

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Н.Г. ЧЕРНЫШЕВСКОГО»

Кафедра метеорологии и климатологии

Многолетняя изменчивость термического режима и режима осадков

на станции Ершов в весенне-летний период

АВТОРЕФЕРАТ БАКАЛАВРСКОЙ РАБОТЫ

студента 5 курса 521 группы

направления 05.03.05 Прикладная гидрометеорология

географического факультета

Никонова Михаила Юрьевича

Научный руководитель

доцент, к.г.н.

Н.В. Семенова

Заведующий кафедрой

к.г.н., доцент

М.Ю. Червяков

Саратов 2021

Введение. Атмосферные явления представляют собой важный элемент погоды: от того, идет ли дождь или снег, отмечается ли туман или пыльная буря, бушует ли метель или гроза, в значительной степени зависит как восприятие текущего состояния атмосферы живыми существами (человек, животные, растения), так и воздействие погоды на находящиеся под открытым небом машины и механизмы, постройки, дороги и т.д. Поэтому наблюдения за атмосферными явлениями (их правильное определение, классификация, фиксация времени начала и прекращения, колебания интенсивности) на сети метеостанций имеют большое значение [1-3].

Исходными данными для выполнения бакалаврской работы являлись среднемесячные температуры воздуха на станции Ершов с 1960 по 2006 гг. в весенне-летний период, а также количество осадков за этот же период.

Цель бакалаврской работы: исследовать термический режим и режим осадков на станции Ершов в весенне-летний период.

Задачи:

- а) Рассчитать статистические характеристики среднемесячной температуры воздуха в весенне-летний период на станции Ершов.
- б) Рассчитать повторяемость различных градаций среднемесячной температуры воздуха в весенне-летний период на станции Ершов.
- в) Рассчитать многолетнюю изменчивость температуры воздуха в весенне-летний период на станции Ершов.
- г) Найти отклонение среднемесячной температуры воздуха исследуемого периода на станции Ершов от климатической нормы.
- д) Рассчитать многолетнюю изменчивость количества осадков в Ершове.
- е) Рассчитать и проанализировать статистические характеристики осадков на станции Ершов.
- ж) Рассчитать повторяемость месячных сумм осадков.

Основное содержание работы. В работе по исходному ряду значений среднемесячной температуры воздуха на станции Ершов за период с 1960 по 2008 годы были рассчитаны следующие статистические характеристики [10]:

- 1) Среднее многолетнее значение воздуха:

$$x_{\text{ср}} = \frac{\sum x_i}{n} . \quad (1)$$

2) Среднее квадратическое отклонение:

$$\sigma_x = \sqrt{\left[\frac{\sum (x_i - x_{\text{ср}})^2}{(n-1)} \right]}, \text{ при } n > 30. \quad (2)$$

3) Максимальные и минимальные значения за период

4) Размах варьирования:

$$R = X_{\text{макс}} - X_{\text{мин}}. \quad (3)$$

5) Коэффициент вариации:

$$c_x = \frac{\sigma_x}{x_{\text{ср}}}. \quad (4)$$

Ошибки статистик рассчитывались по следующим формулам:

Среднего арифметического значения:

$$\sigma_{x_{\text{ср}}} = \frac{\sigma_x}{\sqrt{n}}. \quad (5)$$

Среднего квадратического отклонения:

$$\sigma = \frac{\sigma_x}{\sqrt{(2n-1)}}. \quad (6)$$

Коэффициента вариации:

$$\sigma_c = C_x \frac{\sqrt{(1+c_x^2)}}{\sqrt{2n}}. \quad (7)$$

Рассчитанные значения статистических характеристик представлены в таблице 1.

Значения среднемесячных температур в весенние месяцы изменяются от -4,3 °С в марте до 15,2 °С в мае. Как видно в весенние месяцы отмечены существенные скачки от месяца к месяцу значения температуры. Среднеквадратическое отклонение составляет в весенние месяцы: в апреле 2,9 °С, в мае 2,5 °С, в марте величина наибольшая 3,6 °С. Максимальная величина среднемесячной температуры в весенний период достигает в мае и составляет 20,1°С. А самые низкие значения в марте 3,0 °С. В апреле максимум среднемесячная температура составляет 13,7 °С.

Минимальное значение среднемесячной температуры весной также сильно отличаются и составляют в марте -10,8 °С, в апреле 1,4 °С, в мае 11,0 °С. В результате различного варьирования наибольшая величина в марте и составляет 13,3 °С. В мае минимальная величина и она равна 9,1 °С. В апреле

размах варьирования равен 12,3 °С. Коэффициент вариации в марте максимальный и составляет 0,9, минимальный в мае 0,2.

Таблица 1 – Статистические характеристики среднемесячной температуры воздуха в весенний период на станции Ершов с 1960 по 2008 гг. (составлено автором)

Статистические характеристики	Март	Апрель	Май
Среднее, °С	-4,3±0,51	7,4±0,41	15,2±0,36
Среднеквадратическое отклонение, °С	3,6±0,05	2,9±0,04	2,5±0,04
Максимальное, °С	2,5	13,7	20,1
Минимальное, °С	-10,8	1,4	11,0
Размах варьирования, °С	13,3	12,3	9,1
Коэффициент вариации	0,9±0,02	0,4±0,006	0,2±0,003

Таблица 2 – Статистические характеристики среднемесячной температуры воздуха в летний период на станции Ершов с 1960 по 2008 гг. (составлено автором)

Статистические характеристики	Июнь	Июль	Август
Среднее, °С	19,5±0,41	21,7±0,40	20,1±0,36
Среднеквадратическое отклонение, °С	2,9±0,04	2,8±0,04	2,5±0,04
Максимальное, °С	24,5	25,3	25,8
Минимальное, °С	15,2	18,2	17,1
Размах варьирования, °С	9,3	7,1	8,7
Коэффициент вариации	0,2±0,003	0,1±0,001	0,1±0,001

