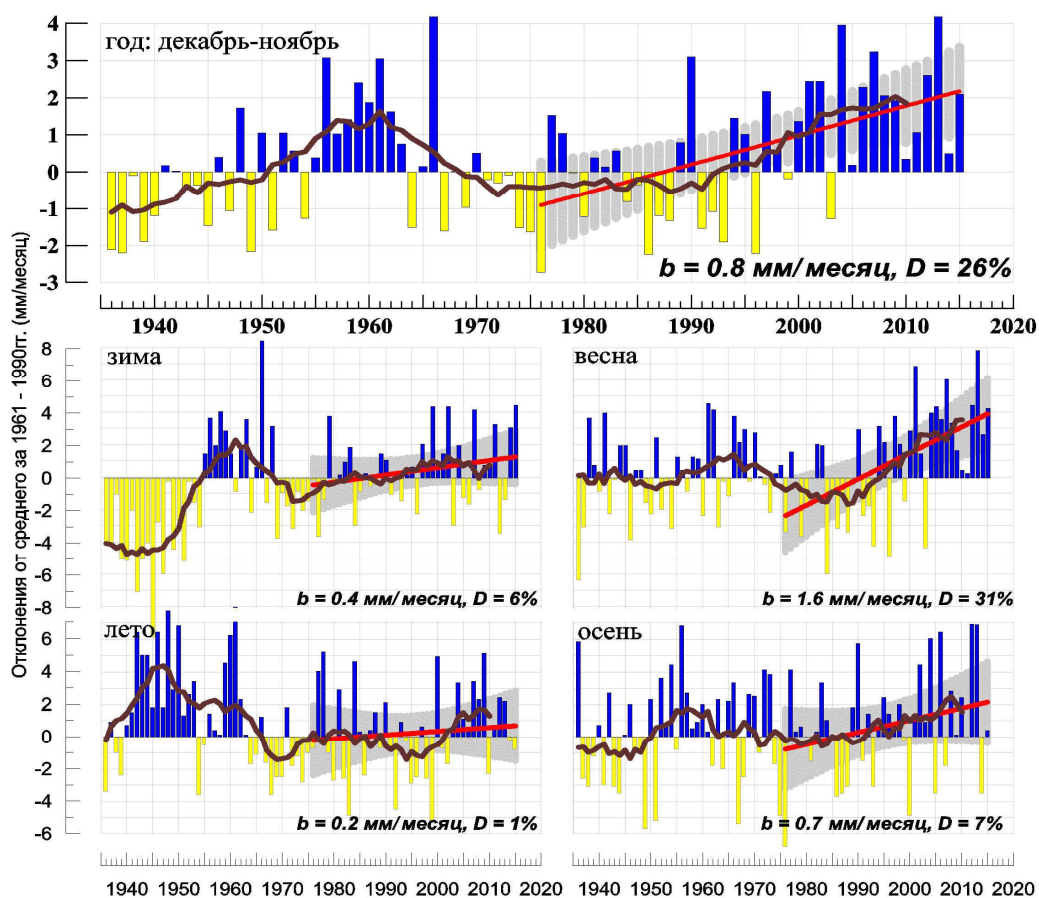


**Рисунок 3.1** - Средние годовые и сезонные аномалии температуры приземного воздуха ( $^{\circ}\text{C}$ ), осредненные по территории РФ, 1936-2015 гг.

*Аномалии рассчитаны как отклонения от среднего 1961-1990 гг. Показаны также 11-летнее скользящее среднее, линейный тренд за 1976-2014 гг. с 95%-й доверительной полосой.*

В таблице 3.1 приведены оценки линейного тренда регионально осредненной температуры приземного воздуха и месячных сумм атмосферных осадков для

территории РФ в целом за 1976-2015 гг. Тренды осадков выражены либо в мм / мес / 10 лет, либо в % нормы / 10 лет: для краткости в дальнейшем будем писать % / 10 лет.



**Рисунок 3.2** – Средние годовые и средние сезонные аномалии месячных сумм осадков (мм/месяц), осредненные по территории РФ, 1936 – 2015 гг. (Условные обозначения на рис.3.1)

Таблица 3.1

Оценки линейного тренда средних за год и сезоны аномалий температуры приземного воздуха и атмосферных осадков, осредненных по территории России, за 1976-2015 гг.,  $b$  – коэффициент линейного тренда,  $D\%$  - вклад тренда в дисперсию

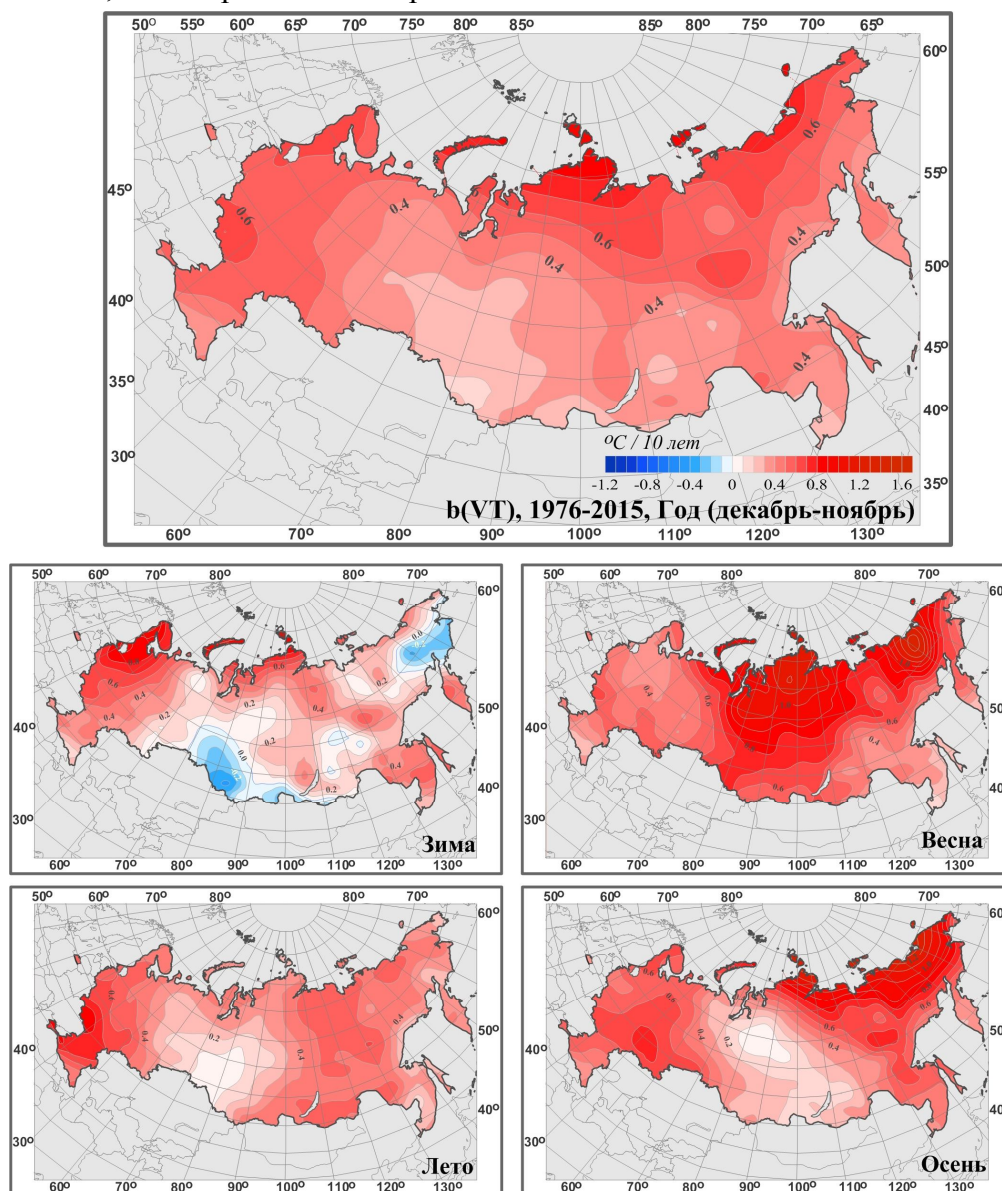
| Период осреднения | температура      |       | осадки               |                 |       |
|-------------------|------------------|-------|----------------------|-----------------|-------|
|                   | $b$<br>°C/10 лет | $D\%$ | $b$<br>мм/мес/10 лет | $b$<br>%/10 лет | $D\%$ |
| Год               | 0.43             | 40    | 0.8                  | 2.0             | 26    |
| Зима              | 0.24             | 3     | 0.4                  | 1.8             | 6     |
| Весна             | 0.59             | 36    | 1.6                  | 5.8             | 31    |
| Лето              | 0.42             | 61    | 0.2                  | 0.4             | 1     |
| Осень             | 0.48             | 26    | 0.7                  | 1.8             | 7     |

На рисунках 3.3 и 3.4 представлено географическое распределение коэффициентов линейных трендов температуры приземного воздуха и атмосферных осадков на территории России для 2015 года в целом и для сезонов года. Оценки

получены по стационарным временным рядам сезонных аномалий за 1976-2015 гг. в точках расположения станций и затем картированы.

Тенденции климатических изменений температуры, наблюдавшиеся в предыдущие годы, в основном сохраняются; среднегодовые, весенние и осенние температуры растут на всей территории РФ.

В среднем по территории России, тренд средних годовых температур составляет  $+0.41^{\circ}\text{C}/10$  лет, вклад тренда в дисперсию составляет 37%.



**Рисунок 3.3** - Средняя скорость изменения среднегодовой и средних сезонных температур приземного воздуха на территории России по данным наблюдений за 1976-2015 гг. (в  $^{\circ}\text{C}/10$  лет)

Наиболее интенсивное потепление наблюдается весной, особенно, в Западной Сибири и на Чукотке (до  $+1.4^{\circ}\text{C}/10$  лет), а также осенью, особенно, в Восточной Сибири ( $+1.2^{\circ}\text{C}/10$  лет) и на юге Урала (до  $+0.8^{\circ}\text{C}/10$  лет). Зимой и летом наибольшая скорость потепления прослеживается на ЕЧР (около  $+0.8^{\circ}\text{C}/10$  лет).

Зимой потепление значительно слабее. Выраженное потепление происходит в ЕЧР, на арктическом побережье от Кольского п-ова до Таймыра, в Приамурье и Приморье.

Тенденция к похолоданию (до  $-0.4^{\circ}\text{C}/10$  лет) по-прежнему отмечается зимой на северо-востоке России (по сравнению с 2014 годом скорость похолодания уменьшилась, что, по-видимому, связано с очень теплой зимой 2014/2015 гг.), а также на юго-востоке Западной Сибири, на юге и в центре Средней. Тренды незначимы ни для одного региона.

