

ного полушария, необходимо представить в виде комплексного показателя, способного описать особенности каждого индивидуального поля. Несмотря на то, что в этом направлении было проведено много исследований [1, 6] и применялись различные параметры, однозначного ответа на вопрос о том, какой параметр для описания поля является наиболее информативным, в настоящее время не существует.

В данной работе, для выявления временных тенденций, исследовался интегральный показатель поля температуры $\Delta\bar{T}_m$, рассчитываемый по формуле:

$$\Delta\bar{T}_m = \sum_{i=1}^n \Delta T_{ij}, \quad (2)$$

где n – общее количество пунктов наблюдения; m – порядковый номер элемента в выборке ($m=1, 2, \dots, 480$).

Статистические характеристики $\Delta\bar{T}_m$, представлены в таблице.

Анализ таблицы показывает, что наибольшие как положительные, так и отрицательные суммарные по полю значения аномалии температуры, наблюдаются в холодное время года (с декабря по март). Экстремальные положительные значения аномалии температуры ($\Delta\bar{T}_m = 246,6$) приходятся на февраль 1990 года, а отрицательные значения ($\Delta\bar{T}_m = -215,4$) – на февраль 1956 года. Минимальное из положительных значений ($\Delta\bar{T}_m = 75,4$) отмечалось в июле 1988 года, а из отрицательных ($\Delta\bar{T}_m = -57,1$) – в мае 1969 года. Значительная изменчивость (σ) полей $\Delta\bar{T}_m$ наблюдается с декабря по март, на что указывают и амплитуды A_t .

Для выявления закономерностей в годовом ходе $\Delta\bar{T}_m$, к рассчитанным среднемесячным суммарным по полю значениям аномалии температуры $\Delta\bar{T}_m$ каждого календарного месяца, примене-

на процедура осреднения за 40 лет, предварительно выстроив выборку в виде матрицы:

$$\bar{T}_j^t = \left\{ \begin{array}{c} \bar{T}_{1,1}^t, \bar{T}_{1,2}^t, \dots, \bar{T}_{1,12}^t \\ \bar{T}_{2,1}^t, \bar{T}_{2,2}^t, \dots, \bar{T}_{2,12}^t \\ \dots\dots\dots \\ \bar{T}_{40,1}^t, \bar{T}_{40,2}^t, \dots, \bar{T}_{40,12}^t \end{array} \right\}, \quad (3)$$

где первый индекс соответствует порядковому номеру года в выборке, второй – номер календарного месяца в году.

Дальнейшей процедурой являлось осреднение по столбцам:

$$\bar{\bar{T}}^t = \frac{1}{N} \sum_{j=1}^N \Delta\bar{T}_j^t, \quad (4)$$

Результаты 40-летнего осреднения представлены на рис. 1.

Из рисунка следует, что наиболее высокие отклонения температуры за рассматриваемый период наблюдаются в декабре и марте. При этом максимум приходится на март месяц. В летние же месяцы (с июля по сентябрь) величина аномалии незначительная ($\bar{\bar{T}}^t = 0,5-0,6^\circ\text{C}$).

Фактическое многолетнее изменение во времени параметра $\Delta\bar{T}_m$ представлено на рис. 2.

Анализ рисунка показывает, что распределение суммарной по полю аномалии температуры во времени изменяется в широких пределах. По нему трудно судить о последующих изменениях в ходе термического режима. Поэтому, дополнительно проведен линейный тренд. Его уравнение имеет вид:

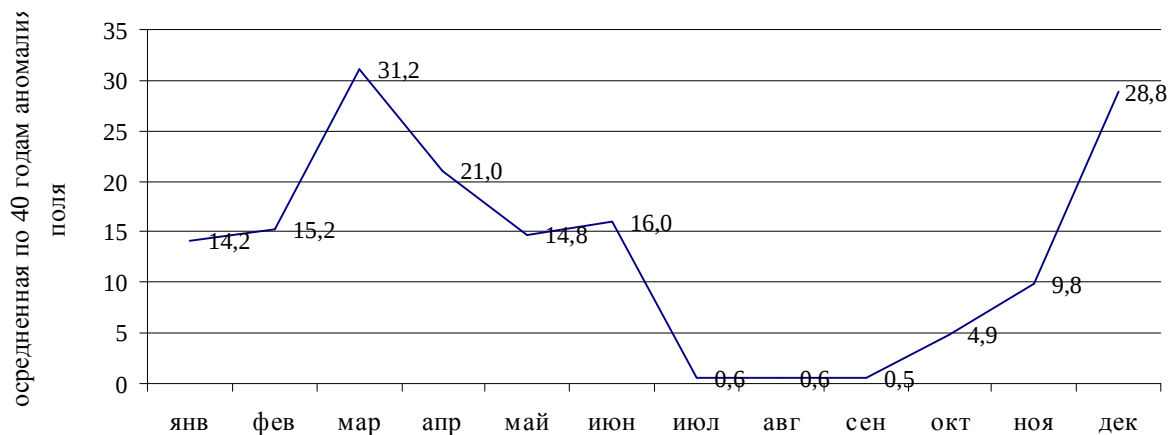
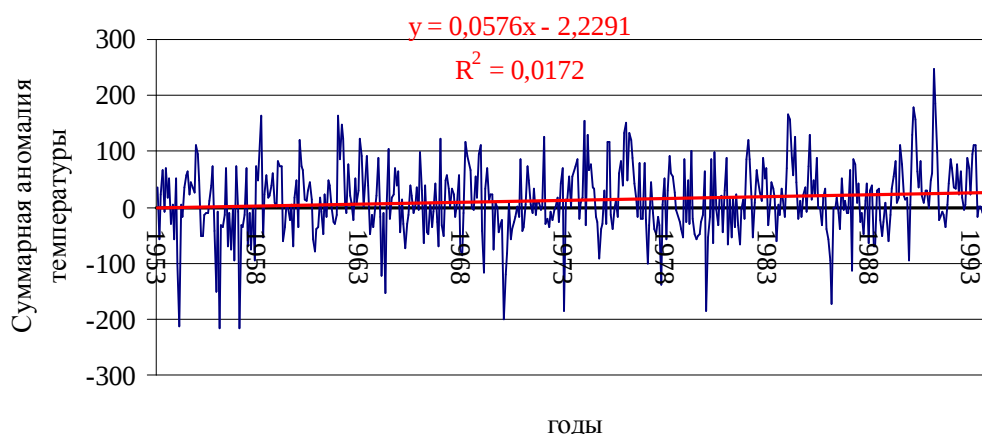
$$y = 0,0576x - 2,2291.$$

На основании проведенного тренда установлено, что рост суммарной по полю аномалии температуры исследуемого района, за весь период наблюдений, составил $0,02^\circ\text{C}/\text{в год}$.

Таблица

Статистические параметры $\Delta\bar{T}_m$

месяц	январь	февр.	март	апр.	май	июнь	июль	авг.	сент.	окт.	нояб.	дек.
max	158,1	246,6	184,3	125,3	102,7	110,1	75,4	84,5	79,7	95,6	110,1	165,8
год	1983	1990	1990	1983	1963	1988	1988	1972	1975	1967	1967	1982
min	-199,5	-215,4	-152,4	-68,4	-57,1	-61,7	-74,7	-66,5	-92,5	-139,6	-96,1	-184,4
год	1969	1956	1963	1987	1969	1982	1968	1980	1973	1976	1956	1978
S	92,2	100,3	75,3	51,8	39,9	40,9	35,7	30,6	40,1	48,4	51,4	80,3
A _t	357,6	462,0	336,7	193,7	159,8	171,8	150,1	151,0	172,2	235,2	206,2	350,2

Рис. 1. Годовой ход многолетних средних значений $\Delta \bar{T}^t$ Рис. 2. Многолетний ход суммарной по полю аномалии $\Delta \bar{T}_m$

Если учесть, что для данной выборки $\sigma_{\text{клим.}} = 61,63$, а для расчетного ряда $\sigma_{\text{расч.}}$ составляет [147]: $\sigma_{\text{расч.}} = \sigma_{\text{клим.}} \sqrt{1 - R^2} = 61,10$, то учтенная трендом дисперсия составляет около 1%.

Это свидетельствует о том, что хотя на 95% доверительном интервале тренд является значимым, однако трудно быть уверенным в том, что данное потепление является устойчивым. Поэтому имеется необходимость в уточнении полученных результатов.

Для выявления систематических тенденций во временных рядах во многих работах получили применение скользящие средние [3, 4, 6].

Сущность этого метода, заключается в сглаживании рядов наблюдений, путем осреднения, через последовательные промежутки времени. В этом случае, случайные колебания и относительно короткие периоды в значительной степени поглощаются, а колебания длительного периода, выделяются более рельефно. Данная методика явля-

ется общепринятой в мировой практике изучения глобальных процессов.

На основании предложенной методики, было проведено сглаживание исходного ряда по пятилетним периодам $\Delta \bar{T}_5$:

$$\Delta \bar{T}_5 = \frac{1}{5} \sum_{j=1}^5 \left(\frac{1}{12} \sum_{t=1}^{12} \Delta T_j^t \right), \quad (5)$$

Результаты $\Delta \bar{T}_5$ представлены на рис. 3.