В летние месяцы среднемесячные значения температуры изменяются слабее, чем в весенние: наиболее высокая температура отмечается в июле 21,7 °С, а самая низкая отмечается в июне 19,5 °С, в августе 20,1 °С. Среднеквадратическое отклонение в летние месяцы в июне составляет 2,9, в июле среднеквадратическое отклонение 2,8 °С, а в августе 2,5 °С. Максимальная величина среднемесячной температуры соответствует в августе 25,8 °С, в июле несколько ниже 25,3 °С, в июне самое низкое значение максимальной среднемесячной температуры 24,5 °С. Минимальная величина среднемесячной температуры в летний период: в июне 15,2 °С, в июле 18,2 °С, в августе 17,1 °С. Размах варьирования в июне 9,3 °С и июле составляет 7,1 °С, а в августе 8,7 °С.

Очень маленькая величина коэффициента вариации в летний период: 0,1 в июле и августе. В июне этот коэффициент составляет 0,2.

За период наблюдений с 1960 по 2008 год, была рассчитана повторяемость различных градаций средне месячной температуры воздуха на станции Ершов за весенний и летний периоды

В таблице 3 представлена повторяемость различных градаций среднемесячной температуры воздуха на станции Ершов в весенний период за 1960 – 2006 гг.

Таблица 3 - Повторяемость различных градаций среднемесячной температуры воздуха на станции Ершов в весенний период за 1960 – 2008 гг. (число лет/%) (составлено автором)

Градация, °С	Март	Апрель	Май	Всего
-12...-9	6/4			6/4
-9...-6	9/6			9/6
-6...-3	18/12			18/12
-3...0	11/8			11/8
0...3	5/3	2/1		7/4
3...6		16/11		16/11
6...9		16/11		16/11
9...12		12/8	3/2	15/10
12...15		3/2	19/13	22/15
15...18			20/14	20/14
18...22			7/5	7/5
Всего (число лет, %)	49/33.3	49/33.3	47/33.4	147/100

Температуры от -12 до 0 °С отмечаются в одном месяце весеннего периода – в марте, в остальных месяцах, апреле и мае, отрицательные температуры не наблюдаются. В марте наибольшая повторяемость приходится на градацию -6...-3 °С, составляет 18 случаев или 12 %, немного меньшая повторяемость приходится на градацию -3...0 °С, составляет 8 %. На градацию -9...-6 °С приходится только 6 %. Повторяемость градации -12...-9 °С составляет 4 %. А наименьшую повторяемость попадает на градацию 0...3 °С и составляет 3 %. Во втором месяце весеннего периода наибольшая повторяемость приходится на градации 3...6 °С и 6...9 °С и составляет по 11 %, немного меньше на градацию 9...12 °С, приблизительно 8 %, еще меньше на

градацию 12...15 °С, в процентном соотношении 2 %. И наименьшую повторяемость можно наблюдать в градациях 0...3 °С с повторяемостью около 1 %. В мае – последнем месяце весеннего периода наибольшая повторяемость приходится на градацию 15...18 °С, когда число случаев равно 20, что составляет 14 %. Так же сравнительно большая повторяемость приходится и на градацию 12...15 °С - 13 %. Меньше число случаев приходится на градацию 18...22 °С, составляет 7 случаев и с повторяемостью 5 %. А наименьшая повторяемость на градации 9...12 °С, в процентах 2 %.

В таблице 4 представлена повторяемость различных градаций среднемесячной температуры воздуха на станции Ершов в летний период.

В первом месяце лета – июне наибольшая повторяемость приходится на градации 16...19 °С и 19...22 °С, что соответствует 13 %. На градацию 22...25 °С приходится 6 %. Наименьшая повторяемость отмечается в градации 13...16 °С, что составляет всего 1 %. Во втором месяце лета – июле наибольшая повторяемость приходится на градацию 19...22 °С, что приблизительно составляет 16 %, наименьшая повторяемость наблюдается в градации 25...28 °С, составляет 1 %. Немного больше повторяемости приходится на градацию 16...19 °С, в процентах 2 %. На градацию 22...25 °С попадает 14 % случаев. В августе самая наибольшая повторяемость попадает в градацию 19...22 °С и составляет 21 % или 30 случаев. В градации 16...19 °С повторяемость равна 8 %. В градациях 22...25 °С и 25...28 °С наименьшая повторяемость и составляет 3 % и 1 %.

Таблица 4 - Повторяемость различных градаций среднемесячной температуры воздуха на станции Ершов в летний период за 1960 – 2008 гг. (число лет/%) (составлено автором)

Градация, °С	Июнь	Июль	Август	Всего
13...16	2/1			2/1
16...19	19/13	3/2	12/8	34/23
19...22	19/13	24/16	30/21	73/50
22...25	9/6	20/14	5/3	34/23
25...28		2/1,5	2/1,5	4/3
Всего (число лет, %)	49/33.3	49/33.3	49/33.4	147/100

За период наблюдений с 1960 по 2008 гг. для рядов среднемесячной температуры воздуха на станции Ершов для весеннего периода были построены графические зависимости многолетнего хода, представленные на рисунках 1 – 3.

