

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

Кафедра метеорологии и климатологии

**Характеристика термического режима в г.
Саратове**

АВТОРЕФЕРАТ БАКАЛАВРСКОЙ РАБОТЫ

студента 4 курса 411 группы

направления 05.03.05 Прикладная гидрометеорология

географического факультета

Хурасева Алексея Михайловича

Научный руководитель,

доцент, к.г.н.

Н.М. Семенова

Зав.кафедрой,

к.г.н., доцент

М.Ю. Червяков

Саратов 2023

Введение. Температура воздуха играет важнейшую роль как в оценке климата земли в целом, так и климата на отдельно взятых участках, например, таких как город. Имея информацию за продолжительный период времени, можно определить характерный набор температурных особенностей и их влияние на здоровье человека, а также на экономический потенциал данной территории.

На основе данных о температуре определяют перспективные отрасли экономики. Аграрный и животноводческий сектор, сфера туризма и многие другие составляющие глобальной экономики вынуждены считаться с климатическими изменениями. Также не стоит забывать о биоклиматологии, где проявляется влияние температуры на организм человека. Наиболее комфортные условия для человека наблюдаются при температуре воздуха 16-18°C и относительной влажности 50%. При повышении влажности воздуха, тяжело переносится жаркая погода и усиливается действие холода.

Целью бакалаврской работы было рассмотреть вариации температурного режима на территории города Саратова. Для решения поставленной цели были сформулированы задачи и использованы различные периоды для исследования. Общий объем исследовательского материала по температуре воздуха составил 85 лет (1937 – 2022 гг.).

Задачи бакалаврской работы:

- выявить температурные аномалии (годовые, сезонные, суточные);
- оценить общий температурный режим на территории города и определить тенденцию изменения температуры за длительный период;
- рассчитать повторяемость различных градаций температур;
- определить даты перехода и продолжительность периодов.

Анализ данных проводился по метеорологической станции «Саратов Юго-Восток», которая с 2020 года является опорной станцией при оценке метеорологических параметров для города. Данные были заимствованы с сайта ФГБУ «ВНИИГМИ-МЦД» и сайта «Погода и климат» [1]

Основное содержание работы

1 Климатические особенности Саратова. Саратов расположен в восточной части континентальной европейской области с недостаточным увлажнением. Коэффициент континентальности для города составляет 88 % [2].

Погода и климат Саратова формируются под влиянием атмосферной циркуляции. Характерным для него является примерно одинаковое по сезонам и за год число дней с циклонической и антициклонической формами циркуляции [3].

Климатические особенности территории проявляются через типы погоды, которые, в свою очередь, зависят от адвекции и трансформации воздушных масс. Каждому типу погоды соответствует свой диапазон температуры и влажности воздуха.

В суточном ходе температуры воздуха наблюдается один максимум в послеполуденные часы и один минимум - в утренние. Зимой суточный ход температуры воздуха выражен слабо. Минимум отмечается в 7-8 ч, максимум в 13-14 ч.

Температурный режим до сентября 2019 г. оценивался по метеорологической станции Саратов-Центральный, расположенной на территории старого аэропорта. С 2020 г. метеорологические условия оцениваются по станции «Саратов Юго-Восток». В данной работе все используемые данные взяты по станции «Саратов Юго-Восток», которая на данный момент является опорной станцией города Саратова.

2 Вариации изменения температуры в Саратове за многолетний период

2.1.1 Климатические нормы по температуре воздуха для Саратова. Температура является одним из важнейших элементов особенностей климата. По средним многолетним значениям, осредненным за 30-летние периоды, среднегодовая температура в Саратове в 1961-1990 гг. составила –

6,3°C, в 1971-2000 гг. – 6,5°C, в 1981-2010 гг. – 6,9°C. С июля 2022 года приняты новые климатические нормы за период 1991-2020 гг. Новое значение климатической нормы для Саратова составило 7,2°C. Разница значений температуры по климатическим нормам за период 1961-1990 гг. и 1991-2020 гг. составила практически 1,0°C (0,9°C). Температурные нормы для города Саратова показаны в таблице 2.1.

