

DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2024.147.115>**МНОГОЛЕТНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ И КОЛИЧЕСТВА АТМОСФЕРНЫХ ОСАДКОВ В ПОСЁЛКЕ КРАСНАЯ ПОЛЯНА**

Научная статья

**Красюк А.С.<sup>1</sup>, Гарькуша Д.Н.<sup>2\*</sup>, Великохатская В.В.<sup>3</sup>**<sup>2</sup>ORCID : 0000-0001-5026-2103;<sup>1, 2, 3</sup> Южный федеральный университет, Ростов-на-Дону, Российская Федерация

\* Корреспондирующий автор (gardim1[at]yandex.ru)

**Аннотация**

В работе проанализированы данные ФГБУ Всероссийского научно-исследовательского института гидрометеорологической информации по среднемесячной температуре воздуха за период с 1921 г. по 2022 г. и суммам месячных атмосферных осадков за период с 1966 по 2022 г. на метеостанции, расположенной в посёлке Красная Поляна. За рассматриваемый период месячные суммы атмосферных осадков варьировались в пределах от 1,8 мм до 591 мм (в среднем 162,94 мм), среднемесячные температуры воздуха – в пределах от -5,1°C до 23,5°C (в среднем 10,4°C). Максимальные выпадения осадков характерны для ноября, декабря и января. Среднегодовые температуры воздуха изменяются от 7,12° до 18,7°C, в среднем составляет 10,43°C, сумма годовых атмосферных осадков колеблется от 1258 мм до 2537 мм, в среднем 1946 мм/год. Наблюдается слабая тенденция уменьшения выпадения осадков и отчетливое увеличение среднегодовых температур в последние десятилетия. Особенно интенсивный рост температур фиксируется после 1997 г. В целом, горнолыжный курорт Красная Поляна характеризуется достаточным увлажнением, но прослеживается цикличность с интервалом 3-4 года, когда засушливые месяцы в течение года отсутствуют.

**Ключевые слова:** климат, атмосферные осадки, температура, засушливые периоды, потепление.**LONG-TERM CHANGES IN TEMPERATURE AND PRECIPITATION IN KRASNAYA POLYANA SETTLEMENT**

Research article

**Krasyuk A.S.<sup>1</sup>, Gar'kusha D.N.<sup>2\*</sup>, Velikokhatskaya V.V.<sup>3</sup>**<sup>2</sup>ORCID : 0000-0001-5026-2103;<sup>1, 2, 3</sup> Southern Federal University, Rostov-on-Don, Russian Federation

\* Corresponding author (gardim1[at]yandex.ru)

**Abstract**

The work analyses the data of FSBI All-Russian Research Institute of Hydrometeorological Information on average monthly air temperature for the period from 1921 to 2022 and monthly precipitation totals for the period from 1966 to 2022 at the weather station located in Krasnaya Polyana settlement. During the studied period, monthly precipitation totals ranged from 1.8 mm to 591 mm (162.94 mm on average) and monthly mean air temperatures ranged from -5.1°C to 23.5°C (10.4°C on average). Maximum precipitation is characteristic of November, December and January. The average annual air temperature varies from 7.12°C to 18.7°C, with an average of 10.43°C, and the annual precipitation ranges from 1258 mm to 2537 mm, with an average of 1946 mm/year. There is a weak decreasing tendency in precipitation and a distinct increase in mean annual temperatures in recent decades. In general, Krasnaya Polyana ski resort is characterized by sufficient moisture, but there is a cyclical pattern with an interval of 3-4 years, when there are no dry months during the year.

**Keywords:** climate, precipitation, temperature, dry periods, warming.**Введение**

В настоящее время одной из основных проблем, стоящих перед мировым сообществом, является проблема глобального изменения климата Земли [1], [2], [3]. Последние 10 лет в мире были самыми теплыми, при этом средняя температура поверхности Земли в 2023 г. была максимальной за всю историю наблюдений (с 1880 года). В среднем в 2023 г. на Земле было примерно на 1,36°C теплее, чем в конце 19 века (1850-1900 г.) [4]. В докладе, опубликованном Межправительственной группой экспертов ООН по изменению климата (ИПСС), отмечается, что к 2030 году температура воздуха на поверхности планеты станет на 1,5°C выше доиндустриального уровня [5]. Последствиями такого глобального потепления могут стать резкое изменение климата (локальная засуха и наводнения, таяние арктических льдов и отступление ледников), ухудшение условий жизни, дефицит продуктов питания, риски эпидемий, исчезновение многих видов фауны и флоры [1], [3], [6].