Следует отметить, что с середины 1990-х гг. прекратился рост зимних температур в целом по России (рис. 3.1). Линейный тренд за 1976-2014 гг. остается положительным, однако он резко уменьшился ( $0.24^{\circ}\text{C}/10$  лет против  $0.83^{\circ}\text{C}/10$  лет за период 1976-2000 гг.) и стал статистически незначим, т.е. гипотеза о линейном росте для зимних температур не подтверждается – это очевидно из формы сглаженной кривой на рис. 3.1. Это повлияло также и на скорость роста среднегодовой температуры, хотя и не столь значительно ( $0.43^{\circ}\text{C}/10$  лет за 1976-2015 гг. против  $0.49^{\circ}\text{C}/10$  лет за 1976-2000 гг.): тем не менее, рост среднегодовых, весенних, летних и осенних температур очевидно продолжается и значим на уровне 1%.

В целом за год по России осадки растут. Тренд среднегодовых осадков за 1976-2015 гг., в среднем по России, составляет  $2.0\%/10$ лет и описывает 26% межгодовой изменчивости (и в 2014 г.:  $2.0\%/10$ лет, 26%). Во все сезоны, кроме лета, осадки последних 15 лет заметно превышают осадки 1970-90х гг.

Количество осадков на территории РФ растет в основном за счет весеннего сезона ( $5.8\%/10$ лет, вклад в дисперсию ряда 31%) и осени ( $1.8\%/10$  лет, вклад в дисперсию 7%), однако тренды значительно менее выражены, чем для температуры. Зимой и летом тренд осадков в целом по России незначим.

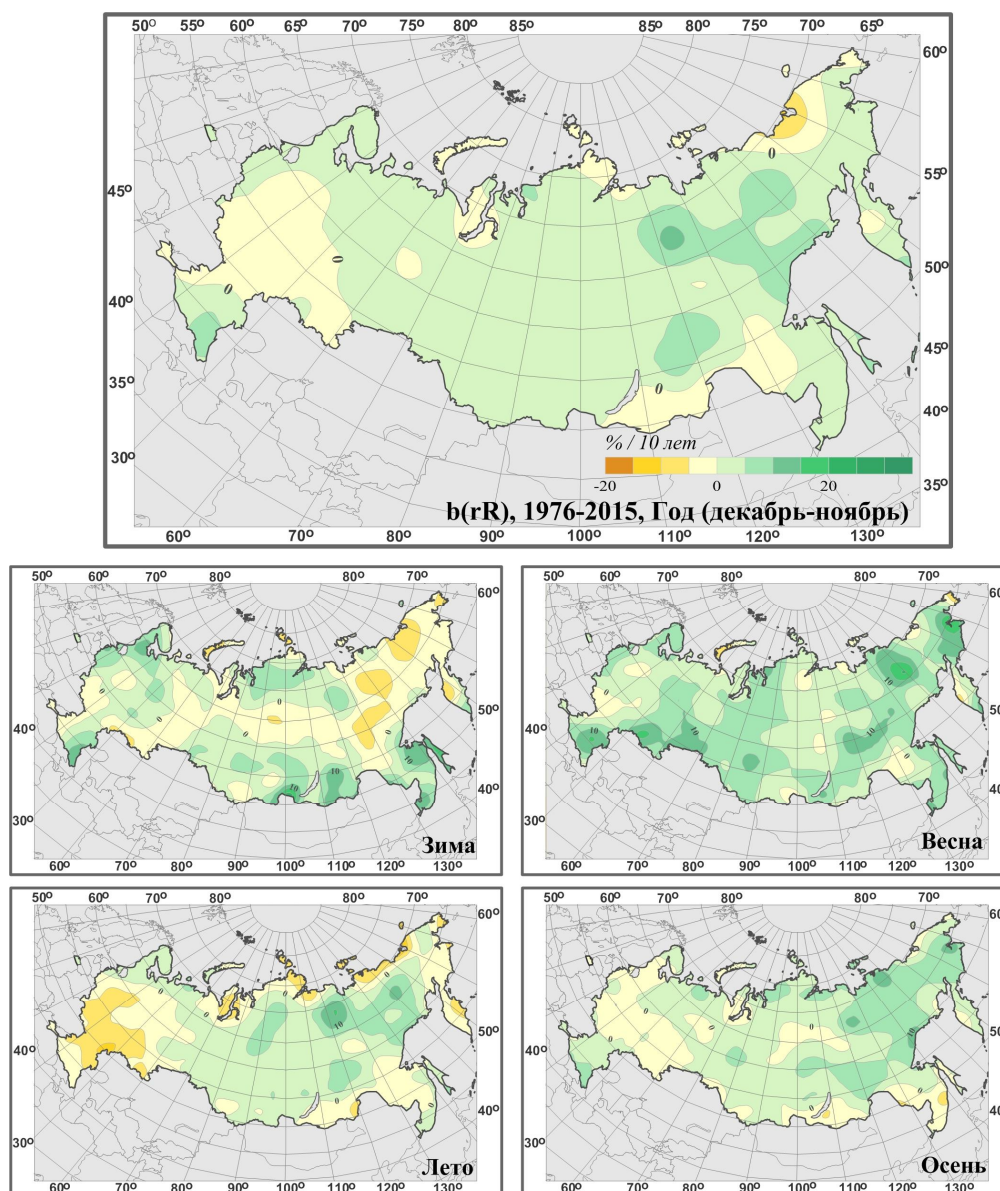
Пространственные распределения тренда за период 1976 – 2015 гг. указывают на наличие слабой тенденции к увеличению годовых сумм осадков на территории РФ (кроме ЕЧР, Забайкалья, Приамурья и Чукотки). Годовой тренд осадков на большей части территории России составляет от 0 до  $+5\%/10$  лет, а на юге ЕЧР, в отдельных районах Восточной Сибири - более  $+5\%/10$  лет.

Тенденция к убыванию осадков отмечается в ЕЧР ( $-5\%/10$  лет -  $0\%/10$  лет).

Наиболее заметна тенденция к росту осадков (со скоростью более 5% нормы за 10 лет) **весной** в Северном Прикаспии, на Южном Урале, в дальневосточных регионах России; **летом** - на севере и востоке АЧР; **осенью** - в дальневосточных районах России; **зимой** - на севере ЕЧР, на севере Средней Сибири, в южных районах АЧР, в Прикаспии.

Значительные по площади области с тенденцией к некоторому уменьшению (от 0 до  $-10\%/10$  лет) **зимних** осадков выделяются в Восточной Сибири, **летом** - в ЕЧР (до  $-5\%/10$  лет), **осенью** – в Приамурье.





**Рисунок 3.4** - Пространственные распределения локальных коэффициентов линейного тренда атмосферных осадков за 1976-2015 гг. на территории России (% / 10 лет), в среднем за год и по сезонам.

#### **4. ИЗМЕНЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ И ОСАДКОВ В РЕГИОНАХ РОССИИ, 1936-2015 гг.**

В разделе анализируется характер изменения регионально-осредненных температур и осадков для физико-географических регионов России и Федеральных округов. На рис. 4.1 – 4.6 приведены временные ряды осредненных по регионам аномалий средней месячной температуры приземного воздуха (°C) и месячных сумм осадков (мм/месяц) за 1936 – 2015 гг. На всех рисунках показаны линейные тренды за 1976-2015 гг., рассчитанные методом наименьших квадратов. В таблицах 4.1 - 4.3 приведены оценки линейных трендов регионально осредненных значений температуры и осадков за 1976-2015 гг. для физико-географических регионов и федеральных округов РФ.

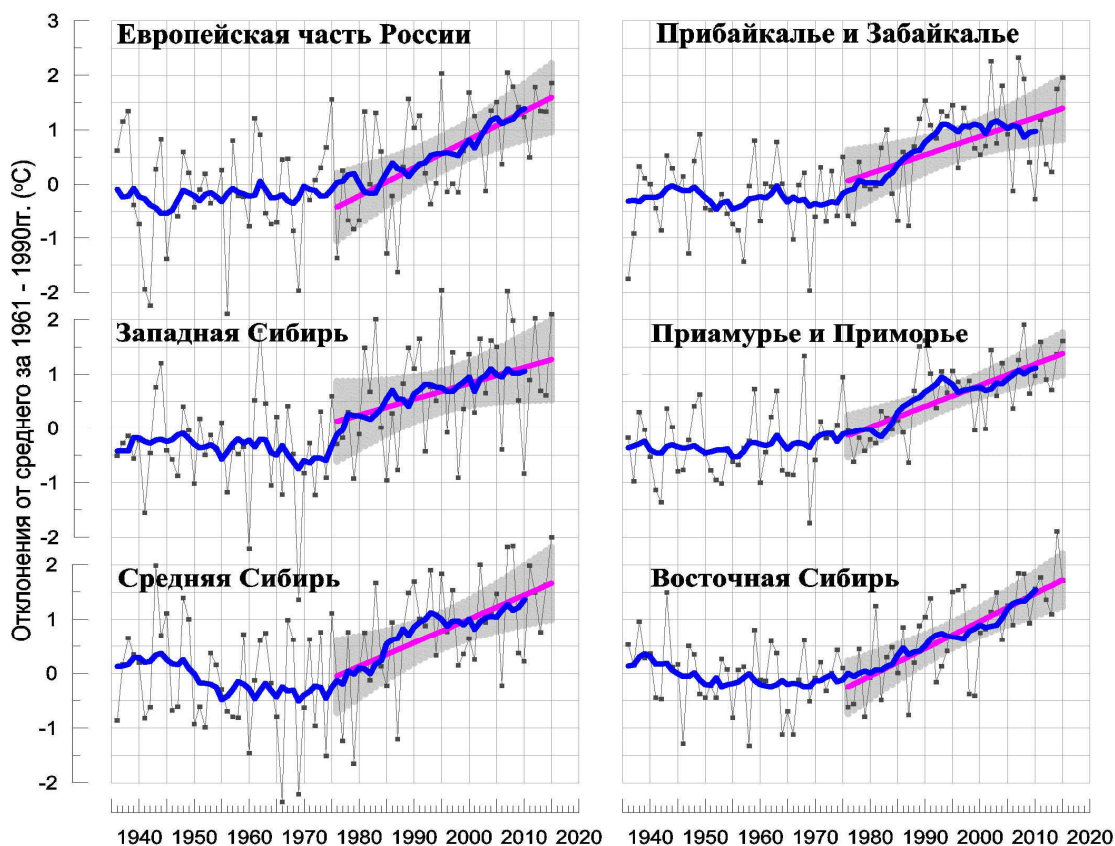
### Температура воздуха.

В среднем по территории России, тренд средних годовых температур составляет  $+0.43^{\circ}\text{C}/10$  лет, вклад тренда в дисперсию составляет 40%. Наиболее интенсивное потепление наблюдается в регионе Европейская часть России ( $+0.52^{\circ}\text{C}/10$  лет) и в регионе Восточная Сибирь ( $+0.51^{\circ}\text{C}/10$  лет, в основном, за счет весны и осени), а из Федеральных округов: летом - в Центральном ФО ( $0.69^{\circ}\text{C}/10$  лет), и осенью - в Приволжском ФО ( $0.65^{\circ}\text{C}/10$  лет) и в Дальневосточном ФО ( $0.63^{\circ}\text{C}/10$  лет).

