



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра метеорологии, экологии и экономического обеспечения деятельности
предприятий природопользования

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
(бакалаврская работа)
по направлению подготовки 05.03.05 Прикладная гидрометеорология
(квалификация – бакалавр)

На тему Внутригодовая структура метеорологических показателей на метеостанциях
Северного Кавказа в экстремальные годы

Исполнитель Буракова Нина Сергеевна

Руководитель д.г.н., профессор Сергин Сергей Яковлевич

«К защите допускаю»

Заведующий кафедрой _____

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент

Цай Светлана Николаевна

«15» июня 2020 г.

Туапсе
2020

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение.....	3
1 Общая климатическая характеристика Северного Кавказа.....	4
1.1 Местоположение и орография региона	4
1.2 Климатические условия региона	7
2 Характеристика метеорологических показателей наиболее холодных лет за период 1969-2019 гг.	16
2.1 Анализ метеорологических показателей холодного 1969 года.....	16
2.2 Анализ метеорологических показателей холодного 1993 года.....	24
3 Характеристика метеорологических показателей наиболее тёплых лет за период 1969-2019 гг.	33
3.1 Анализ метеорологических показателей теплого 2010 года	33
3.2 Анализ метеорологических показателей теплого 2019 года	41
Заключение	50
Список использованной литературы.....	52

Введение

Исследование изменений климата есть комплексная междисциплинарная проблема, которая объединяет экологические, экономические и социальные аспекты. Северный Кавказ находится в области значительных изменений климата, свойственных умеренному климатическому поясу. В качестве иллюстрации в главе 1 представлены графики колебаний приземной температуры на семи метеостанциях региона за период 1969-2019 гг. На них отчётливо проявляются межгодовые колебания продолжительностью 2-5 лет и вековое потепление. С этими изменениями климата связаны бытовые и экстремальные климатические события. Ливневые дожди, паводки на реках, селевые потоки и подвижки горных ледников Северного Кавказа часто приобретают масштабы стихийных бедствий.

Метеорологические условия в годы с экстремальными отклонениями температуры и осадков на территории представляет интерес с позиций углублённого изучения климата и природной среды региона.

Актуальность исследования связана с особенностями географического положения и климатических условий территории.

Объект исследований – климат территории Северного Кавказа.

Предмет исследований - особенности внутригодового хода температур и осадков на территории Северного Кавказа.

Цель исследований – анализ основных климатических показателей и выявление температурных аномалий на территории Северного Кавказа.

Определены следующие задачи:

1. Проанализировать имеющуюся литературу
2. Рассмотреть общее географическое положение района
3. Дать общую характеристику климатическим особенностям Северо-Кавказского региона;
4. Исследовать многолетний ход температур в аномальные по климату годы и дать им сравнительную характеристику.

1 Общая климатическая характеристика Северного Кавказа

1.1 Местоположение и орография региона

Кавказ располагается на юге России, на перешейке между Черным и Каспийским морями. Основную часть перешейка занимает горная система Большого Кавказа, которая защищает Закавказье от влияния северных потоков холодного воздуха, идущих с Русской равнины. Северная граница Кавказа проводится по Кумо-Манычской впадине. Южная граница Кавказа проходит по территории бывшего СССР, и проводится по р. Ахурян, а затем по крупному естественному рубежу — эрозионно-тектонической долине р. Аракса. От нижнего течения р. Аракса граница идет по гребню Талышского хребта и выходит к побережью Каспийского моря у пункта Астара.

Площадь Кавказа — 477 тыс. км², из них на Северный Кавказ приходится 258 тыс. км², а на Закавказье — 190 тыс. км² [5, с. 23].

Из-за большой амплитуды высот и географическому положению Кавказ обладает разнообразием ландшафтов: на северном склоне, предгорье Большого Кавказа, занимают степи и полупустыни, а на склонах находится разнообразие ландшафтов — от лесостепи до территорий, которые покрыты вечными снегами и льдами; у подножия южного склона Большого Кавказа располагаются ландшафты Средиземноморья, влажных и сухих субтропиков.

По структуре рельефа Кавказ расчленяется на следующие орографические единицы: 1) Предкавказье; 2) Большой Кавказ; 3) равнины Закавказья, 4) Малый Кавказ и 5) Джавахетско-Армянское нагорье. На рисунке 1.1 представлена Орографическая схема Кавказа.

I. Предкавказье — предгорная равнина, в центральной части которой находится Ставропольская возвышенность, разделяющая Предкавказье на Западное и Восточное. Западное Предкавказье (Прикубанская, или Приазовская, низменность) — настильная, однообразная равнина с небольшим наклоном к западу. Высота равнины не превышает 50 м. Восточное Предкавказье, или Кумо-Терская низменность, является продолжением

Прикаспийской низменности. Большая часть Восточного Предкавказья, находится ниже уровня океана, является морской равниной и поэтому почти не разделена эрозией. Здесь до такой степени сухой климат, что значительное большинство рек так и не доходит до Каспийского моря.

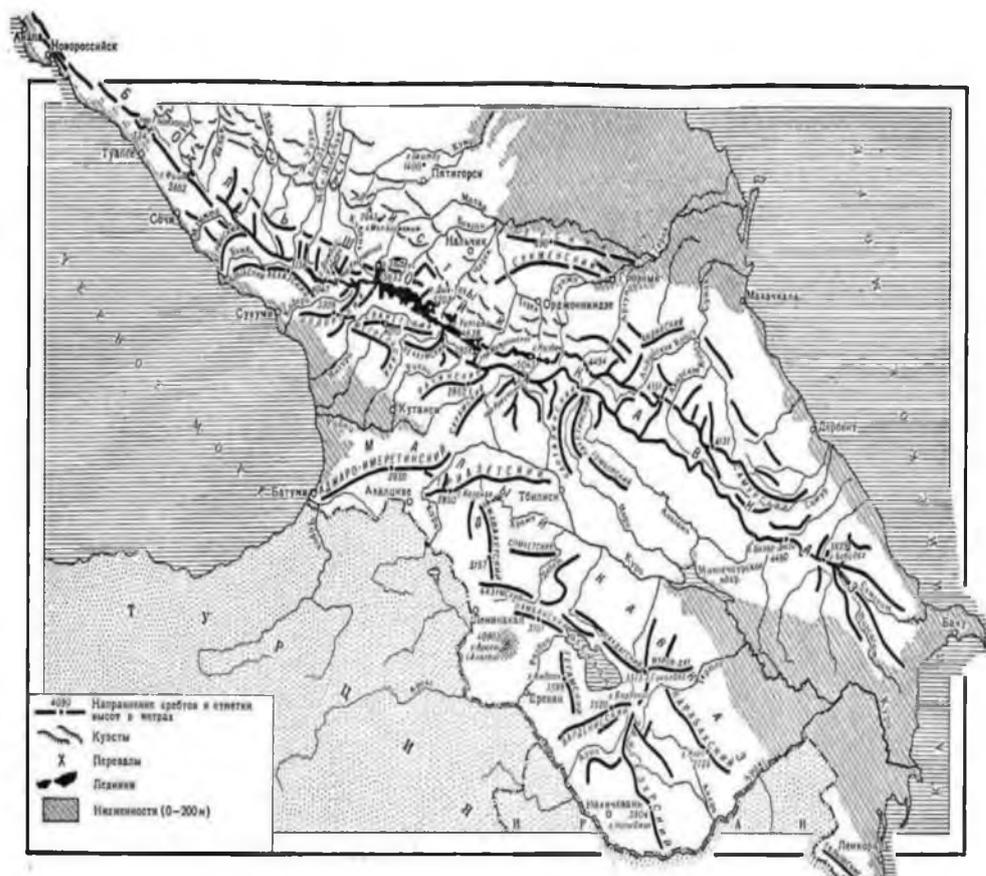


Рисунок 1.1– Орографическая схема Кавказа [5, с. 26]

Ставропольская возвышенность достигает отметок 600—800 м. Она целиком расчленена эрозией, но ее западный, восточный и северный склоны всё больше объединяются с окружающими Прикубанской и Прикаспийской низменностями, и только южный склон, который подмывает река Кубань, обладает ярко выраженным уступом.

II. Большой Кавказ включает в себя несколько хребтов, которые объединяются в одну горную систему. Ширина этой системы в различных частях разная: на меридиане Новороссийска Большой Кавказ достигает ширины 32 км; на меридиане Эльбруса наблюдается наибольшее расширение, и достигает 180 км, а на меридиане Орджоникидзе — 110 км. На меридиане

Дагестана Большой Кавказ имеет ширину 160 км.

Осевую часть Большого Кавказа образует Главный Кавказский, или Водораздельный, хребет. К северу от Главного Кавказского хребта, параллельно ему, на расстоянии 10—15 км от его осевой части, располагается Боковой хребет, достигающий больших высот, чем Главный Кавказский хребет. На нем находятся Эльбрус, Казбек и около десяти вершин высотой более 5000 м (Дых-Тау, Коштан-Тау и др.).

Далее к северу располагаются три более низких асимметричных хребта (куэсты): Скалистый хребет, достигающий высоты 3300 м, Пастбищный — 1500 м и Лесистый с высотами порядка 600 м.

Южный склон Большого Кавказа состоит из ряда хребтов, которые под острыми углами отходят от Главного Кавказского хребта. С запада на восток лежат следующие хребты: Гагринский, Бзыпский, Кодорский, Сванетский, Лечхумский, Рачинский, Сурамский (Месхийский), Карталинский, Кахетинский.

При рассмотрении орографического строения северных и южных склонов Кавказа можно отметить в нем большие различия. Северный склон имеет продольное расчленение и состоит из ряда хребтов, параллельных осевой части Главного Кавказского хребта, южный склон — поперечное, скорее перистое расчленение, так как хребты отходят от него под острым углом [5, с. 44].

Вдоль осевой линии Главного Кавказского хребта выделяются (с запада на восток) следующие пять частей:

1. От г. Анапы до вершины горы Фишт — Средневысотные горы (лесной Черноморский Кавказ). Этот отрезок Кавказа достигает в районе Новороссийска высоты 600 м, а в районе Туапсе — 900 м. Его пересекает железная дорога от Армавира в Туапсе в небольших тоннелях под Гойтхским перевалом (334 м).

2. От вершины горы Фишт до меридиана Эльбруса (5633 м) располагаются Абхазские Альпы, имеющие отчетливые альпийские формы рельефа. Высшая точка этого отрезка хребта — Домбай-Ульген — достигает

4047 м, а перевалы лежат на высоте примерно 2800 м. Высота Клухорского перевала — 2786 м.

3. От меридиана Эльбруса до меридиана Казбека лежит Центральный Кавказ, достигающий высот 5000 м и более. Эта зубчатая, покрытая снегами и крупными ледниками горная цепь имеет много вершин, поднимающихся выше 5000 м.

4. От меридиана Казбека до вершины Бабадаг располагается отрезок, напоминающий по отметкам Абхазские Альпы, но с менее выраженным альпийским рельефом и с меньшим развитием оледенения. Этот участок включает в себя Алазанские и Самурские Альпы и называется высокогорным Восточным Кавказом. Здесь северный склон значительно расширяется.

5. От вершины Бабадаг до р. Сумгаит лежат Средневысотные горы, вследствие континентальности климата они безлесны.

Обзор орографического расчленения осевой части Большого Кавказа в продольном направлении позволяет указать на симметрию в строении хребта: по краям его располагаются средневысотные горы, а к центральной части примыкают горные цепи, менее высокие, чем центральная, высокогорная, часть.

Кроме этого деления, очень часто Большой Кавказ делят на Западный, который включает Средневысотный Черноморский Кавказ и Абхазские Альпы, Центральный Кавказ и Восточный Кавказ, включающие Алазанские и Самурские Альпы, а также Средневысотные горы Восточного Кавказа.

Все существующие схемы подразделения Большого Кавказа на орографические единицы были сопоставлены и подробно проанализированы Н. А. Гвоздецким [5, с. 49].

1.2 Климатические условия региона

Кавказ в климатическом отношении отличается от других территорий Европейской части России большим разнообразием климатических условий в

разных его районах. Большой Кавказ служит барьером для переноса воздушных масс с севера на юг, и поэтому Водораздельный хребет является климаторазделом между Предкавказьем и Закавказьем.

Большое значение в формировании климата Кавказа имеет его географическое положение на границе двух широтных поясов — умеренного и субтропического — и между двумя обширными водоемами — Черным и Каспийским морями. Благодаря положению Кавказа в низких широтах годовой радиационный баланс северных районов Кавказа достигает 40 ккал/см^2 , т. е. такой же величины, как и в самых южных районах Средней Азии. Закавказье — единственный район Европейской части России, где радиационный баланс зимой положителен. В летний период радиационный баланс приближается к величинам баланса в тропических широтах, вследствие чего здесь происходит трансформация воздушных масс в тропические [20. с. 52].

Особенности циркуляции воздушных масс в летний сезон заключаются в смещении субтропических областей повышенного давления и вынос в них тропического воздуха из Ирана и Малой Азии.

Зимой наблюдается прохождение средиземноморских циклонов, приносящих на Западный Кавказ обильные осадки.

Северные склоны Кавказа и Предкавказья в отношении циркуляции воздушных масс находятся под преобладающим влиянием северных и северо-восточных потоков воздуха, формирующегося над равнинной частью Европейской территории России.

Очень большую, а в некоторых районах и решающую роль в климате играет рельеф. Высокогорная зона Кавказа хорошо защищает от вторжений холодного воздуха с севера, переваливающего хребты высотой до 1000 м. Горы способствуют усиленному выпадению осадков, а также создают высотную климатическую поясность и делят территорию на ряд климатических районов.

Значение Черного и Каспийского морей в их влиянии на климат неравнозначно главным образом потому, что Черное море лежит на пути средиземноморских и европейских циклонов, воздух в которых увлажняется,

проходя над обширной водной поверхностью. Кроме того, зимой над Черным морем создается область пониженного давления, в результате чего средиземноморские циклоны отклоняются от их главного пути — через Малую Азию — и приводят усиленному выпадению осадков на побережье и на южных склонах Западного Кавказа. Южное положение Кавказа определяет большое количество поступающего сюда тепла. Распределение же осадков по территории очень неравномерно: Западное Закавказье сильно увлажнено, а Восточное Закавказье, закрытое от влажных потоков воздуха Сурамским хребтом, характеризуется недостатком влаги.

Климатическое районирование Кавказа тесно связано с различной степенью влияния всех рассмотренных климатообразующих факторов. Укажем на особенности климата районов, не останавливаясь на цифровых характеристиках, так как все климатические показатели мы даем, в районных физико-географических характеристиках [22, с. 86].

1. Предкавказье. Климат западной части Предкавказья влажный с теплым летом и с умеренно мягкой зимой, а климат восточной части относится к зоне недостаточного увлажнения с очень теплым летом и с умеренно мягкой зимой (М. И. Будыко). В предгорьях Кавказа (до высот 1000 м) зима пасмурная с туманами и с частыми гололедами и изморозью. В пределах Предкавказья следует выделять следующие климатические районы:

1. Западное Предкавказье (приазовские и прикубанские степи) имеет теплый, умеренно континентальный климат, определяемый как большими суммами радиации, так и разнородным влиянием холодных, северных и теплых, юго-западных потоков воздуха. Черное и Азовское моря смягчают климат: в прибрежной зоне он наиболее влажный и характеризуется наименьшими годовыми амплитудами температур по сравнению с другими районами Предкавказья.

2. Ставропольская возвышенность характеризуется более континентальным климатом по сравнению с климатом Западного Предкавказья: континентальный воздух, формирующийся над южной частью Русской

равнины, здесь преобладает, определяя средний уровень температуры, как в зимний, так и в летний сезон. Отрицательные температуры зимних месяцев способствуют сохранению в Ставрополье снежного покрова. Количество осадков на территории района убывает к востоку.

3. Восточное Предкавказье по климатическим особенностям занимает среднее положение между Ставрополем и полупустынями Прикаспийской низменности. Роль холодного континентального воздуха зимой и сухих нагретых воздушных масс в летний период очень велика; температурный режим характеризуется ростом годовых амплитуд в основном за счет повышения летних температур. Количество осадков убывает к северо-востоку до 300 мм, в то же время для Восточного Предкавказья испаряемость более 1000 мм.

4. Предгорья, покрытые широколиственными лесами, характеризуются более мягким и влажным климатом по сравнению с районами, прилегающими к ним с севера. Количество осадков по мере увеличения высоты гор возрастает в западной части до 700—1200 мм, а в восточной — до 500—700 мм в год.

II. Высокогорный Кавказ. Климат высокогорной зоны Большого Кавказа, принадлежащей к зоне избыточного увлажнения (М. И. Будыко), складывается под влиянием западных течений свободной атмосферы и характеризуется общим увеличением осадков и понижением температуры воздуха с высотой.

Западная часть высокогорной зоны обладает довольно равномерным увлажнением в течение года и незначительным зимним максимумом осадков, восточная часть высокогорья отличается преобладанием летних осадков. В этой зоне в зависимости от степени увлажнения различают две климатические подобласти: западную — влажную — и восточную — более сухую (Б. П. Алисов) [2, с. 73].

Вертикальная климатическая зональность проявляется в высокогорьях Кавказа очень отчетливо. В нижней зоне Большого Кавказа, начиная с высоты 600 м и кончая высотой до 2000 м, располагается пояс умеренно холодного

климата западноевропейского типа со сравнительно теплой многоснежной зимой и прохладным летом. Примерно с высоты 2000 м и до 3000— 3500 м располагается пояс климата альпийских лугов. Климат этого пояса холодный с коротким и прохладным летом. Продолжительная многоснежная зима сопровождается снежными заносами и лавинами. На летнее время здесь остается много снежников.

Примерно с высоты 3000 м (на западе) и 3500 м (на востоке) располагается климат вечных снегов. Это пояс развития фирновых и ледяных полей.

III. Западное Закавказье (Черноморское побережье, Колхидская низменность, южные предгорья Большого и Малого Кавказа). Этот район характеризуется климатом влажных субтропиков. Северная граница субтропической зоны идет вдоль южных склонов Большого Кавказа. Зима здесь очень теплая, а количество осадков наибольшее по сравнению со всеми остальными областями России. Климат здесь влажный с очень теплым летом и мягкой зимой.

Амфитеатр хребтов Большого и Малого Кавказа и Сурамский хребет способствуют обострению атмосферных фронтов и задержанию циклонов, что обуславливает большие суммы осадков. Отепляющую роль играет бассейн Черного моря. На территории этой зоны можно выделить два различных по климату района: а) наиболее увлажненный район Колхидской низменности; б) побережье от Анапы до Туапсе, климат которого приближается к средиземноморскому.

IV. Восточное Закавказье. Куринская низменность имеет климат сухих субтропиков, характеризующийся менее теплой, чем в Колхидской низменности, и более сухой зимой, и жарким летом. Западные потоки воздуха, переваливая Сурамский хребет, испытывают опускание, адиабатически нагреваются и осадков не дают.

Большая часть Восточного Закавказья лежит, по М. И. Будыко, в зоне недостаточного увлажнения, а низовья р. Куры и побережье Каспийского моря

располагаются в зоне сухого климата.

В районах средиземноморского климата (Черноморское побережье Кавказа на участке от Туапсе до Сочи) режим рек связан с зимним максимумом атмосферных осадков. Этот тип рек носит название средиземноморских.

В степном Предкавказье реки начинаются на склонах Ставропольской возвышенности. Паводки на них связаны с весенним таянием снега. Летом большинство этих рек совсем пересыхает или превращается в цепочки озеровидных расширений, разделенных участками сухих русел.

Кавказ не богат озерами. Наибольшее распространение имеют каровые озера, а также озера, возникшие выше конечноморенных валов или выше конусов выноса, перегораживающих долину. Как правило, это неглубокие (2—3 м) и небольшие по площади озера. Крупное тектоническое озеро находится в Армении. Озеро Рица (на южном склоне Западного Кавказа) тектонически-запрудное.

В связи с преобладанием сухого климата умеренной зоны для Западного (степного) Предкавказья, а также Ставропольской возвышенности характерны черноземы. Восточнее Ставропольской возвышенности, в связи с уменьшением количества осадков, наблюдается смена почв от каштановых (восточные склоны Ставропольской возвышенности) до светло-каштановых (Терско-Кумская равнина). Во впадинах рельефа появляются солончаки.

В горах Большого Кавказа отчетливо выражена высотная зональность. На склонах распространены горнолесные, преимущественно бурые, почвы, которые выше границы леса сменяются горно-луговыми субальпийскими и альпийскими почвами.

Для выявления внутригодовой структуры распределения температуры воздуха на Северном Кавказе были использованы данные 13 станций. В качестве периода наблюдений взят последний 50 - летний интервал (1969 - 2019 гг). Мы рассмотрели ход температуры воздуха на метеорологических станциях, расположенных в разных частях Кавказского региона. Перечень этих МС: Краснодар, Майкоп, Новороссийск, Туапсе, Сочи, Тихорецк, Ставрополь,

Черкесск, Нальчик, Владикавказ, Грозный, Махачкала, Дербент. Их положение в регионе представлено на рисунке 1.2.



Рисунок 1.2 – Карта расположения метеорологических станций на территории Северного Кавказа [22, с. 49]

Временной ход температуры воздуха на всех рассматриваемых станциях имеет волнообразный вид с максимальными и минимальными периодами (рисунок 1.3).

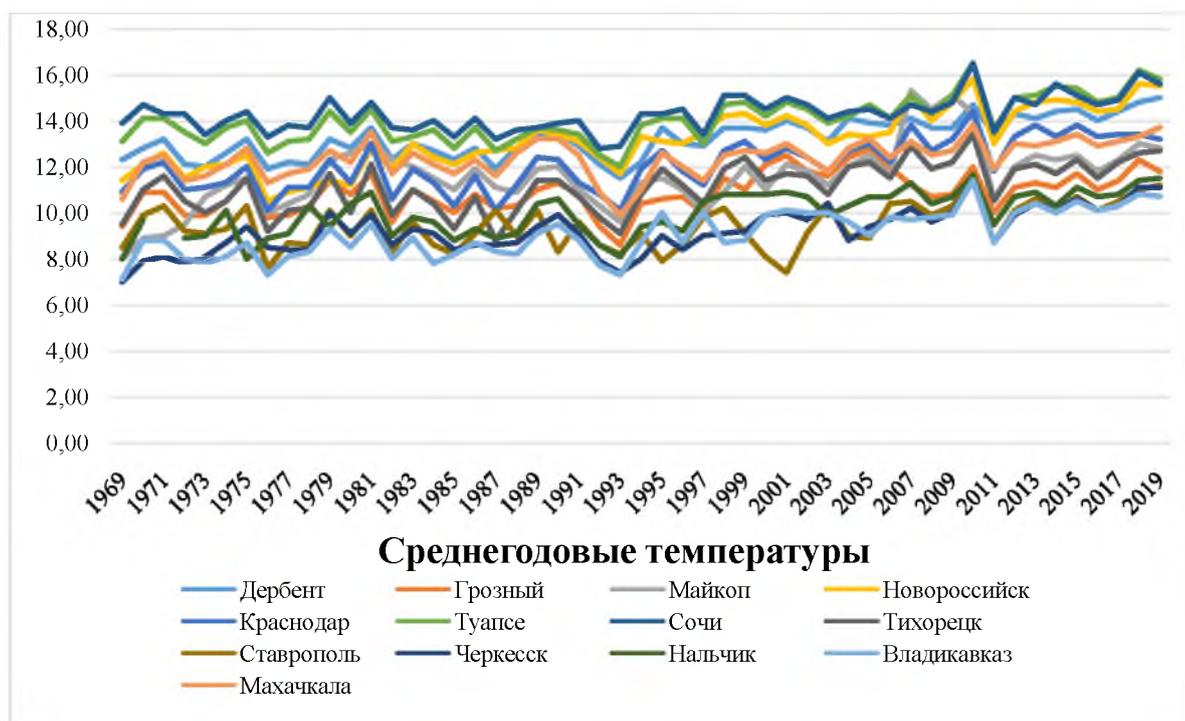


Рисунок 1.3 – Годовой ход температур на МС в период за 1969- 2019 гг. [23]

На Северном Кавказе имеет место тенденция к постепенному росту среднегодовой температуры. Она особенно усилилась с начала 80-х годов прошлого века, что совпадает с общей логикой глобального потепления. Среднегодовая температура воздуха за последние сто лет увеличилась на $1,7^{\circ}\text{C}$, а за последние 50 лет скорость прироста температуры выросла в два раза.

Далее был рассмотрен временной ход аномалии температуры воздуха в холодный и теплый периоды на исследуемой территории. Отклонения температуры воздуха от средних многолетних значений показывает, что в январе, июне и августе количество случаев с положительной аномалией больше, чем с отрицательной, но, а в ноябре, феврале и июле преобладает количество случаев с отрицательной аномалией.

Для теплого периода число с положительной и отрицательной аномалией по территории показывает, что в июне преобладает количество случаев с положительной аномалией. Наибольшее количество случаев с отрицательными аномалиями отмечается в январе и июле, а наименьшее — в августе и ноябре.

Особенности географического положения Северного Кавказа обуславливают субтропический климат и большое количество осадков. Для территории характерны небольшие суточные и годовые колебания температуры воздуха, тёплая зима, продолжительное лето.