Основными возможными причинами глобального потепления считаются [1], [3], [4]:

- выработка электроэнергии: производство электроэнергии и тепла путем сжигания угля, нефти, природного газа, вследствие чего происходит выброс в атмосферу углекислого газа, метана, оксида азота, фторированных газов;
- массовая вырубка лесов: уничтожение деревьев для расширения территории сельскохозяйственной деятельности, городов и производств, что приводит к повышению уровня выделяемого углерода и ограничению способности природы удерживать вредные газы;

- использование транспорта: большинство автомобилей, кораблей и самолетов работают на ископаемом топливе, что делает транспорт одним из основных источников парниковых газов;

- естественные причины: солнечная активность, вулканическая деятельность, тектоника литосферных плит и т.д.

Россия теплеет почти вдвое быстрее, чем остальной мир – примерно на  $0,5^{\circ}\text{C}$  за десятилетия, при этом, начиная с 1980-х гг. каждое десятилетие было теплее предыдущего [7]. Сильнее всего изменения температуры проявляется в поясе от западной границы к южной части Урала и Сибири, а также к Кавказу и побережьям Черного и Каспийского морей [8]. Потепления климата в России может привести к таким серьезным последствиям как таяние вечной мерзлоты, изменение биоразнообразия, угроза для сельского хозяйства, нарушение функционирования экосистем и т.д. [9].

В связи с вышесказанным, важными для выявления особенностей климатических изменений в конкретных регионах России и мира являются анализ и обобщение данных метеорологических служб. Целью настоящей работы является изучение климатических изменений на территории горнолыжного курорта России – Красная Поляна.

#### **Район исследования, материалы и методы**

Посёлок Красная Поляна расположен в Краснодарском крае в 46 км от Чёрного моря на высоте 550-600 м над уровнем моря. Курорт защищен горами Ачишхо, Аибга, Чугуш, Псеашхо, вершины которых достигают высоты 2500-3300 метров и покрыты снеговыми шапками. В 15 км к северу от Красной Поляны проходит водораздел Главного Кавказского хребта. Посёлок занимает обширную террасу, представляющую собой слегка наклонённую площадь в виде треугольника, вершиной упирающегося в отроги горы Ачишхо, а основанием опирающегося на правый берег реки Мзымга. Метеостанция расположена примерно в 3 км от центра посёлка Красная Поляна, в сторону горнолыжных курортов «Роза Хутор» и «Горки Город». Высота расположения метеостанции составляет около 600 метров над уровнем моря, что позволяет ей фиксировать погодные условия в горной местности [11].

В основу работы положены архивные данные ФГБУ Всероссийского научно-исследовательского института гидрометеорологической информации – Мировой центр данных (ВНИИГМИ-МЦД) по среднемесячной температуре воздуха за период с 1921 по 2022 гг. и суммам месячных атмосферных осадков за 1966–2022 гг. на метеостанции в посёлке Красная Поляна [10].

В ходе выполнения работы проведена статистическая обработка данных, построены графики, характеризующие изменения количества сумм месячных и годовых атмосферных осадков, среднемесячной и среднегодовой температуры воздуха, а также построен совмещённый график изменения месячных сумм осадков и среднемесячных температур воздуха, для выявления засушливых периодов.

#### **Результаты исследования и их обсуждение**

На рисунке 1 представлен график изменения среднемесячной температуры воздуха за период с 1921 по 2022 г. (101 год) на метеорологической станции посёлка Красная Поляна. Среднемесячные температуры воздуха за данный период колеблются от  $-5,1^{\circ}\text{C}$  до  $23,5^{\circ}\text{C}$ , составляя в среднем  $10,4^{\circ}\text{C}$  (количество измерений  $n = 1090$ ). Амплитуда колебания составляет  $28,6^{\circ}\text{C}$ .

Самым теплым месяцем является обычно июль, реже август. Самым холодным – январь. Максимальные среднемесячные температуры были зафиксированы в августе 1929 г. ( $23^{\circ}\text{C}$ ) и в августе 2006 г. ( $23,5^{\circ}\text{C}$ ). Сильных колебаний среднемесячных температур за весь период наблюдений в летний период не отмечается.

Минимальная среднемесячная температура наблюдалась в январе 1950 г. ( $-5,1^{\circ}\text{C}$ ). Помимо этого, достаточно низкие среднемесячные температуры зафиксированы в январе 1964 г. ( $-4,2^{\circ}\text{C}$ ), 1972 г. ( $-3,7^{\circ}\text{C}$ ) и 1925 г. ( $-3,6^{\circ}\text{C}$ ). Как правило, в зимние месяцы среднемесячная температура превышает  $0^{\circ}\text{C}$ , при этом наиболее высокие зимние температуры были зафиксированы в декабре 2022 г. ( $5,8^{\circ}\text{C}$ ) и в январе 2010 г. ( $3,7^{\circ}\text{C}$ ).