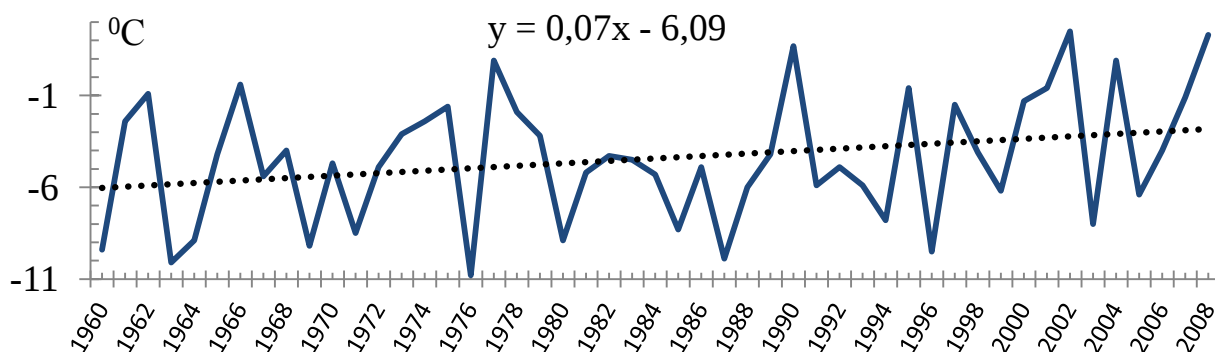


Рисунок 1 – Многолетняя изменчивость среднемесячной температуры воздуха на станции Ершов в марте за период наблюдений с 1960 по 2008 гг.
(составлено автором)

Как следует из рисунка 1 в марте наиболее высокие среднемесячные температуры отмечались в 1960 (-0,9 °C), 1966 (-0,4 °C), 1977 (0,9 °C), 1990 (1,7 °C), 2002 (2,5 °C), 2004 (0,9 °C), 2008 (2,3 °C). А наиболее низкие температуры отмечались в следующих годах: 1960 (-9,4 °C), 1963 (-10,1 °C), 1969 (-9,2 °C), 1976 (-10,8 °C), 1987 (-9,9 °C), 1996 (-9,5 °C), 2003 (-8 °C).

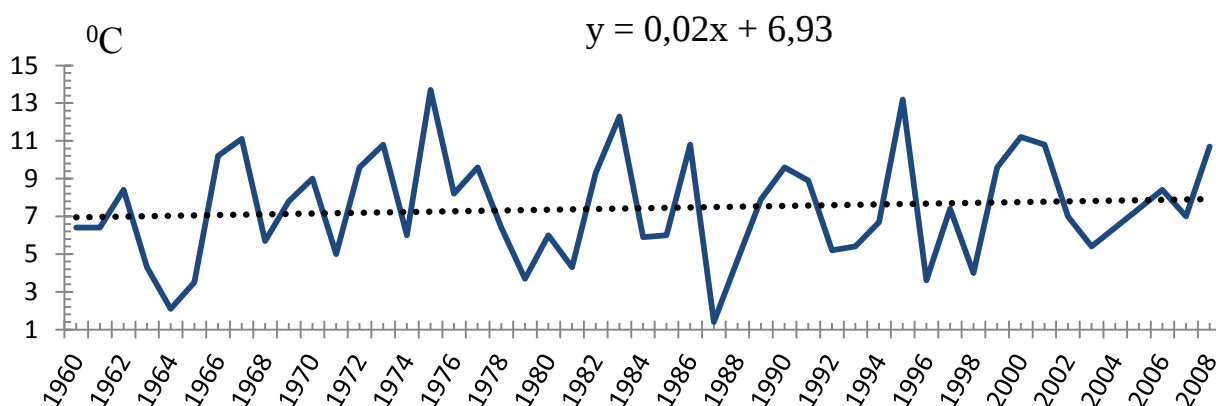


Рисунок 2 – Многолетняя изменчивость среднемесячной температуры воздуха на станции Ершов в апреле за период наблюдений с 1960 по 2008 гг.
(составлено автором)

Как следует из рисунка 2 в апреле наиболее высокие среднемесячные температуры отмечались в 1967 (11,1 °C), 1975 (13,7 °C), 1987 (12,3 °C), 1995 (13,2 °C), 2000 (11,2 °C), 2008 (10,7 °C). А наиболее низкие температуры отмечались в следующих годах: 1964 (2,1 °C), 1976 (3,7 °C), 1987 (1,4 °C), 1996 (3,6 °C).

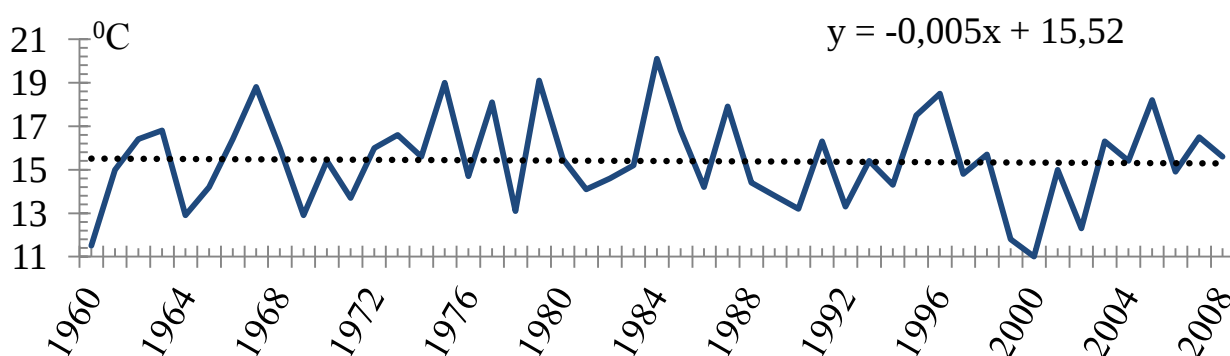


Рисунок 3 – Многолетняя изменчивость среднемесячной температуры воздуха на станции Ершов в мае за период наблюдений с 1960 по 2008 гг.
(составлено автором)

Как следует из рисунка 3 в мае наиболее высокие среднемесячные температуры отмечались в 1967 (18,8 °C), 1975 (19,0 °C), 1979 (19,1 °C), 1984 (20,1 °C), 1996 (18,5 °C), 2005 (18,2 °C). А наиболее низкие температуры отмечались в следующих годах: 1960 (11,5 °C), 1964 (12,9 °C), 1969 (12,9 °C), 1978 (13,1 °C), 2000 (11,0 °C), 2002 (12,3 °C).