Отклонение температур в холодный и теплый периоды с 1969 по 2019 гг. На территории Северного Кавказа значения температуры в холодный период колеблется в пределах $1,8\text{--}4,9^{\circ}\text{C}$. Наибольшая изменчивость температуры воздуха наблюдается в декабре и варьирует в пределах $2,0\text{--}5,0^{\circ}\text{C}$. Для теплого периода значения температуры колеблются в пределах $0,8\text{--}4,1^{\circ}\text{C}$. Наибольшая изменчивость температуры воздуха наблюдается на станции Краснодар в мае месяце, составляя, $1,5^{\circ}\text{C}$. Наименьшее значение во всем теплом периоде отмечено на станции Туапсе. Из выделенных относительно теплых и относительно холодных летних месяцев за рассматриваемый период выделим экстремально теплые и экстремально холодные месяцы (таблица 1.1).

Таблица 1.1 – Календарь экстремально теплых и экстремально холодных месяцев в зимние и летние периоды на территории Северного Кавказа [23]

	Месяцы					
	Ноябрь	Январь	Февраль	Июнь	Июль	Август
Экстремально тёплые		2010, 2019	2010	1969,1993, 2019		1969, 2010
Экстремально холодные	1993		1969, 1993		1993, 2019	2019

Для изучения данных аномалий мы выбрали 4 года, которые дают экстремальные значения: 1)1969г., 2)1993г., 3)2010., 4) 2019г.

2 Характеристика метеорологических показателей наиболее холодных лет за период 1969-2019 гг.

2.1 Анализ метеорологических показателей холодного 1969 года

Средние значения температуры и осадков за 1969 г. в сравнении с многолетним периодом за 1969-2019 гг. приведены в таблице 2.1. На всех метеостанциях, кроме Ставрополя, в 1969 году проявляются отрицательные отклонения температуры в пределах от 0,5 до 2,1 °С, на станции Туапсе заметно положительное отклонение на 1,5 °С. Различия по осадкам менее заметны.

Таблица 2.1 - Средние значения температуры и осадков за 1969 г в сравнении с периодом 1969 – 2019 гг [14]

Метеостанции	Температура, °С		Количество осадков, мм	
	1969	1969 - 2019	1969	1969 - 2019
Краснодар	10,6	12	521	690
Майкоп	8,7	11,8	624	772
Новороссийск	8,7	12,2	589	752
Туапсе	13,1	11,6	958	1249
Сочи	13,9	14,5	1163	1514
Тихорецк	9,5	10,8	658	628
Ставрополь	8,5	8,5	527	549
Черкесск	9,1	9,6	505	695
Нальчик	8,0	9,6	543	724
Владикавказ	7,1	9	778	604
Грозный	9,4	11,2	463	459
Махачкала	10,6	12,3	345	332
Дербент	11,2	12,7	422	364

Внутригодовой ход средних месячных значений метеозлементов, в сопоставлении с данными за 1969 – 2019 гг., показан на рисунках 2.1 – 2.13.