В период с 1921 по 1996 гг. просматривается цикличность в динамике температур с интервалом 5–6 лет. С 1997 г. происходит заметное возрастание среднемесячных температур как в зимний, так и в летний период, при этом цикличность исчезает. Так, если до 1997 г. отрицательные среднемесячные температуры в зимний период наблюдались достаточно часто, а летние ее значения обычно не превышали  $20^{\circ}\text{C}$ , то с 1997 г. среднемесячная температура зимой редко опускалась ниже  $0^{\circ}\text{C}$ , а в летний период возросла до  $20^{\circ}\text{C}$  и выше.

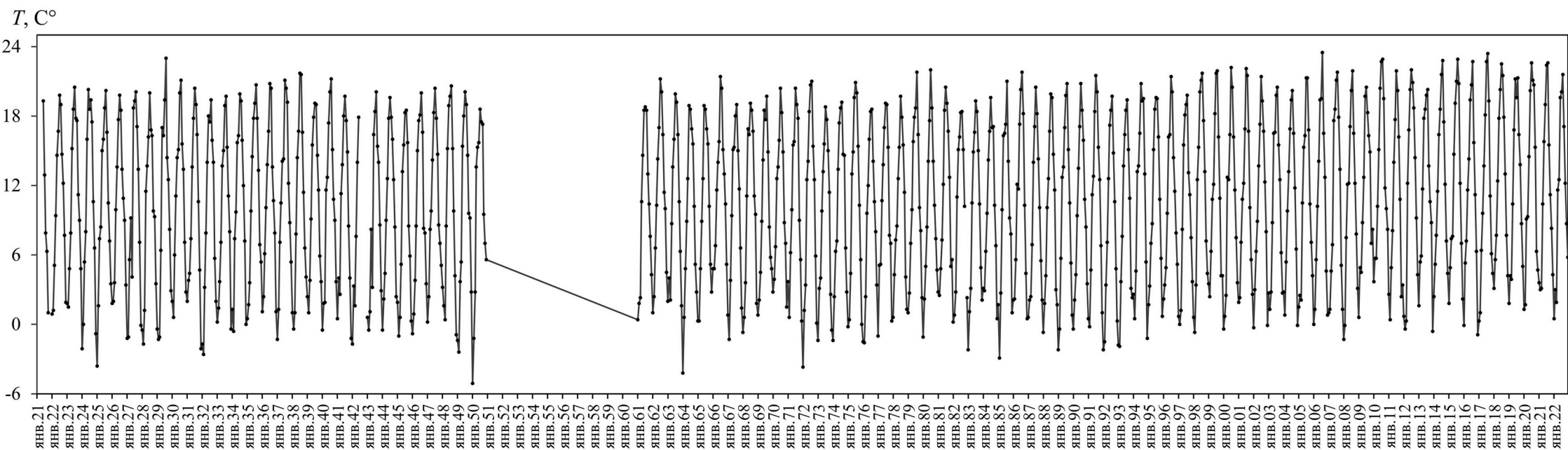


Рисунок 1 - Изменение среднемесячной температуры воздуха за период с 1921 по 2022 гг. на метеостанции посёлка Красная Поляна  
DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2024.147.115.1>

Примечание: построено по данным ист. [10]

На рисунке 2 представлен график изменения месячных сумм атмосферных осадков за период с 1966 по 2022 гг. (56 лет) на метеорологической станции посёлка Красная Поляна. Значения месячных сумм атмосферных осадков колеблются от 1,8 мм до 591 мм (количество измерений  $n = 684$ ; в среднем 162,94 мм за месяц).