Таблица 2.1 – Климатические нормы для Саратова по температуре воздуха [4]

Годы	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Сред год
1961-1990	-10,1	-9,5	-3,4	7,8	15,9	19,8	21,9	20,2	14,1	6,0	-0,8	-6,5	6,3
1971-2000	-8,8	-8,6	-3,2	8,1	15,7	20,4	22,0	20,1	14	6,3	-1,4	-6,1	6,5
1981-2010	-7,8	-8,1	-2,5	8,1	15,7	20,3	22,4	20,6	14,3	7,0	-1,1	-6,4	6,9
1991-2020	-7,8	-7,8	-1,9	8,4	16,2	20,5	22,7	21,1	14,5	7,3	-0,6	-6,1	7,2

2.1.2 Оценка средних, максимальных и минимальных значений температуры воздуха в Саратове. В таблице 2.2 указаны абсолютный минимум и максимум, средний максимум и минимум температуры и средняя температура воздуха, осредненная за период 2010-2022 гг. для Саратова.

Таблица 2.2 – Средние, максимальные и минимальные значения температуры воздуха [1]

Месяц	Абсолютный минимум, °C/год	Средний минимум, °C	Средняя 2010-2022 гг., °C	Средний максимум, °C	Абсолютный максимум, °C/год
январь	-37,3 (1942)	-10,2	-7,6	-4,7	8,1 (1948)
февраль	-34,8 (1956)	-10,5	-7,7	-4,3	8,4 (1990)
март	-26,8 (1937)	-4,8	-1,8	1,8	18,8 (2023)
апрель	-17,8 (1963)	4,3	8,5	13,8	31,1 (1950)
май	-3,8 (1952)	11,2	16,3	22,1	34,1 (2015)
июнь	2,1 (2018)	15,6	20,6	26,4	39,2 (1998)
июль	6,4 (1957)	17,7	22,9	28,6	40,8 (1971)
август	4,3 (1944)	16,1	21,3	27,4	40,7 (1940)

сентябрь	-2,9 (1941)	10,4	14,8	20,3	36,7 (2010)
октябрь	-12,6 (1965)	4,3	7,5	11,6	25,5 (1991)
ноябрь	-23,8 (1998)	-2,6	-0,4	2,3	16,1 (2013)
декабрь	-33,4 (1958)	-8,3	-5,9	-3,3	11,7 (1979)
год	-37,3 (1942)	3,3	7,7	11,6	40,8 (1971)

В данной главе подробно рассматривается изменение средней годовой, а также средних сезонных температур на отрезке 1937 - 2022 годы. На основе построенных графиков, делается вывод об увеличении значений среднегодовой температуры (2,0°C от года к году и 2,7°C по положению линии тренда), средней летней (2,1°C от года к году и 1,6°C по положению линии тренда) и средней зимней температуры (5,6°C от года к году и 4,3°C по положению линии тренда)

2.1.3 Анализ сезонной изменчивости температурного режима в Саратове. В таблице 2.3 приведен расчет средних зимних и средних летних температур за период 2010 – 2022 года и сравнение их с климатической нормой 1981–2010 гг. В качестве климатической нормы было взято среднее значение за три зимних и три летних месяца. Стоит отметить, что за рассматриваемый период зимние условия были ниже климатической нормы только в 5-ти случаях – 2010, 2011, 2012, 2014, 2018 год. наибольшее отклонение в сторону отрицательных значений наблюдалось в 2012 году (-2,9°C). Самой теплой можно назвать зиму 2020 года (-4,4°C).