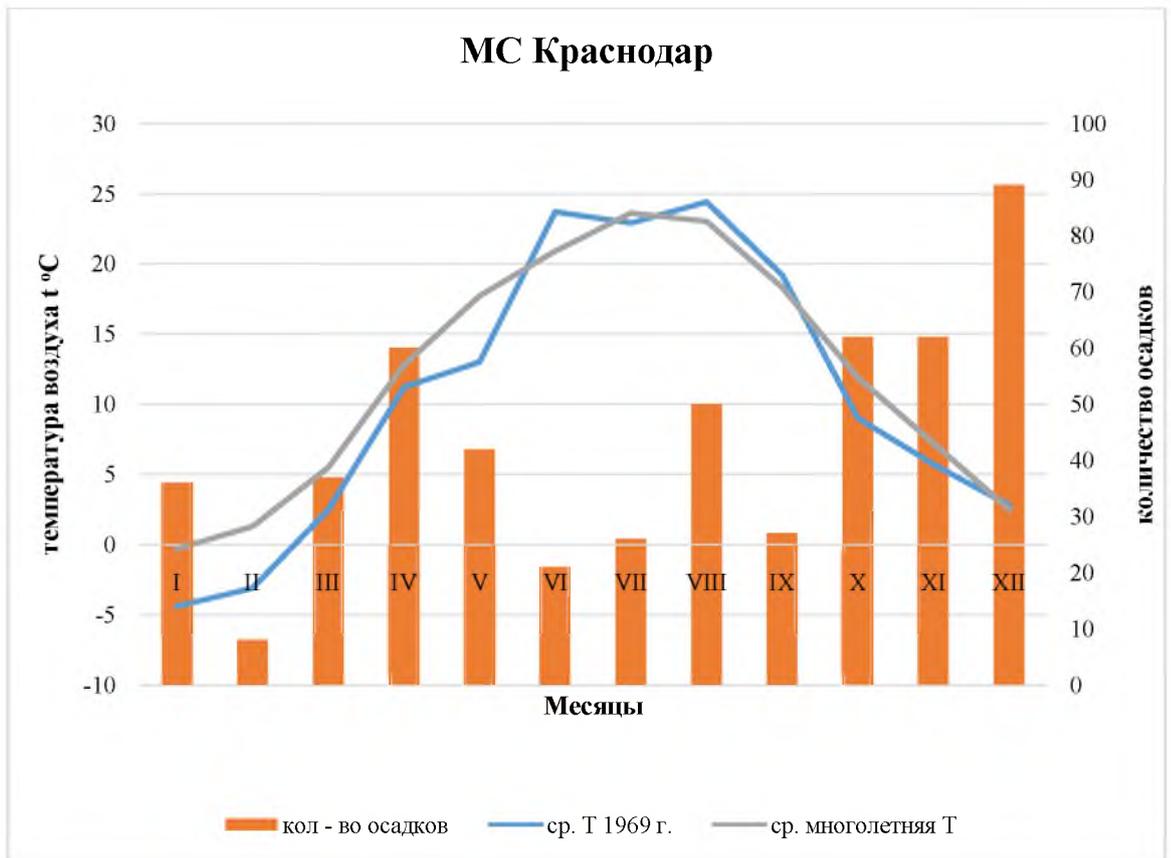


Рисунок 2.1 – Данные по температуре и осадкам на МС Краснодар

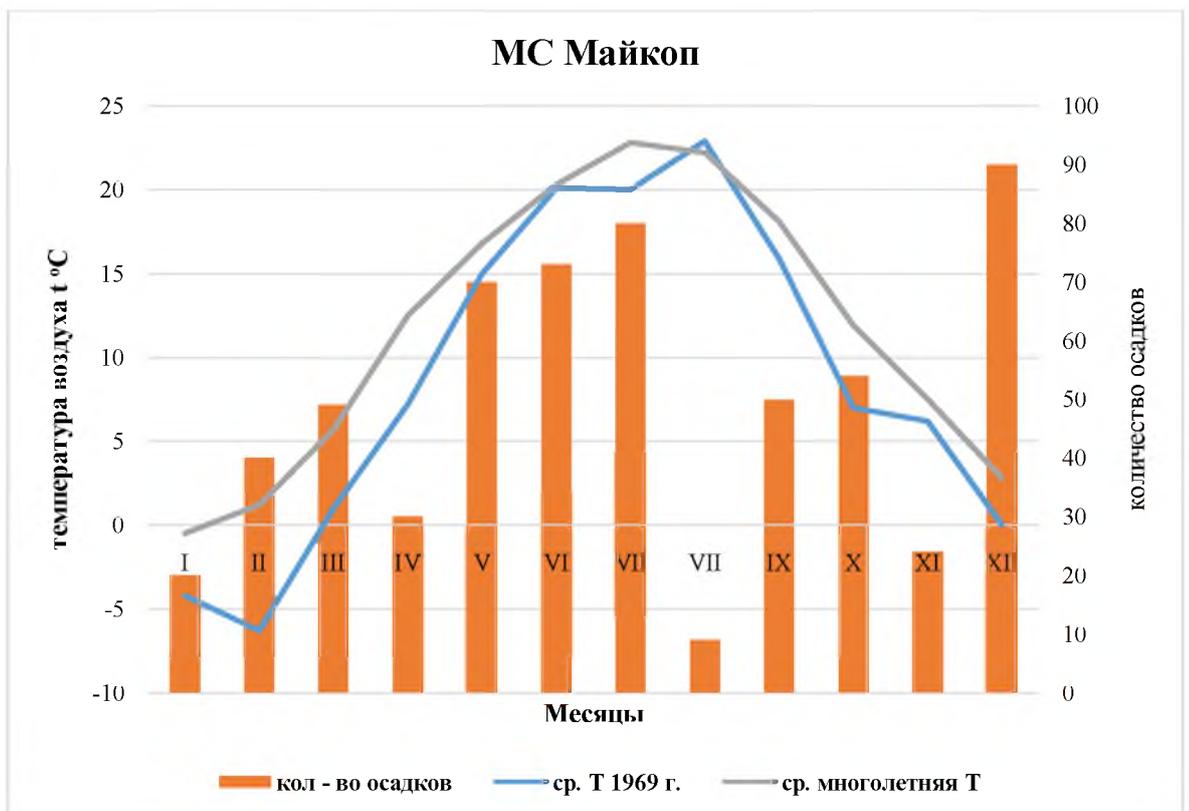


Рисунок 2.2 – Данные по температуре и осадкам на МС Майкоп

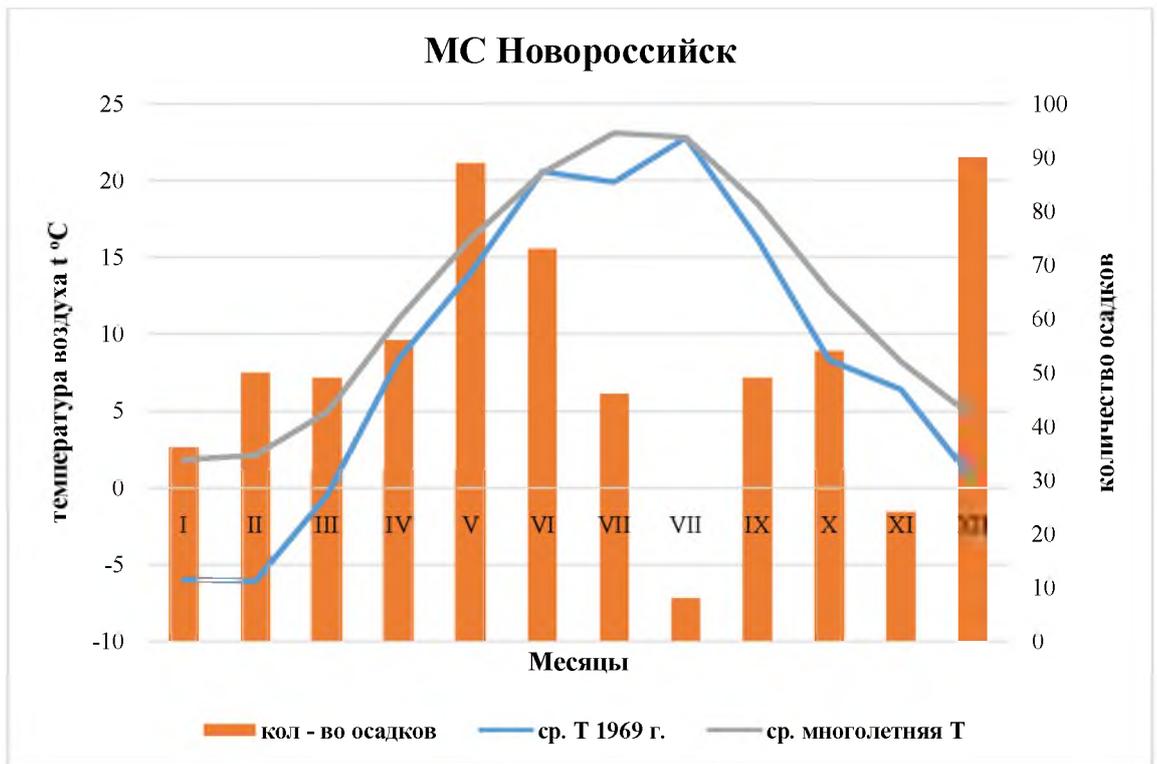


Рисунок 2.3 – Данные по температуре и осадкам на МС Новороссийск

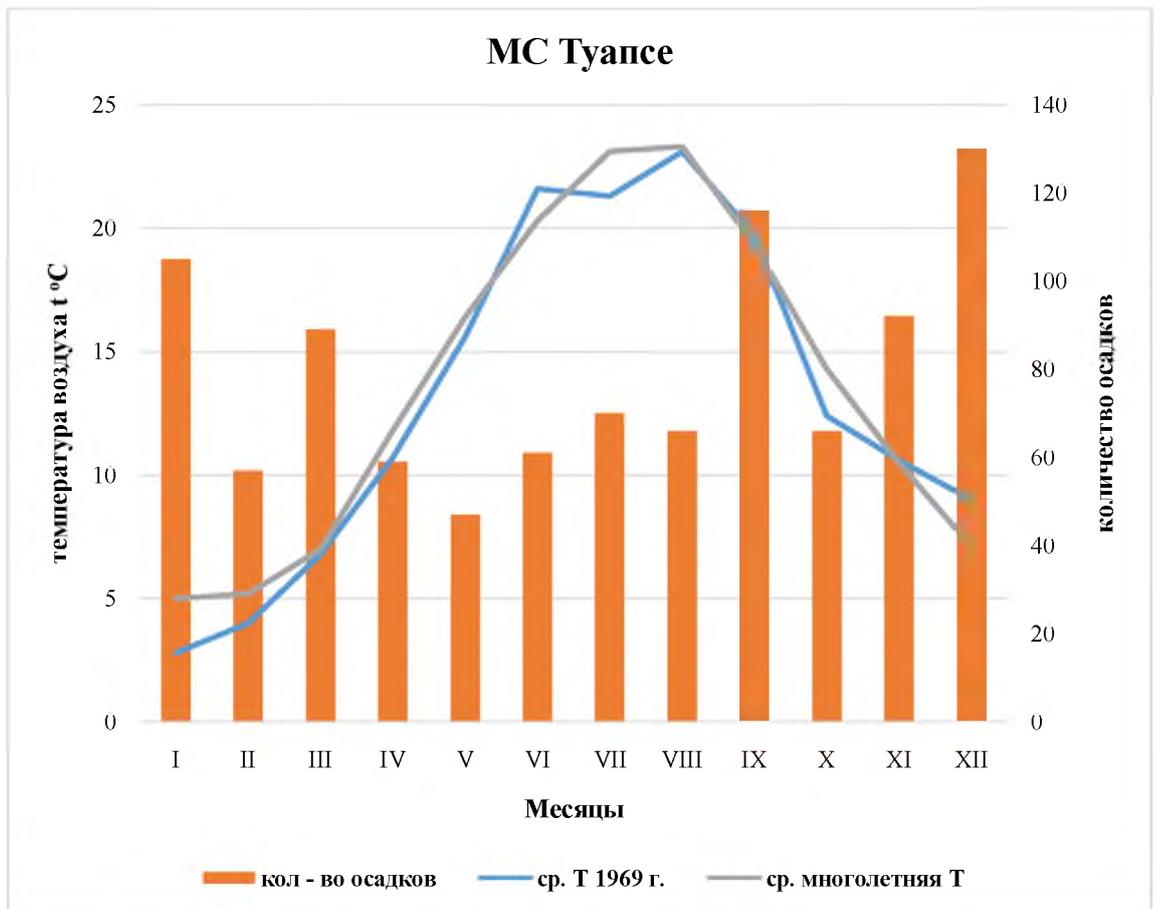


Рисунок 2.4 – Данные по температуре и осадкам на МС Туапсе

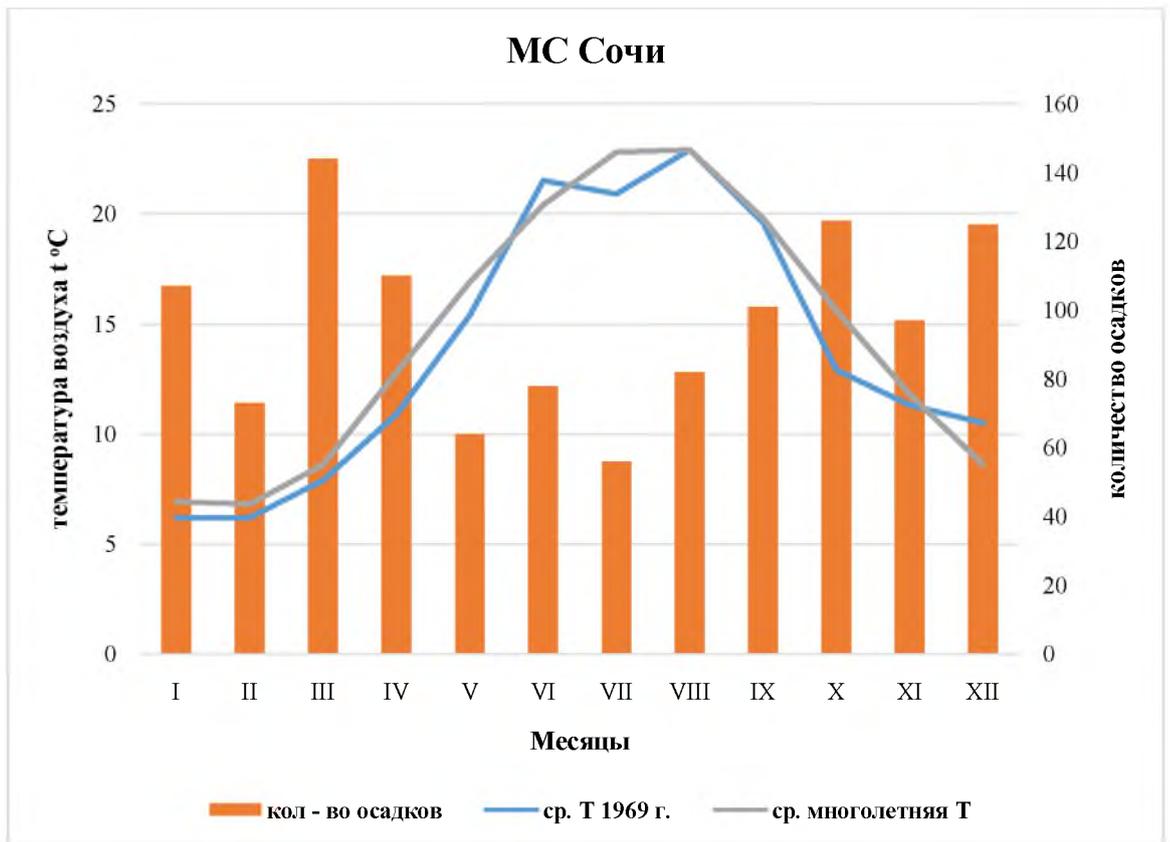


Рисунок 2.5– Данные по температуре и осадкам на МС Сочи

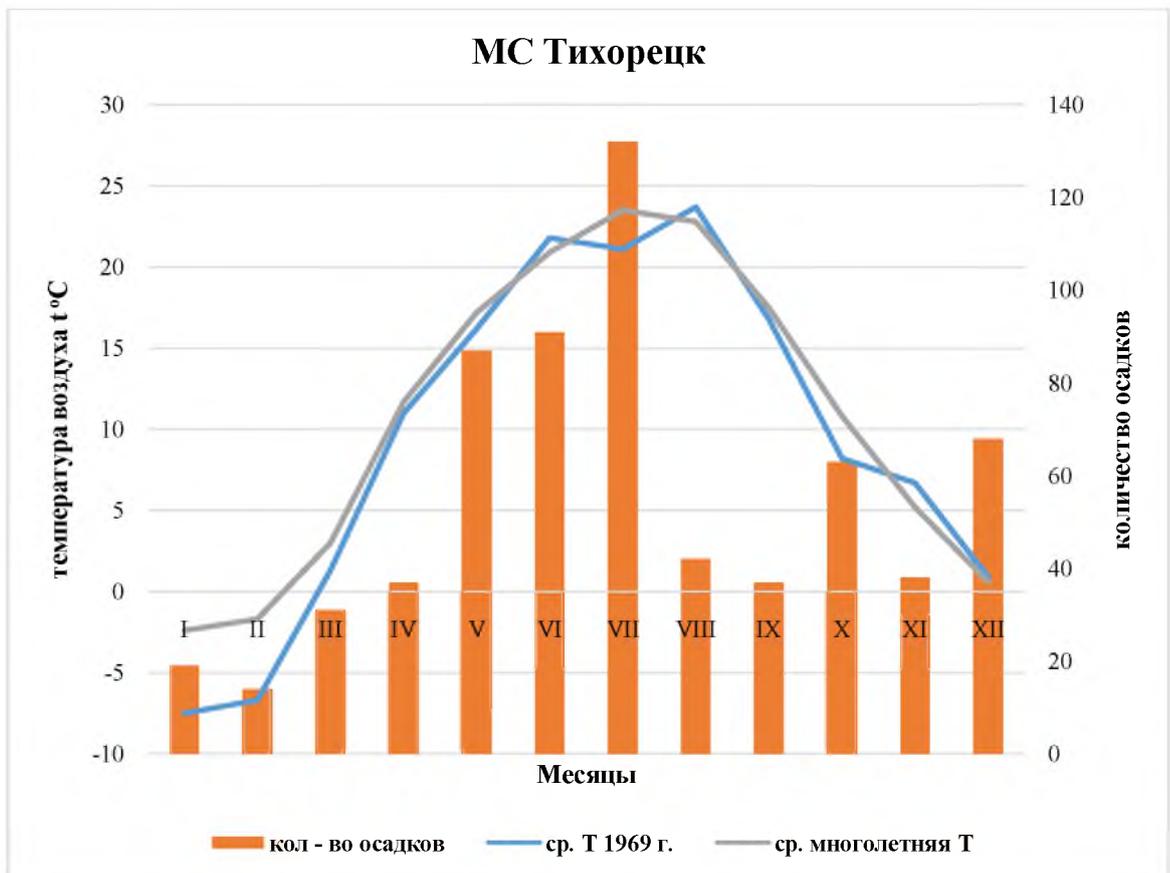


Рисунок 2.6– Данные по температуре и осадкам на МС Тихорецк

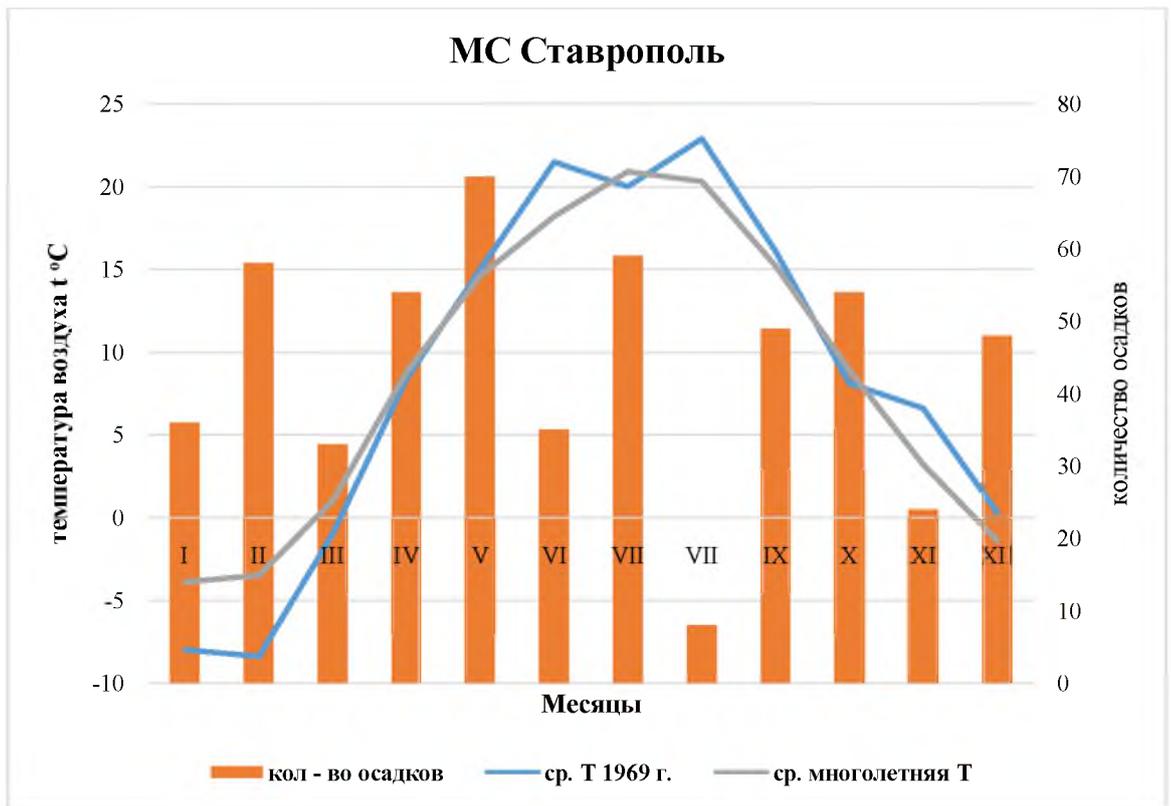


Рисунок 2.7 – Данные по температуре и осадкам на МС Ставрополь

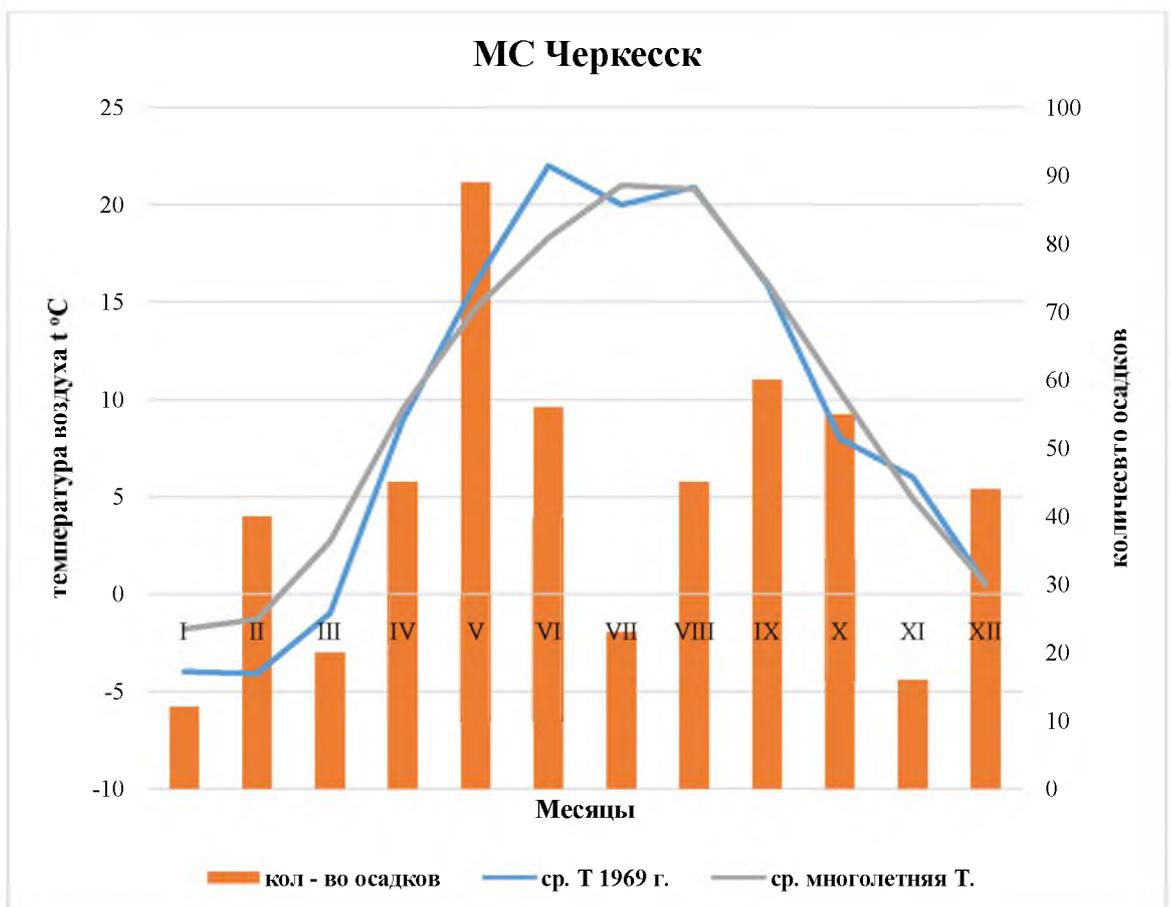


Рисунок 2.8 – Данные по температуре и осадкам на МС Черкесск

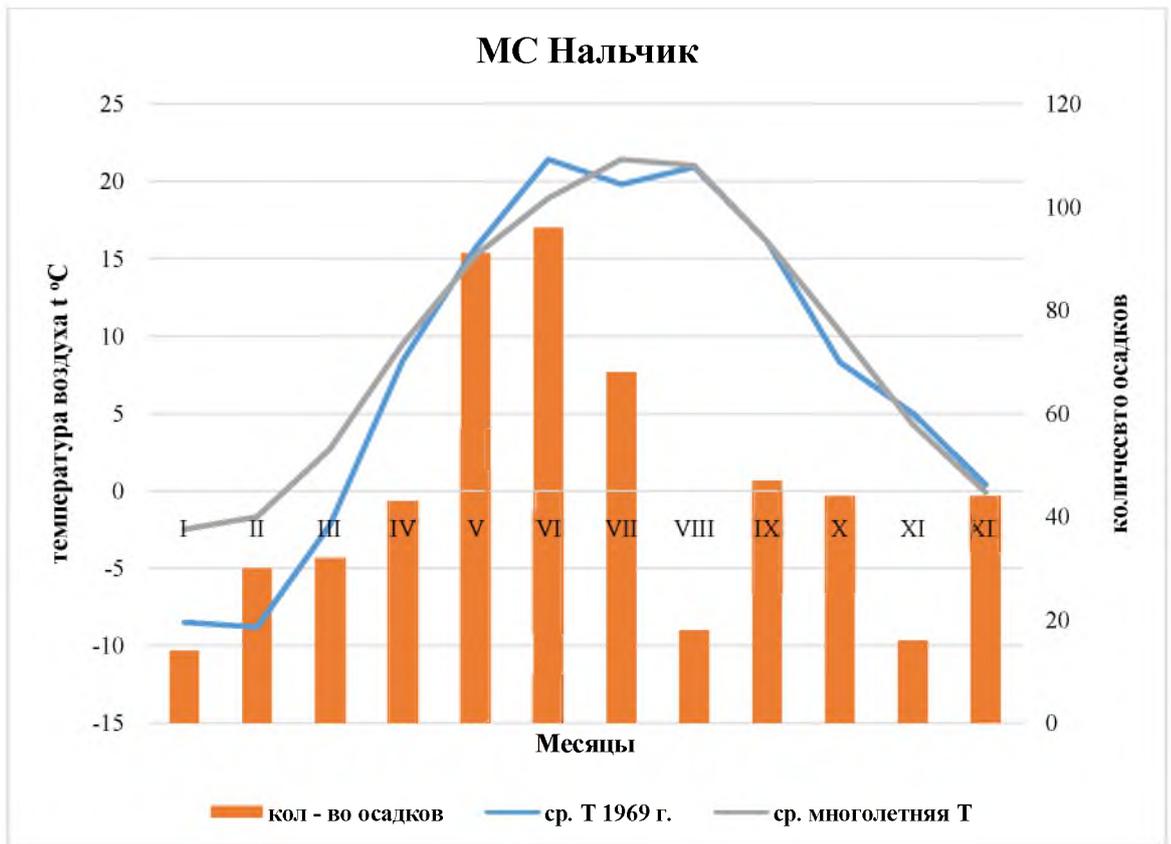


Рисунок 2.9– Данные по температуре и осадкам на МС Нальчик

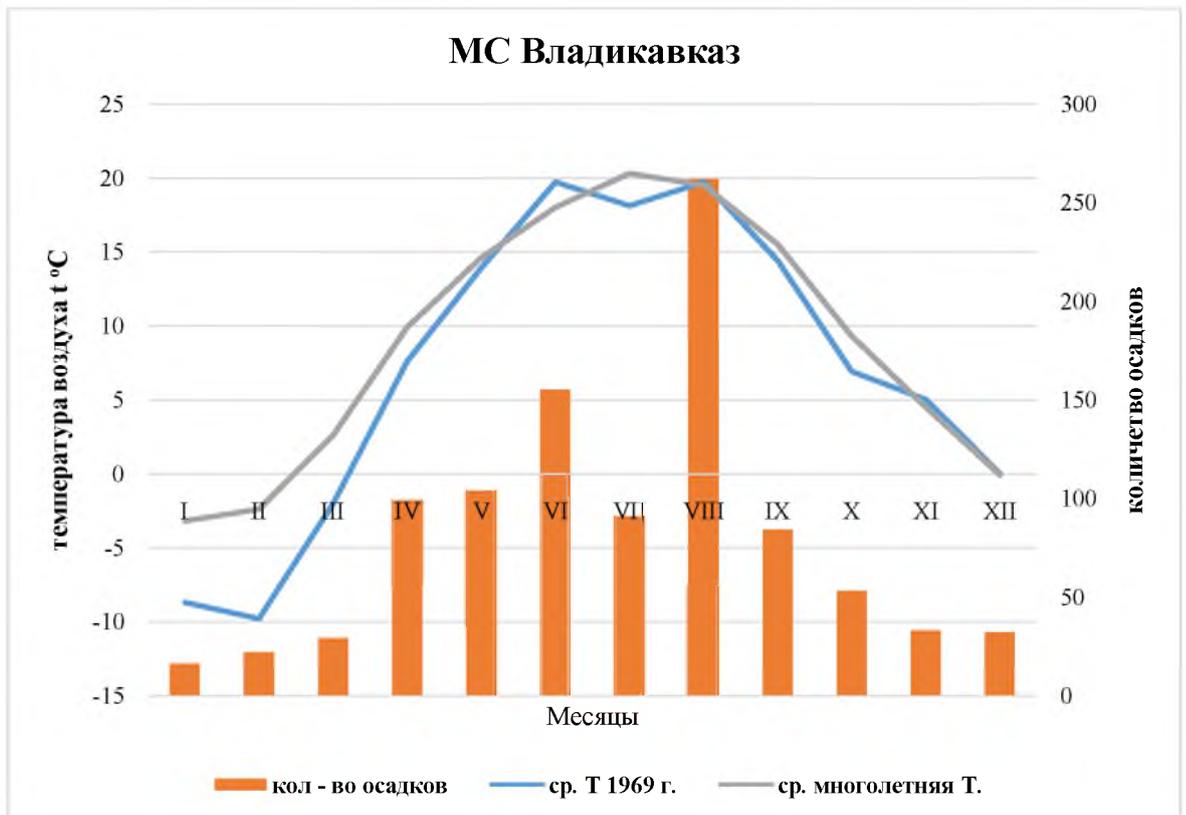


Рисунок 2.10– Данные по температуре и осадкам на МС Владикавказ

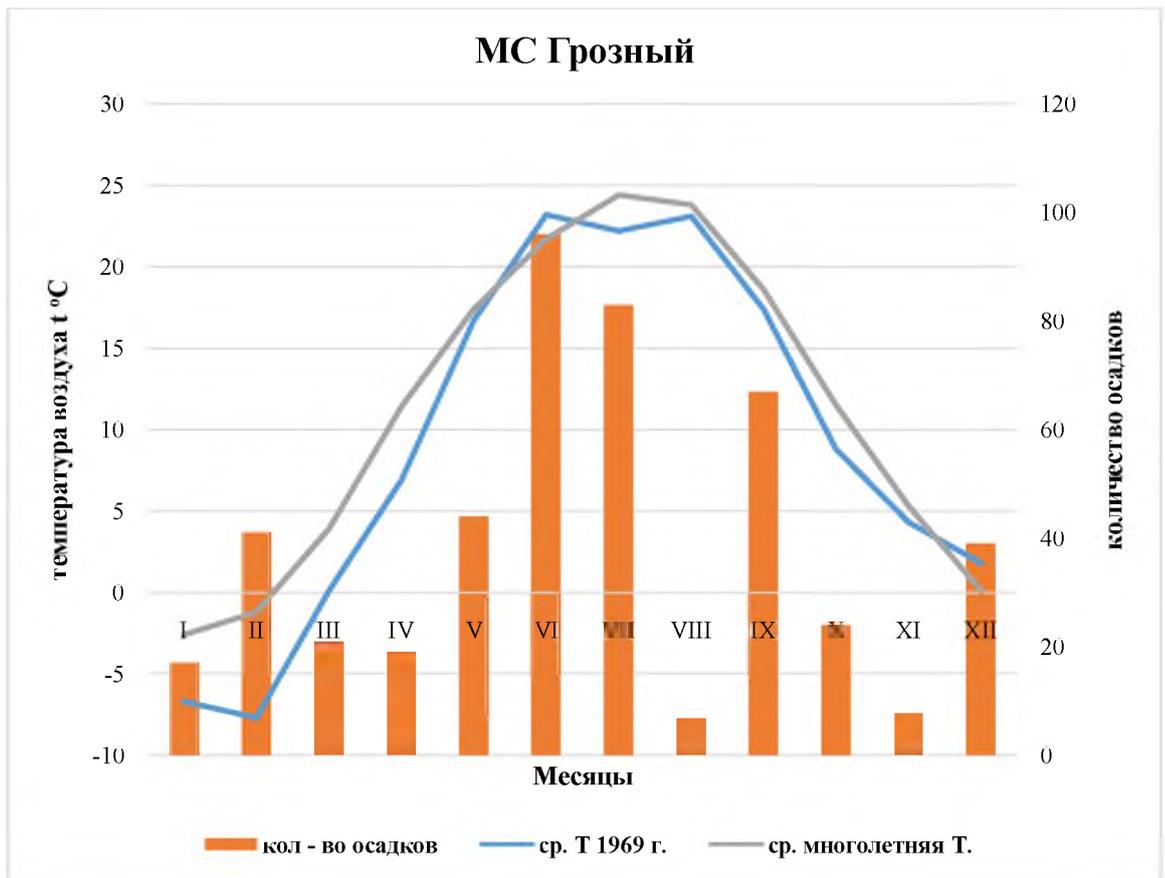


Рисунок 2.11– Данные по температуре и осадкам на МС Грозный

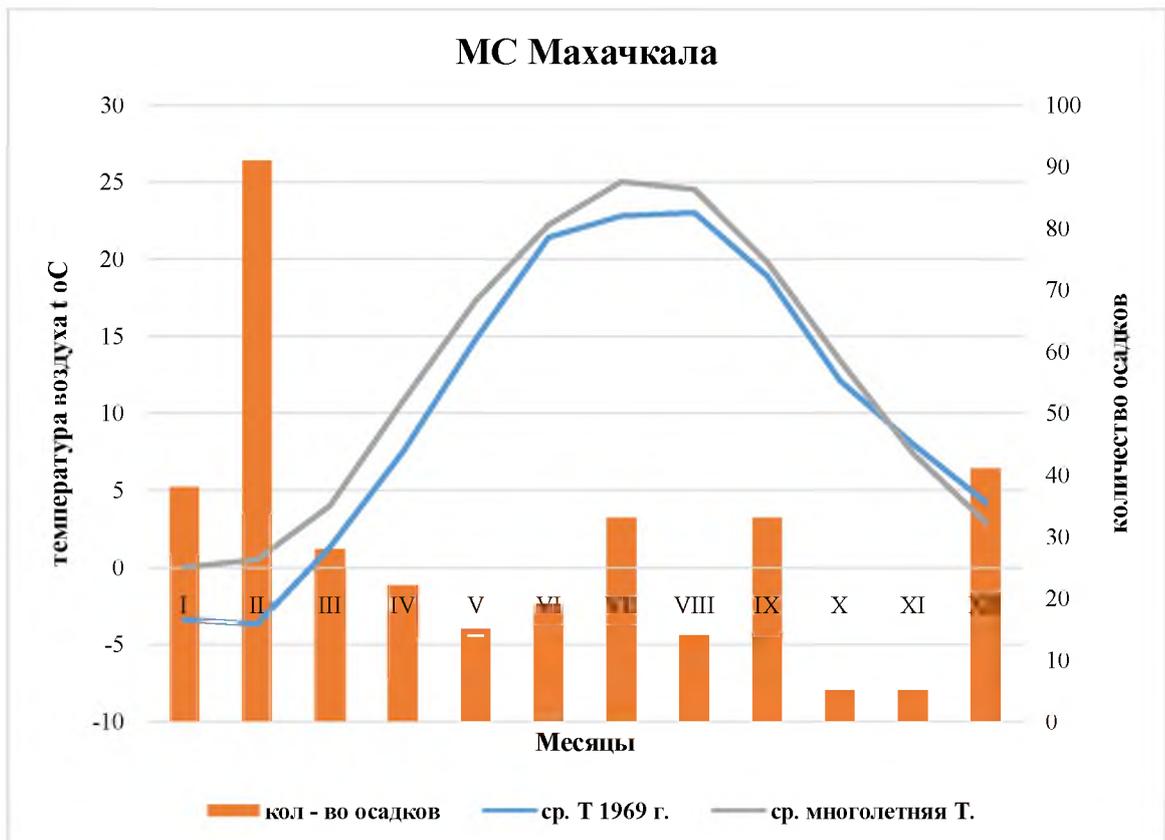


Рисунок 2.12– Данные по температуре и осадкам на МС Махачкала

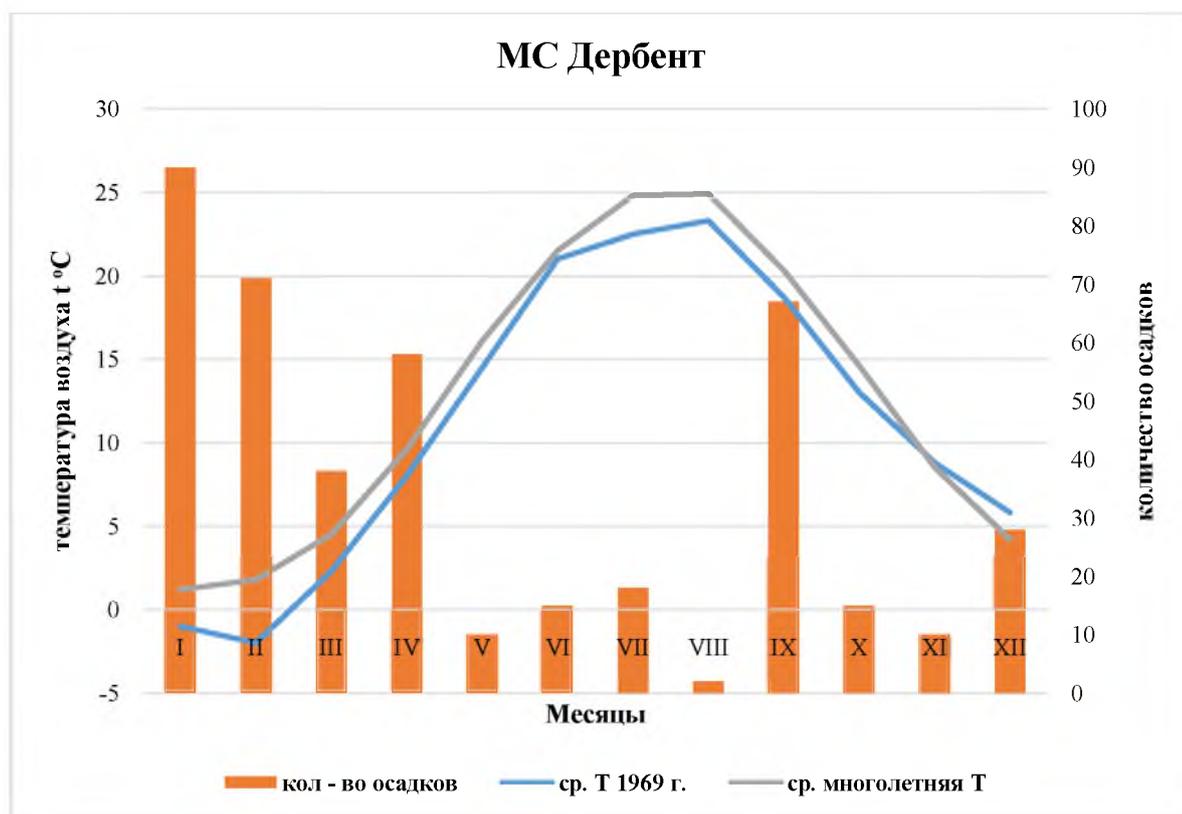


Рисунок 2.13– Данные по температуре и осадкам на МС Дербент

На всех рисунках ход температуры показан в соответствии со средними значениями температуры за 1969 – 2019 гг. Следует заметить, что на каждой МС температуры в январе и феврале значительно ниже нормы, за исключением станций Туапсе и Сочи, где значения температуры в сравнении с нормой не превышают $-0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Большие изменения наблюдались и в ходе летних температур. Самым холодным летним месяцем в 1969 г., на большинстве метеостанций Северного Кавказа, оказался июль.

Исключением являются МС Махачкала и МС Дербент. В обоих случаях, в соответствии с нормой, самым холодным месяцем был июнь.

Вариации осадков по месяцам 1969 г показаны в мм.

Очевидна взаимная корреляция внутригодового распределения температуры на всех метеостанциях. Вполне заметна также корреляция температуры с осадками. Например, пик температуры в июне соответствует снижению количества осадков, а провал температуры в июле – увеличению

количества осадков.

2.2 Анализ метеорологических показателей холодного 1993 года

Анализ метеорологических показателей за многолетний период позволил установить, что холодных лет оказалось не так уж много, но одним из них оказался 1993 год. Результаты средних показателей температуры и осадков в сравнении с многолетними данными сведены в таблице 2.2.

Таблица 2.2 – Средние значения температуры и осадков за 1993 г в сравнении с периодом 1969 – 2019 гг [23]

Метеостанции	Температура, °С		Количество осадков, мм	
	1993	1969 - 2019	1993	1969 - 2019
Краснодар	10,1	12	518	690
Майкоп	9,6	11,8	836	772
Новороссийск	11,7	12,2	211	752
Туапсе	12	11,6	1149	1249
Сочи	12,9	14,5	1304	1514
Тихорецк	9,1	10,8	543	628
Ставрополь	7,4	8,5	496	549
Черкесск	7,4	9,6	267	695
Нальчик	8,1	9,6	465	724
Владикавказ	7,3	9	956	604
Грозный	8,6	11,2	418	459
Махачкала	9,9	12,3	452	332
Дербент	11,5	12,7	403	364

На всех выбранных станциях, кроме МС Туапсе, наблюдаются отрицательные отклонения температуры в пределах от 0,5 до 2,9 °С.