Из анализа рисунка следует, что в ходе осредненных полей температуры по пятилетним периодам отчетливо обнаруживается колебательный характер с четко выраженными экстремумами температуры, после которых в двух последующих пятилетних периодах наблюдается тенденция к понижению температуры вплоть до отрицательных значений. Так за рассматриваемый период наблюдалось три экстремальных пятилетки: с 1958 по 1967 годы, с 1978 по 1982 и с 1988 по 1992 год. Наиболее холодный период наблюдался с 1973 по

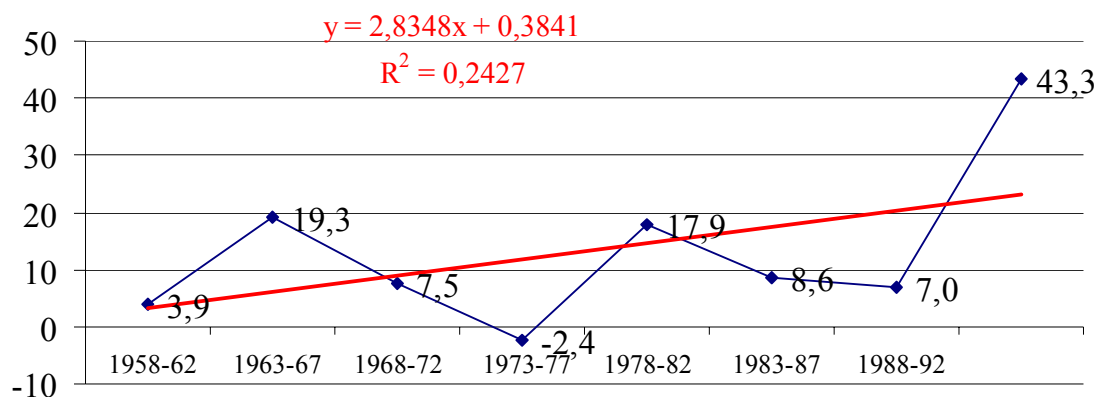


Рис. 3. Распределение средней многолетней аномалии температуры по пятилетним периодам $\Delta \bar{T}_5$

1977 годы. В этот период преобладала отрицательная аномалия температуры, достигающая средних по полю значений $-2,4^{\circ}\text{C}$. Самыми теплыми были годы с 1988 по 1992 год. Разница между максимумом тепла, наблюдаемого с 1963 по 1967 годы и максимумом 1988-92 годов составила $+24^{\circ}\text{C}$, а амплитуда колебаний, осредненной по годам аномалии температуры, составила $A = 45,7^{\circ}\text{C}$.

Если такая закономерность сохранится и в дальнейшем, то следующий положительный экстремум необходимо ожидать в наступающей пятилетке в 2008 году.

Анализ тренда данного ряда, имеющего уравнение вида:

$$y = 2,83x + 0,384$$

также свидетельствует о повышении температуры за весь период наблюдений на $0,02^{\circ}\text{C}/\text{год}$.

Проведенный анализ позволил выявить тенденции в многолетнем ходе аномалии температуры, которые могут быть полезными при коррекции численного прогноза погоды и использоваться, как прогностические рекомендации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Багров Н.А. Некоторые характеристики аномалии средних месячных температур воздуха / Н.А. Багров, Н.Н. Мякишева // Труды Междунар. Метеоролог. Центра. — 1966. — Вып. 9. — С. 53-63.
2. Будыко М.И. Климат в прошлом и будущем / М.И. Будыко. — Л.: Гидрометеиздат, 1980. — 351с.
3. Винников К.Я. Чувствительность климата. Эмпирические исследования закономерностей современных изменений климата / К.Я. Винников. — Л.: Гидрометеиздат, 1986. — 224 с.
4. Дроздов О.А. Динамика климатической системы и географические условия / О.А. Дроздов, К.М. Лугина // Эколого-географическая оценка и мониторинг природной среды. — СПб., 1998. — С. 8-35.
5. Изменение температуры воздуха Северного полушария за период 1881-1975 гг. / И.И. Борисенкова [и др.] // Метеорология и гидрология. — 1976. — № 7. — С. 67-85.
6. Мякишева Н.Н. Аномальность метеорологических полей как характеристика климата / Н.Н. Мякишева // Труды Гидрометеоролог. Центра. — 1980. — Вып. 226. — С. 32-39.
7. Callendar G.S. Temperature fluctuations and trends over the earth / G.S. Callendar // Quart. J. Roy. Met. Soc. — 1961. — Vol. 87, N 371. — P. 1-12.