Таблица 2.3 – Средние температуры воздуха за зимний и летний сезоны и отклонение от нормы (составлено автором)

Год	Зимний сезон			Летний сезон		
	средняя тем-ра, °С	клим. норма 1981-2010 гг., °С	отклонение от нормы, °С	средняя тем-ра, °С	клим. норма 1981-2010 гг.	отклонение от нормы
2010	-9,6	-7,4	-2,2	26,1	21,1	5,0
2011	-9,2	-7,4	-1,8	22,4	21,1	1,3
2012	-10,3	-7,4	-2,9	23,0	21,1	1,9
2013	-5,9	-7,4	1,5	21,2	21,1	0,1
2014	-7,7	-7,4	-0,3	21,4	21,1	0,3
2015	-4,9	-7,4	2,5	22,0	21,1	0,9

2016	-6,2	-7,4	1,2	23,1	21,1	2,0
2017	-5,6	-7,4	1,8	20,7	21,1	-0,4
2018	-9,0	-7,4	-1,6	21,8	21,1	0,7
2019	-5,9	-7,4	1,5	21,1	21,1	0
2020	-4,4	-7,4	3,0	21,5	21,1	0,4
2021	-6,3	-7,4	1,1	23,5	21,1	2,4
2022	-5,9	-7,4	1,5	22,3	21,1	1,2
Сред.	-7,0	-7,4	0,4	22,3	21,1	1,2

Максимальные температуры были зафиксированы в 2010 году: средняя суточная температура была равна 33,5°С, а максимум температуры достиг 40,5°С, что на 0,3°С меньше абсолютного максимума отмеченного в 1971 году.

Самая низкая суточная температура на выбранном интервале исследования была отмечена в 2012 и в 2014 году и была равна -26,2°С. При этом самая низкая температура в Саратове была зафиксирована в 2012 году и составила -29,8°С.

3 Особенности температурного режима в Саратове. При климатических изменениях, которые происходят время от времени, наиболее реагирует на подобные изменения температура воздуха, являющаяся основным показателем климата любой территории.

Среднегодовая температура в Саратове по данным климатической нормы за 1991–2020 годы составляет 7,2°С. Среднее многолетнее значение температуры воздуха за период 2010-2022 составляет 7,7°С. В Справочнике по климату СССР (1965-1969 года издания) среднегодовая температура была 4,9°С. Таким образом, четко проявляется тенденция потепления.

3.1 Оценка температурных характеристик за период с 2010 по 2022 годы

3.1.1 Температурные аномалии. Температурная аномалия - это отклонение (положительное или отрицательное) температуры от базовой температуры. Базовой температурой обычно считается среднее значение температуры, рассчитанное за длительный временной интервал, который как правило составляет 30 лет и определяется как климатическая норма.

Для выявления anomalно жарких лет было принято решение провести сортировку имеющихся средних годовых температур по их повторяемости в исходной выборке. Для увеличения точности расчетов исходная выборка была увеличена и в дальнейшем рассматривался интервал с 2000 по 2022 год.

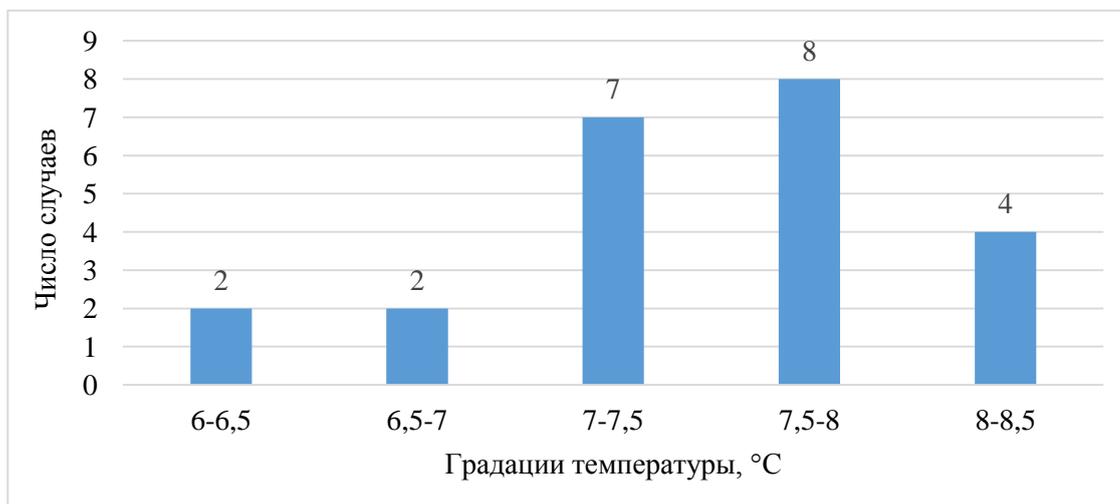


Рисунок 3.1 – Повторяемость числа случаев среднегодовой температуры определенных градаций (составлено автором)