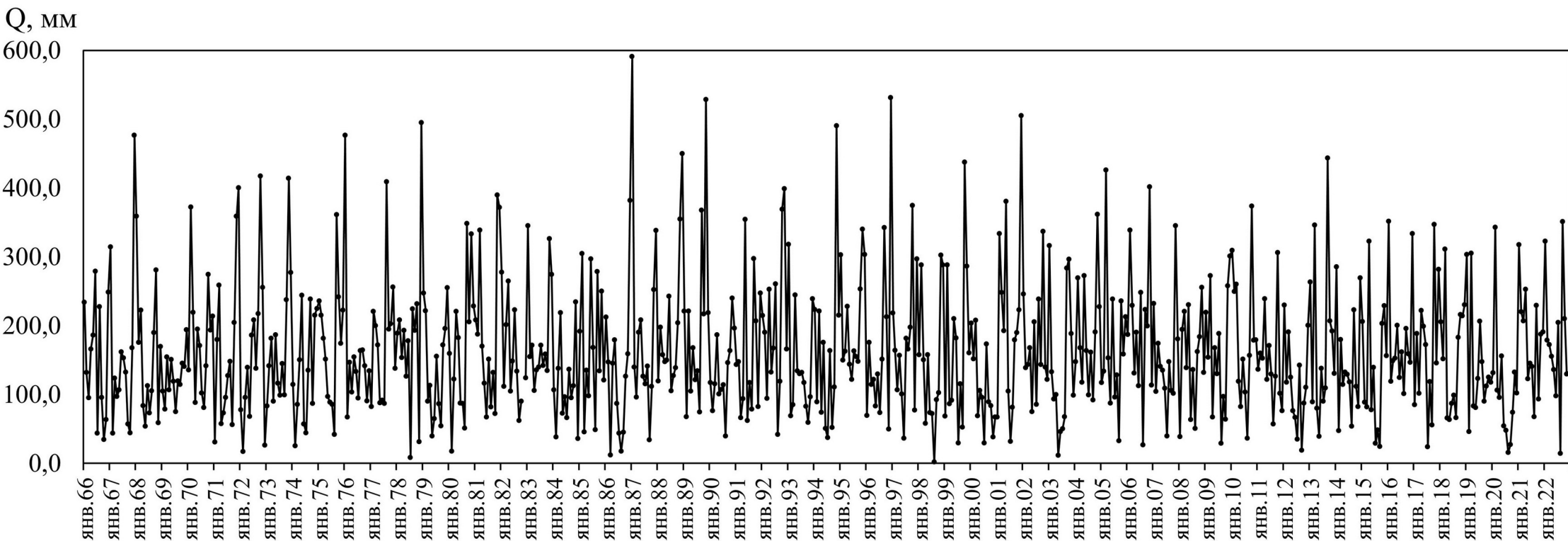


Рисунок 2 - Изменение месячных сумм атмосферных осадков за период с 1966 по 2022 гг. на метеостанции посёлка Красная Поляна  
DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2024.147.115.2>

Примечание: построено по данным ист. [10]

Наибольшее количество атмосферных осадков выпадает в ноябре, декабре и январе. Максимальное значение за всё время наблюдений было зафиксировано в январе в 1987 г. (591 мм). Кроме этого, достаточно высокие суммы месячных осадков зафиксированы в декабре 1996 г. (531,5 мм), ноябре 1989 г. (528,5 мм) и в декабре 2001 г. (505 мм). Прослеживается цикличность пиковых значений каждые 3-4 года.

Наименьшие выпадения атмосферных осадков наблюдаются чаще всего в июле и августе. Минимальная сумма месячных осадков была зафиксирована в августе 1998 г. (1,8 мм). Отмечаются периоды, когда среднемесячное количество осадков долгое время не превышало 390 мм: с 1979 по 1986 гг., с 1990 по 1994 гг., с 2007 по 2012 гг., с 2014 по 2022 гг.

Можно отметить, что с 2007 г. сумма месячных атмосферных осадков постепенно уменьшается, значение чаще всего не превышают 350 мм. Особенно это заметно в последние 8 лет, в которые среднемесячные выпадения атмосферных осадков стали менее амплитудными.

На рисунке 3 изображен график среднегодовой температуры воздуха за период с 1921 по 2022 гг. (101 год) на метеорологической станции посёлка Красная Поляна. Значения среднегодовой температуры колеблются от 7,12° до 18,7°С, в среднем составляя 10,43°С. Максимальное среднегодовое значение за всё время наблюдений было зафиксировано в 1997 г. (18,7°С), минимальное – в 1942 г. (7,12°С).