Как следует из графических зависимостей в марте и апреле отмечается повышение температуры воздуха в Ершове со скоростью в марте 3,00 °C/10лет, а апреле 0,01 °C/10лет, в мае отмечается понижение температуры воздуха, на - 0,05 °C/10лет. В целом за 49 лет рассматриваемого периода температура воздуха в Ершове повысилась в марте на 14,7 °C, в апреле на 0,1 °C, в мае понизилась на -0,2 °C.

За период наблюдений с 1960 по 2008 гг. для рядов среднемесячной температуры воздуха на станции Ершов для летнего периода были построены графические зависимости многолетнего хода, представленные на рисунках 4 – 6. Как следует из рисунка 4 в июне наиболее высокие среднемесячные температуры отмечались в 1975 (23,5 °C), 1981 (22,4 °C), 1987 (23,4 °C) 1995 (23,9 °C) 1998 (24,5 °C), 2006 (22,4 °C). А наиболее низкие температуры отмечались в следующих годах: 1978 (15,8 °C), 1982 (16,4 °C), 1993 (17,4 °C), 2003 (15,2 °C).

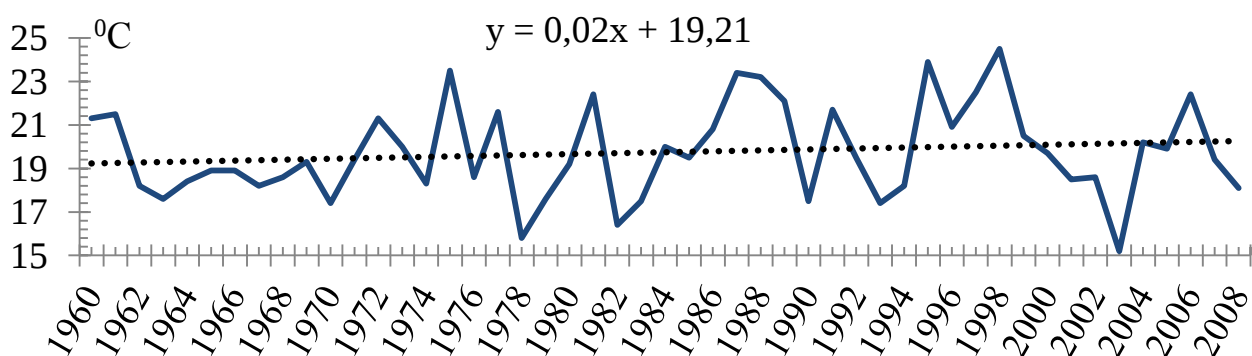


Рисунок 4 – Многолетняя изменчивость среднемесячной температуры воздуха на станции Ершов в июне за период наблюдений с 1960 по 2008гг.
(составлено автором)

Как следует из рисунка 5 в июле наиболее высокие среднемесячные температуры отмечались в 1966 (24,9 °C), 1972 (25,1 °C), 1981 (24,6 °C), 1984 (24,8 °C), 1988 (24,4 °C), 1998 (24,9 °C), 2002 (25,3 °C). А наиболее низкие температуры отмечались в следующих годах: 1968 (18,3 °C), 1976 (18,2 °C), 1994 (18,3 °C).

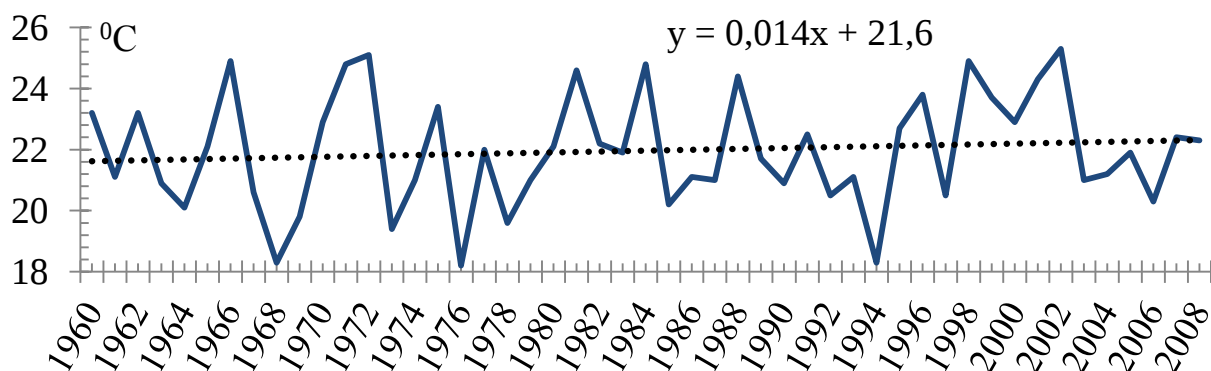


Рисунок 5 – Многолетняя изменчивость среднемесячной температуры воздуха на станции Ершов в июле за период наблюдений с 1960 по 2008 гг.
(составлено автором)