Чаще всего на рассматриваемом интервале наблюдались среднегодовые значения температуры от 7,0 до 8,0 градусов – 15 случаев. За этот период выделено 4 года, которые являются anomalно жаркими. Согласно ранее представленной таблицы 2.4 наибольшие средние годовые температуры наблюдались в 2010, 2015, 2019, 2020 годах. Причем 2020 годы за весь анализируемый период (1937-2022 гг.) является самым теплым по среднегодовым значениям.

Аналогичным образом проводился анализ средних летних и средних зимних температур. Абсолютный максимум летних температур наблюдался в 2010 году (26,1°C).

Самые высокие средние зимние температуры наблюдались в 2000 году (-3,8°C). Также высокие температуры в зимний сезон были отмечены в 2015, 2020 и 2022 годах.

3.1.2 Анализ сезонной изменчивости температуры воздуха в Саратове. Для большей наглядности сезонных изменений приведем примеры повторяемости числа случаев температуры воздуха определенных значений для летнего и зимнего периодов.

В качестве крайних интервалов для учета летних температур на рисунке 3.4 были взяты интервалы $5-10^{\circ}\text{C}$ и $30-35^{\circ}\text{C}$. В большей части рассматриваемых лет модальным становился интервал $20 - 25^{\circ}\text{C}$, вместе с тем наблюдались отдельные летние сезоны, когда модальным становился интервал $25 - 30^{\circ}\text{C}$ (2010, 2021).

Для оценки зимнего сезона был выбран диапазон температур от -30°C до $+15^{\circ}\text{C}$. в большей части случаев модальным интервалом для температур зимнего сезона на отрезке с 2010 по 2022 год является интервал $-5 - 0^{\circ}\text{C}$.

В Саратове каждую зиму наблюдается как минимум 11 дней, когда средняя суточная температура превышала 0°C . Максимального значение подобное явление достигло в 2010 и 2015 годах, когда количество дней со среднесуточной положительной температурой составило 29 и 41 день соответственно.

3.1.3 Влияние температуры на отрасли народного хозяйства. Температура воздуха оказывает большое влияние в том числе и на экономическую деятельность человека. Если температура превышает 25°C , 30°C или наоборот понижается ниже -25°C - -30°C , различные отрасли хозяйства могут нести издержки из-за неблагоприятных условий. В Саратове гораздо чаще встречаются опасно высокие температуры.

В 2010 и 2014 годах температура отмечались случаи со среднесуточной температурой ниже -25°C . Однако, гораздо больше случаев связано с возникновением опасных явлений по причине высоких температур. Вместе с тем далеко не каждый год высокие температуры держатся продолжительное время. Температура выше 30°C становится среднесуточной примерно в половине рассматриваемых лет, и за исключением 2010 года (24 случая) встречаются редко (1-4 раза).

4 Даты перехода среднесуточной температуры

4.1 Расчет дат перехода среднесуточной температуры через определенные пределы. В годовой динамике природных процессов Саратова четко выделено четыре сезона, которые определяются переход температурных параметров через определенные пределы (0, 5, 10°C). В работе был проведен расчет дат перехода и определена продолжительность климатических сезонов, а также определены даты перехода через 8°C и продолжительность отопительного периода и периода вегетации.

Даты перехода были рассчитаны с помощью языка программирования Python, с использованием модуля datetime и библиотеки openruhl.

4.1.1 Методика расчета. В качестве исходного материала использовалась созданная база данных по температуре воздуха в формате файла Excel, состоящих из материалов, взятых с сайта «Погода и климат» [1]. Для того чтобы взаимодействовать с Excel файлом была импортирована библиотека openruhl.