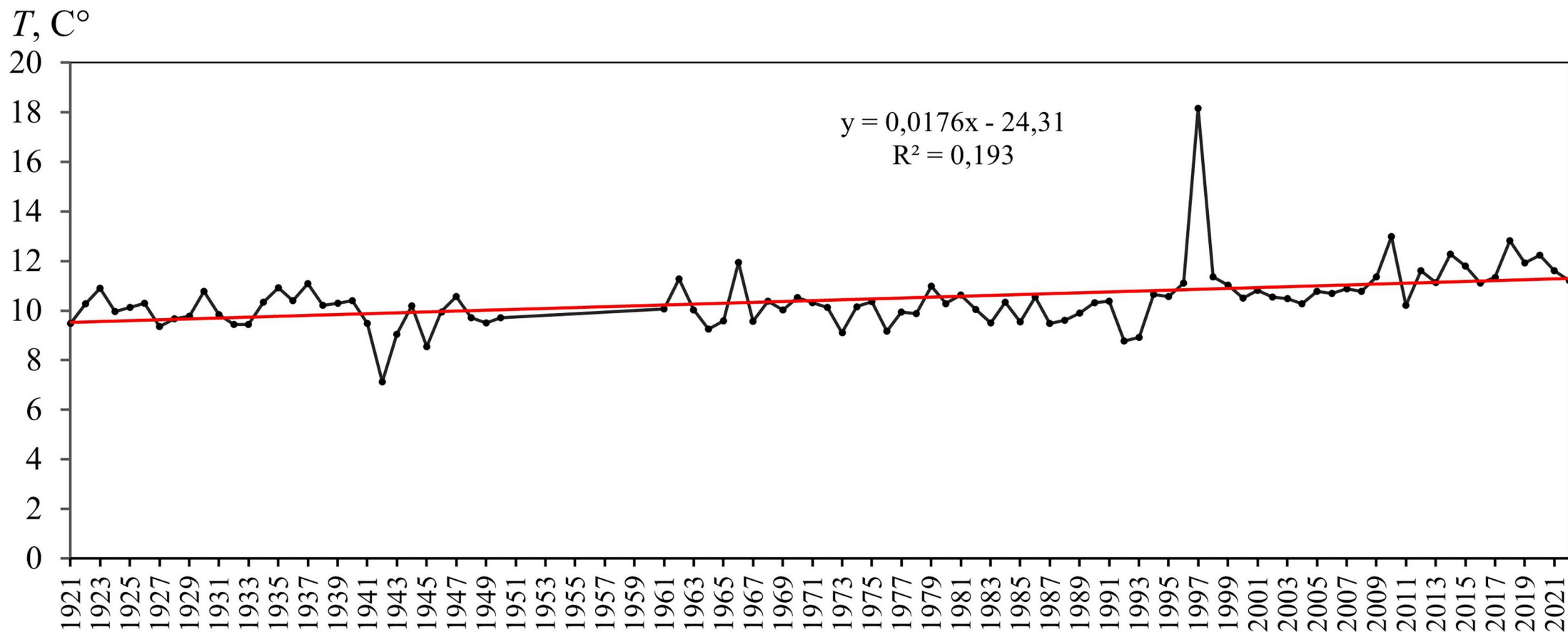


Рисунок 3 - Изменение среднегодовой температуры воздуха за период с 1921 по 2022 гг. на метеостанции посёлка Красная Поляна  
DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2024.147.115.3>

Примечание: построено по данным ист. [10]

С 1921 по 1940 гг. наблюдаются незначительные колебания среднегодовых температур воздуха с верхним пределом до 11,09°C. В 1942 г. зафиксировано резкое понижение среднегодовой температуры до 7,12°C. Далее до 1996 г. отмечаются достаточно низкие среднегодовые температуры в среднем составляющие 9–11°C. Исключением являются отдельные годы, когда среднегодовая температура незначительно выходила за данные пределы. После 1993 г. в целом наблюдается отчетливое увеличение среднегодовых температур, с аномально высоким пиком среднегодовой температуры в 1997 г. (18,7°C). В последнее десятилетие среднегодовая температура воздуха повысилась до 12°C и выше.

На рисунке 4 представлен график, показывающий изменения количества сумм годовых атмосферных осадков за период с 1966 по 2022 гг. Значения данного показателя на метеостанции посёлка Красная Поляна колеблются от 1258 мм до 2537 мм, в среднем 1946 мм/год. Максимальное значение зафиксировано в 2001 г. (2537 мм), минимальное – в 1984 г. и 2000 г., соответственно, 1353 мм и 1314 мм. Анализ графика показывает заметную межгодовую цикличность в выпадении атмосферных осадков с интервалом 2-3 года. В целом, в течении рассматриваемого периода с 1966 г. наблюдается увеличение среднегодового количества осадков с максимальными значениями, приходящимися на период с 1986 по 2006 гг., после которого среднегодовая сумма атмосферных осадков имеет тенденцию к некоторому снижению.