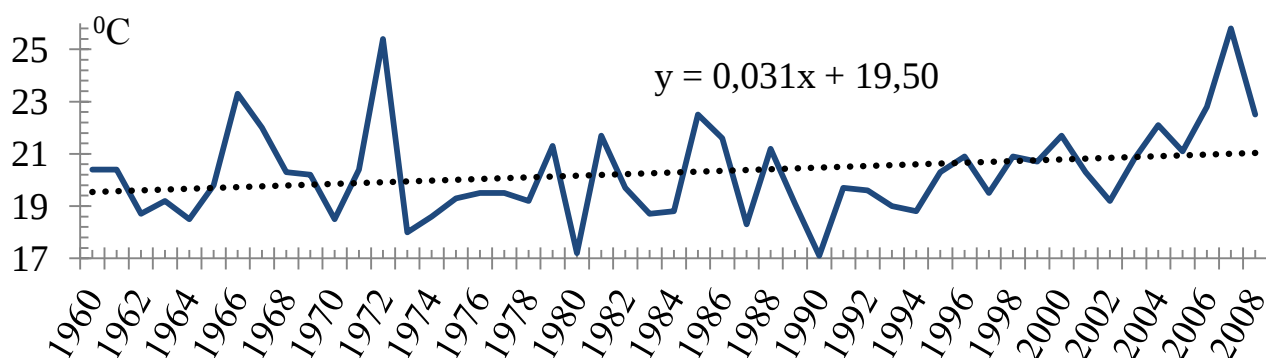


Рисунок 6 – Многолетняя изменчивость среднемесячной температуры воздуха на станции Ершов в августе за период наблюдений с 1960 по 2008 гг.
(составлено автором)

Как следует из рисунка 6 в августе наиболее высокие среднемесячные температуры отмечались в 1966 (23,3 °C), 1972 (25,4 °C), 1985 (22,5 °C), 2007 (25,8 °C). А наиболее низкие температуры отмечались в следующих годах: 1973 (18,0 °C), 1980 (17,2 °C), 1990 (17,1 °C)

Для каждого месяца построены линии трендов, которые указывают общую тенденцию изменения уровня исследуемой характеристики. Как следует из графических зависимостей отмечается понижение температуры воздуха в Ершове со скоростью в июне -0,50 °C за 10 лет, в августе -0,46 °C/10 лет. В целом за 49 лет рассматриваемого периода температура воздуха в Ершове в июне понизилась на -2,4 °C, в августе на -2,2 °C, в июле из-за повышения на 0,21°C/10 лет, температура воздуха повысилась на 1,0 °C.

В бакалаврской работе рассчитанные среднемесячные значения температуры воздуха на станции Ершов были сравнены с климатическими нормами по Научно-прикладному справочнику по климату в соответствии с таблицей 5.

Как следует из таблицы 5 рассчитанные значения среднемесячной температуры по станции Ершов за 1960-2008 гг. оказались выше в марте на 2 °С в апреле 1,1 °С, а в мае на 0,2 °С. Однако во все летние месяцы рассчитанные значения оказались ниже климатической нормы по Научно-прикладному справочнику на 0,4 – 0,5 °С.

Таблица 5 – Сравнение климатических норм среднемесячной температуры воздуха (°С) на станции Ершов за 2 периода (составлено автором)

Период	Март	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август
Исследуемый период (1960-2008 гг.)	-4,3	7,4	15,2	19,5	21,7	20,1
Климатические нормы по Науч.- приклад. справочнику (1960-1990 гг.) [12]	-6,3	6,3	15,0	19,9	22,2	20,5
Δ	2	1,1	0,2	-0,4	-0,5	-0,4

Полученные отклонения рассчитанных среднемесячных температур на станции Ершов в целом согласуются с полученными величинами линейных трендов.

В бакалаврской работе были рассмотрены такие статистические характеристики осадков на станции Ершов за период за 1960-2008 годы, как среднее многолетнее значение, среднее квадратическое отклонение, коэффициент вариации, наибольшие и наименьшие значения из рядов экстремальных осадков, размах варьирования, а также их ошибки. Статистические характеристики были рассчитаны для месячных сумм осадков и максимальных суточных осадков. Расчет статистических характеристик проводился по следующим формулам, приведенным в разделе 2.

Рассчитанные значения статистических характеристик представлены в таблице 6.

Таблица 6 - Статистические характеристики месячных сумм осадков на станции Ершов в весенне-летний период за 1960-2008 гг. (составлено автором)

Месяц	Статистические характеристики
-------	-------------------------------

	$X_{cp} \pm \sigma$, мм	$\sigma x \pm \sigma_{\sigma}$, мм	$C_x \pm \sigma_c$	X_{max} , мм	X_{min} , мм	R , мм
III	22,3±1,73	14,57±1,23	0,65±0,07	75,2	1	74,2
IV	25,9±2,03	17,10±1,44	0,66±0,07	73	0	73
V	32,5±2,61	22,01±1,85	0,68±0,07	102	0,4	101,6
VI	38,9±3,32	28,00±2,36	0,72±0,07	101	1	100
VII	40,0±2,79	23,51±1,98	0,59±0,06	98	5,4	92,6
VIII	33,4±2,55	21,50±1,81	0,64±0,06	94,6	0	94,6

Как видно из вышеуказанной таблицы, минимальная месячная сумма количества осадков имеет значение в марте – 22 мм, увеличиваются к июлю до 40,0 мм, и далее вновь уменьшаются.

В соответствии с таблицей 6 можно сказать, что значения среднего квадратического отклонения σ_x варьируются в пределах от 14 до 28 мм. Так как ясно видно, что значения σ_{xcp} составляют менее 10% от соответствующих средних месячных сумм количества осадков, то можно утверждать, что выборка репрезентативна.

Коэффициент вариаций принимает максимальные значения в мае, и составляет 0,68, а минимальное в июле 0,59. Это говорит о том, что разброс средних месячных сумм количества осадков невелик и выборка однородна.