Внутригодовой ход средних месячных значений метеоэлементов, в сопоставлении с данными за 1969 – 2019 гг., показан на рисунках 2.14 – 2.26

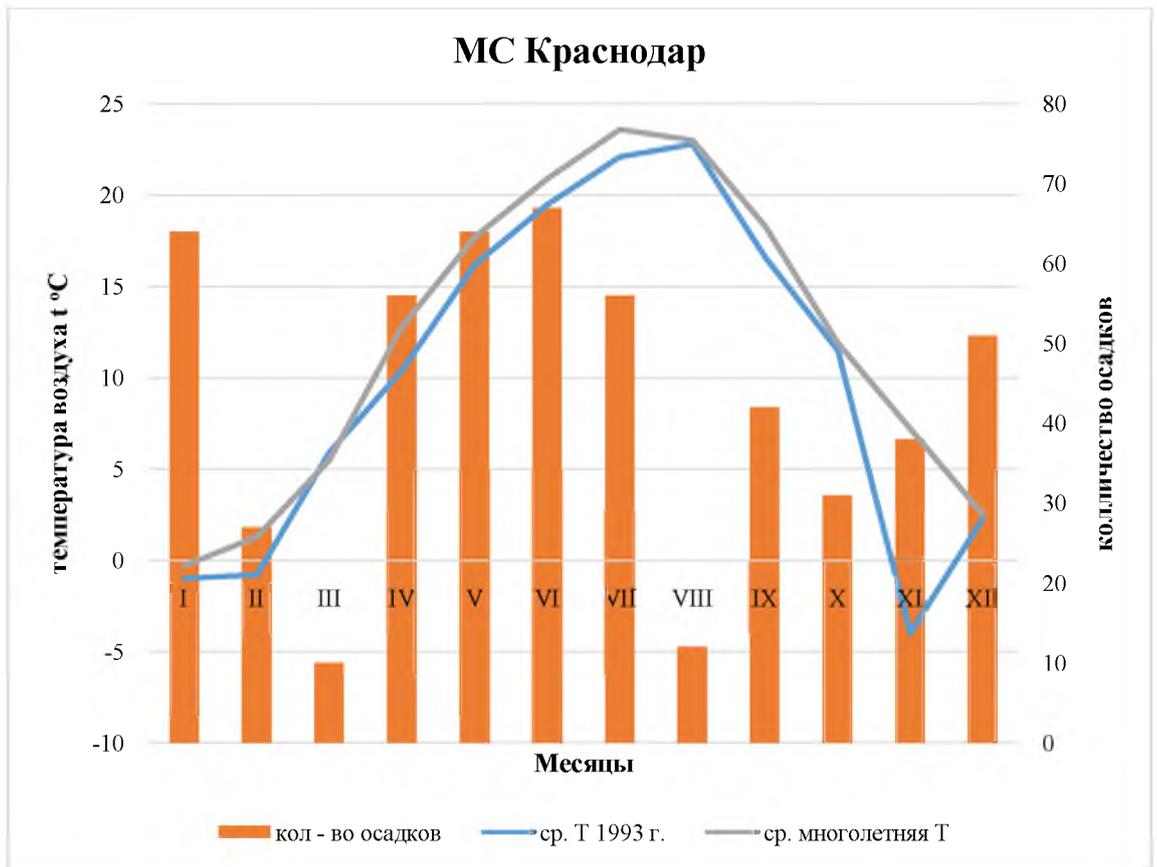


Рисунок 2.14– Данные по температуре и осадкам на МС Краснодар

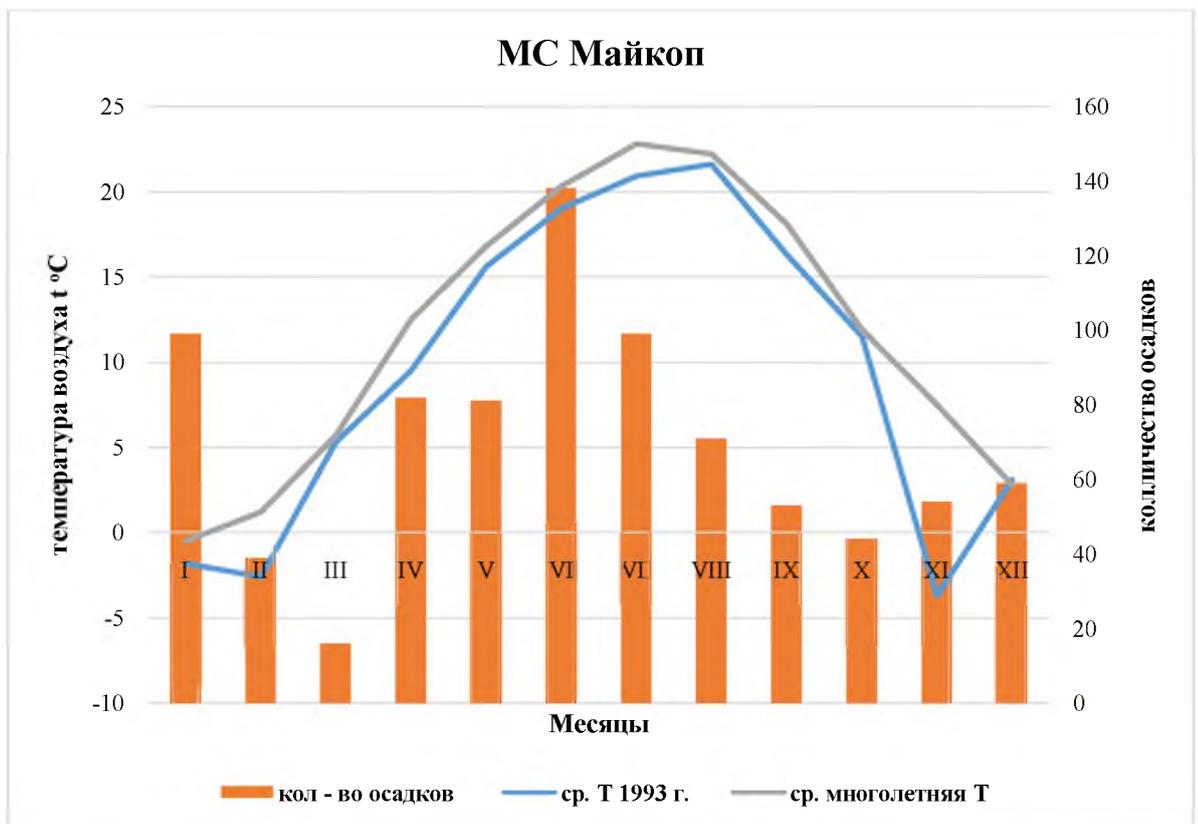


Рисунок 2.15 – Данные по температуре и осадкам на МС Майкоп

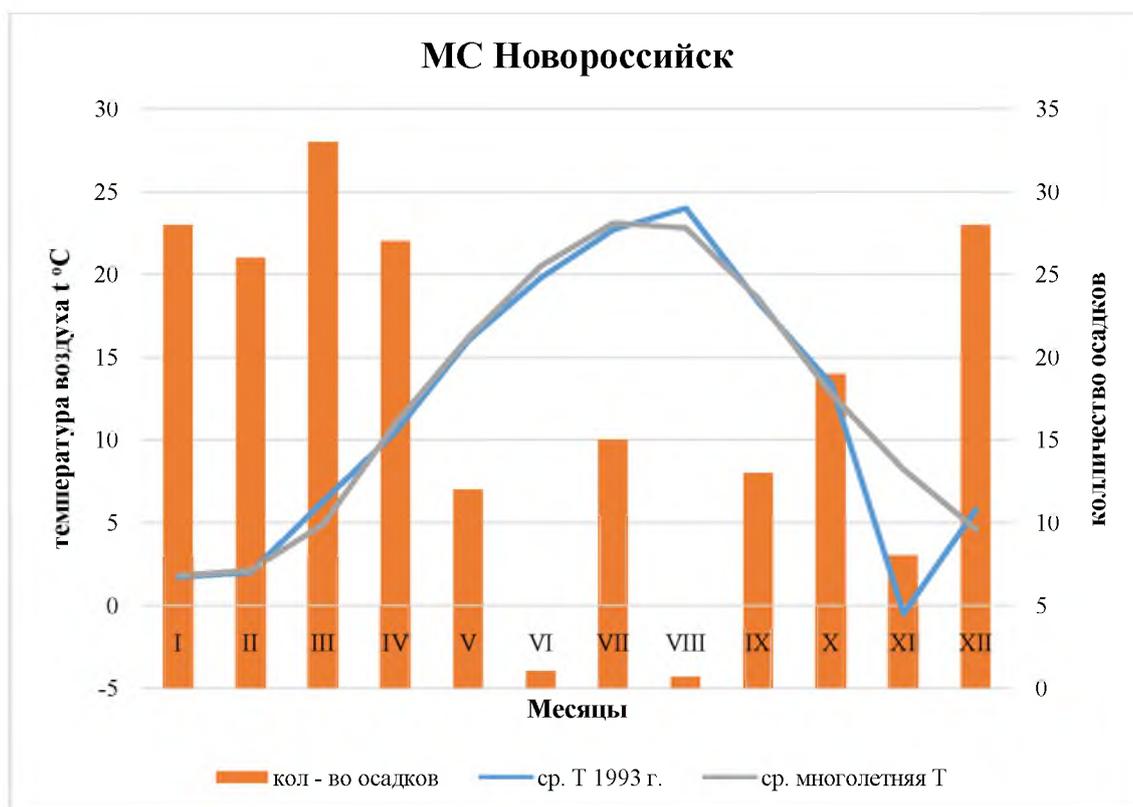


Рисунок 2.16 – Данные по температуре и осадкам на МС Новороссийск

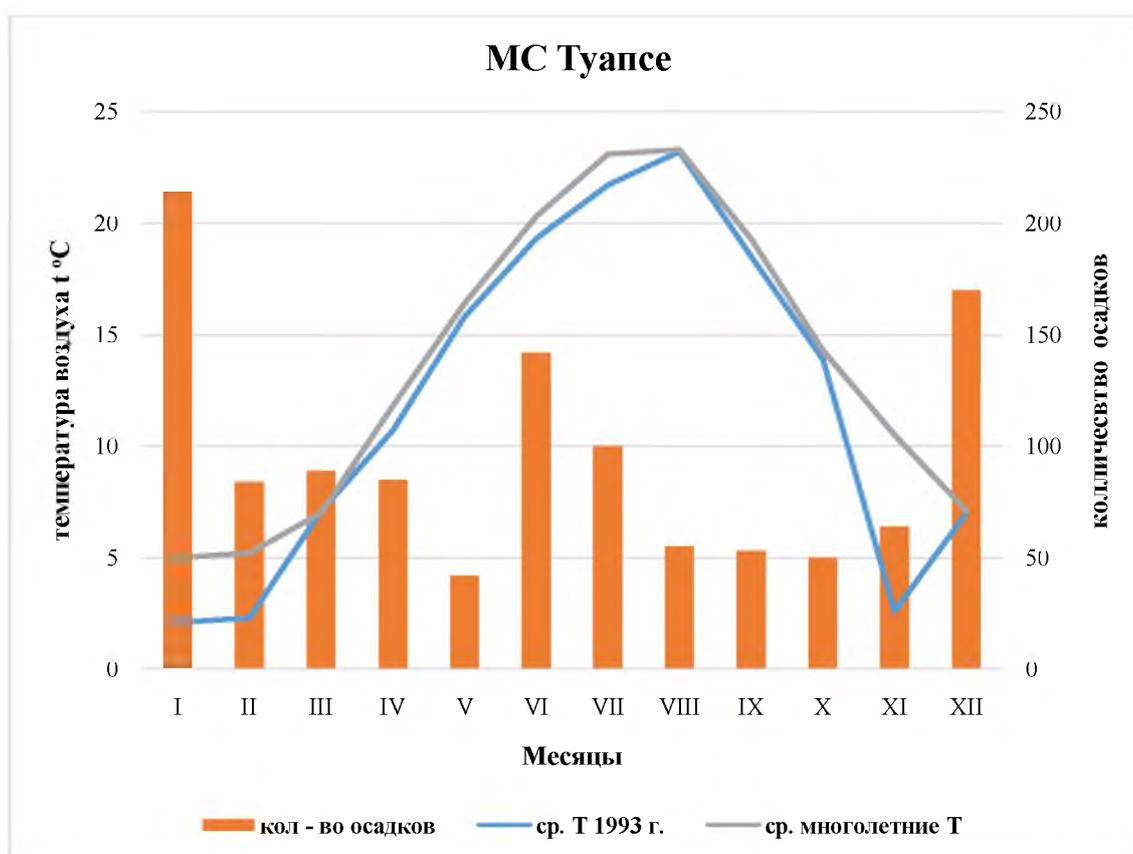


Рисунок 2.17– Данные по температуре и осадкам на МС Туапсе

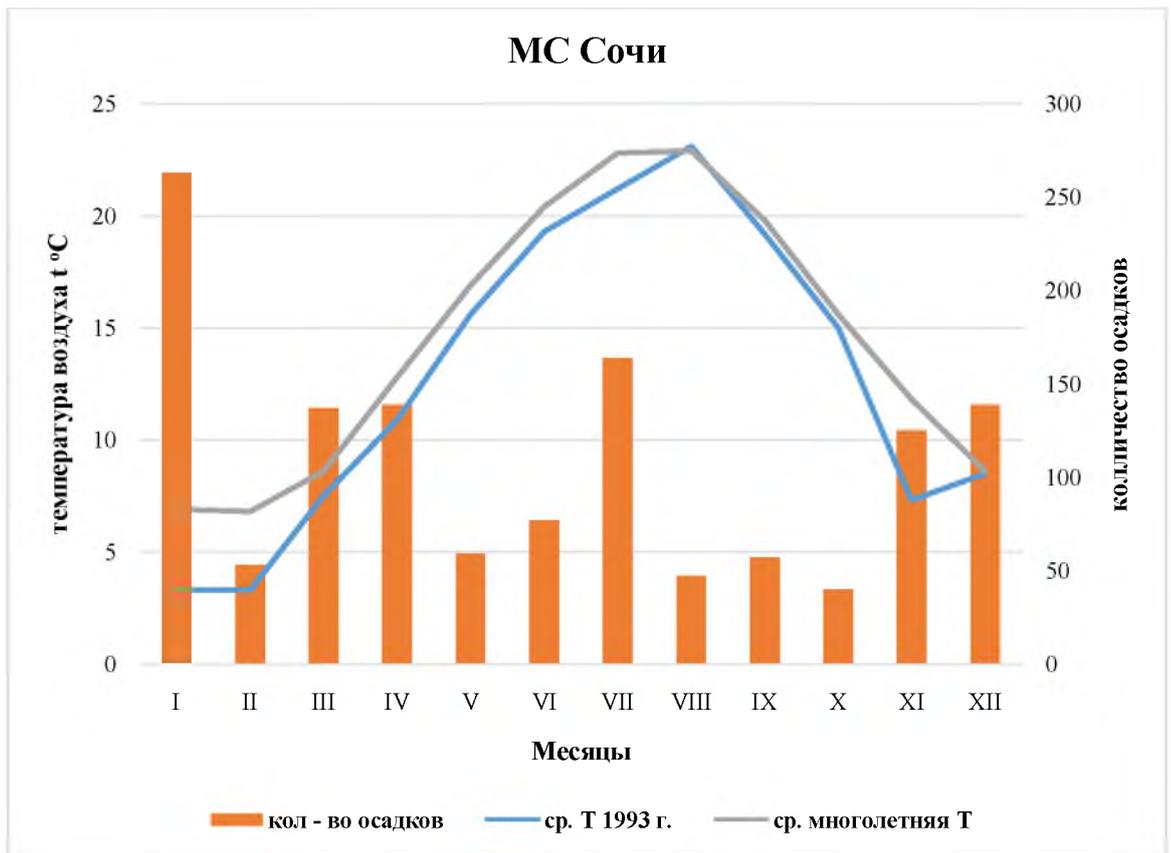


Рисунок 2.18 – Данные по температуре и осадкам на МС Сочи

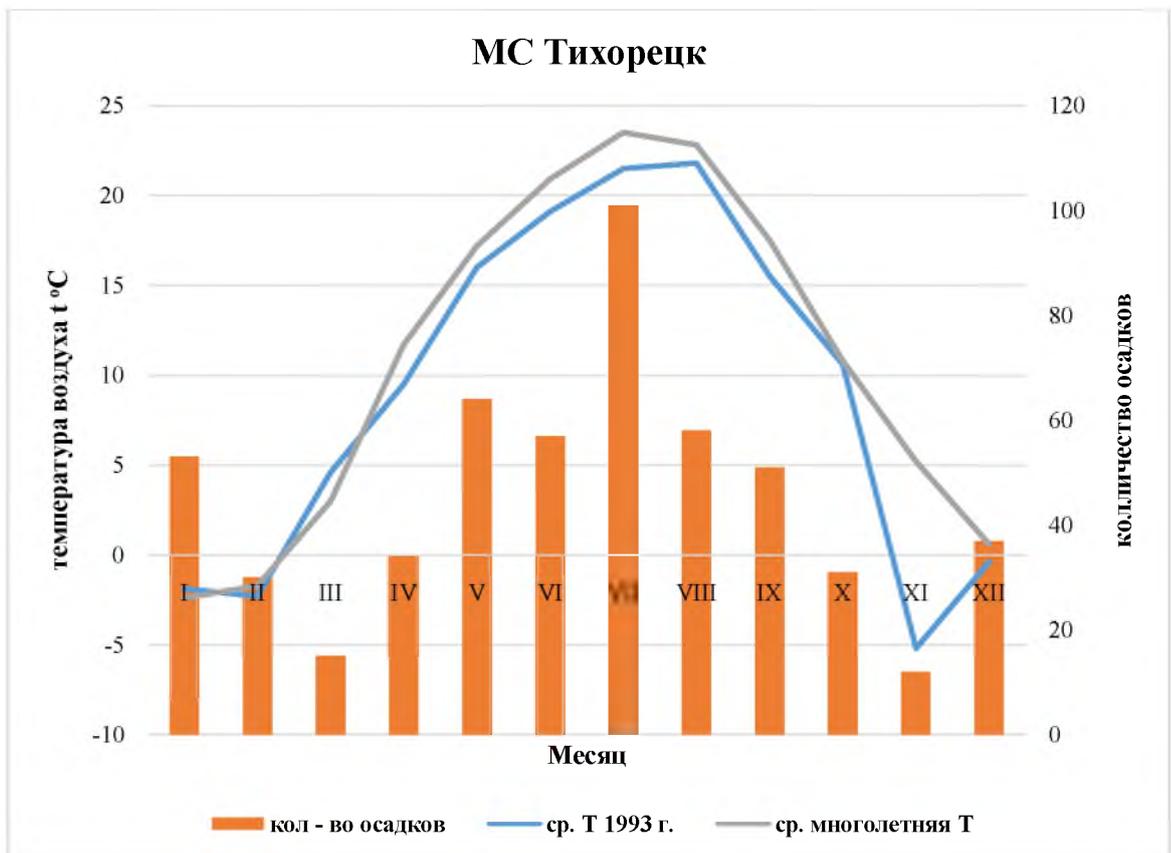


Рисунок 2.19– Данные по температуре и осадкам на МС Тихорецк

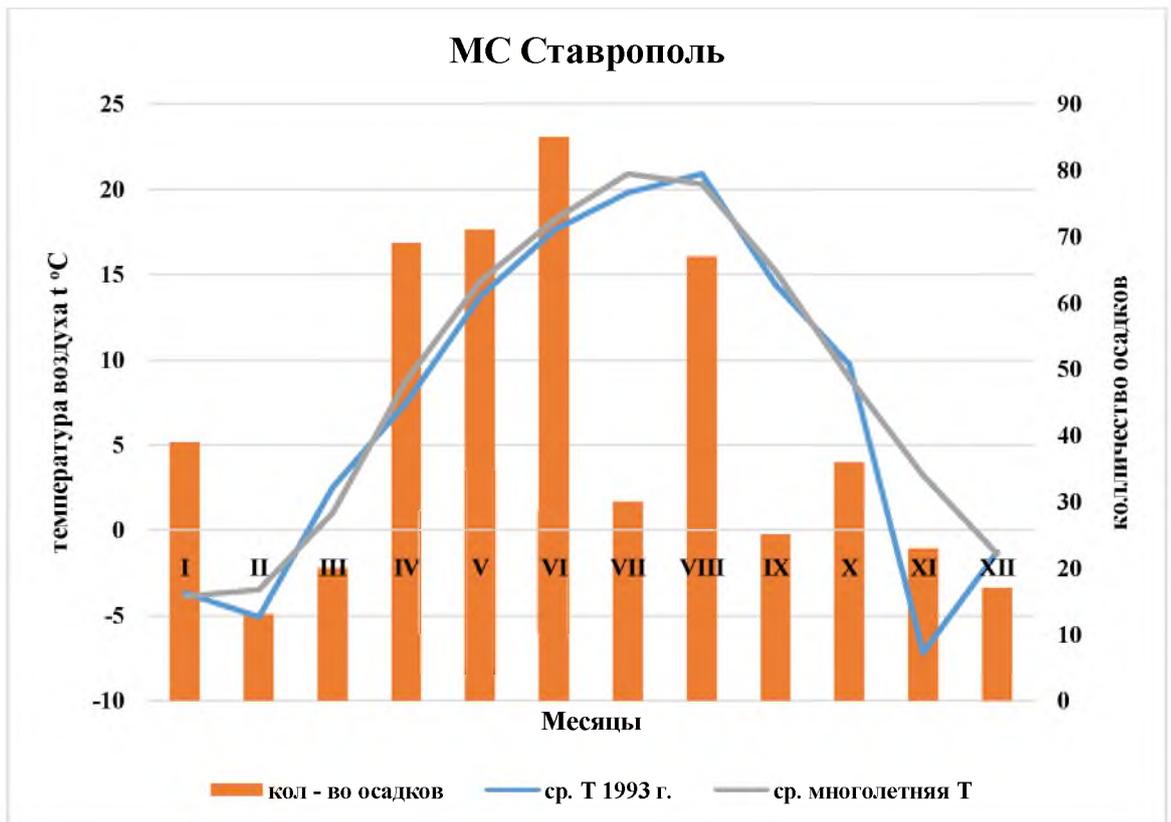


Рисунок 2.20 – Данные по температуре и осадкам на МС Ставрополь

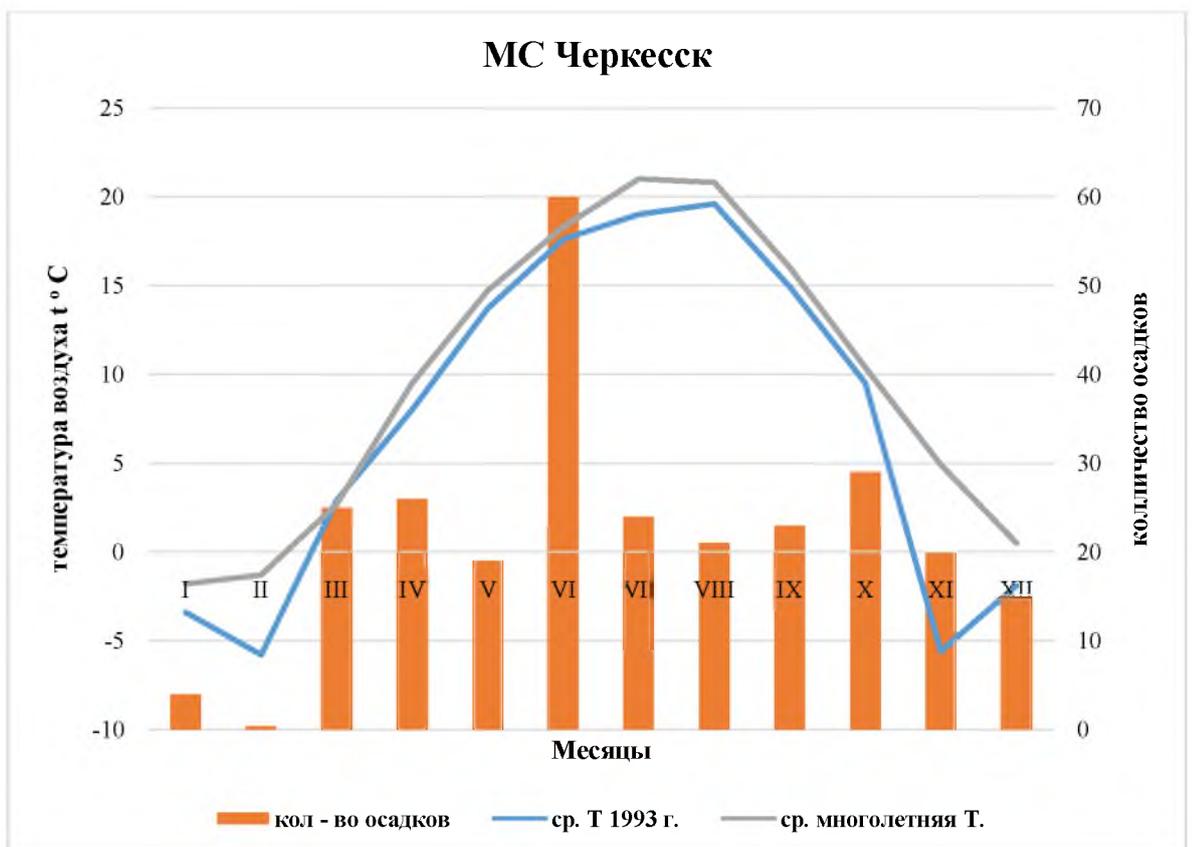


Рисунок 2.21 – Данные по температуре и осадкам на МС Черкесск

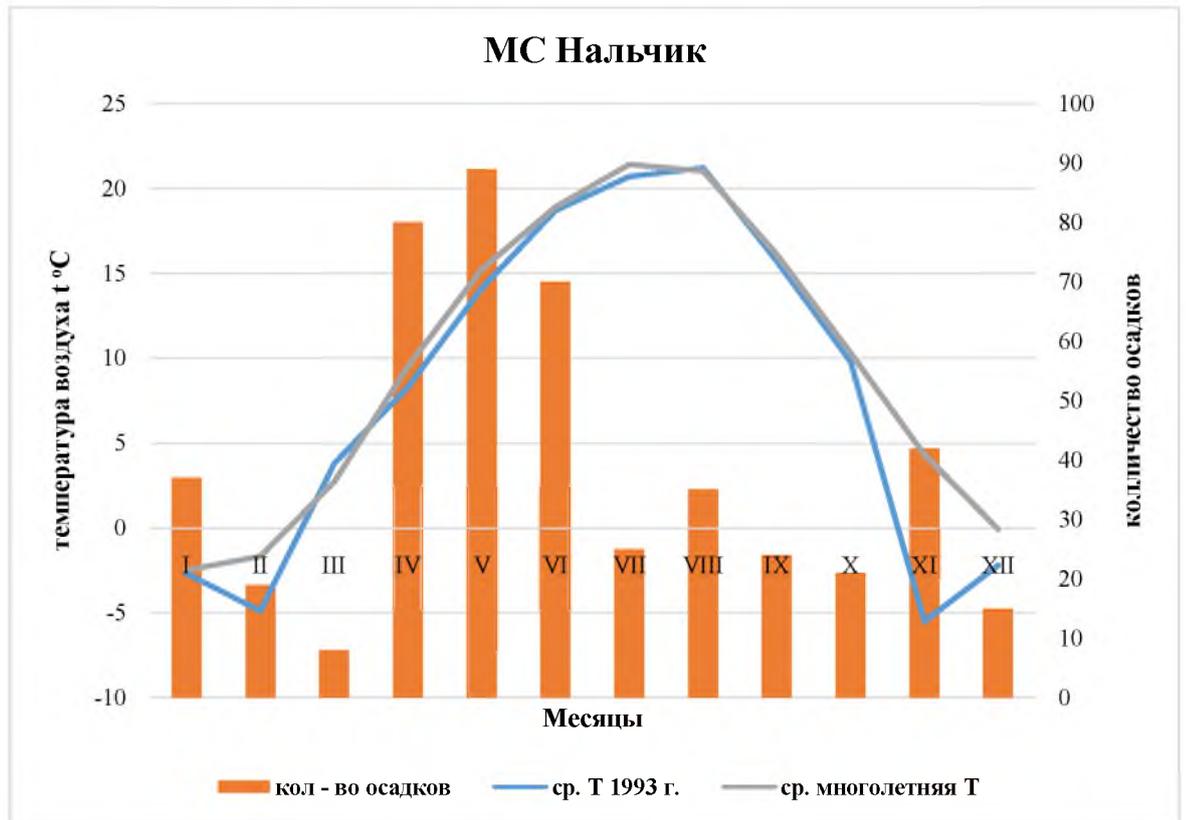


Рисунок 2.22 – Данные по температуре и осадкам на МС Нальчик

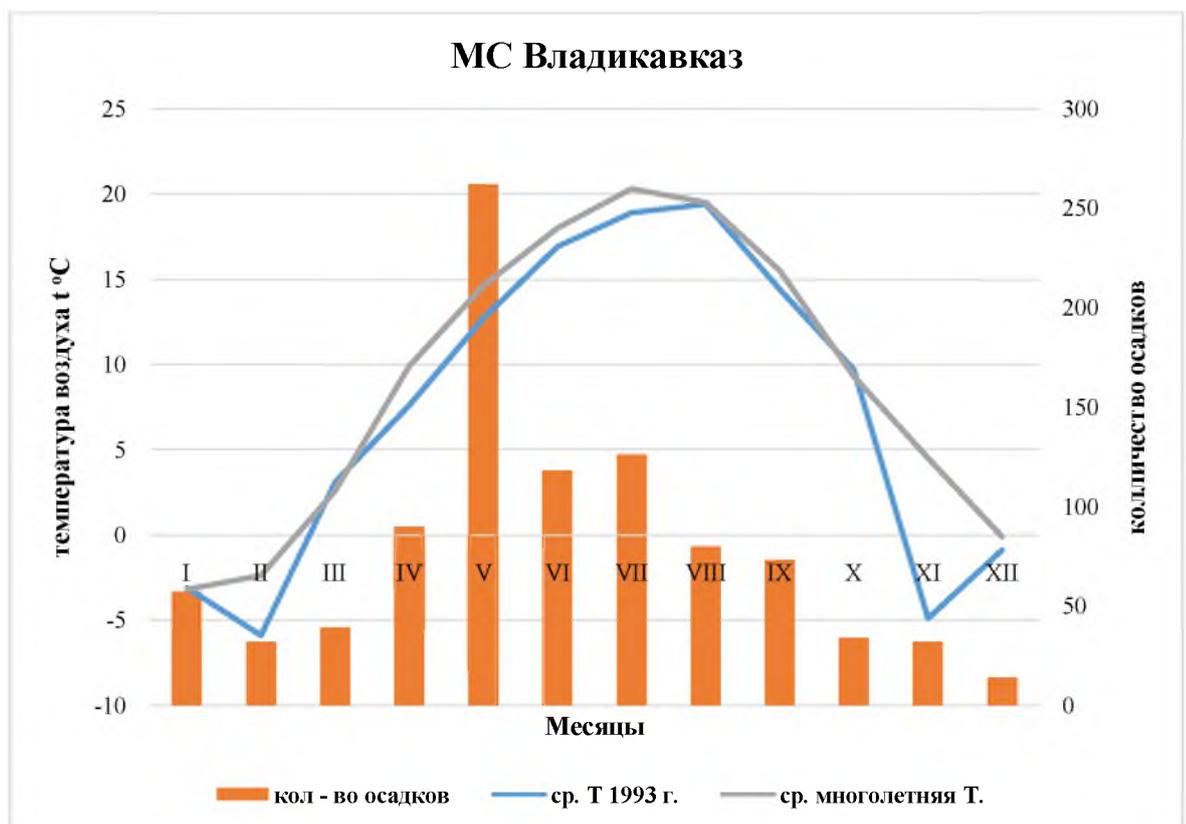


Рисунок 2.23 – Данные по температуре и осадкам на МС Владикавказ

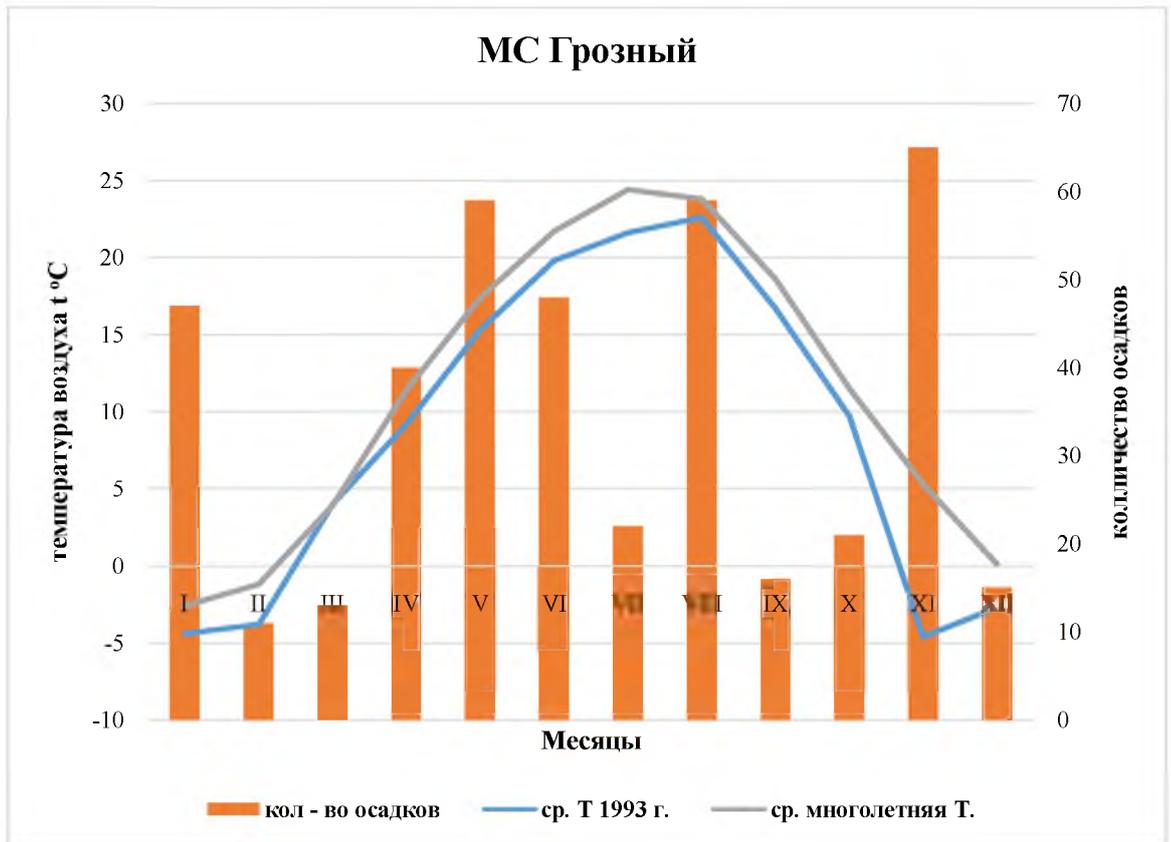


Рисунок 2.24 – Данные по температуре и осадкам на МС Грозный

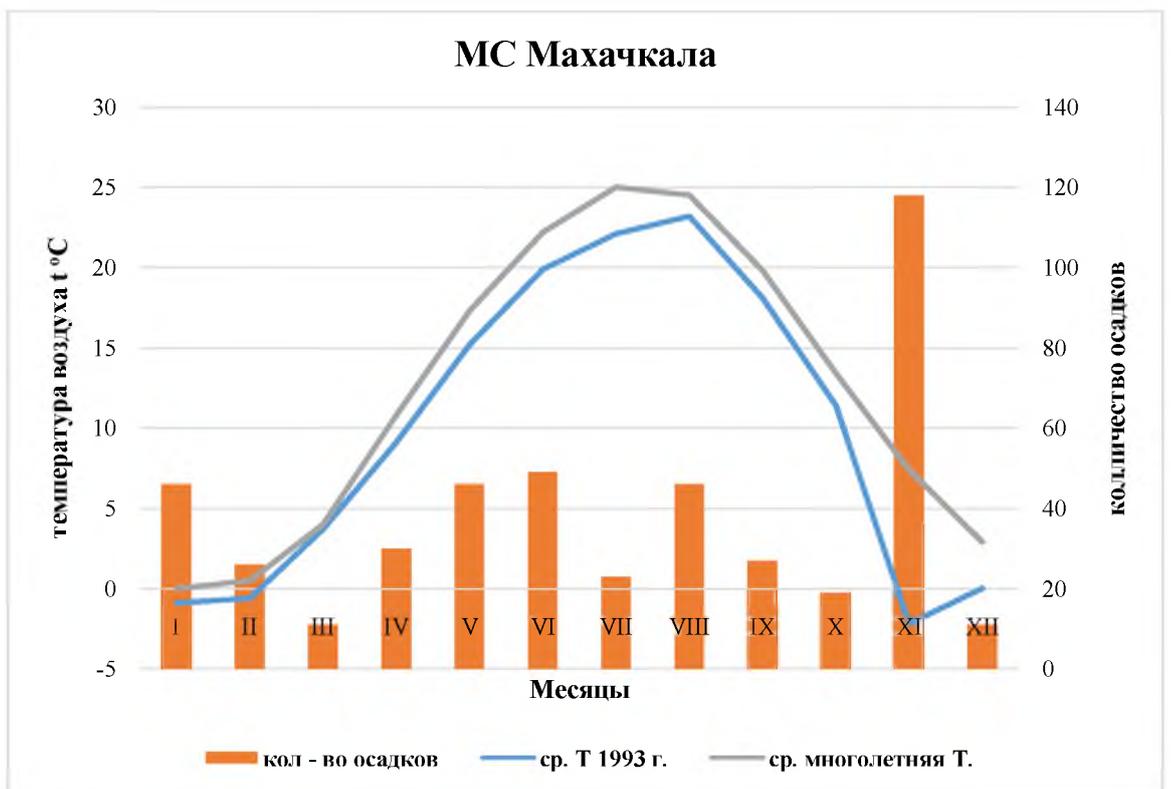


Рисунок 2.25 – Данные по температуре и осадкам на МС Махачкала

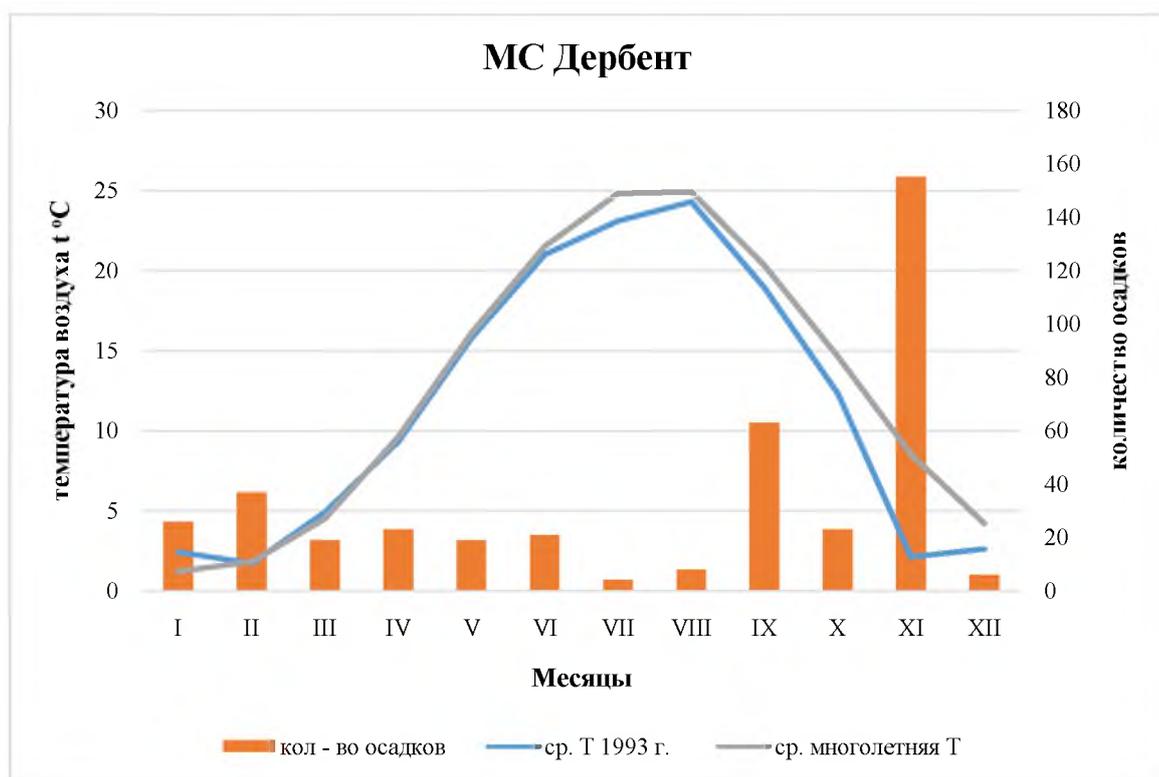


Рисунок 2.26– Данные по температуре и осадкам на МС Дербент

На всех рисунках ход температуры показан в соответствии со средними значениями температуры за 1969 – 2019 гг.

На каждой МС значения температуры в январе, феврале и ноябре были значительно ниже нормы, за исключением станций Дербент, Новороссийск и Тихорецк, где значения температуры за январь и февраль почти совпадают с нормой.

В ноябре 1993 года показатели температуры, в среднем были ниже нормы на 5 – 10 °С.

Небольшие изменения наблюдались в ходе летних температур. Самым холодным месяцем в 1993 г., на большинстве метеостанций, был июнь, тёплым – август.

Исключением являются МС Нальчик, Ставрополь, Туапсе, Сочи, Новороссийск и Дербент. На метеостанции Новороссийск в августе наблюдалась разница с нормой на 1,2 °С.

Очевидна взаимосвязь внутригодового распределения температуры на

всех МС. Также вполне заметна связь температуры с осадками. Так, на метеостанциях Грозный, Махачкала и Дербент на ноябрь (самый холодный месяц года) выпало максимальное количество осадков.