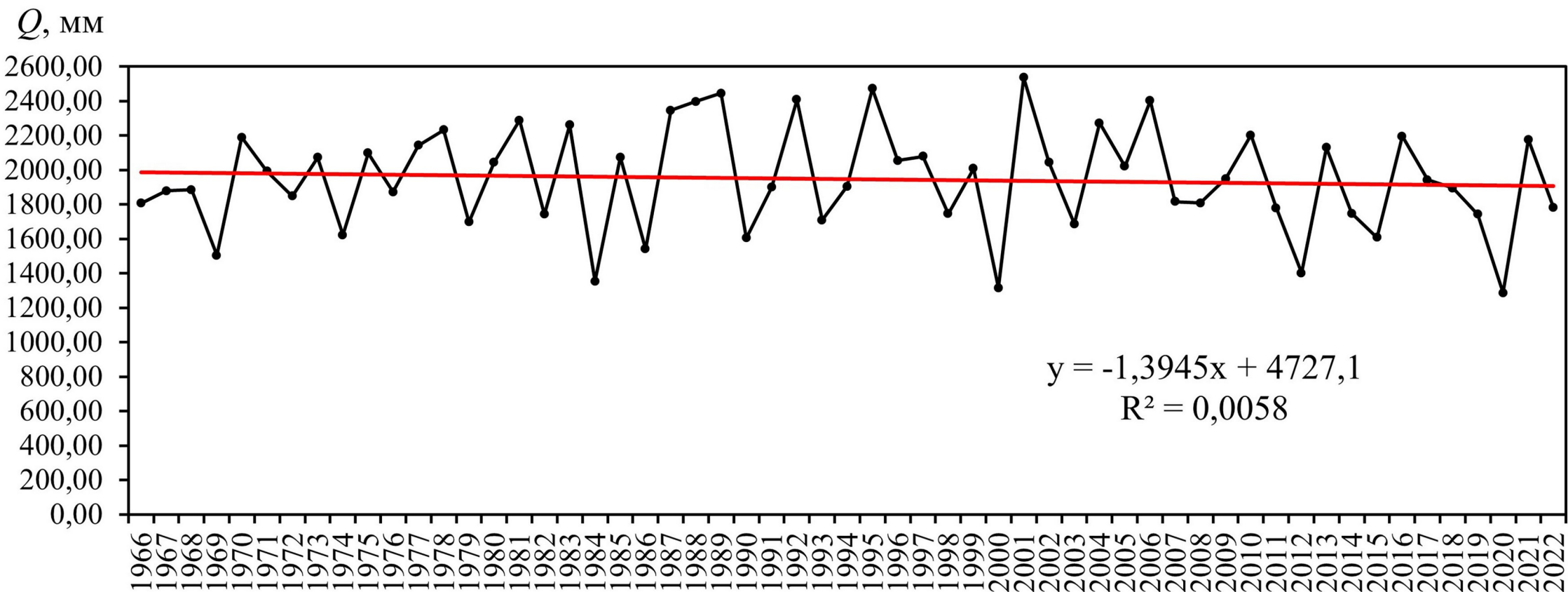


Рисунок 4 - Изменение сумм годовых атмосферных осадков за период с 1966 по 2022 гг. на метеостанции посёлка Красная Поляна  
 DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2024.147.115.4>

Примечание: построено по данным ист. [10]

На рисунке 5 представлен совмещенный график изменения среднемесячной температуры воздуха и количества суммы месячных атмосферных осадков за период с 1966 по 2022 г. Анализ графика показывает, что для посёлка Красная Поляна характерно достаточно большое увлажнение. Однако в отдельные годы, как правило, в летние месяцы фиксируются засушливые периоды. Например, в 1986 г. засушливый период, когда количество осадков было минимально, а температуры воздуха максимальны, продолжался 4 месяца, а в 2001 г. засушливых месяцев было 3. В целом, прослеживается цикличность с интервалом 3-4 года, когда засушливые месяцы в течение года отсутствуют.