Размах варьирования (R) принимает наибольшее значение в мае и составляет 110,2 мм с максимальным количеством осадков 102 мм за 1989 год и минимальным количеством осадков 0,4 мм в 1984 г. Наименьшее значение размах варьирования (R) принимает в апреле и составляет 73 мм.

В настоящей работе за период наблюдений с 1960-2008 гг. на станции Ершов была рассчитана повторяемость различных градаций месячных сумм осадков.

В соответствии с таблицей 7, в марте самая высокая повторяемость наблюдается в градации 20,1-30,0 мм, что составляет 13 случаев или 4,4 %. Повторяемости выпадения осадков в градациях 0,0-0,5 мм, 80,1-110,0 мм, 110,1-140,0 мм не наблюдалось. Наименьшая повторяемость 1 случай наблюдается в градации 50-80,0 мм, а также в градации 0,3-6,0 и 40,1-50,0 мм – 3 случая. Высокие значения повторяемости наблюдаются в градациях 10,1-15,0 мм и 30,1-40,0 мм - 8 и 11 раз или 2,7 и 3,7 %. Низкая повторяемость отмечается в градации 15,1-20,0 мм и 3,1-10,0 мм 4 и 6 случаев.

В апреле самая высокая повторяемость наблюдается в градации 20,1-30,0 мм и 30,1-40,0 мм, что составляет 9 случаев или 3,06 %. Повторяемости выпадения осадков в градациях 80,1-110,0 мм, 110,1-140,0 мм не наблюдалось. Наименьшая повторяемость наблюдается в градации 0-0,5 мм – 1 случай. Высокие значения повторяемости наблюдаются в градациях 3,1-10,0, 40,1-50,0 мм и 15,1-20,0 мм, по 6 и 8 случаев. Низкая повторяемость отмечается в градации 0,6-3,0 мм – 2 случаев или 0,68%. Повторяемость на градации 50,1-80,0 мм 3 случая (1,02 %).

В соответствии с таблицей 7 летом в июле самая высокая повторяемость наблюдается в градации 50,1-80,0 мм, что составляет 12 случаев или 4,08 %. Повторяемости выпадения осадков в градациях 0,0-0,5 мм, 0,6-3,0 мм, 110,1-140,0 мм не наблюдалось. Наименьшая повторяемость 2 случая наблюдается в градации 80,1-110,0 мм, а также в градации 10,1-15,0 мм – 3 случая. Высокие значения повторяемости наблюдаются в градациях 20,1-30,0 мм и 40,1-50,0 мм, 8 и 9 раз или 2,72 и 3,06 %.

Таблица 7 – Повторяемость различных градаций месячных сумм осадков (число лет / %) на станции Ершов за 1960-2008 гг. (составлено автором)

Градации	III		IV		V		VI		VII		VIII		Всего	
0,0-0,5			1	0,34	2	0,68					1	0,34	4	1,36
0,6-3,0	3	1,02	2	0,68	1	0,34	2	0,68			2	0,68	10	3,40
3,1-10,0	6	2,04	6	2,04	5	1,70	6	2,04	4	1,36	4	1,36	31	10,54
10,1-15,0	8	2,72	5	1,70	5	1,70	4	1,36	3	1,02	3	1,02	28	9,52
15,1-20,0	4	1,36	8	2,72	3	1,02	5	1,70	5	1,70	5	1,70	30	10,20
20,1-30,0	13	4,42	9	3,06	11	3,74	3	1,02	8	2,72	8	2,72	52	17,69
30,1-40,0	11	3,74	9	3,06	9	3,06	6	2,04	6	2,04	10	3,40	51	17,35
40,1-50,0	3	1,02	6	2,04	5	1,70	6	2,04	9	3,06	7	2,38	36	12,24
50,1-80,0	1	0,34	3	1,02	6	2,04	13	4,42	12	4,08	8	2,72	43	14,63
80,1-110,0					2	0,68	3	1,02	2	0,68	1	0,34	8	2,72
110,1-140,0							1	0,34					1	0,34
Всего	49	16,67	49	16,67	49	16,67	49	16,67	49	16,67	49	16,67	294	100

В работе рассчитанные среднемесячные значения количества осадков на станции Ершов были сравнены с климатическими нормами по Научно-прикладному справочнику по климату в соответствии с таблицей 8.

Как следует из таблицы 8 рассчитанные значения среднемесячных сумм осадков по станции Ершов за 1960-2008 гг. оказались выше климатической нормы в мае на 4,5 мм, в июле климатическая норма оказалась равна среднемесячной сумме осадков за рассматриваемый период. Однако во все остальные месяцы, рассчитанные значения оказались ниже климатической нормы по Научно-прикладному справочнику на 0,3-12,8 мм.

Таблица 8 – Сравнение среднемесячных сумм осадков (мм) на станции Ершов с климатической нормой (составлено автором)

Период	III	IV	V	VI	VII	VIII
Исследуемый период (1960-2008 гг.)	22,3	25,9	32,5	38,9	40,0	33,4
Климатические нормы по науч.-приклад. справочнику [20]	23	29	28	45	40	37
Δ	-0,7	-3,1	4,5	-6,1	0	-3,6

Заключение. По результатам проведенных исследований среднемесячной температуры воздуха на станции Ершов за период 1960-2008 гг. были сделаны следующие выводы:

1) Весной статистические характеристики температуры воздуха следующие: Значения среднемесячных температур изменяются от -4,3 °С в марте до 15,2 °С в мае. Среднеквадратическое отклонение составляет в апреле 2,9 °С, в мае 2,5 °С, в марте величина наибольшая 3,6°С. Максимальной величины среднемесячная температура в весенний период достигает в мае и составляет 20,1°С. А самые низкие значения из максимальных температур в марте, 2,5 °С. В апреле максимум среднемесячной температуры составляет 13,7 °С. Минимальное значение среднемесячной температуры весной также сильно отличаются и составляют в марте -10,8 °С, в апреле 1,4 °С, в мае 11,0 °С. В результате размах варьирования достигает наибольшей величины в марте и составляет 13,3 °С. В апреле размах варьирования 12,3 °С. В мае размах варьирования наименьший за весну равен 9,1 °С. Коэффициент вариации в марте максимальный и составляет 0,9, в апреле и в мае значительно меньше и составляет 0,4 и 0,2 соответственно.