Сравнительный анализ распределения метеорологических показателей в 1969 и 1993 гг среднегодовая температура на станциях колебалась в пределах от 7,1 до 16,5 °С.

Ход среднемесячных температур в 1969 и 1993 гг различный. Зима 1969 года оказалась самой холодной, минимальная среднемесячная температура была на станции Владикавказ $-9,8$ °С, что на $3,9$ °С ниже, чем в 1993 году. Показатели температуры зимой в 1993 году не опускались ниже $-5,9$ °С. Провал температуры в феврале присутствует в обоих случаях, на начало каждого года он холоднее, чем январь.

Далее, с марта, в соответствии с нормой идёт повышение температуры. В 1969 г наблюдались изменения и в ходе летних температур. Резкое повышение температуры в июне и затем провал в июле, показатели температуры августа в основном соответствовали норме.

В ходе летних температур 1993 г, в сравнении с 1969 г, больших изменений не наблюдалось.

Значительные изменения температур наблюдаются осенью 1993г. Начало понижения температуры с августа происходило в соответствии с нормой, но в ноябре наблюдалось её резкое понижение. Минимальные значения температуры ноября прослеживались на МС Ставрополь $-7,2$ °С, что является на $13,8$ ниже, чем значения за тот же месяц в 1969 г. Ноябрь 1969 года на МС Ставрополь оказался на $3,4$ °С теплее нормы.

В 1969 году ход осенних температур не значительно отличался от нормы.

3 Характеристика метеорологических показателей наиболее тёплых лет за период 1969-2019 гг.

3.1 Анализ метеорологических показателей теплого 2010 года

Анализ метеорологических показателей за многолетний период позволил установить, что наиболее теплым оказался 2010 год. Результаты средних показателей температуры и осадков в сравнении с многолетними данными сведены в таблице 3.1.

Таблица 3.1 – Средние значения температуры и осадков за 2010 г в сравнении с периодом 1969 – 2019 гг.

Метеостанции	Температура, °С		Количество осадков, мм	
	2010	1961-1990	2010	1961-1990
Краснодар	14,4	12,0	766	690
Майкоп	14,3	11,8	731	772
Новороссийск	15,8	12,2	892	752
Туапсе	16,5	11,6	1236	1249
Сочи	16,5	14,5	1553	1514
Тихорецк	13,4	10,8	590	628
Ставрополь	11,7	8,5	563	549
Черкесск	11,4	9,6	497	695
Нальчик	11,6	9,6	633	724
Владикавказ	11,4	9	909,4	604
Грозный	12,0	11,2	552	459
Махачкала	13,8	12,3	401	332
Дербент	14,7	12,7	479	364

В сравнении с нормой 1961-1990 годов ход температуры 2010 году изменился в пределах от 0,5 до 3,2 °С.

Внутригодовой ход средних месячных значений метеоэлементов, в сопоставлении с данными за 1969 – 2019 гг., показан на рисунках 3.1 – 3.13