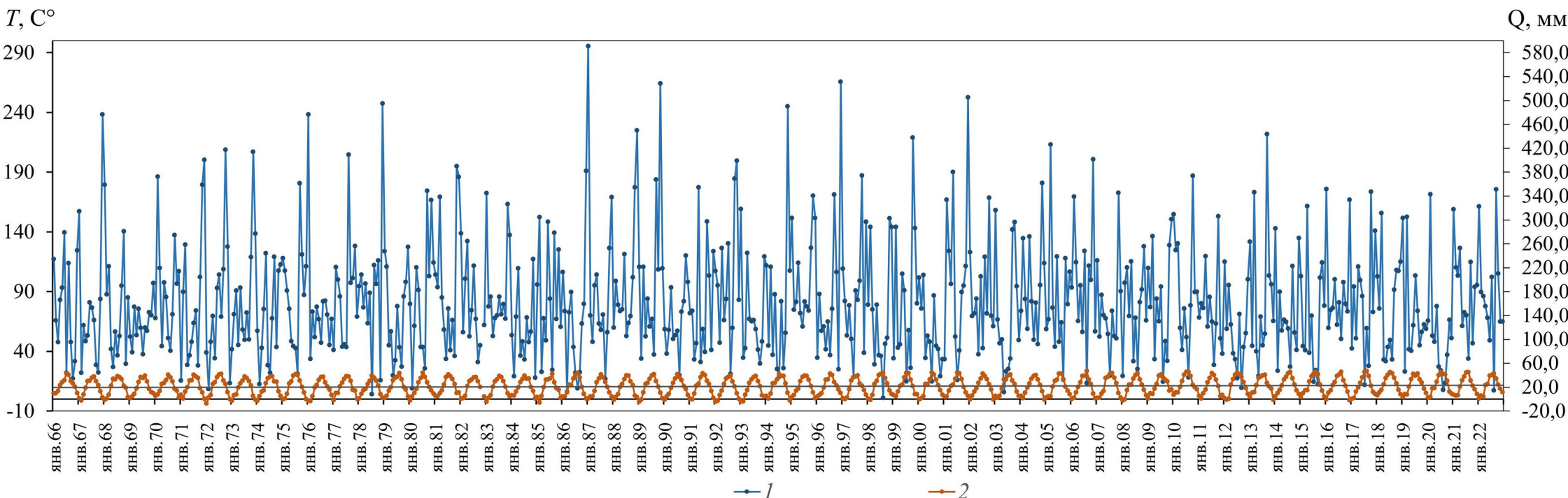


Рисунок 5 - Совмещенный график изменения среднемесячной температуры воздуха и количества месячных сумм атмосферных осадков за период с 1966 по 2022 г. на метеостанции посёлка Красная Поляна:

1 – осадки; 2 – температура

DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2024.147.115.5>

Примечание: построено по данным ист. [10]

**Заключение**

Анализ данных по среднемесячной температуре воздуха за период с 1921 по 2022 гг. и суммам месячных атмосферных осадков за период с 1966 по 2022 гг. на метеостанции, расположенной на территории посёлка Красная Поляна, показывает, что в последние десятилетия прослеживается увеличение среднегодовой и среднемесячной температур воздуха и, напротив, уменьшение месячных и годовых сумм атмосферных осадков.

За рассматриваемый период месячные суммы атмосферных осадков варьировались в пределах от 1,8 до 591 мм (в среднем 162,94 мм). Максимальные выпадения осадков характерны для ноября, декабря и января. Наблюдается тенденция некоторого уменьшения выпадения осадков после 2006 года. Среднемесячные температуры воздуха изменяются от 5,1°C до 23,5°C (в среднем 10,4°C. С 1997 г. происходит заметное возрастание среднемесячных температур как в зимний, так и в летний период). Среднегодовые температуры воздуха варьируются в пределах от 7,12° до 18,7°C. в среднем составляет 10,43°C. За рассматриваемый период установлено увеличение среднегодовых температур, с особенно отчетливым ростом после 1993 года. Сумма годовых атмосферных осадков колеблется от 1258 мм до 2537 мм, в среднем 1946 мм/год. С 1966 г. наблюдается увеличение среднегодового количества осадков с максимальными значениями, но с 2006 гг. имеет тенденцию к некоторому снижению.

В целом, для посёлка Красная Поляна характерно достаточно большое увлажнение, хотя в отдельные годы летом могут наблюдаться засушливые месяцы.

**Финансирование**

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 24-17-00038, <https://rscf.ru/project/24-17-00038/> в Южном федеральном университете.

**Funding**

The research was carried out at the expense of a grant from the Russian Science Foundation No. 24-17-00038, <https://rscf.ru/project/24-17-00038/> at the Southern Federal University.

**Конфликт интересов**

Не указан.

**Conflict of Interest**

None declared.

**Рецензия**

Клепиков О.В., Воронежский государственный университет, Воронеж, Российская Федерация  
DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2024.147.115.6>

**Review**

Klepikov O.V., Voronezh State University, Voronezh, Russian Federation  
DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2024.147.115.6>