Наиболее быстрый рост наблюдается весной и осенью ( $0.59^{\circ}\text{C}/10$  лет,  $0.48^{\circ}\text{C}/10$  лет), но на фоне межгодовых колебаний тренд больше всего выделяется летом (61% суммарной дисперсии). Зимой рост температуры наблюдался до середины 1990-х гг.

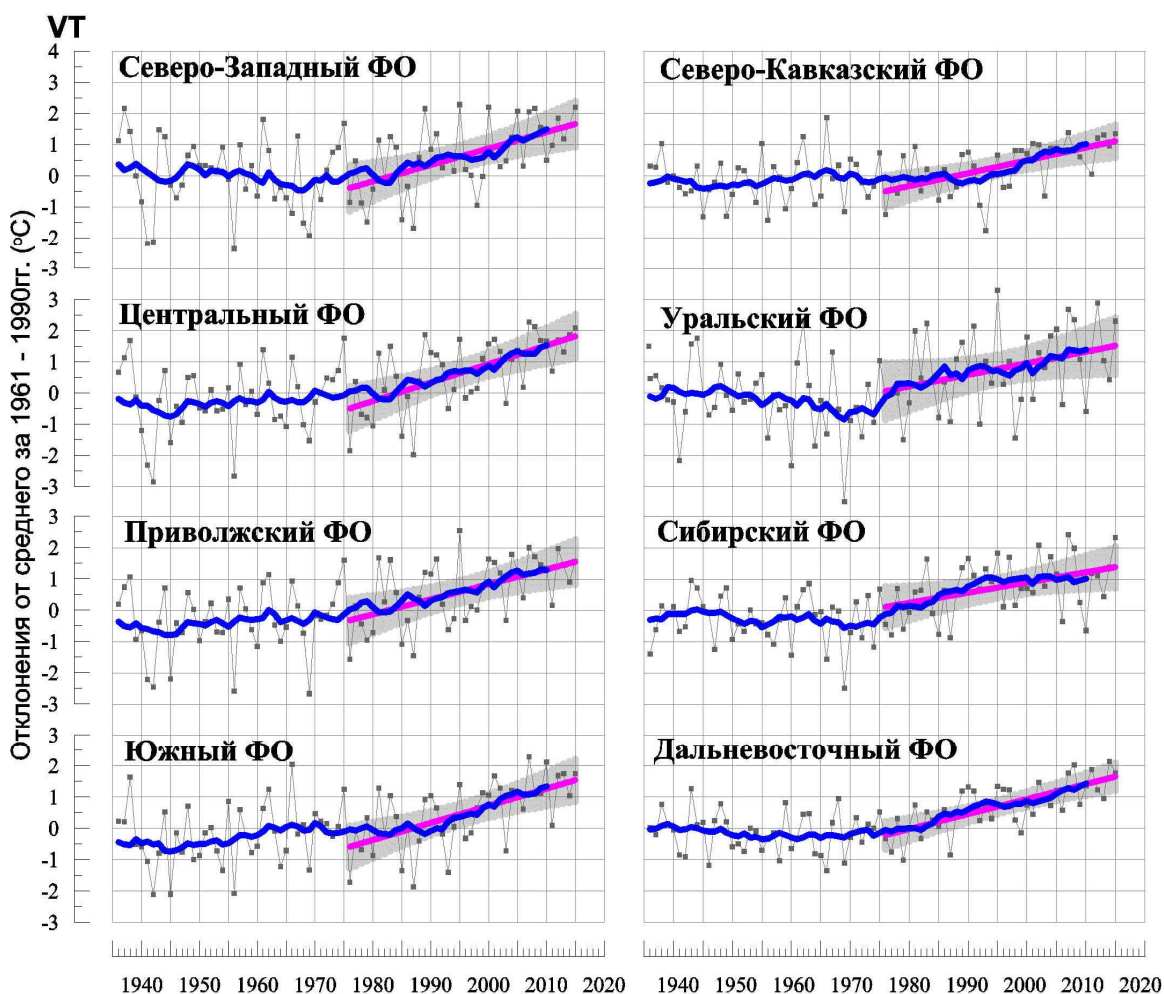
Температура за 1976-2015 гг. растет во всех регионах в среднем за год и во все сезоны, кроме зимы. Зимой отрицательный тренд наблюдается в регионе Западная Сибирь, кроме того, зимние тренды температуры незначимы (на 5% уровне) для всех регионов. Тренды среднегодовой температуры значимы во всех регионах, кроме Западной Сибири (где значим только весенний тренд).

В некоторых регионах азиатской части страны после середины 1990-х гг. наблюдалось замедление роста среднегодовой температуры и даже относительное похолодание (рис. 4.1); однако после 2000 г. потепление возобновилось, кроме Западной Сибири и Прибайкалья и Забайкалья.

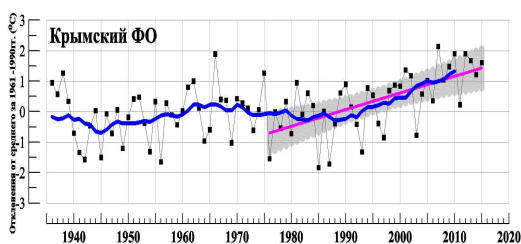


**Рисунок 4.1.** - Годовые аномалии температуры приземного воздуха ( $^{\circ}\text{C}$ ) для регионов России за 1936-2015 гг.

Аномалии рассчитаны как отклонения от среднего 1961-1990 гг. Показаны также 11- летнее скользящее среднее, линейный тренд за 1976-2015 гг. с 95%-й доверительной полосой.



**Рисунок 4.2.** - Годовые аномалии температуры приземного воздуха ( $^{\circ}\text{C}$ ) для федеральных округов РФ за 1936-2015 гг. Условные обозначения на рис.4.1

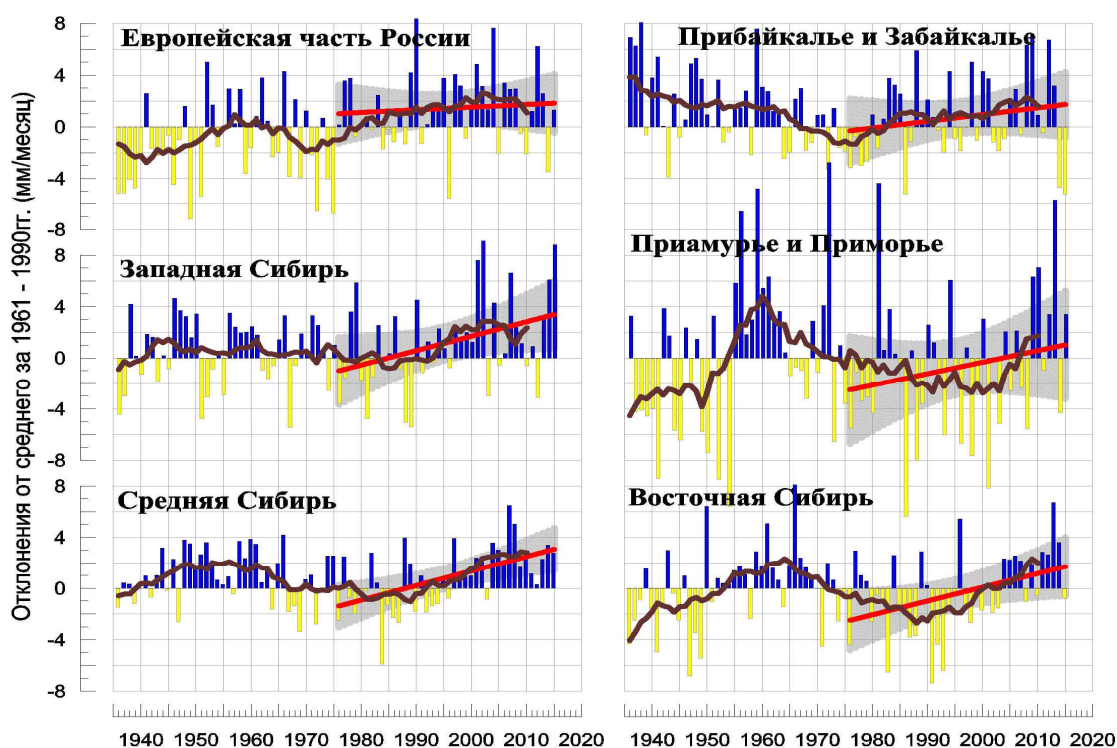


**Рисунок 4.3.** - Годовые аномалии температуры приземного воздуха ( $^{\circ}\text{C}$ ), осредненные по Крымскому ФО. Условные обозначения на рис.4.1

### **Атмосферные осадки**

Почти во всех регионах после максимума в 1950-60-х гг. наблюдалось уменьшение годовых осадков (рис. 4.4 - 4.6), которое сменилось ростом с 1970-90 гг., в зависимости от региона. Рост годовых осадков в последние десятилетия не отмечается лишь в Центральном, Приволжском и Крымском ФО. Однако тренды годовых осадков за 1976-2015 гг. значимы лишь для Средней Сибири, Восточной Сибири и для Азиатской части в целом, а также Сибирского и Дальневосточного ФО. Наиболее заметен рост годовых сумм осадков в регионах Средняя Сибирь и Восточная Сибирь (тренды 3.6% / 10 лет и 3.3% / 10 лет описывают 29% и 16% межгодовой изменчивости).

Из сезонов наибольший рост осадков, значимый во многих регионах, наблюдается весной (во всех регионах весенний тренд положителен). Летние осадки убывают в ЕЧР. В Средней Сибири осадки растут весной, летом и осенью (значимо).