2) Летом статистические характеристики температуры воздуха следующие: среднемесячные значения температуры изменяются слабее, чем в весенние месяцы: наиболее высокая среднемесячная температура отмечается в июле $21,7^{\circ}\text{C}$, а самая низкая - в июне $19,5^{\circ}\text{C}$, в августе $20,1^{\circ}\text{C}$. Среднеквадратическое отклонение в июне составляет $2,9^{\circ}\text{C}$, в июле $2,8^{\circ}\text{C}$, а в августе $2,5^{\circ}\text{C}$. Максимальная величина среднемесячной температуры отмечается в августе $25,8^{\circ}\text{C}$, в июле несколько ниже $25,3^{\circ}\text{C}$, в июне самое низкое значение максимальной среднемесячной температуры $24,5^{\circ}\text{C}$. Минимальная величина среднемесячной температуры в летний период: в июне $15,2^{\circ}\text{C}$, в июле $18,2^{\circ}\text{C}$, в августе $17,1^{\circ}\text{C}$.

3) 3) Рассчитанная повторяемость различных градаций среднемесячных температур воздуха за период с 1960-2008 гг. показала, что температуры от -12 до 0°C отмечаются в одном месяце весеннего периода – в марте, в остальных месяцах, апреле и мае, отрицательные температуры не наблюдаются. В марте наибольшая повторяемость приходится на градацию $-6...-3^{\circ}\text{C}$. В апреле наибольшая повторяемость приходится на градации $3...6^{\circ}\text{C}$ и $6...9^{\circ}\text{C}$. В мае – наибольшая повторяемость приходится на градацию $15...18^{\circ}\text{C}$.

В июне наибольшая повторяемость приходится на градации $16...19^{\circ}\text{C}$ и $19...22^{\circ}\text{C}$. В июле наибольшая повторяемость - на градацию $19...22^{\circ}\text{C}$. В августе наибольшая повторяемость попадает в градацию $19...22^{\circ}\text{C}$.

4) В марте наиболее высокие среднемесячные температуры отмечались в 1977, 1990, 2002, 2008. А наиболее низкие температуры отмечались в следующих годах: 1976, 1987, 1996. В апреле наиболее высокие среднемесячные температуры отмечались в 1975, 1995. Низкие температуры: 1964, 1987. В мае наиболее высокие среднемесячные температуры отмечались в 1967, 1984, 1996, 2005. А наиболее низкие температуры: 1960, 2000, 2002.

В июне наиболее высокие среднемесячные температуры отмечались в 1975, 1995, 1998. А наиболее низкие температуры: 1978, 2003.

В июле наиболее высокие среднемесячные температуры отмечались в 1966, 1972, 1981, 1984, 1998, 2002. А низкие температуры: 1968, 1976, 1994.

В августе наиболее высокие среднемесячные температуры отмечались в 1966, 1972, 1985, 2007. А наиболее низкие температуры отмечались в следующих годах: 1973, 1980, 1990.

5) Рассчитанные уравнения трендов показали, что в марте и апреле отмечается повышение температуры воздуха в Ершове со скоростью в марте $3,00\text{ }^{\circ}\text{C}/10\text{ лет}$, а в апреле $0,01\text{ }^{\circ}\text{C}/10\text{ лет}$, в мае отмечается понижение температуры воздуха, на $-0,05\text{ }^{\circ}\text{C}/10\text{ лет}$. В целом за 49 лет рассматриваемого периода температура воздуха в Ершове повысилась в марте на $14,7\text{ }^{\circ}\text{C}$, в апреле на $0,1\text{ }^{\circ}\text{C}$, в мае понизилась на $-0,2\text{ }^{\circ}\text{C}$.

6) В летние месяцы отмечаются понижения температуры воздуха в Ершове со скоростью в июне $-0,50\text{ }^{\circ}\text{C}$ за 10 лет, в августе $-0,46\text{ }^{\circ}\text{C}/10\text{ лет}$. В целом за 49 лет рассматриваемого периода температура воздуха в Ершове в июне понизилась на $-2,4\text{ }^{\circ}\text{C}$, в августе на $-2,2\text{ }^{\circ}\text{C}$, в июле из-за повышения на $0,21\text{ }^{\circ}\text{C}/10\text{ лет}$, температура воздуха за 49 лет повысилась на $1,0\text{ }^{\circ}\text{C}$.

7) Сравнения климатических норм за два периода показало, что рассчитанные значения среднемесячной температуры по станции Ершов за 1960-2008 гг. оказались выше в марте на $2\text{ }^{\circ}\text{C}$ в апреле $1,1\text{ }^{\circ}\text{C}$, а в мае на $0,2\text{ }^{\circ}\text{C}$. Однако во все летние месяцы, рассчитанные значения оказались ниже климатической нормы по Научно-прикладному справочнику на $0,4 - 0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$. Полученные отклонения рассчитанных среднемесячных температур на станции Ершов в целом согласуются с полученными величинами линейных трендов.