**Список литературы / References**

- Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change / Ed. by R.K. Pachauri, L.A. Meyer. — Geneva, 2014. — 151 p.
- Будыко М.И. Обнаружение антропогенного изменения климата // Метеорология и гидрология / М.И. Будыко, Э.К. Бютнер, К.Я. Винников — Ленинград: Гидрометеоиздат, 1986. — 405 с.
- Голицын Г.С. Изменения климата в настоящем и будущем // Метеорология и гидрология / Г.С. Голицын — Ленинград: Гидрометеоиздат, 1987. — 405 с.
- Global Temperature. — 2023 — URL: <https://climate.nasa.gov/vital-signs/global-temperature/?intent=121> (accessed: 23.05.2024)
- Эксперты: осталось 10 лет, чтобы предотвратить катастрофическое изменение климата // Gismeteo. — 2018 — URL: <https://www.gismeteo.ru/news/klimat/29373-yeksperty-ostalos-10-let-chtoby-predotvratit-katastroficheskoe-izmenenie-klimata/> (дата обращения: 23.05.2024)
- Глобальное потепление-2023 // Исследование «Глобальное потепление, изменение климата или климатический кризис?» . — 2024 — URL: <https://www.kp.ru/family/ecology/globalnoe-poteplenie/> (дата обращения: 23.05.2024)
- Россия теплеет вдвое быстрее, чем остальной мир // Ведомости. — 2022 — URL: <https://www.vedomosti.ru/ecology/climate/articles/2022/11/10/949670-rossiya-tepleet-vdvoe-bistree-chem-ostalnoi-mir> (дата обращения: 23.05.2024)
- Ученые назвали регионы России, которые могут в течение 25 лет пострадать от жары // Наука. — 2024 — URL: <https://rg.ru/2024/03/17/uchenye-nazvali-regiony-rossii-kotorye-mogut-v-techenie-25-let-postradat-ot-zhary.html> (дата обращения: 23.05.2024)
- Как климатические изменения затронут жителей различных регионов России // РБК Тренды. — 2022 — URL: <https://trends.rbc.ru/trends/green/6321f2189a7947119b6d3505> (дата обращения: 23.05.2024)
- Архивные данные ФГБУ Всероссийского научно-исследовательского института гидрометеорологической информации. — URL: <http://meteo.ru/data/> (дата обращения: 23.05.2024 г.)
- Красная Поляна // РУВИКИ. — 2024 — URL: [https://ru.ruwiki.ru/wiki/Красная\\_Поляна](https://ru.ruwiki.ru/wiki/Красная_Поляна) (дата обращения: 08.08.2024)

**Список литературы на английском языке / References in English**

- Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change / Ed. by R.K. Pachauri, L.A. Meyer. — Geneva, 2014. — 151 p.

2. Budyko M.I. Obnaruzhenie antropogenogo izmenenija klimata // Meteorologija i gidrologija [Detection of anthropogenic climate change] / M.I. Budyko, E.K. Bjutner, K.Ja. Vinnikov — Leningrad: Gidrometeoizdat, 1986. — 405 p. [in Russian]
3. Golitsyn G.S. Izmenenija klimata v nastojaschem i buduschem // Meteorologija i gidrologija [Climate change in the present and future // Meteorology and hydrology] / G.S. Golitsyn — Leningrad: Gidrometeoizdat, 1987. — 405 p. [in Russian]
4. Global Temperature. — 2023 — URL: <https://climate.nasa.gov/vital-signs/global-temperature/?intent=121> (accessed: 23.05.2024)
5. Eksperty: ostalos' 10 let, chtoby predotvratit' katastroficheskoe izmenenie klimata [Experts: 10 years left to prevent catastrophic climate change] // Gismeteo. — 2018 — URL: <https://www.gismeteo.ru/news/klimat/29373-yeksperty-ostalos-10-let-chtoby-predotvratit-katastroficheskoe-izmenenie-klimata/> (accessed: 23.05.2024) [in Russian]
6. Global'noe poteplenie-2023 [Global warming-2023] // The study "Global warming, climate change or the climate crisis?". — 2024 — URL: <https://www.kp.ru/family/ecology/globalnoe-poteplenie/> (accessed: 23.05.2024) [in Russian]
7. Rossija tepleet vdvoe bystree, chem ostal'noj mir [Russia is warming twice as fast as the rest of the world] // Statements. — 2022 — URL: <https://www.vedomosti.ru/ecology/climate/articles/2022/11/10/949670-rossiya-tepleet-vdvoe-bistree-chem-ostalnoi-mir> (accessed: 23.05.2024) [in Russian]
8. Uchenye nazvali regiony Rossii, kotorye mogut v techenie 25 let postradat' ot zhary [Scientists have named the regions of Russia that may suffer from heat for 25 years] // Nauka. — 2024 — URL: <https://rg.ru/2024/03/17/uchenye-nazvali-regiony-rossii-kotorye-mogut-v-techenie-25-let-postradat-ot-zhary.html> (accessed: 23.05.2024) [in Russian]
9. Kak klimaticheskie izmenenija zatronut zhitelej razlichnyh regionov Rossii [How will climate change affect residents of different regions of Russia] // RBC Trends. — 2022 — URL: <https://trends.rbc.ru/trends/green/6321f2189a7947119b6d3505> (accessed: 23.05.2024) [in Russian]
10. Arhivnye dannye FGBU Vserossijskogo nauchno-issledovatel'skogo instituta gidrometeorologicheskoy informacii [Archival data of the Federal State Budgetary Institution of the All-Russian Scientific Research Institute of Hydrometeorological Information]. — URL: <http://meteo.ru/data/> (accessed: 05/23/2024) [in Russian]
11. Krasnaja Poljana [Krasnaya Polyana] // RUVIKI. — 2024 — URL: [https://ru.ruwiki.ru/wiki/Красная\\_Поляна](https://ru.ruwiki.ru/wiki/Красная_Поляна) (accessed: 08.08.2024) [in Russian]