**Рисунок 4.4.** - Годовые аномалии месячных сумм осадков (мм/месяц), для регионов России за 1936-2015 гг. Условные обозначения на рис.4.1

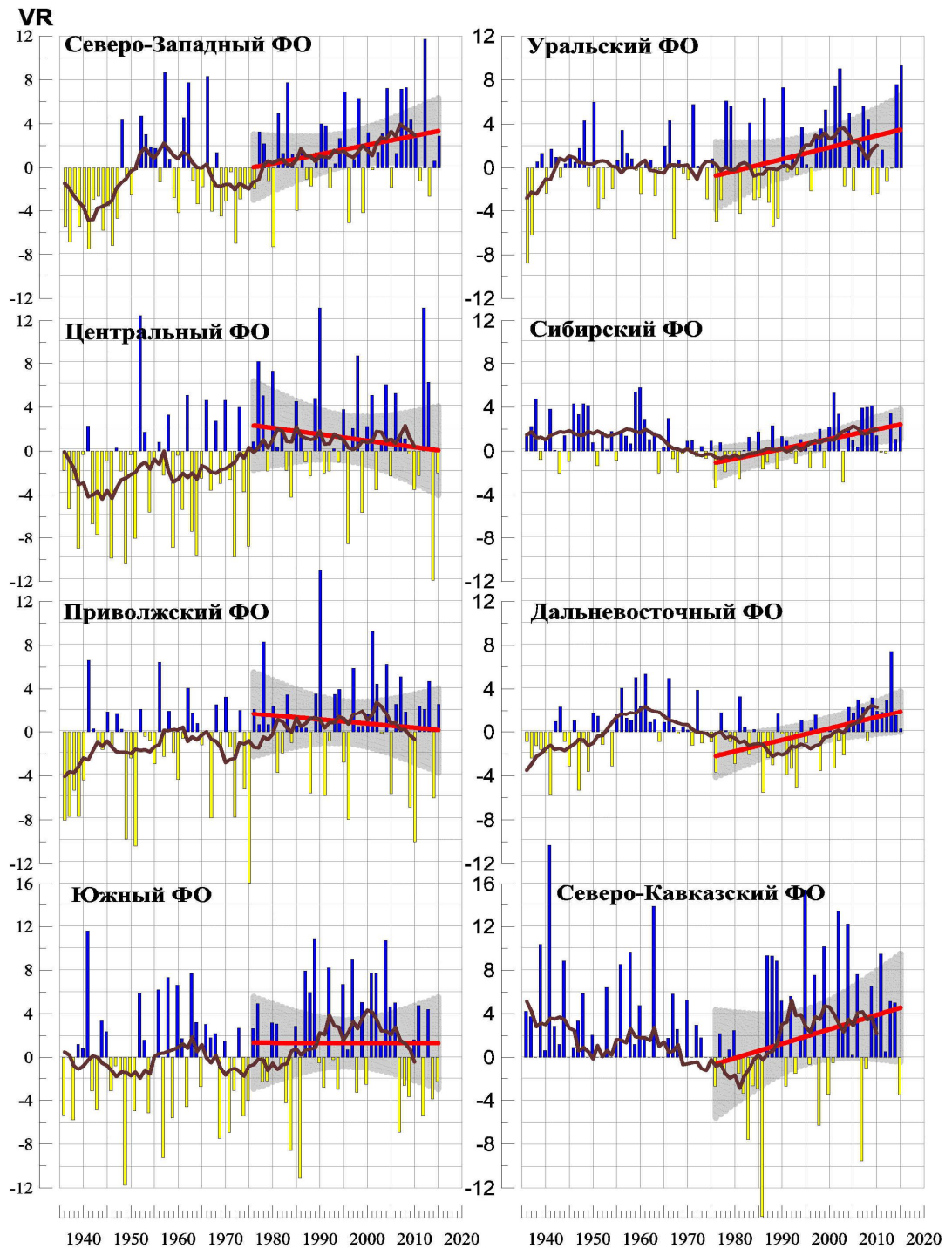
Таблица 4.1

Оценки линейного тренда среднегодовой (декабрь - ноябрь) температуры приземного воздуха, осредненной по территории России, ее физико-географических регионов и Федеральных округов за 1976-2015 гг.,  $b$ ,  $^{\circ}\text{C}/10$  лет – коэффициент линейного тренда,  $D\%$  - вклад тренда в дисперсию

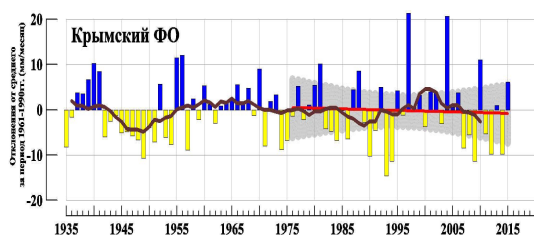
| Регион                                      | Год (д-н) |       | Зима  |       | Весна |       | Лето |       | Осень |       |
|---|-----------|-------|-------|-------|-------|-------|------|-------|-------|-------|
|   | $b$       | $D\%$ | $b$   | $D\%$ | $b$   | $D\%$ | $b$  | $D\%$ | $b$   | $D\%$ |
| Россия                                      | 0.43      | 40    | 0.24  | 3     | 0.59  | 36    | 0.42 | 61    | 0.48  | 26    |
| <b>Физико-географические регионы России</b> |           |       |       |       |       |       |      |       |       |       |
| Европейская часть РФ                        | 0.52      | 37    | 0.49  | 7     | 0.45  | 21    | 0.54 | 34    | 0.59  | 28    |
| Азиатская часть РФ                          | 0.40      | 35    | 0.15  | 1     | 0.65  | 34    | 0.37 | 58    | 0.44  | 19    |
| Западная Сибирь                             | 0.29      | 12    | -0.01 | 0     | 0.70  | 25    | 0.17 | 5     | 0.32  | 5     |
| Средняя Сибирь                              | 0.44      | 27    | 0.21  | 1     | 0.75  | 29    | 0.43 | 38    | 0.37  | 7     |
| Прибайкалье и Забайкалье                    | 0.34      | 23    | 0.10  | 0     | 0.54  | 20    | 0.50 | 43    | 0.23  | 5     |
| Приамурье и Приморье                        | 0.39      | 46    | 0.37  | 8     | 0.31  | 11    | 0.38 | 37    | 0.50  | 35    |
| Восточная Сибирь                            | 0.51      | 48    | 0.16  | 2     | 0.71  | 33    | 0.44 | 46    | 0.73  | 40    |
| <b>Федеральные округа РФ</b>                |           |       |       |       |       |       |      |       |       |       |
| Северо-Западный                             | 0.53      | 28    | 0.65  | 7     | 0.45  | 15    | 0.44 | 28    | 0.57  | 21    |
| Центральный                                 | 0.59      | 36    | 0.61  | 9     | 0.48  | 18    | 0.69 | 35    | 0.60  | 26    |



|                   |      |    |      |   |      |    |      |    |      |    |
|-------------------|------|----|------|---|------|----|------|----|------|----|
| Приволжский       | 0.48 | 27 | 0.32 | 3 | 0.46 | 16 | 0.48 | 18 | 0.65 | 25 |
| Южный             | 0.55 | 34 | 0.42 | 7 | 0.46 | 17 | 0.75 | 44 | 0.55 | 23 |
| Северо-Кавказский | 0.41 | 33 | 0.33 | 9 | 0.32 | 16 | 0.56 | 38 | 0.45 | 17 |
| Уральский         | 0.34 | 10 | 0.14 | 0 | 0.68 | 20 | 0.21 | 5  | 0.34 | 5  |
| Сибирский         | 0.33 | 14 | 0.05 | 0 | 0.69 | 29 | 0.33 | 35 | 0.24 | 4  |
| Дальневосточный   | 0.48 | 50 | 0.24 | 6 | 0.60 | 31 | 0.45 | 59 | 0.63 | 41 |
| Крымский          | 0.55 |    | 0.34 | 7 | 0.46 | 20 | 0.85 | 59 | 0.54 | 26 |



**Рисунок 4.5.** - Годовые аномалии месячных сумм осадков (мм/месяц) для федеральных округов РФ за 1936-2015 гг. Условные обозначения на рис.4.1



**Рисунок 4.6.** - Годовые аномалии месячных сумм осадков (мм/месяц), осредненные по Крымскому ФО. Условные обозначения на рис.4.1

Таблица 4.2

Оценки линейного тренда осредненных за год (декабрь-ноябрь) и по сезонам регионально осредненных месячных сумм атмосферных осадков для регионов России за 1976-2015 гг.:

$b$ , %/10 лет – коэффициент линейного тренда,  $D\%$  - вклад тренда в дисперсию

| Регион                                      | Год  |       | Зима |       | Весна |       | Лето |       | Осень |       |
|---|------|-------|------|-------|-------|-------|------|-------|-------|-------|
|   | $b$  | $D\%$ | $b$  | $D\%$ | $b$   | $D\%$ | $b$  | $D\%$ | $b$   | $D\%$ |
| Россия                                      | 2.0  | 26    | 1.8  | 6     | 5.8   | 31    | 0.4  | 1     | 1.8   | 7     |
| <b>Физико-географические регионы России</b> |      |       |      |       |       |       |      |       |       |       |
| Европейская часть России                    | 0.4  | 1     | 1.5  | 2     | 4.6   | 14    | -2.6 | 6     | 0.3   | 0     |
| Азиатская часть России                      | 2.7  | 42    | 2.1  | 6     | 6.4   | 33    | 1.4  | 9     | 2.6   | 17    |
| Западная Сибирь                             | 2.9  | 13    | 2.0  | 2     | 8.4   | 29    | 1.4  | 1     | 1.6   | 3     |
| Средняя Сибирь                              | 3.6  | 29    | 0.6  | 0     | 5.2   | 23    | 4.3  | 17    | 3.1   | 13    |
| Прибайкалье и Забайкалье                    | 1.5  | 3     | 4.1  | 9     | 4.5   | 7     | 0.2  | 0     | 2.4   | 3     |
| Приамурье и Приморье                        | 1.7  | 4     | 9.7  | 15    | 5.4   | 8     | -0.1 | 0     | 0.2   | 0     |
| Восточная Сибирь                            | 3.3  | 16    | 0.0  | 0     | 6.7   | 23    | 1.0  | 1     | 5.1   | 17    |
| <b>Федеральные округа РФ</b>                |      |       |      |       |       |       |      |       |       |       |
| Северо-Западный                             | 1.7  | 6     | 4.0  | 9     | 4.5   | 13    | 0.2  | 0     | 0.4   | 0     |
| Центральный                                 | -1.1 | 1     | 1.1  | 0     | 2.8   | 3     | -5.1 | 9     | -0.1  | 0     |
| Приволжский                                 | -0.9 | 0     | -0.6 | 0     | 5.3   | 7     | -4.1 | 6     | -1.5  | 1     |
| Южный                                       | 0.0  | 0     | -1.0 | 1     | 4.3   | 5     | -4.5 | 4     | 2.0   | 1     |
| Северо-Кавказский                           | 2.4  | 6     | 2.9  | 3     | 5.6   | 9     | -1.5 | 1     | 3.2   | 2     |
| Уральский                                   | 2.6  | 9     | 1.6  | 1     | 8.5   | 24    | 0.9  | 4     | 1.6   | 2     |
| Сибирский                                   | 2.5  | 26    | 2.2  | 4     | 5.7   | 18    | 1.8  | 7     | 2.1   | 6     |
| Дальневосточный                             | 2.8  | 20    | 1.9  | 3     | 6.3   | 29    | 1.2  | 2     | 3.2   | 16    |
| Крымский                                    | -0.8 | 0     | -1.2 | 0     | -0.6  | 0     | -4.0 | 2     | 3.7   | 1     |