В качестве даты устойчивого перехода выбиралась дата начала отрезка, суммарное положительное отклонение от заданной суточной величины на котором, превышало суммарное отрицательное отклонение от неё же на любого другого последующем отрезке. Сравнение температур для определения первой даты устойчивого перехода проходило на участке от начала года до отрезка с наибольшим суммарным превышением температурой заданного порогового значения(включительно). Вторая дата перехода определялась при помощи нахождения первого отрезка суммарное отрицательное отклонение от порогового значения, на котором превышает все последующие положительные.

На основе полученных значений дат устойчивого перехода, была рассчитана длительность зимнего и летнего сезонов, а также

продолжительность периодов отопления и вегетации, для всех лет начиная с 2010 и заканчивая 2022.

Средняя длительность отопительного периода в городе Саратове за исследуемые 13 лет составила 183,3 дня. Самый длительный отопительный период в городе был в 2013 году и составил 203 дня.

Самый длительный период вегетации в Саратов за последние 13 лет наблюдался в 2013 году и был равен 224 дня. Лишь дважды за весь рассматриваемый отрезок времени период вегетации не превышал 190 дней.

Самый длительный зимний сезон наблюдался в 2011 году и составил 149 дней, близкая к этим значениям продолжительность наблюдалась в 2015 году и составила 141 день. За рассматриваемый период лишь дважды длительность зимнего периода была меньше 100 дней. В 2017 году зима длилась всего 86 дней.

5 Температурная аномалия 2010 года в Саратове

5.1 Причины температурной аномалии 2010 года. В предыдущих главах было отмечено, что 2010 год стал аномальным по температурным условиям. Аномально высокие температуры отмечались в летний период. Основной причиной данной температурной аномалии являлось установление над территорией Евразии мощного высокого (более 16 км) блокирующего антициклона. Антициклон над территорией Евразии сохранялся около 50 суток, что значительно превышает длительность похожей синоптической ситуации лета 1972 г. Причины, главным образом, обусловлены нехарактерными для атмосферы процессами передачи энергии от волн синоптического масштаба длинным (до 10000 км) волнам, опрокидыванием волн Россби, формированием очагов положительных аномалий температуры поверхности в Северной Атлантики (в районах Гольфстрима и Лабрадорского течения) и Арктическом бассейне, а также явлением Ла-Нинья.

5.2 Последствия температурной аномалии лета 2010 года. Необычно длительное существование антициклона сопровождалось рекордно

высокими температурами с жестокой засухой, следствием которой стали интенсивные лесные пожары и сильное задымление атмосферы на обширных пространствах. Экономический ущерб от пожаров и засухи, включая потери урожая сельскохозяйственных культур, еще предстоит оценить. Ущерб здоровью людей от сильной жары, дыма и стрессовых ситуаций, выразившийся в ухудшении самочувствия, обострение хронических заболеваний, до сих пор ощущается многими жителями европейской территории России, Сибири, Дальнего Востока. Минздрав России отмечает, что в июле этого года по сравнению с аналогичным периодом прошлого года смертность выросла до в Москве на 50,7 %, а в целом по России – на 8,6%.

5.3 Изменение температурных параметров в 2010 году в Саратове.

Средняя месячная температура в 2010 году превышала указанные нормы для данной территории на протяжении всего летнего периода. Ноябрь и декабрь также оказались выше средних климатических значений. В зимний период (январь, февраль) значения температуры в Саратове опустились ниже климатической нормы.

Заключение. За рассматриваемый период в Саратове наблюдались следующие вариации температурных параметров:

Наблюдается рост температуры, который прослеживается на графиках изменения среднегодовых и среднесезонных температур.

Общая тенденция роста температуры приводит к сокращению зимнего периода и отопительного периода, вместе с этим продолжительность летнего периода, как и продолжительность периода вегетации увеличивается.

2010 год является аномальным как по летним температурам воздуха, так и по зимним.

Самые высокие средние летние температуры и наибольшее положительное отклонение (5,0°C) средней летней температуры от нормы были зафиксированы в 2010 году