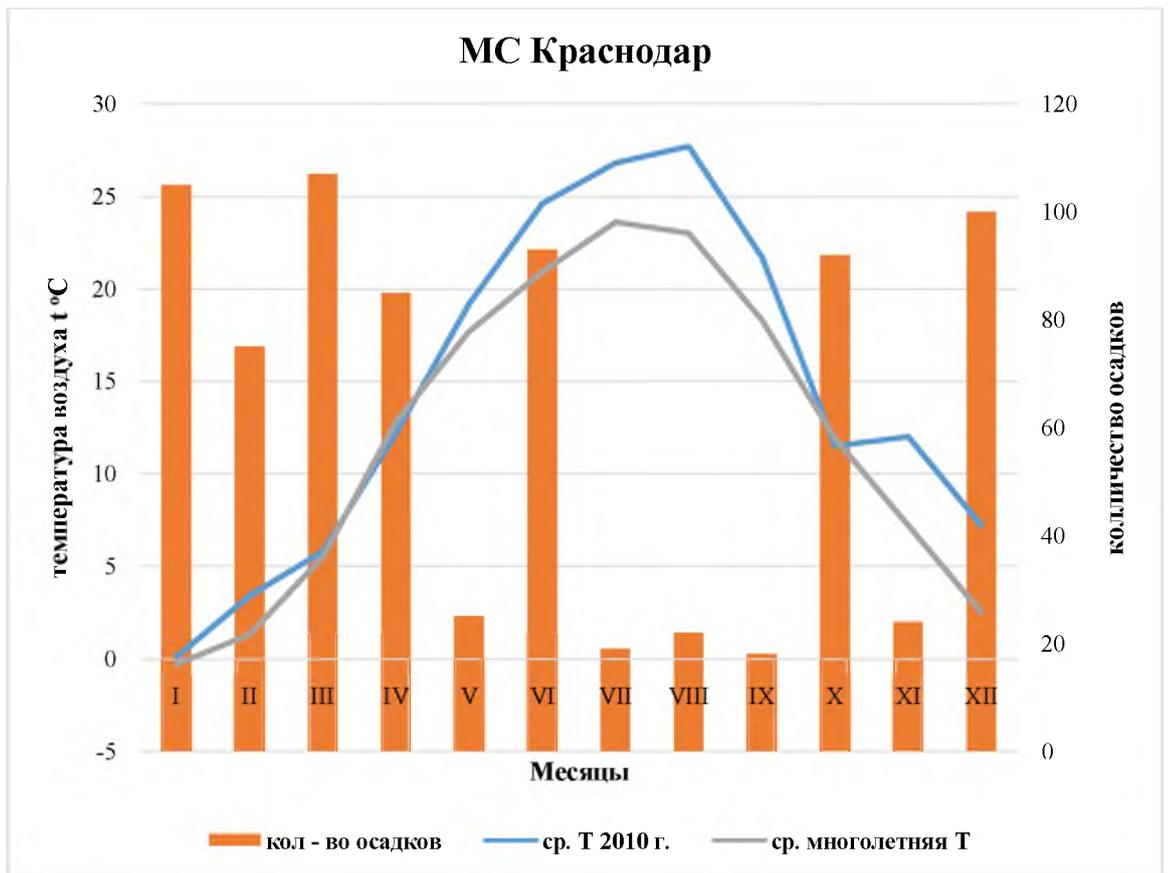


Рисунок 3.1– Данные по температуре и осадкам на МС Краснодар

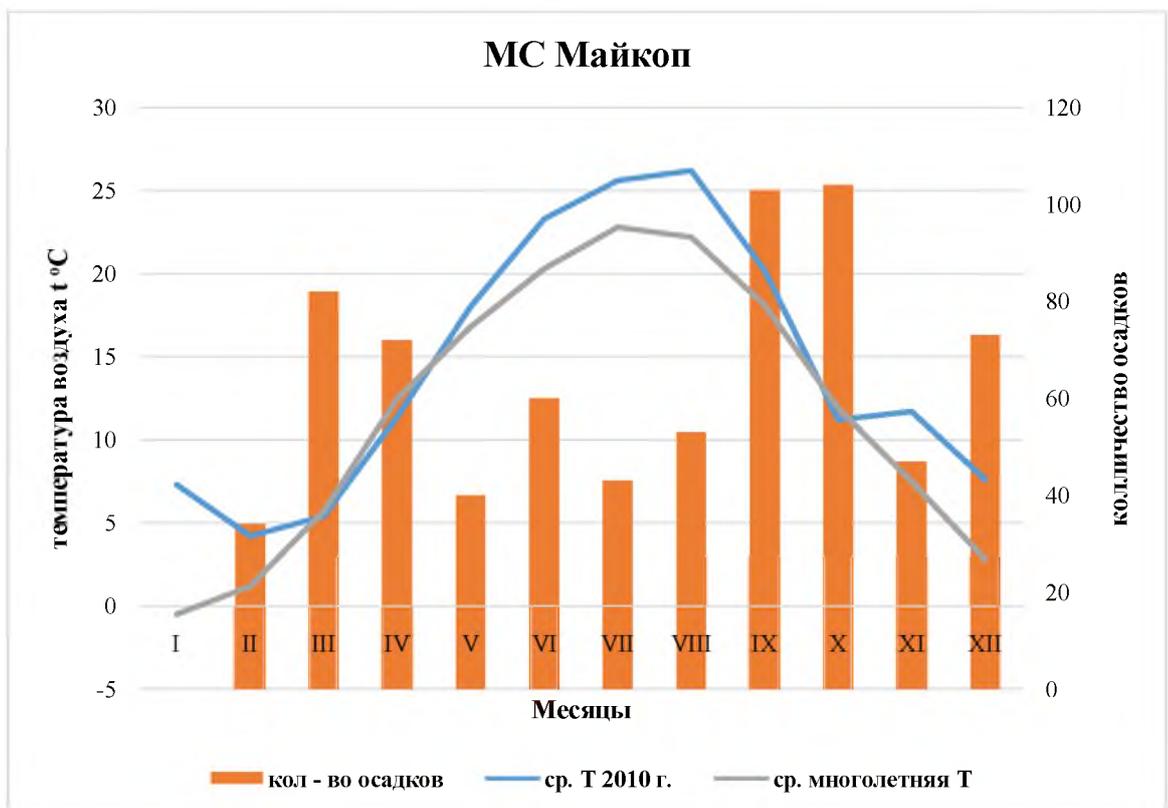


Рисунок 3.2 – Данные по температуре и осадкам на МС Майкоп

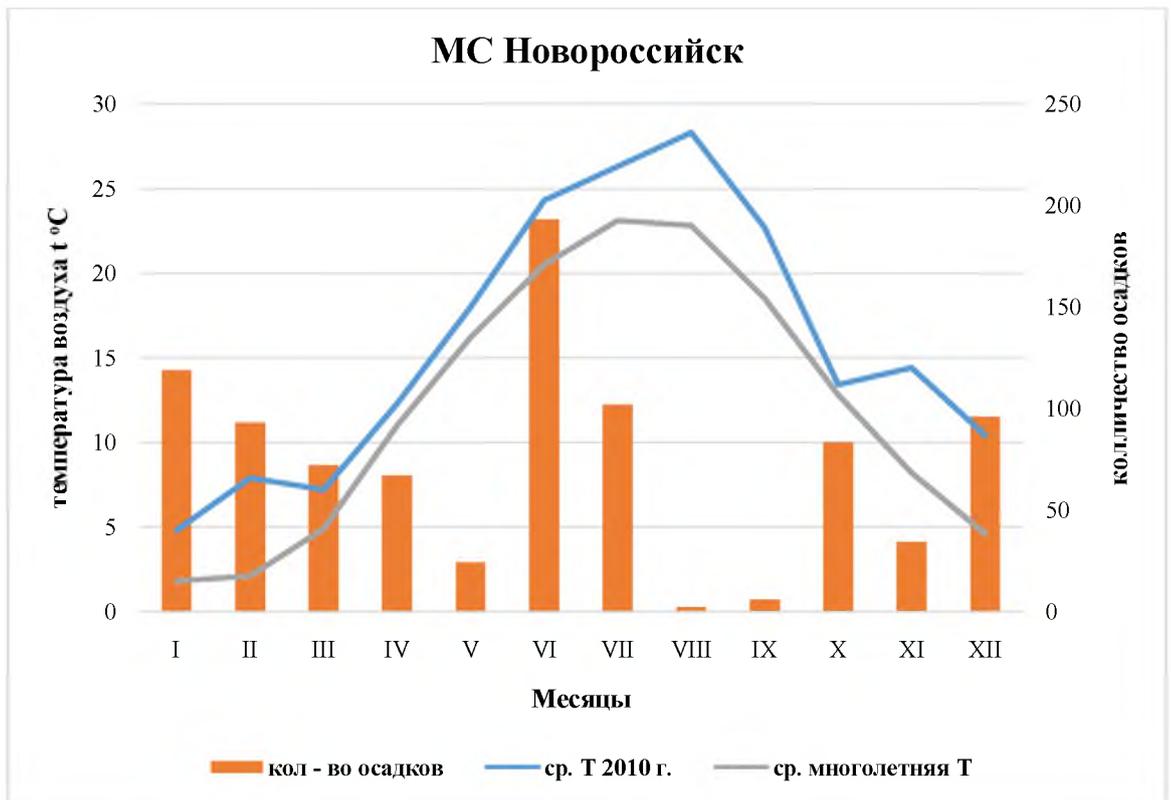


Рисунок 3.3 – Данные по температуре и осадкам на МС Новороссийск

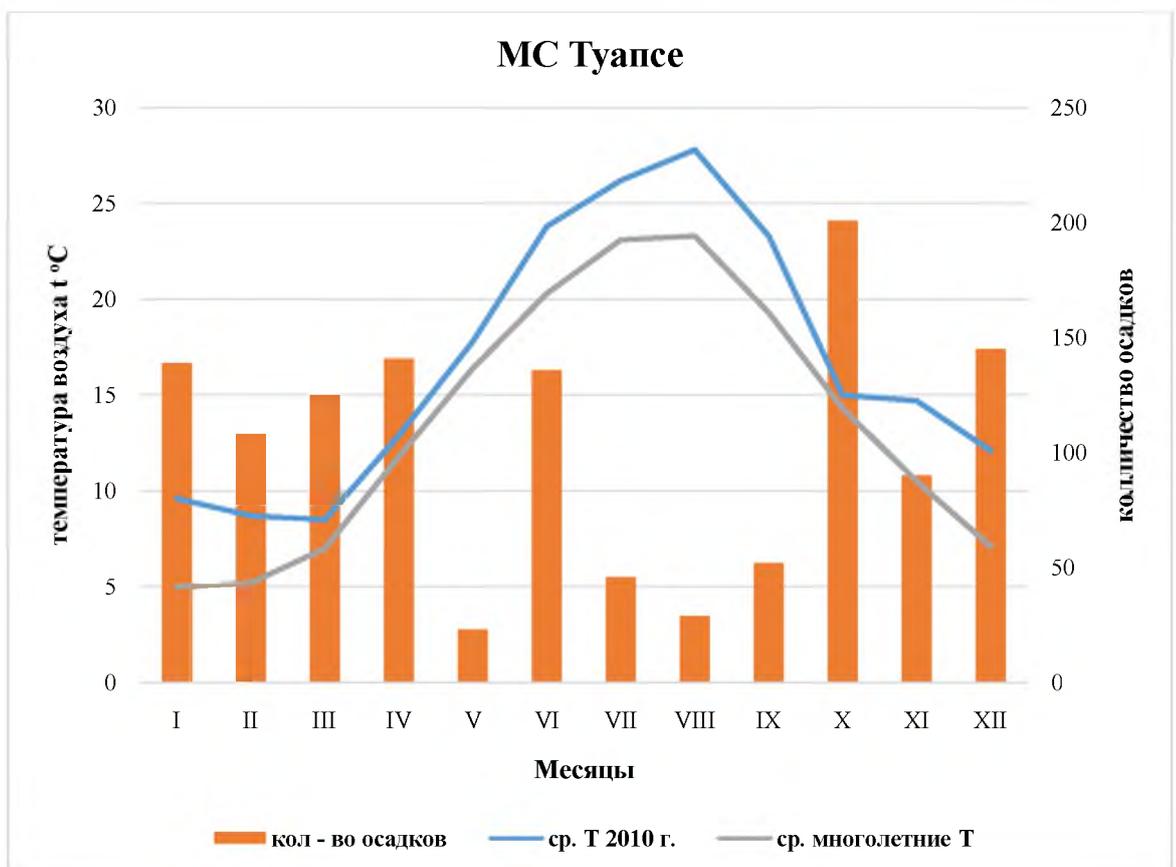


Рисунок 3.4 – Данные по температуре и осадкам на МС Туапсе

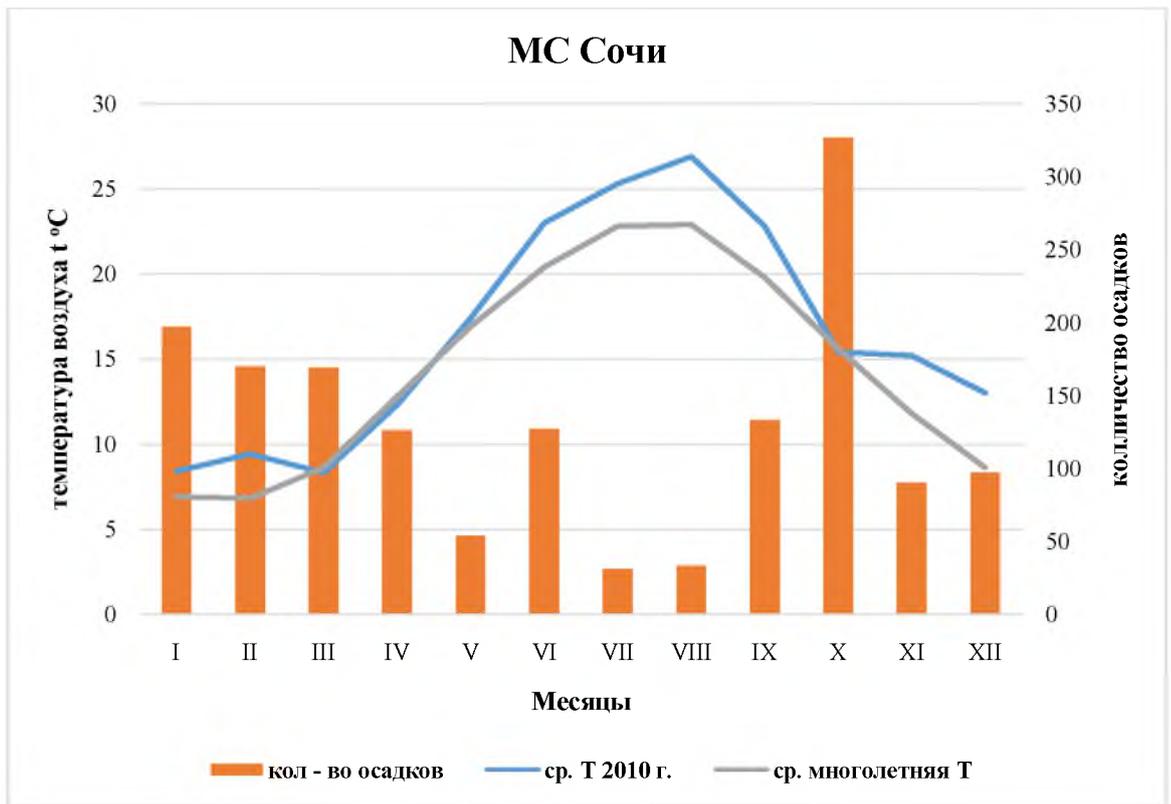


Рисунок 3.5 – Данные по температуре и осадкам на МС Сочи

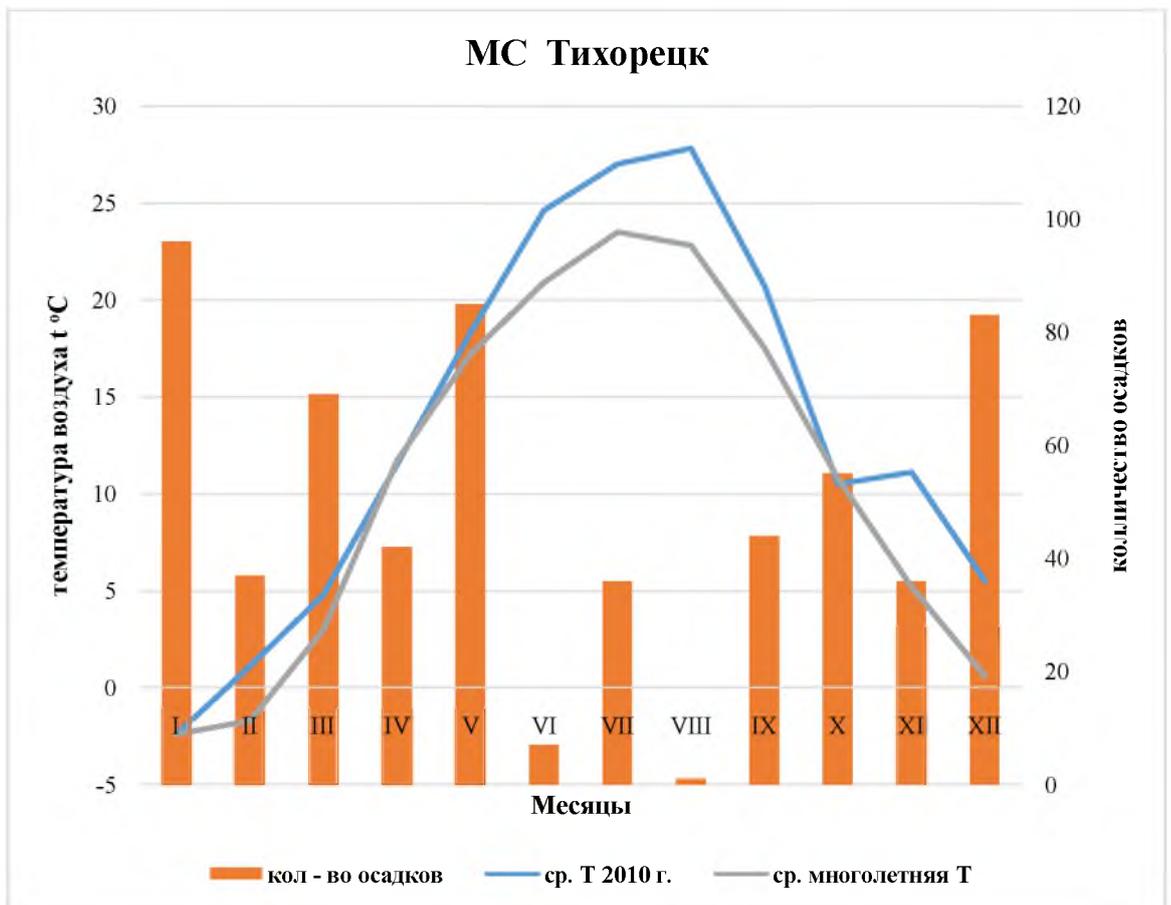


Рисунок 3.6 – Данные по температуре и осадкам на МС Тихорецк

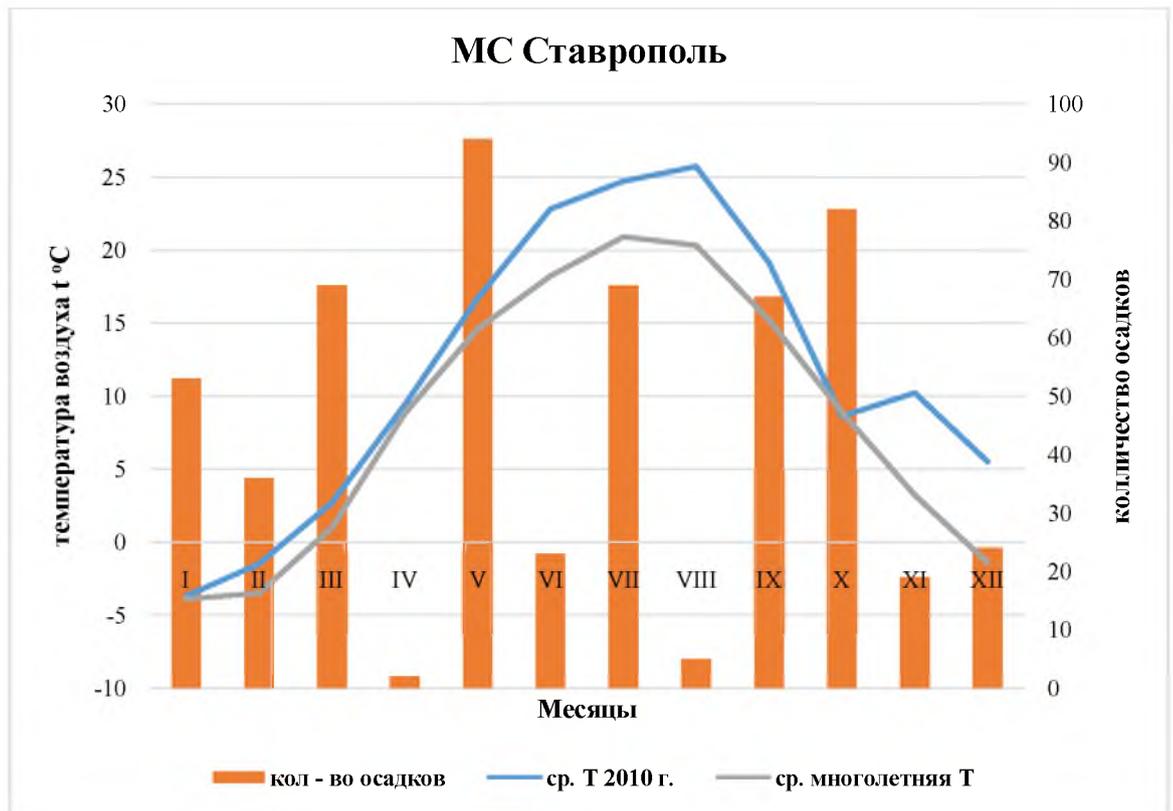


Рисунок 3.7 – Данные по температуре и осадкам на МС Ставрополь

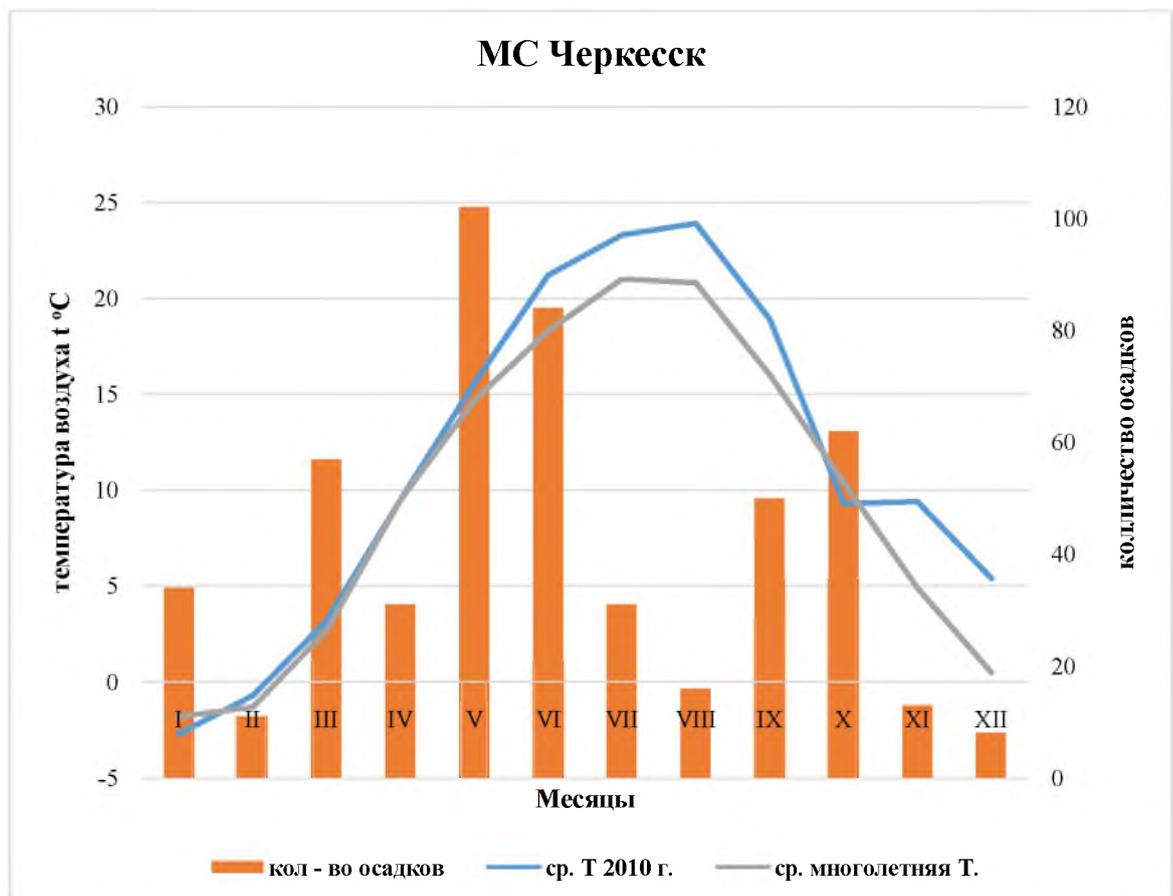


Рисунок 3.8 – Данные по температуре и осадкам на МС Черкесск

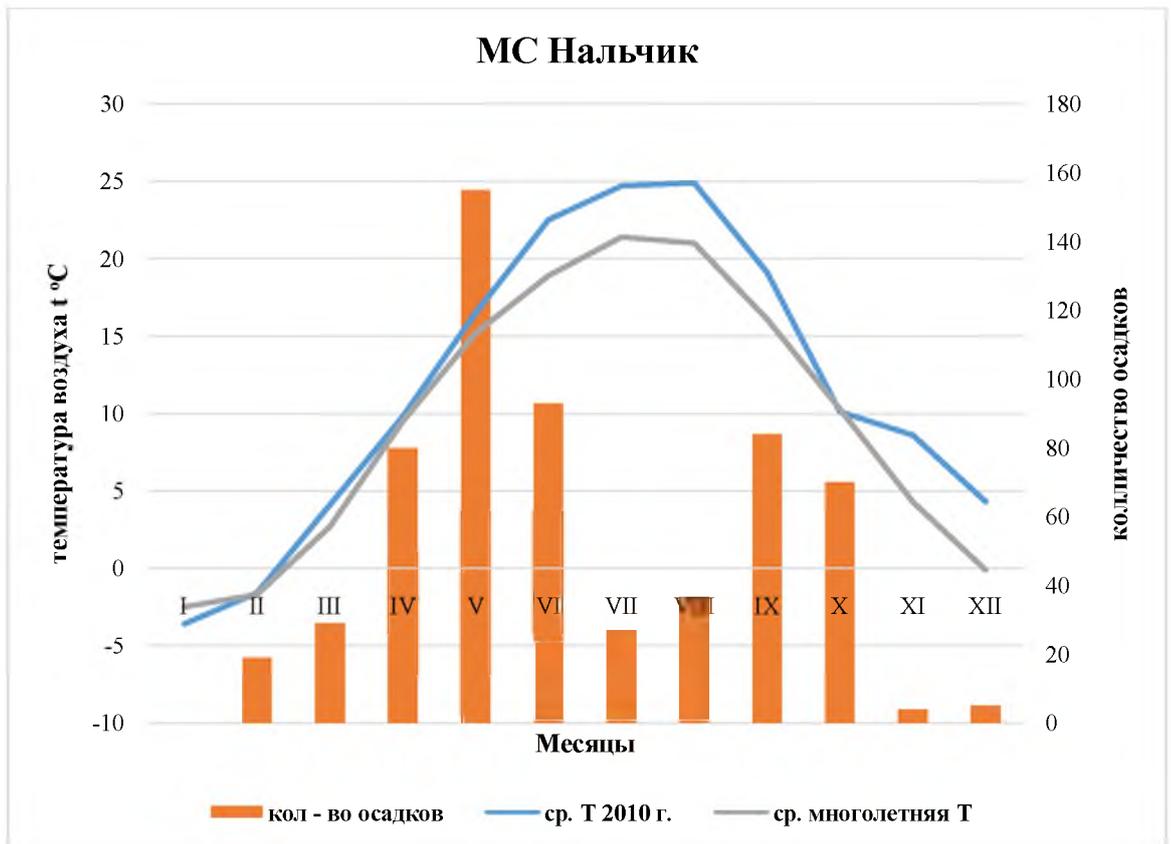


Рисунок 3.9 – Данные по температуре и осадкам на МС Нальчик

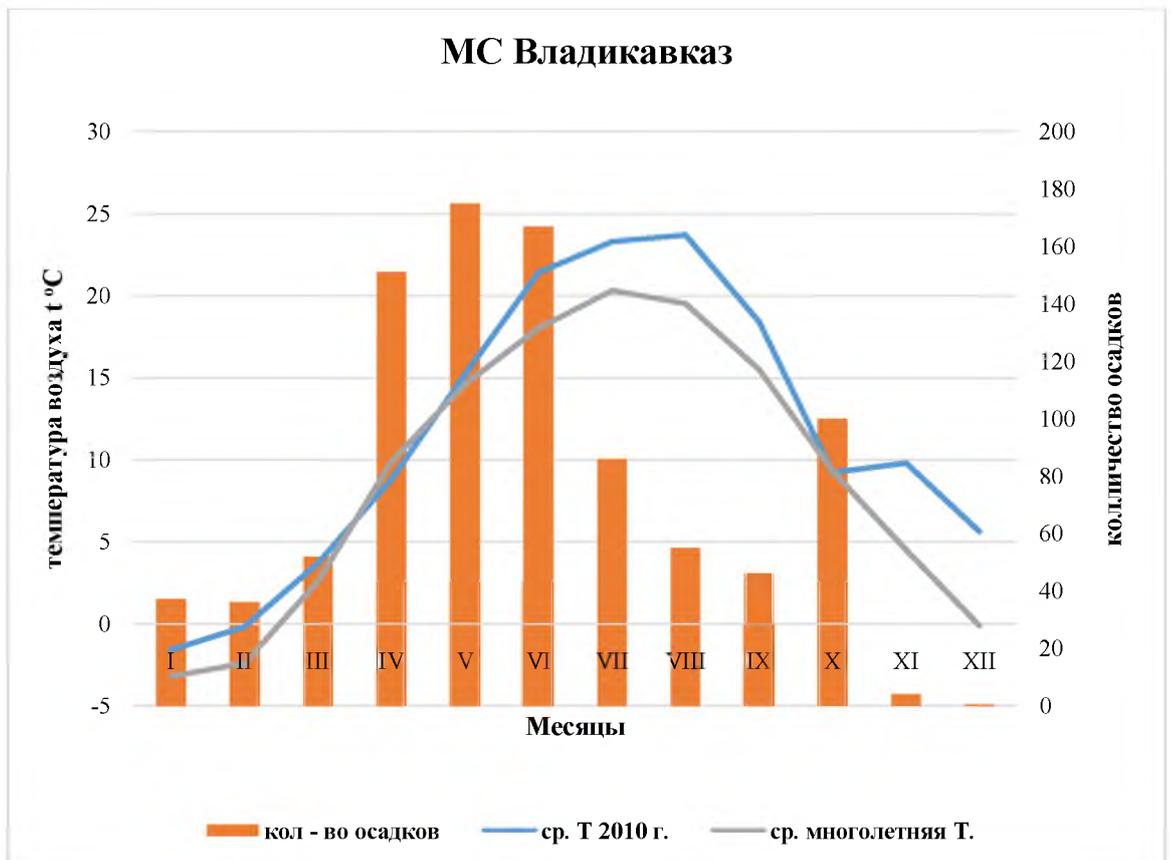


Рисунок 3.10 – Данные по температуре и осадкам на МС Владикавказ

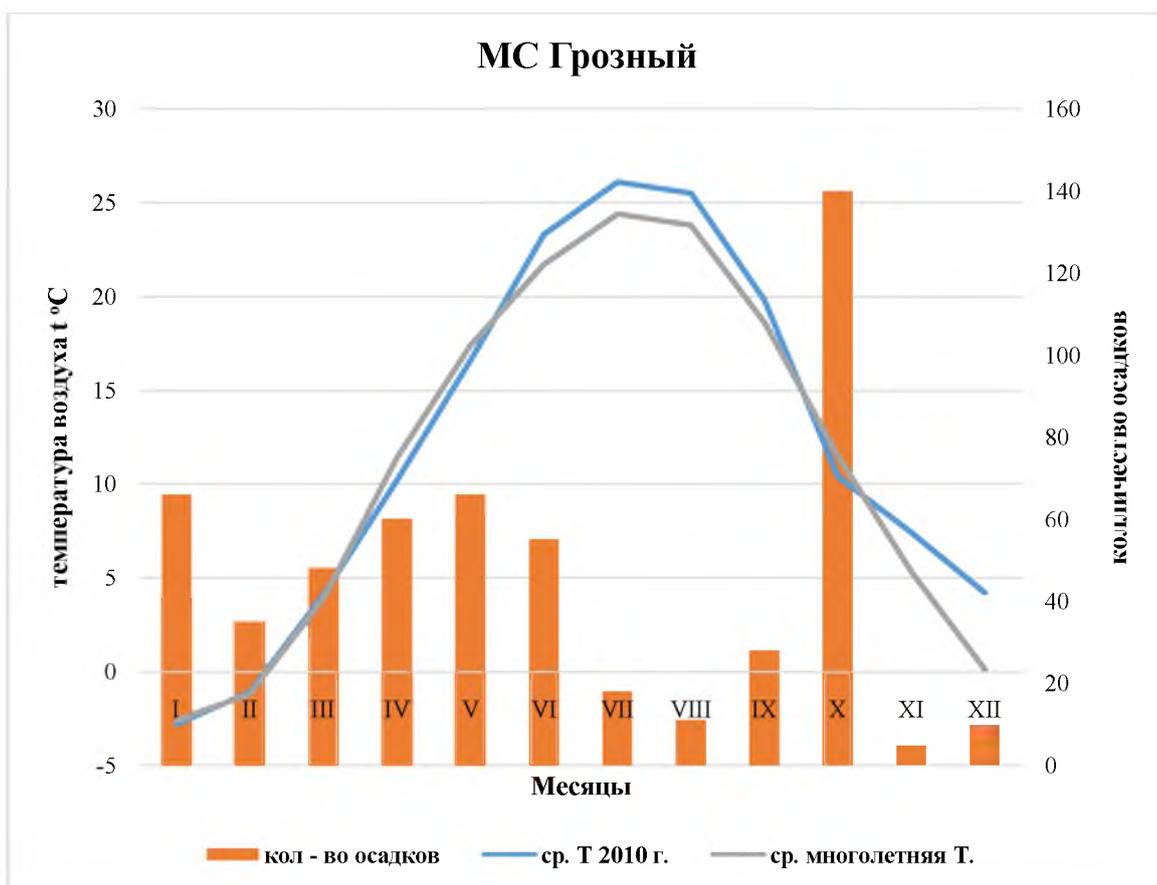


Рисунок 3.11 – Данные по температуре и осадкам на МС Грозный

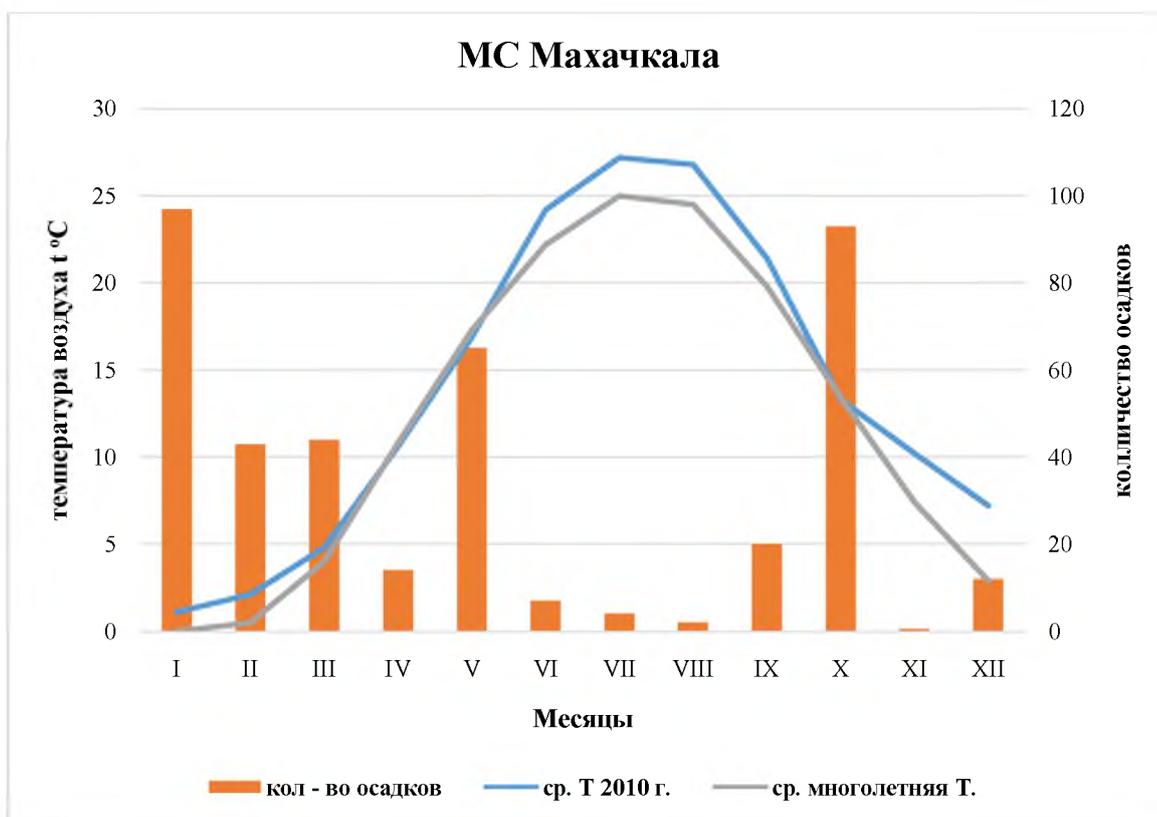


Рисунок 3.12 – Данные по температуре и осадкам на МС Махачкала

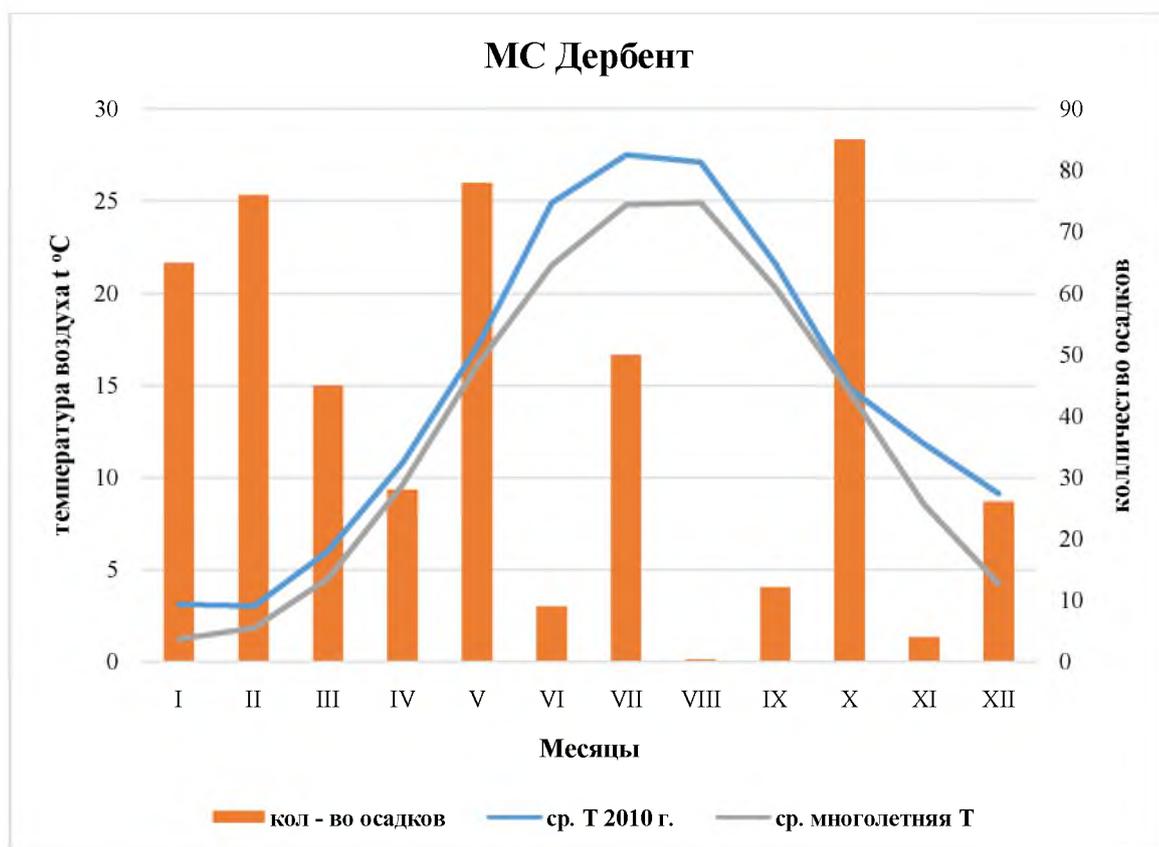


Рисунок 3.13 – Данные по температуре и осадкам на МС Дербент

По годовому ходу температур можно заметить, что август и ноябрь показали довольно заметные отклонения от имеющейся нормы.

На большинстве метеорологических станций годовой график температур изменялся в положительную сторону с июня до августа на 3,4 °C, затем резкое снижение температуры в августе и небольшое её поднятие в ноябре. Исключением являются МС Махачкала и Грозный, ход температур был плавный, и не сильно отличался от имеющейся нормы.