8) В работе проведено сравнение температуры воздуха в Ершове по скользящим 30-летиям с климатической нормой за период 1961-1990 гг., который принят ВМО в качестве стандартного. Сравнение средних значений температуры воздуха в Ершове по скользящим 30-летиям показало, что в первом 30-лети (1960-1989 гг.) в весенние месяцы температура воздуха оказалась ниже климатической нормы. Во втором периоде, 1970-1999 гг., температура была близка к норме. А в третьем 30-лети температура воздуха за 1980-2008 гг. оказалась существенно выше нормы.

В летние месяцы во все три периода температура воздуха в Ершове выше нормы, за исключением августа в период 1970-1999 гг., когда она была несущественно ниже нормы. Наиболее высокие значения температуры в

весенне-летний период отмечались в третьем периоде 1980-2008 гг., что свидетельствует о нарастающем потеплении в Ершове.

9) Минимальная месячная сумма количества осадков имеет значение в марте, увеличиваются к июлю до 40,0 мм, и далее вновь уменьшаются.

10) Самая высокая повторяемость наблюдается в градациях 20,1-30,0 мм. Повторяемости выпадения осадков в градациях 0,0-0,5 мм, 0,6-3,0 мм, 110,1-140,0 мм очень малы или не наблюдаются. Высокие значения повторяемости наблюдаются в градациях 3,1-10,0 мм, 30,1-40,0 мм и 50,1-80,0 мм. Низкая повторяемость отмечается в градациях 80,1-110,0 мм.

Среднемесячные суммы осадков по станции Ершов за 1960-2008 гг. оказались выше климатической нормы в мае на 4,5 мм, а в июле оказались равны. Однако во все остальные месяцы ниже климатической нормы по Научно-прикладному справочнику на 0,3-12,8 мм.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 Шульгин, А.М. Агрометеорология и агроклиматология / А.М. Шульгин, -Л.: Изд-во Гидрометеиздат, 1978. -200 с.

2 Стернзат, М.С. Метеорологические приборы и измерения / М.С. Стернзат, -Л.: Изд-во Гидрометеиздат, 1978. -392с.

3 Чирков, Ю.И. Агрометеорология./ Ю.И. Чирков – Л.: Гидрометеиздат, 1979. -320 с.

4 Грингоф, И.Г. Агрометеорология и агрометеорологические наблюдения / И.Г. Грингоф, А.Д. Пасечнюк, -СПб.: Изд-во ГИМИЗ, 2005. - 552с.

5 Иванова, Г.Ф. Влияние экстремальных проявлений климатических изменений на продуктивность сельскохозяйственных культур / Г. Ф. Иванова, Н. Г. Левицкая, О.В. Шаталова. // Саратов: Изд-во «Известия Саратовского университета. Серия Науки о Земле», 2011. -С. 41-47.

6 Всероссийский научно-исследовательский институт гидрометеорологической информации – мировой центр данных [Электронный

ресурс]: [сайт]. URL: <http://meteo.ru> (дата обращения 28.03.2021). Загл. с экрана. Яз. Рус.

7 Исаев, А.А. Статистика в метеорологии / А.А. Исаев, -М.: Изд-во МГУ, 1988. -245 с.

8 Серякова, Л.П. Агрометеорология / Л.П. Серякова, Л.: Изд-во Гидрометеиздат, 1978. 158с.

9 Колосков, П.И. Температура почвы, как функция растительного покрова / П.И. Колосков, Благовещенск.: Изд-во Амурской с.-х. опытной ст., 1924, 41с.

10 Хромов, С.П. Метеорология и климатология для географических факультетов / С.П. Хромов, -Л.: Изд-во Гидрометеиздат, 1983, -455 с.

11 Городецкий, О.А. Метеорология, методы и технические средства наблюдений / О.А. Городецкий, И.И. Гуральник, В.В. Ларин, -Л.: Изд-во Гидрометеиздат, 1991, - 336 с.

12 Атмосферные осадки в России [Электронный ресурс]: [сайт] URL:<https://geographyofrussia.com/atmosfernye-osadki-v-rossii/> (дата обращения 15.03.2021). –Загл. с экрана. –Яз. русс.

13 Хромов, С.П. Метеорология и климатология // Учебник 4-е издание / С.П. Хромов, М.А. Петросянц. –М.: МГУ, 1994. -193 с.

14 Груза, Г.В. Индикаторы изменения климата России. / Г.В. Груза, Э.Я. Ранькова // Метеорология и гидрология. –М.: 1998, №1. -С 5-17.

15 Кобышева, Н.В. Климатология / Н.В. Кобышева, С.И. Костин, Э.А. Струнников, -Л.: Гидрометеиздат, 1980, -568с.

16 Под ред. Дроздова, О.А. Климатология / О.А. Дроздова, В.А. Васильева -Л.: Изд-во Гидрометеиздат, 1989, -344 с.

17 Переведенцев, Ю. П. Теория климата / Ю. П. Переведенцев. -Казань.: Казанский государственный университет, 2009. -504 с.

18 Верещагин, М.А. Статистические методы в метеорологии / М.А. Верещагин, Э.П. Наумов, К.М. Шанталинский, Казань / -Казань: Казан. Унив-т. 1990. -109с.

19 Иванова, Г. Ф. Климатические изменения на территории Саратовской области и их влияние на урожайность сельскохозяйственных культур / Г. Ф.

Иванова, Ю. А. Складов, Н. Г. Левицкая, Саратов: Изд-во «Известия Саратовского университета. Серия Науки о Земле», 2006. -С.10-15 .

20 Научно - прикладной справочник по климату СССР. Серия 3. Многолетние данные. Части 1-6. Выпуск 12. -Л.: Гидрометеиздат. 1988. -648 с.