## 5. ОЦЕНКИ ЭКСТРЕМАЛЬНОСТИ И АНОМАЛЬНОСТИ КЛИМАТА РОССИИ, 1936-2015 гг.

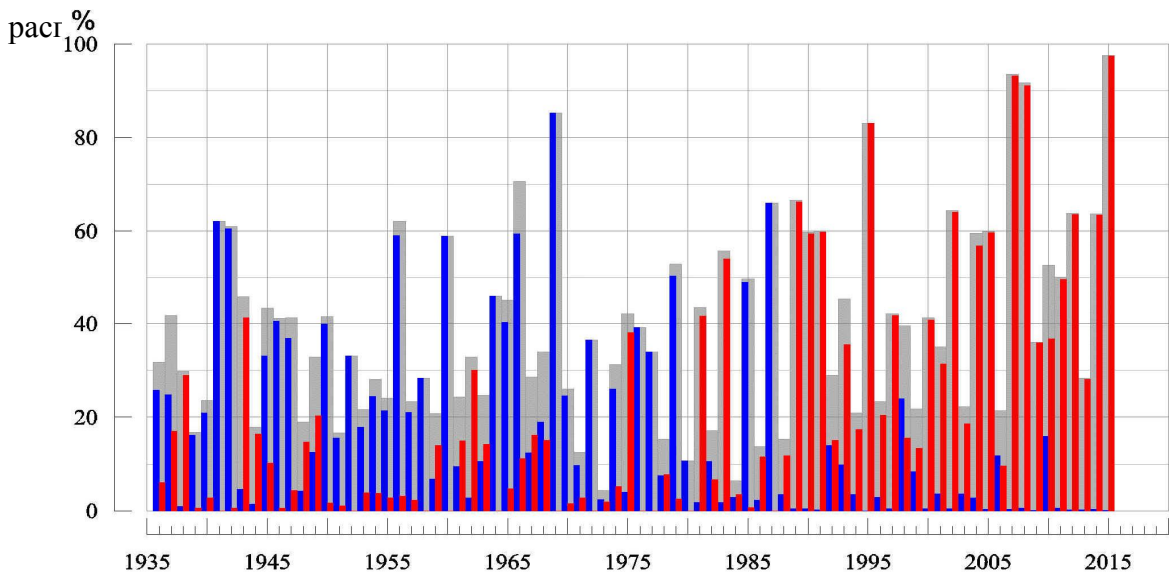
В разделе приведены временные ряды индексов экстремальности и аномальности для года в целом по территории России за период 1936 -2015 гг. (рис. 5.1. – 5.4). В качестве индексов экстремальности рассматриваются доли площади под крупными аномалиями температуры и осадков (вероятности непревышения  $\leq 20\%$ ,  $\geq 80\%$ ), а также экстремальными (абсолютная величина превосходит  $2\sigma$ ) аномалиями температуры.

**Температура.** До 1980-х гг. (рис. 5.1) преобладали отрицательные аномалии температуры, а с начала 1990-х – положительные. В 2015 г. доля площади под крупными положительными аномалиями температуры составила 97% - максимальное

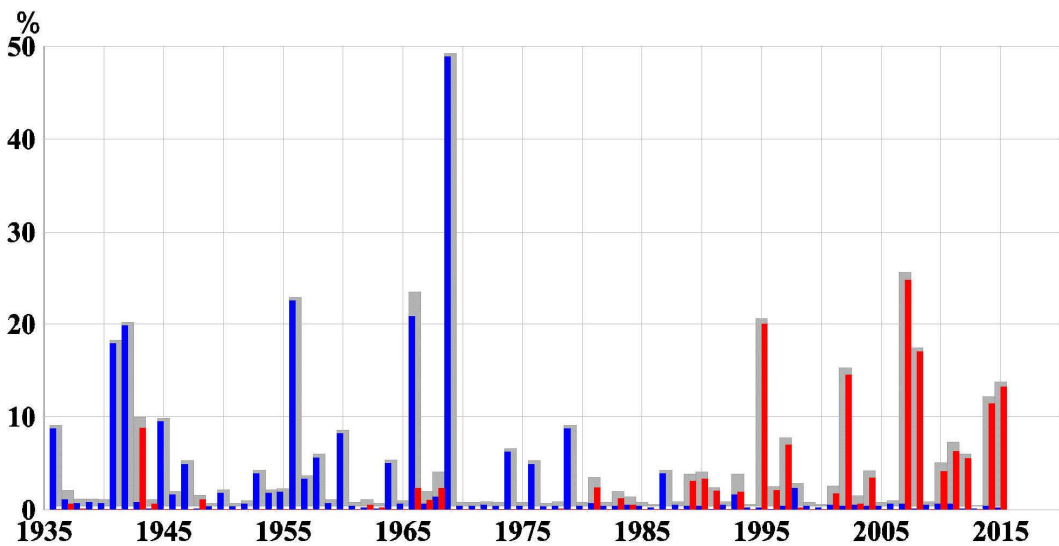


значение в ряду, предыдущий максимум наблюдался в 2007 и составлял 93%). Тренд площади под крупными положительными аномалиями с 1976 г. составил 14.6% /10 лет, объясняет 35% дисперсии.

На рис.5.2 представлены ряды доли площади под экстремальными (выше  $+2\sigma$  и ниже  $-2\sigma$ ) аномалиями сезонной температуры (в предположении гауссовости распределения это соответствует примерно 2.3% процента для каждого хвоста



**Рисунок 5.1** - Доля площади РФ (в процентах) с крупными сезонными аномалиями температуры, 1936-2015 гг. (год: декабрь 2014 – ноябрь 2015):  
█ ниже 20-го перцентиля, █ выше 80-го перцентиля,  
█ суммарная площадь с крупными аномалиями обоих знаков.

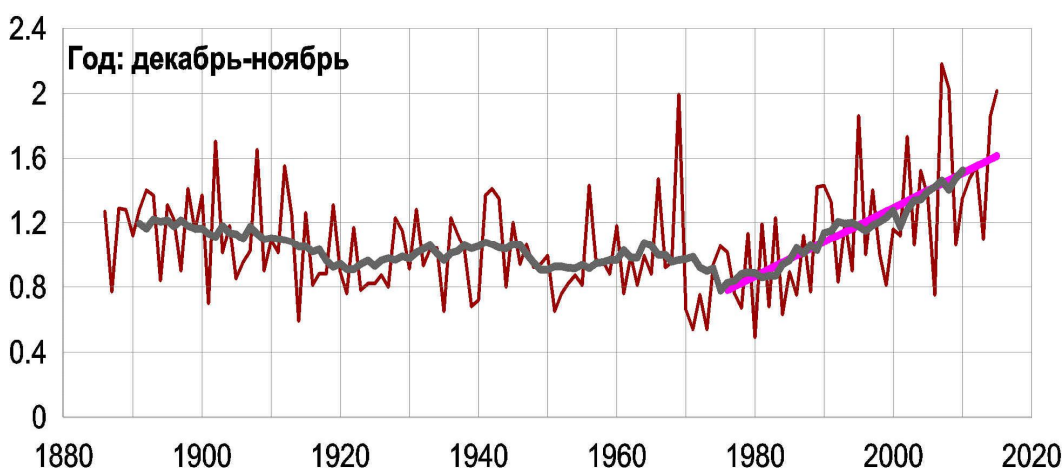


**Рисунок 5.2** - Доля площади с экстремальными (годовая нормированная аномалия меньше  $-2$ : синие столбики, больше  $+2$ : красные столбики; суммарная площадь с этими аномалиями: серые столбики) аномалиями температуры для года в целом для России, 1936-2015 гг. Базовый период для расчета статистик: 1961-1990 гг.

С конца 1980-х гг. наблюдается значительный рост доли площади с положительными экстремумами; за последнее 30-летие не наблюдалось случаев, когда

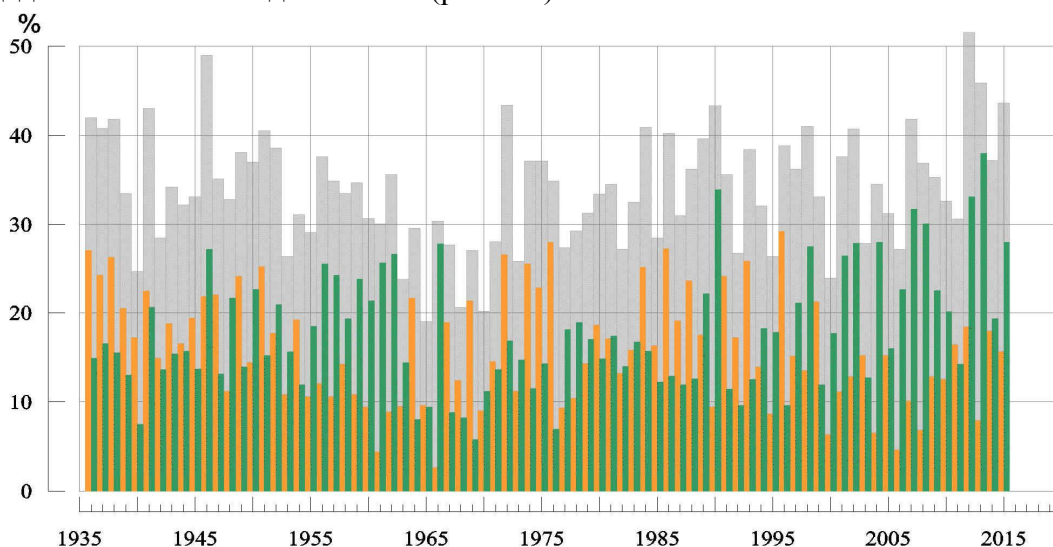
доля площади под отрицательными экстремумами превышала 5%. В 2015 году доля площади, занятая крупными положительными экстремумами составила 13.2%. Самые «экстремальные года»: 1969 год – 48.9% площади было занято отрицательными экстремумами, 2007 год – 24.7% площади было занято положительными экстремумами.

Анализ изменений индекса аномальности Багрова для температуры (рис. 5.3) показывает, что с 1976 г. аномальность температурного режима возрастает – тренд объясняет 36% общей дисперсии ряда. Значение КА в 2015 году (2.01) – 3-ье в ряду. Максимальные значения КА принимал в 2007 г. – 2.18, в 2008 г. – 2.03.



**Рисунок 5.3** - Индекс аномальности Багрова (КА) для года в целом для России для температуры, 1886-2015 гг. Показана 11-летняя скользящая средняя и тренд за период 1976-2015 гг.

**Осадки.** В 2015 г. доля площади с дефицитом осадков составила 16%, для площади с избытком осадков – 28% (рис. 5.4).



**Рисунок 5.4** - Доля площади РФ (в процентах) с крупными сезонными аномалиями осадков, 1936-2015 гг. (год: декабрь 2014 – ноябрь 2015):  
█ ниже 20-го перцентиля, █ выше 80-го перцентиля,  
█ суммарная площадь с крупными аномалиями обоих знаков.