Особенно большие подъёмы температур в летние месяцы были заметны на метеорологических станциях Тихорецк, Туапсе, Новороссийск и Краснодар. Значения температур в августе на этих метеостанциях поднимались от 27,7 (МС Краснодар) до 28,3 (МС Новороссийск). На остальных метеостанциях температура не поднималась выше 26,0 °C.

Еще одним исключением годового хода температур в 2010 году можно выделить МС Дербент. Лето на этой метеорологической станции было самым

жарким, средняя температура июля составила 27,5 °С, затем в августе небольшое понижение температуры на 0,4 °С.

Среднегодовые показатели количества осадков в сравнении с имеющейся нормой не выходили за её границы. Вполне заметна связь температуры и осадков, при повышении температуры падали показатели количества осадков.

3.2 Анализ метеорологических показателей теплого 2019 года

При анализе метеорологических показателей за многолетний период позволил установить, что наиболее теплым оказался 2019 год. Результаты средних показателей температуры и осадков в сравнении с многолетними данными сведены в таблице 3.2.

Таблица 3.2 – Средние значения температуры и осадков за 2019 г в сравнении с периодом 1961 – 1990 гг.

Метеостанции	Температура, °С		Количество осадков, мм	
	2019	1961-1990	2019	1961-1990
Краснодар	13,2	12,0	610	690
Майкоп	12,8	11,8	741	772
Новороссийск	15,5	12,2	684	752
Туапсе	15,8	11,6	1063	1249
Сочи	15,6	14,5	1424	1514
Тихорецк	12,7	10,8	638	628
Ставрополь	11,2	8,5	417	549
Черкесск	11,1	9,6	422	695
Нальчик	11,5	9,6	575	724
Владикавказ	10,7	9	1069	604
Грозный	11,8	11,2	536	459
Махачкала	13,7	12,3	432	332
Дербент	15,0	12,7	233	364

Внутригодовой ход средних месячных значений метеоэлементов, в сопоставлении с данными за 2010-2019 гг., показан на рисунках 3.14 – 3.26.