С начала 1990-х гг. наблюдается рост доли площади под аномалиями среднегодовых осадков выше 80 перцентиля (тренд за период 1976-2015 составляет +3.5%/10 лет, доля объясненной трендом дисперсии ряда 29). Однако, после 2005 г. наблюдается рост площади с дефицитом осадков (осадков ниже 20 перцентиля).

## ВЫВОДЫ

1. В целом для Земного шара и для Северного полушария средние годовые аномалии составили: 0.72°C и +1.26°C - исторические максимумы в рядах наблюдений с 1850 года.

2. В целом для РФ 2015 год был очень теплым – осредненная аномалия составила +1.99°C – вторая положительная величина в ряду с 1936 г. (значение соответствует самому большому значению, ожидаемому при потеплении: отклонение от линейного тренда около +0.46°C). Осредненные по территории всех регионов РФ аномалии – среди пяти самых крупных,

3. Основной сезонной особенностью температурного режима 2015 года для РФ была **рекордно теплая зима**: осредненная по РФ аномалия 3.56°C – почти на 0.5°C больше предыдущего максимума 2007 года. **Весна** была 4-ой самой теплой (+2.32°C), экстремально тепло было на севере ЕЧР, Урале и на севере Западной Сибири: осредненные по Северо-Западному ФО и Уральскому ФО аномалии: +3.61°C и +4.28°C – исторический максимум и третья величина в соответствующих рядах. **Летом** экстремально тепло в Сибирском ФО (+1.76°C – ранг 2).

4. В 2015 г. доля площади под крупными положительными аномалиями температуры (выше 80 перцентиля) составила 97% - максимальное значение в ряду, доля площади, занятая положительными экстремумами (больше двух стандартных отклонений) составила 13.2% (пятая в ряду). Аномальность температурного режима в 2015 г. (величина индекса аномальности Багрова): КА = 2.01 – третье из наибольших в ряду.

5. В целом по РФ за 2015 год в целом количество выпавших осадков составило 105% нормы. При этом экстремально влажно в целом за год было в регионе Западная Сибирь (123% – повторение рекорда 2002 г.), а экстремально сухо - в регионе Прибайкалье и Забайкалье (85% – повторение минимума 1986 г.). Из сезонов выделяется **экстремально снежная зима**: в целом по РФ выпало 119% нормы – 2-3-я величина в ряду, особенно много осадков выпало в АЧР (123% - ранг 3). **Весной** экстремально влажно было в Сибирском ФО (129% нормы – ранг 3), на большей части Казахстана. **Летом** экстремально сухо в Прибайкалье и Забайкалье (76% нормы – исторический минимум). **Летом** экстремально влажно в Уральском ФО (140% нормы – вторая величина с 1936 г.). **Осенью** значительный избыток осадков (на многих станциях более 95-го перцентиля) наблюдался в южных районах Западной и Средней Сибири.

6. В 2015 г. доля площади с дефицитом осадков (ниже 20-го перцентиля) составила 16% , для площади с избытком осадков (выше 80-го перцентиля) – 28%

7. Засухи летом, в основном, средней интенсивности, наблюдались на фоне дефицита осадков и экстремальных температур в ряде областей юга ЕЧР и юга Сибири.

8. Тенденции изменения температуры сохраняются; в целом для России наблюдается положительный тренд среднегодовой и средних сезонных температур, значимые во все сезоны, кроме зимы. Рост среднегодовой температуры (линейный тренд) за 1976-2015 гг. составил в целом по России  $0.43^{\circ}\text{C}/10$  лет (вклад в общую изменчивость 40%). Наиболее быстрый рост наблюдается весной ( $0.59^{\circ}\text{C}/10$  лет) и осенью ( $0.48^{\circ}\text{C}/10$  лет), но на фоне межгодовых колебаний тренд больше всего выделяется летом (61% суммарной дисперсии).

Географически наиболее интенсивное потепление наблюдается весной, особенно, в Западной Сибири и на Чукотке, (до  $+1.4^{\circ}\text{C} / 10$  лет), а также осенью, особенно, в Восточной Сибири ( $+1.2^{\circ}\text{C}/10$  лет) и в районе Урала (до  $+0.8^{\circ}\text{C}/10$  лет). Зимой и летом наибольшая скорость потепления прослеживается на ЕЧР (около  $+0.8^{\circ}\text{C}/10$  лет).

Тенденция к похолоданию (до  $-0.4^{\circ}\text{C}/10$  лет) по-прежнему отмечается зимой на северо-востоке России, а также на юго-востоке Западной Сибири, на юге и в центре Средней Сибири.

9. В целом за год по территории РФ наблюдается рост осадков: тренд годовых сумм осадков за 1976-2015 гг. в среднем по России составляет  $2.0\% / 10$  лет и описывает 26% межгодовой изменчивости. Географическое распределение значений тренда за период 1976 – 2015 г. подтверждает основной вывод о наличии тенденции к увеличению годовых сумм осадков (кроме центра ЕЧР, Забайкалья, Приамурья и Чукотки).

Рост осадков за период с 1976 г. наблюдается во все сезоны и наиболее выражен весной, когда тренд  $5.8\% / 10$  лет объясняет 31% суммарной изменчивости (дисперсии) осадков в этот период. Зимний и летний тренды в целом по России незначимы.

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

2015 год (декабрь 2014-ноябрь 2015)





## ВВЕДЕНИЕ

В настоящем Приложении\* приводится информация о состоянии приземного климата (температура приземного воздуха и атмосферные осадки) в 2015 году и о наиболее значительных климатических аномалиях этого периода на территории Республики Беларусь. Работа выполняется в рамках сотрудничества по программе Союзного государства "Совершенствование системы обеспечения населения и отраслей экономики Российской Федерации и Республики Беларусь информацией о сложившихся и прогнозируемых погодно-климатических условиях, состоянии и загрязнении природной среды".

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

**Таблица 1.**  
**Список используемых станций Республики Беларусь.**

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

Под аномалиями температуры в бюллетене понимаются отклонения наблюдаемого значения от нормы, то есть от средней за базовый период 1961-1990 гг. Аномалии осадков рассматриваются как в отклонениях от нормы (аналогично температуре), так и в процентах от нормы (процентное отношение количества выпавших осадков к соответствующему значению нормы). Дополнительно приводится «вероятность непревышения» текущего значения во временном ряду рассматриваемой переменной за некоторый период с 1936 по 2015 гг. (доля значений временного ряда, меньших либо равных текущему значению).

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.

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).

## ОСОБЕННОСТИ ТЕМПЕРАТУРЫ И ОСАДКОВ НА ТЕРРИТОРИИ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ В 2015 г.

### 4.1 Температура воздуха.

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

Осадки рассматриваются в форме месячных сумм осадков (мм/месяц). В сезонном и годовом осреднении – это: средняя за сезон (год) месячная сумма осадков, выраженная в мм/месяц. Аномалии осадков рассматриваются в абсолютной шкале (отклонения от соответствующих норм, мм/месяц), или в относительной шкале – в процентах от нормы (%). Под нормой понимается рассматриваемая величина (сезонная или годовая сумма осадков, мм/месяц), осредненная за базовый период, в качестве которого, как и в случае температуры, принят период 1961-1990 гг.

Таблица 1  
Аномалии средней месячной /сезонной / годовой температуры приземного воздуха (°С) на станциях Беларуси в 2015г.

| Период               | <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>  |
| <i>Зима2014/2015</i> | <b>4.3</b>     | <b>3.84</b>  | <b>3.8</b>     | <b>3.58</b>  | <b>4</b>     | <b>3.47</b>       | <b>3.63</b>   |
| Декабрь 2014         | 1.5            | 1.22         | 0.68           | 1.4          | 1.68         | 0.33              | 0.9           |
| Январь               | 6.27           | 5.62         | 5.98           | 5.25         | 6.03         | 5.95              | 5.52          |
| Февраль              | 5.14           | 4.69         | 4.74           | 4.09         | 4.28         | 4.12              | 4.46          |
| <i>Весна</i>         | <b>2.48</b>    | <b>2.15</b>  | <b>2.05</b>    | <b>1.56</b>  | <b>1.94</b>  | <b>1.82</b>       | <b>2.2</b>    |
| Март                 | 5.76           | 5.38         | 5.51           | 4.1          | 5.04         | 4.96              | 4.99          |
| Апрель               | 1.55           | 1.31         | 1.09           | 0.76         | 0.54         | 0.46              | 1.01          |

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

|   |             |             |             |             |             |             |             |
|---|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Май   | 0.13        | -0.23       | -0.46       | -0.19       | 0.24        | 0.04        | 0.61        |
| <b>Лето</b>                                 | <b>2.14</b> | <b>2.51</b> | <b>1.59</b> | <b>2.86</b> | <b>3.02</b> | <b>1.92</b> | <b>2.4</b>  |
| Июнь  | 1.65        | 1.44        | 1           | 1.25        | 1.87        | 1.76        | 2.06        |
| Июль  | 1.05        | 1.39        | 0.68        | 2.08        | 2.29        | 1.24        | 1.57        |
| Август                                      | 3.72        | 4.7         | 3.1         | 5.24        | 4.91        | 2.75        | 3.58        |
| <b>Осень</b>                                | <b>1.63</b> | <b>1.64</b> | <b>1.29</b> | <b>1.26</b> | <b>1.65</b> | <b>1.27</b> | <b>1.77</b> |
| Сентябрь                                    | 3.03        | 2.77        | 2.65        | 2.32        | 2.94        | 3.06        | 3.54        |
| Октябрь                                     | -0.91       | -0.88       | -1.40       | -0.94       | -0.65       | -1.64       | -0.77       |
| Ноябрь                                      | 2.76        | 3.04        | 2.62        | 2.40        | 2.67        | 2.38        | 2.55        |
| <b>Год:<br/>декабрь2014-<br/>ноябрь2015</b> | <b>2.64</b> | <b>2.54</b> | <b>2.18</b> | <b>2.32</b> | <b>2.65</b> | <b>2.12</b> | <b>2.50</b> |

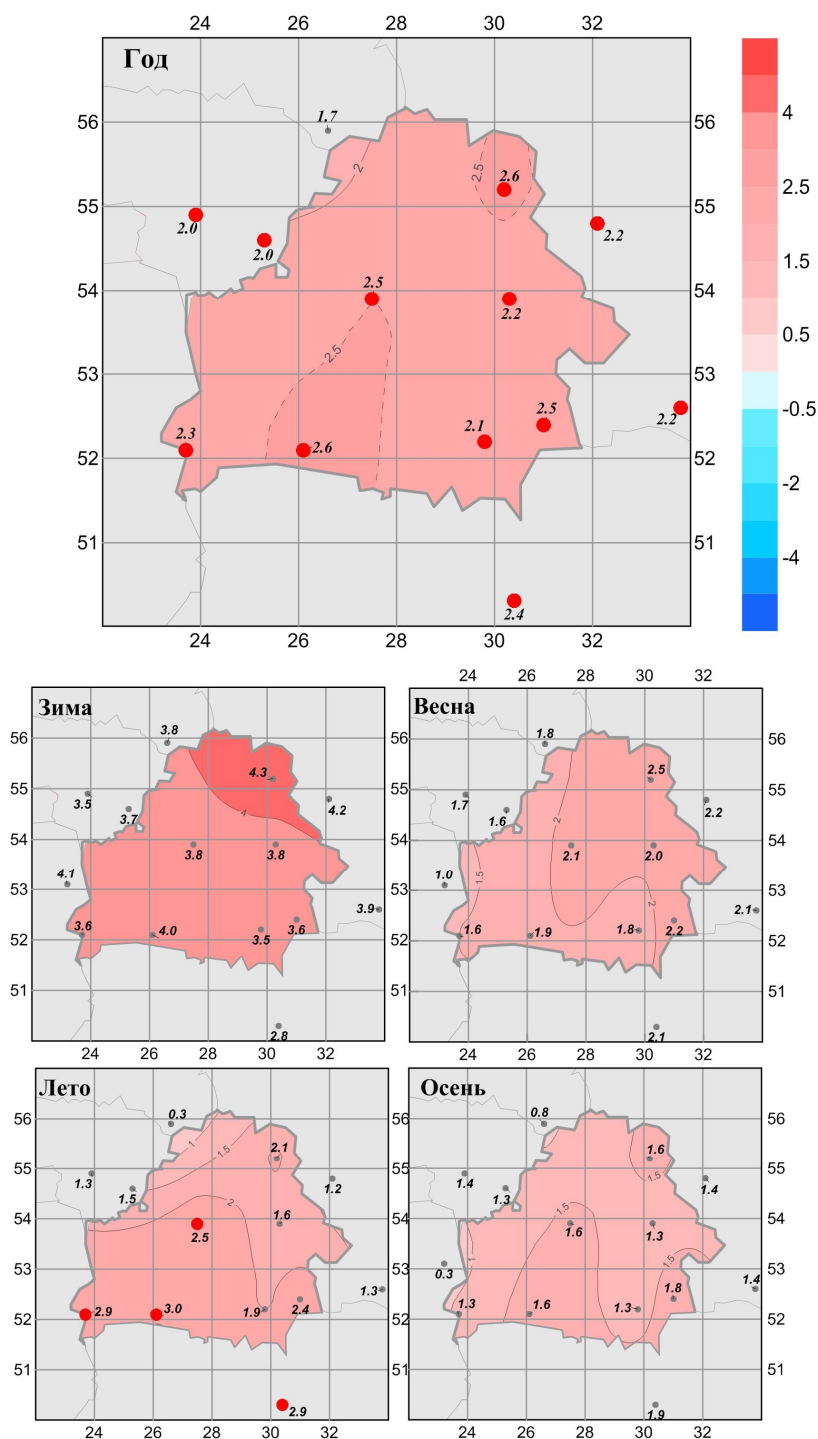
- а) Сумма осадков за месяц /сезон / год (мм/месяц)  
б) Аномалия сумм осадков за месяц /сезон / год (мм/месяц)

Таблица 2.

Количество осадков, выпавших на станциях Беларуси в 2015 году

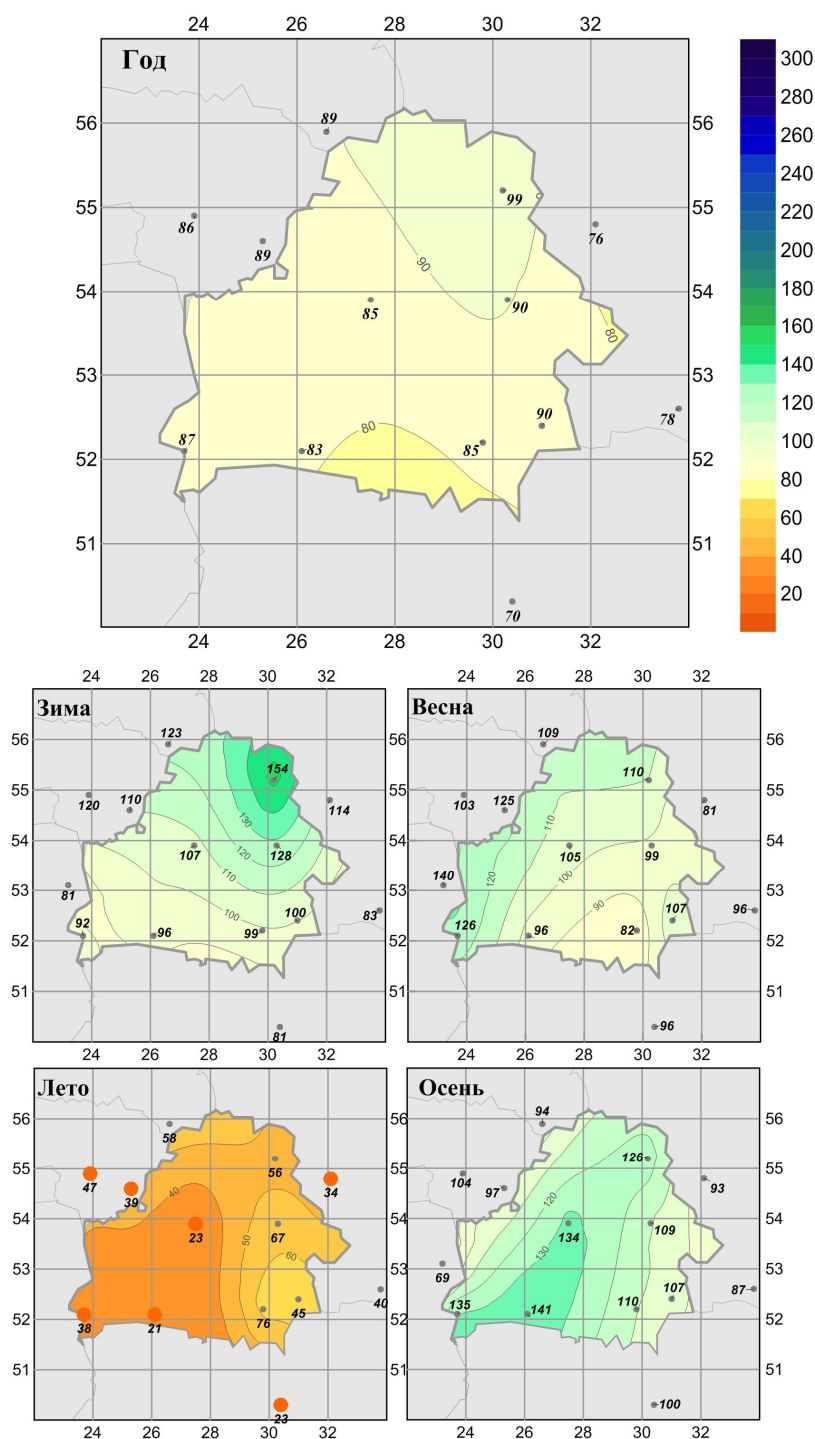
|   | <i>Витебск</i> | <i>Минск</i> | <i>Могилев</i> | <i>Брест</i> | <i>Пинск</i> | <i>Василевичи</i> | <i>Гомель</i> |
|---|----------------|--------------|----------------|--------------|--------------|-------------------|---------------|
|   | <b>26666</b>   | <b>26850</b> | <b>26863</b>   | <b>33008</b> | <b>33019</b> | <b>33038</b>      | <b>33041</b>  |
| а) Сумма осадков за месяц /сезон / год (мм/месяц)         |                |              |                |              |              |                   |               |
| <i>Зима2014/2015</i>                                      | <b>61.0</b>    | <b>45.3</b>  | <b>46.0</b>    | <b>35.0</b>  | <b>32.7</b>  | <b>39.0</b>       | <b>36.0</b>   |
| Декабрь 2014  | 75             | 53           | 37             | 52           | 41           | 52                | 53            |
| Январь  | 79             | 62           | 75             | 49           | 41           | 46                | 44            |
| Февраль   | 29             | 21           | 26             | 4            | 16           | 19                | 11            |
| <b>Весна</b>  | <b>49.0</b>    | <b>44.3</b>  | <b>44.0</b>    | <b>56.3</b>  | <b>46.0</b>  | <b>62.3</b>       | <b>62.0</b>   |
| Март  | 35             | 20           | 15             | 21           | 21           | 21                | 21            |
| Апрель  | 38             | 33           | 35             | 23           | 13           | 19                | 16            |
| Май   | 74             | 80           | 82             | 125          | 104          | 147               | 149           |
| <b>Лето</b>   | <b>38.7</b>    | <b>23.7</b>  | <b>42.7</b>    | <b>26.7</b>  | <b>22.3</b>  | <b>52.7</b>       | <b>49.3</b>   |
| Июнь  | 17             | 13           | 28             | 17           | 25           | 15                | 72            |
| Июль  | 90             | 52           | 89             | 57           | 40           | 122               | 70            |
| Август  | 9              | 6            | 11             | 6            | 2            | 21                | 6             |
| <b>Осень</b>  | <b>70.7</b>    | <b>71.3</b>  | <b>53.3</b>    | <b>59.7</b>  | <b>66.7</b>  | <b>51.0</b>       | <b>48.0</b>   |
| Сентябрь  | 107            | 100          | 68             | 101          | 103          | 47                | 49            |
| Октябрь   | 12             | 32           | 18             | 40           | 20           | 34                | 17            |
| Ноябрь  | 93             | 82           | 74             | 38           | 77           | 72                | 78            |
| <b>Год:<br/>декабрь2014-<br/>ноябрь2015</b>               | <b>54.9</b>    | <b>46.2</b>  | <b>46.5</b>    | <b>44.4</b>  | <b>41.9</b>  | <b>51.3</b>       | <b>48.8</b>   |
| б) Аномалия сумм осадков за месяц /сезон / год (мм/месяц) |                |              |                |              |              |                   |               |
| <i>Зима2014/2015</i>                                      | <b>21.4</b>    | <b>3.1</b>   | <b>10.4</b>    | <b>-2.8</b>  | <b>-1.2</b>  | <b>-0.1</b>       | <b>0.5</b>    |
| Декабрь 2014  | 23.5           | 0.4          | -6.9           | 8.1          | 0.9          | 5.6               | 9.5           |
| Январь  | 41.3           | 22.0         | 39.6           | 12.0         | 7.1          | 7.3               | 8.2           |
| Февраль   | -0.5           | -13.1        | -1.6           | -28.5        | -11.7        | -13.1             | -16.1         |
| <b>Весна</b>  | <b>6.7</b>     | <b>-4.2</b>  | <b>0.6</b>     | <b>13.5</b>  | <b>5.6</b>   | <b>18.3</b>       | <b>22.8</b>   |
| Март  | -4.0           | -21.8        | -19.6          | -9.6         | -8.6         | -12.7             | -11.4         |
| Апрель  | -0.8           | -9.2         | -5.3           | -16.3        | -24.3        | -26.2             | -21.2         |
| Май   | 24.8           | 18.4         | 26.8           | 66.5         | 49.7         | 93.7              | 101.0         |
| <b>Лето</b>   | <b>9.3</b>     | <b>16.6</b>  | <b>-1.1</b>    | <b>-8.0</b>  | <b>-11.5</b> | <b>-14.6</b>      | <b>16.8</b>   |
| Июнь  | 27.6           | -14.7        | -14.6          | -16.5        | -31.2        | 3.6               | 4.6           |
| Июль  | -32.5          | -32.1        | -12.8          | -25.2        | -39.3        | -38.7             | 56.9          |

|   |             |             |            |             |             |            |             |
|---|-------------|-------------|------------|-------------|-------------|------------|-------------|
| Август                                      | 32.9        | 96.6        | 24.0       | 17.8        | 35.9        | -8.6       | -11.2       |
| <b>Осень</b>                                | <b>14.7</b> | <b>18.2</b> | <b>4.3</b> | <b>15.4</b> | <b>19.4</b> | <b>4.8</b> | <b>3.1</b>  |
| Сентябрь                                    | 42.2        | 39.8        | 13.8       | 49.8        | 50.2        | -2.7       | 1.1         |
| Октябрь                                     | -36.1       | -14.9       | -26.7      | 5.2         | -26.6       | -6.4       | -25.9       |
| Ноябрь                                      | 38.1        | 29.6        | 25.9       | -8.8        | 34.6        | 23.5       | 34.1        |
| <b>Год:<br/>декабрь2014-<br/>ноябрь2015</b> | <b>13.0</b> | <b>8.4</b>  | <b>3.6</b> | <b>4.5</b>  | <b>3.1</b>  | <b>2.1</b> | <b>10.8</b> |



**Рисунок 1** - Средняя годовая (декабрь 2014 – ноябрь 2015) и средние сезонные аномалии температуры приземного воздуха (°C) на территории Республики Беларусь. Красными кружками показаны станции, где осуществились 95% экстремумы.





**Рисунок 2** - Аномалии годовых (декабрь 2014 – ноябрь 2015) и сезонных сумм осадков (в процентах от нормы) на территории республики Беларусь. Синими кружками показаны станции, осуществились 95% экстремумы выпадения осадков. Цифрами приведены значения аномалий осадков в процентах от нормы на станциях.

Среднегодовая аномалия температуры воздуха в 2015 году осредненная по территории Беларуси (таблица 3), равна  $+2.36^{\circ}\text{C}$  – исторический с 1936 года. На всех станциях среднегодовая температура была выше 95-го перцентиля, аномалии от  $2.12^{\circ}\text{C}$  (в Василевичах) до  $2.65^{\circ}\text{C}$  (в Пинске). Очень тепло было во все сезоны; зима, весна, лето – среди восьми самых теплых.

В таблице 4 показаны годовые и сезонные аномалии месячных сумм осадков. В 2015 году в среднем по территории Беларуси осадков меньше нормы, аномалия

составила -6.9мм/месяц – 9-ая из отрицательных величин с 1936 г. Экстремальным сезоном было лето (аномалия -40.2мм/месяц – исторический минимум с 1936 г.), в Бресте, Минске и Пинске выпало более 95-го перцентиля осадков. Зимой, весной и осенью преобладал избыток осадков.

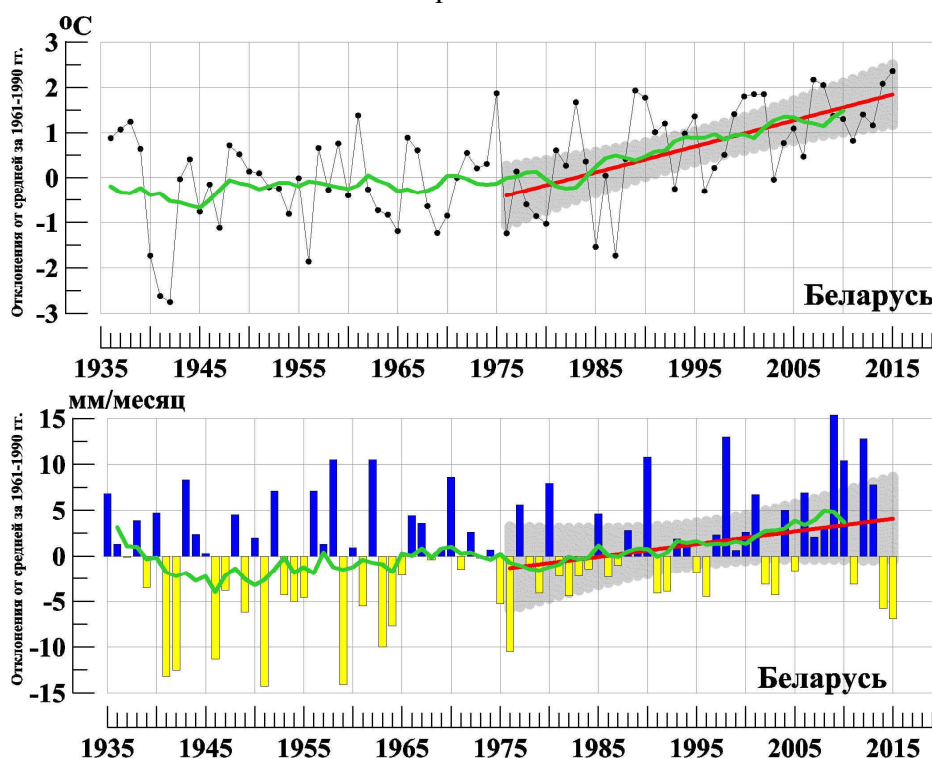
Таблица 3.

Средние сезонные аномалии температуры, осредненные по территории Беларуси в 2015 году.

$\nu T$  ( $^{\circ}\text{C}$ )- отклонения от средних за 1961-1990 гг.;  $R$  – ранг текущих значений в ряду убывающих осадков за 1936-2015гг.

| Сезоны | $\nu T$     | s           | R        | Рекордный год и его аномалия ( $\nu t$ , $^{\circ}\text{C}$ ) |
|--------|-------------|-------------|----------|---|
| Зима   | 3.81        | 2.71        | 7        | 1990 (+5.33 $^{\circ}\text{C}$ )                              |
| Весна  | 1.93        | 1.58        | 12       | 2014(+3.41 $^{\circ}\text{C}$ )                               |
| Лето   | 2.18        | 0.91        | 8        | 2010 (+4.08 $^{\circ}\text{C}$ )                              |
| Осень  | 1.37        | 0.92        | 7        | 1967 (+2.48 $^{\circ}\text{C}$ )                              |
| Год    | <b>2.36</b> | <b>1.05</b> | <b>1</b> | <b>2015(+2,36<math>^{\circ}\text{C}</math>)</b>               |

На рисунке 3 приведены временные ряды пространственно осредненных аномалий средней месячной температуры приземного воздуха ( $^{\circ}\text{C}$ ) и месячных сумм осадков (мм/месяц) за 1936 – 2015 гг. Показаны линейные тренды за 1976-2015 гг., рассчитанные методом наименьших квадратов



**Рисунок 3** - Годовые аномалии температуры приземного воздуха ( $^{\circ}\text{C}$ ) и месячных сумм осадков (мм/месяц), осредненные по территории республики Беларусь.

Показаны 11-летняя скользящая средняя и линейный тренд за период 1976 – 2015 гг. и 95% -я доверительная область для линии тренда.

Таблица 4.

Средние сезонные аномалии месячных сумм осадков, осредненные по территории Беларуси в 2015 году.

$\nu R$  (мм/месяц) - отклонения от средних за 1961-1990 гг.;

$R$  – ранг текущих значений в ряду убывающих осадков за 1936-2015гг.

| Сезоны | $\nu R$      | s           | R                                |
|--------|--------------|-------------|----------------------------------|
| Зима   | 3.1          | 8.1         | 33                               |
| Весна  | 1.6          | 10.6        | 36                               |
| Лето   | <b>-40.2</b> | <b>15.9</b> | <b>80</b> (минимальная величина) |
| Осень  | 6.0          | 12.7        | 29                               |
| Год    | -6.9         | 5.4         | 72 (9-ая из наименьших)          |

Таблица 5.

Оценки линейного тренда регионально осредненной температуры и осадков для республики Беларусь за 1976-2015гг.

$b$ , °C/10 лет – коэффициент линейного тренда,  $D\%$  - вклад тренда в дисперсию

| Сезоны | Температура                  |                   | Осадки                          |                   |
|--------|------------------------------|-------------------|---------------------------------|-------------------|
|        | $b_{1976-2015}$<br>°C/10 лет | $D_{1976-2014}$ % | $b_{1976-2015}$<br>мм/мес/10лет | $D_{1976-2014}$ % |
| Зима   | 0.55                         | 7                 | 5.2                             | 9                 |
| Весна  | 0.54                         | 22                | 2.7                             | 11                |
| Лето   | 0.74                         | 48                | 0.0                             | 0                 |
| Осень  | 0.45                         | 22                | 0.6                             | 0                 |
| Год    | <b>0.57</b>                  | <b>39</b>         | <b>1.4</b>                      | <b>7</b>          |

Коэффициент линейного тренда изменений температуры воздуха за период 1976 – 2014 гг. составил +0.57°C за 10 лет, доля объясненной трендом дисперсии ряда 39%. (за период 1976-2014 - +0.54°C за 10 лет и 33% - соответственно). Рост температуры происходит во все сезоны года. Наибольшая скорость потепления на территории республики Беларусь – летом (0.74°C за 10 лет).

Коэффициент линейного тренда осадков за период 1976 - 2015 гг. составил 1.4 мм/месяц/10 лет, вклад тренда в суммарную дисперсию ряда составил 7%.

## ВЫВОДЫ

1. В среднем по Беларуси годовая аномалия температуры воздуха составила +2.36°C – исторический максимум с 1936 г. На всех станциях среднегодовая температура была выше 95-го перцентиля, аномалии от 2.12°C (в Василевичах) до 2.65°C (в Пинске). Очень тепло было во все сезоны; зима, весна, лето – среди восьми самых теплых.

2. В среднем по Беларуси сезонная аномалия осадков составила -6.9 мм/месяц – 9-тая отрицательная величина в ряду. Экстремальным сезоном было лето: выпало 48% нормы (аномалия -40.2мм/месяц) – исторический минимум с 1936 г.; в Бресте, Минске

и Пинске выпало более 95-го перцентиля осадков. Зимой, весной и осенью преобладал избыток осадков.

3. В среднем по территории Беларуси отмечается тенденция к потеплению, как в среднем за год, так и в отдельные сезоны. Больше всего тенденция к потеплению прослеживается летом (процент объясненной трендом дисперсии ряда 48%)

4. В целом для Беларуси линейные тренды в изменении осадков обнаруживаются слабее.