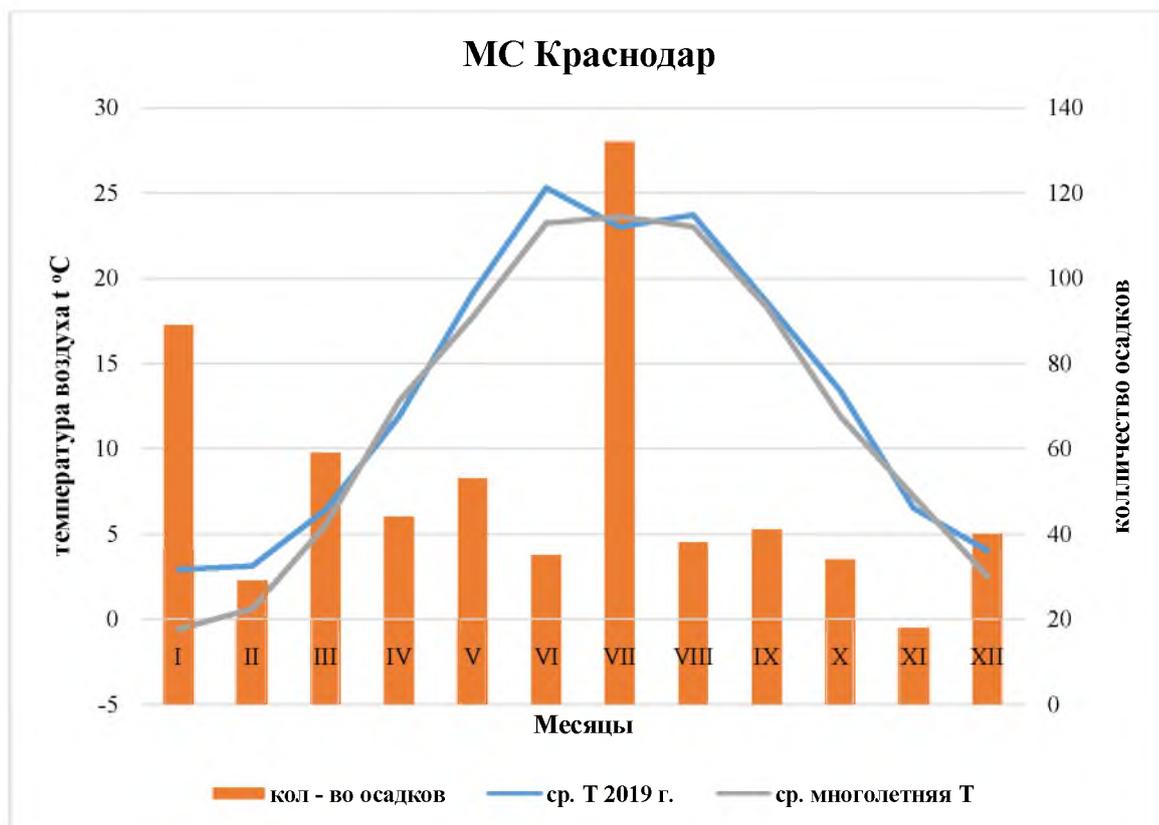


Рисунок 3.14 – Данные по температуре и осадкам на МС Краснодар

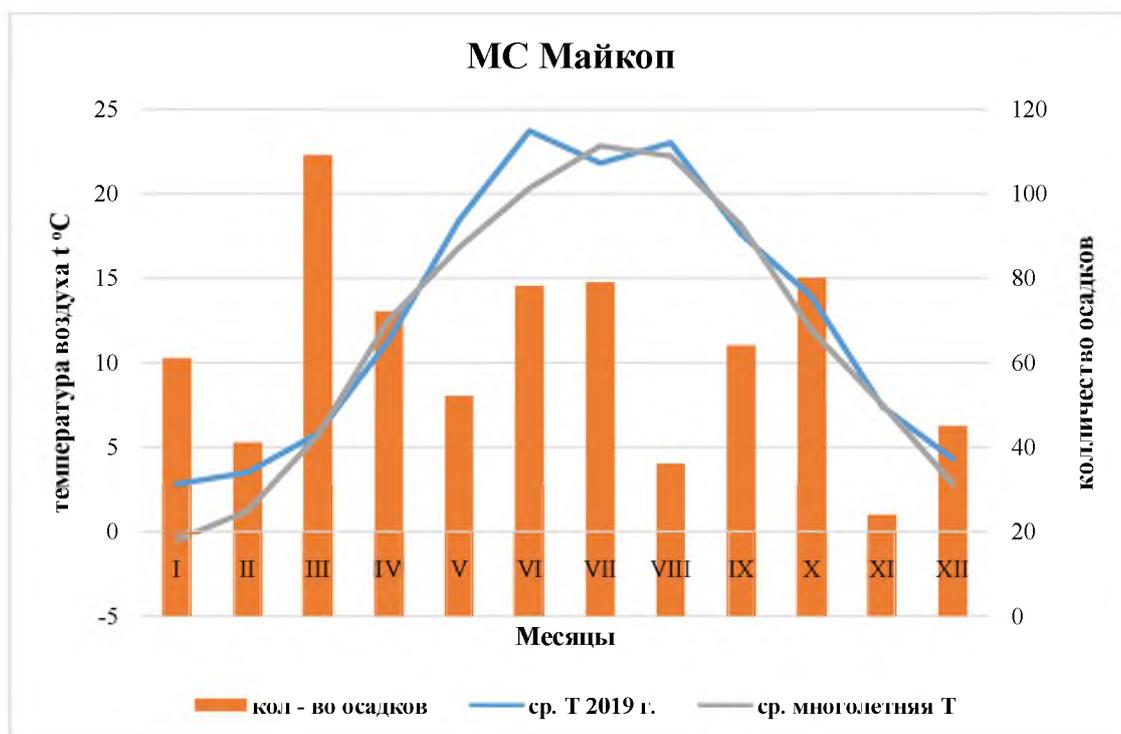


Рисунок 3.15 – Данные по температуре и осадкам на МС Майкоп

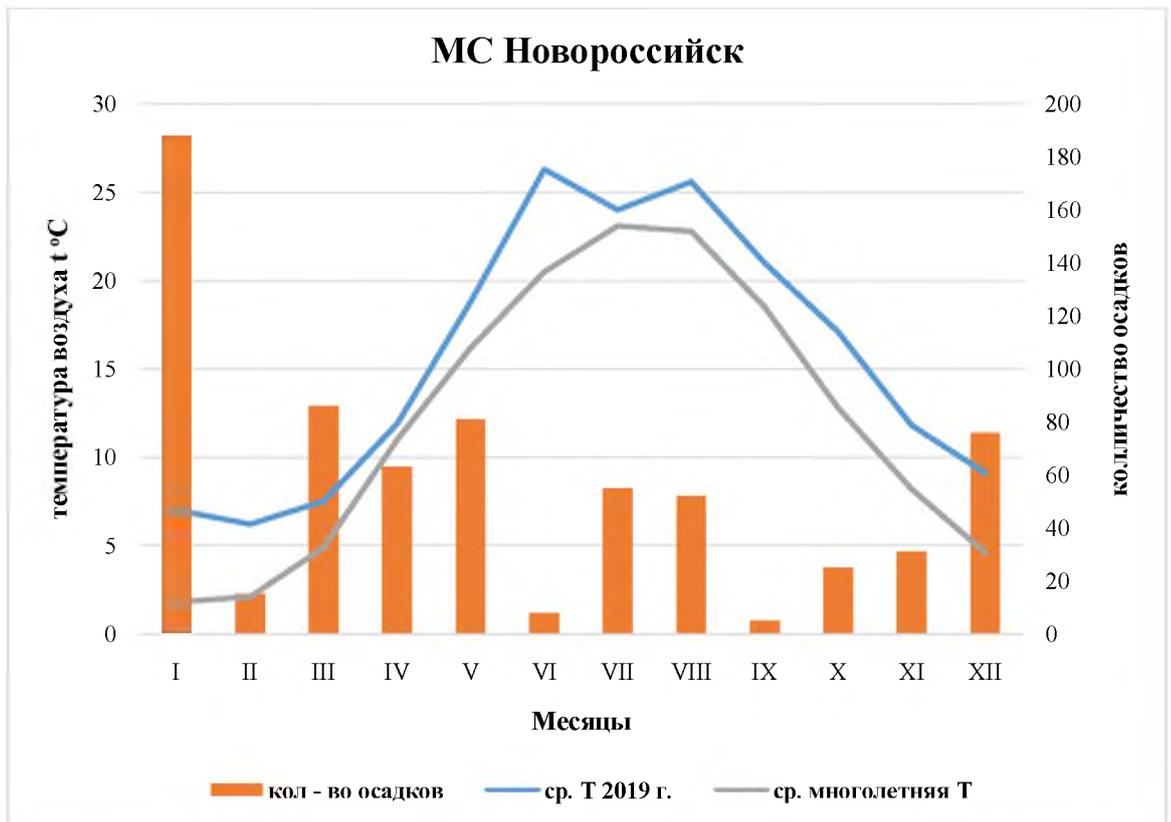


Рисунок 3.16 – Данные по температуре и осадкам на МС Новороссийск

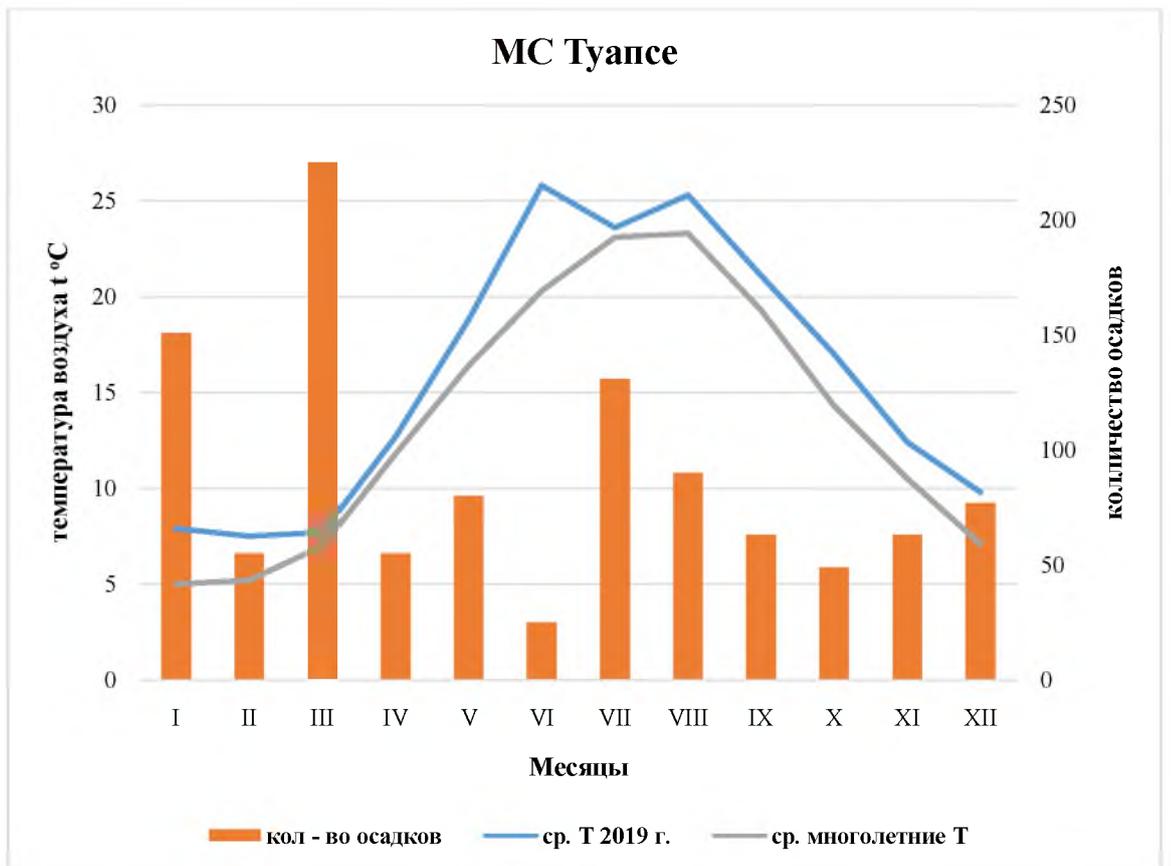


Рисунок 3.17– Данные по температуре и осадкам на МС Туапсе

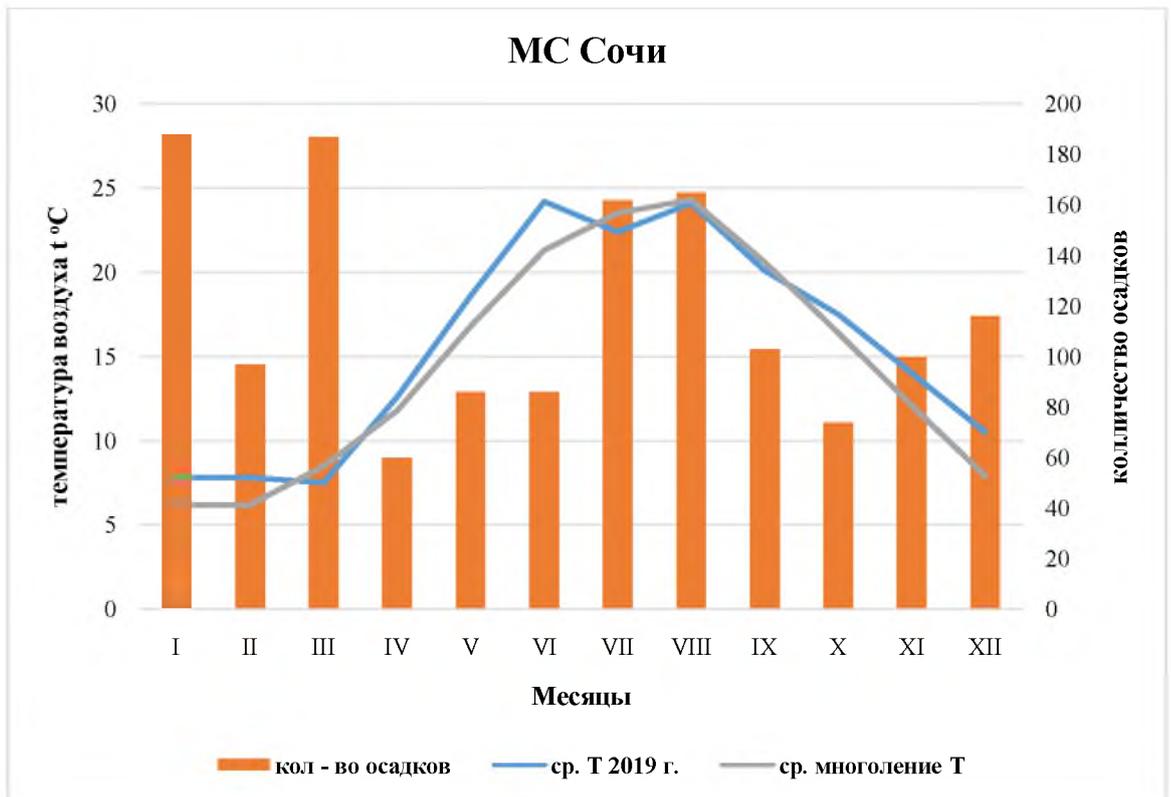


Рисунок 3.18– Данные по температуре и осадкам на МС Сочи

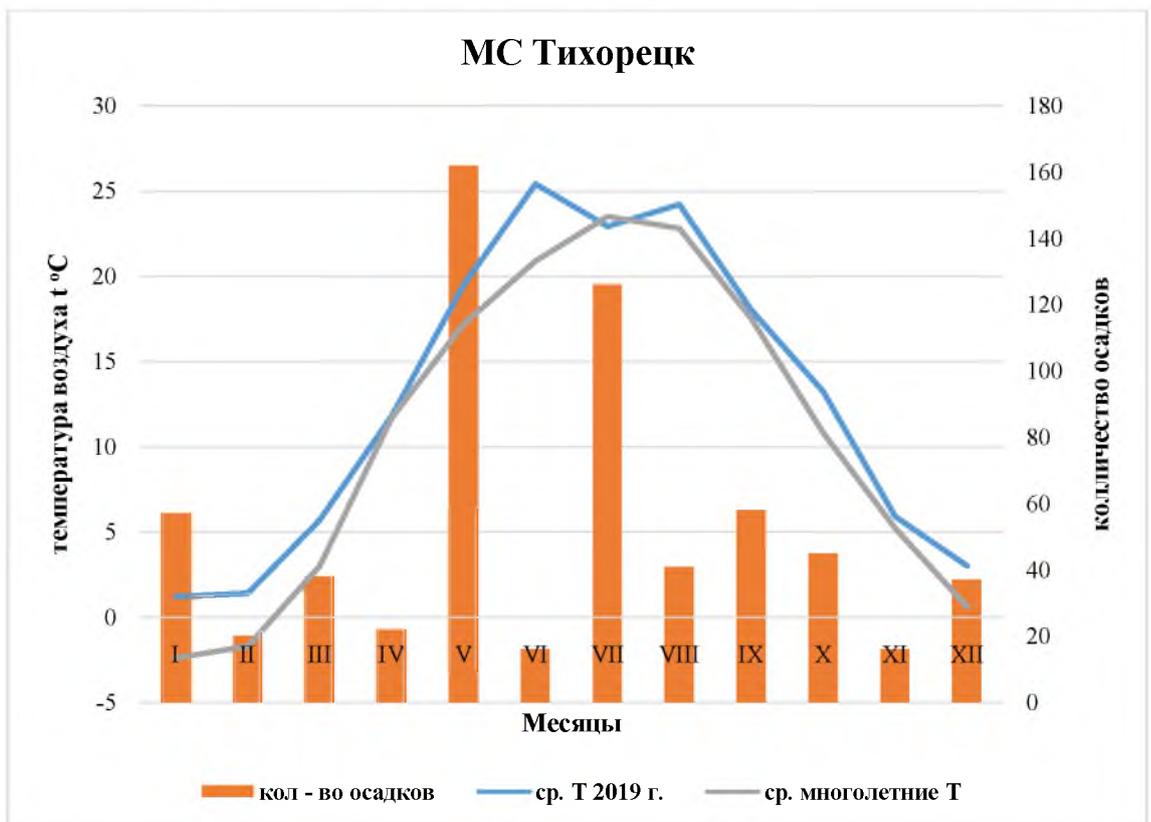


Рисунок 3.19– Данные по температуре и осадкам на МС Тихорецк

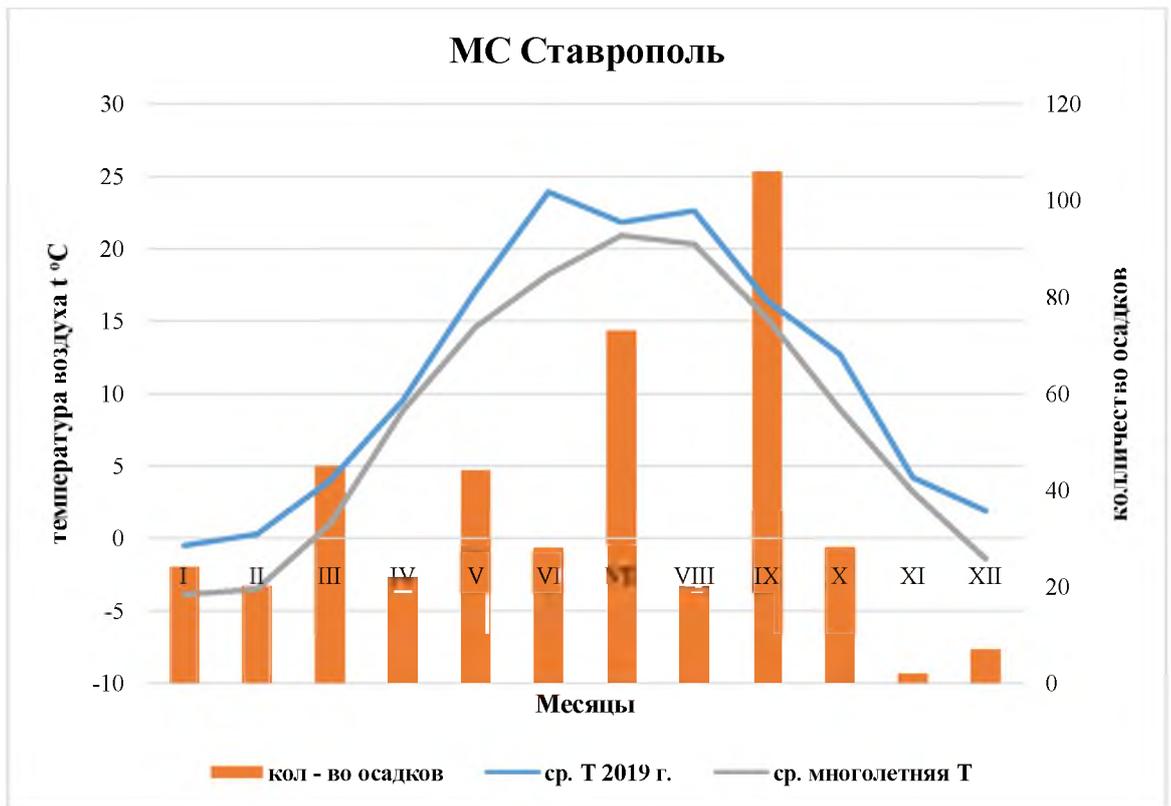


Рисунок 3.20– Данные по температуре и осадкам на МС Ставрополь

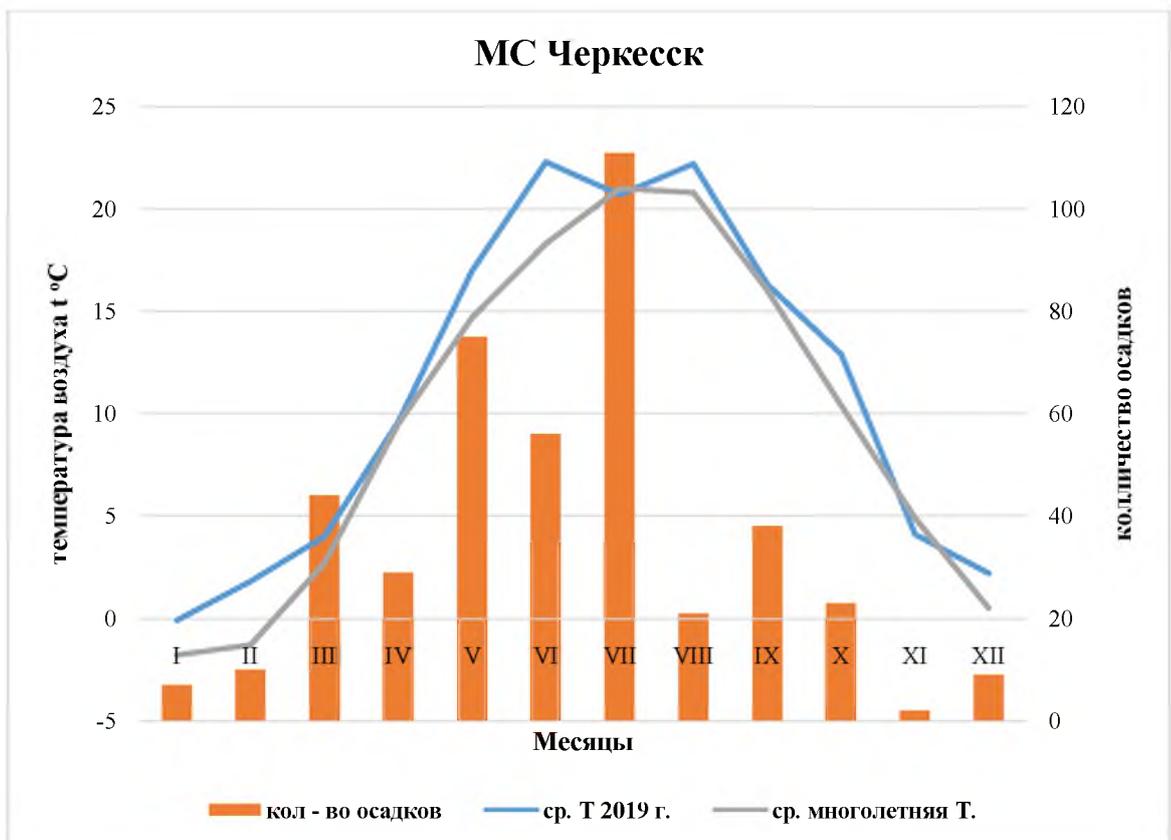


Рисунок 3.21 – Данные по температуре и осадкам на МС Черкесск

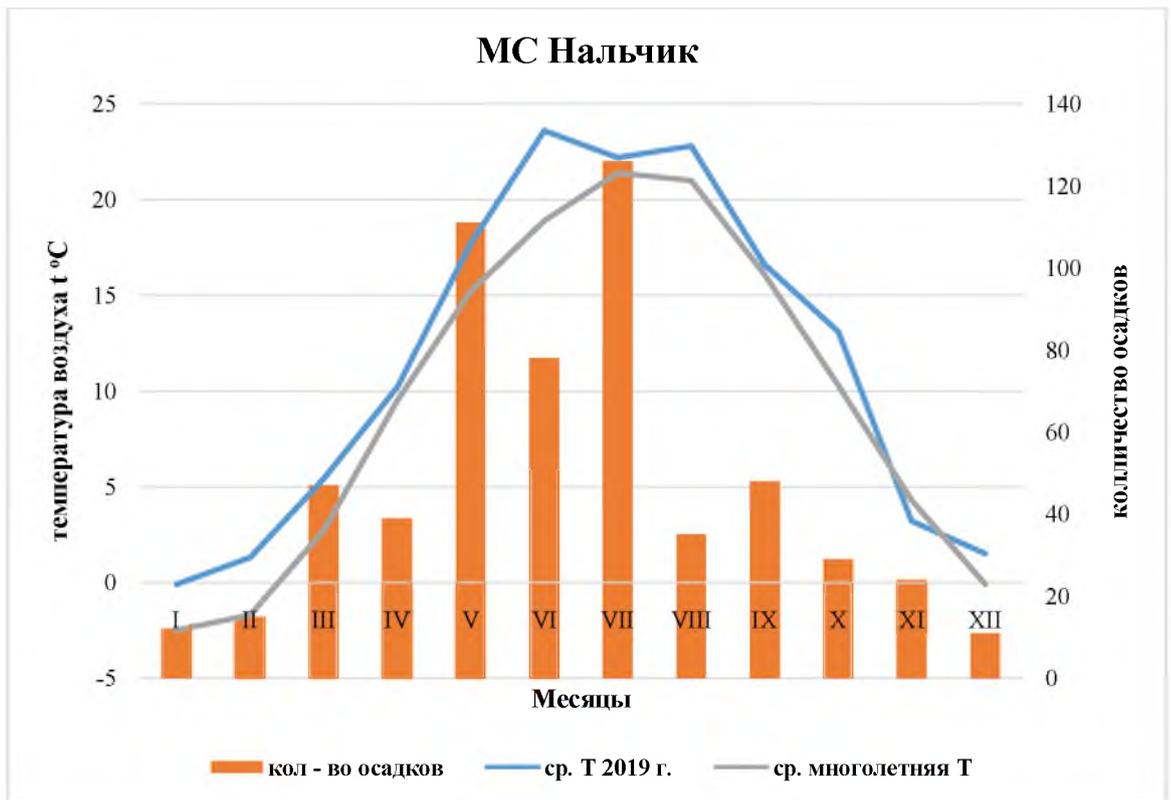


Рисунок 3.22 – Данные по температуре и осадкам на МС Нальчик

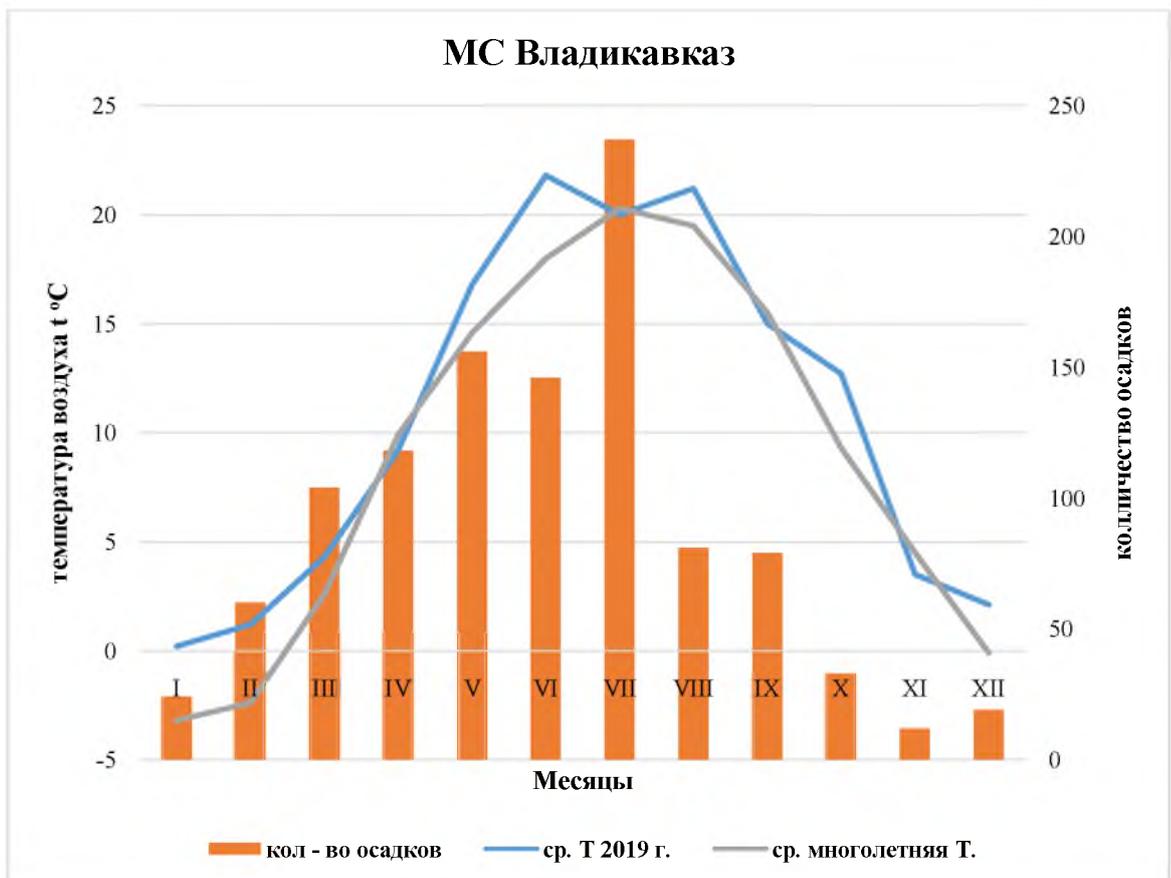


Рисунок 3.23 – Данные по температуре и осадкам на МС Владикавказ

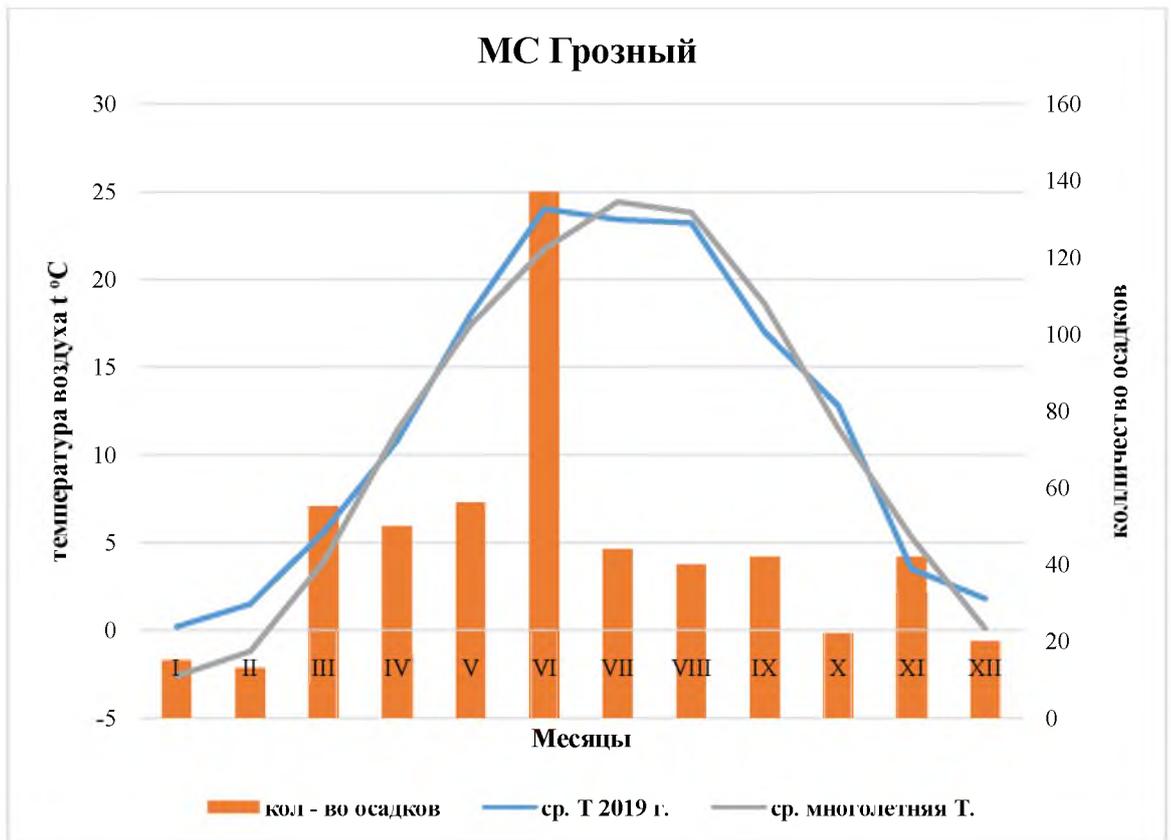


Рисунок 3.24 – Данные по температуре и осадкам на МС Грозный

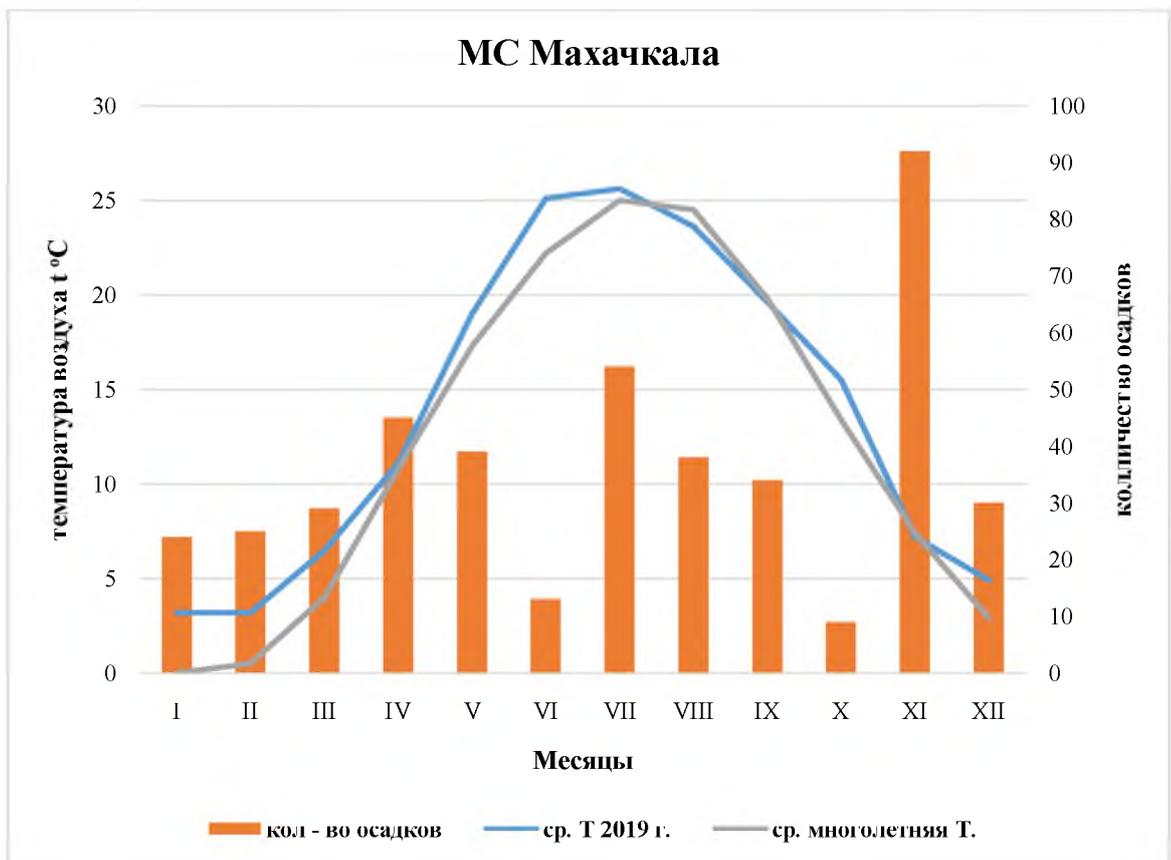


Рисунок 3.25 – Данные по температуре и осадкам на МС Махачкала

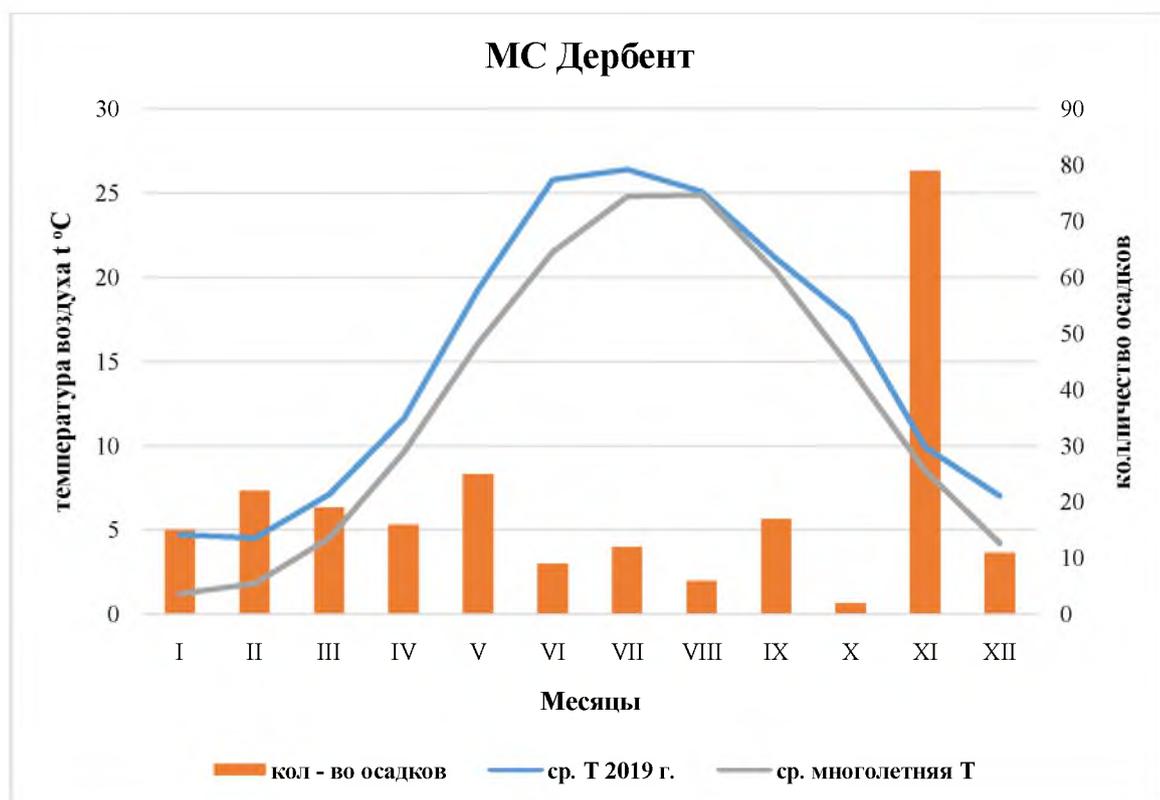


Рисунок 3.26– Данные по температуре и осадкам на МС Дербент

На всех рисунках ход температуры показан в сопоставлении со средними значениями температуры за 1969 – 2019 гг. Можно заметить, что на каждой МС температуры в январе, феврале и марте приподняты по отношению к норме и, кроме того мало различаются между собой. Последнее касается метеостанций Новороссийск, Туапсе, Сочи и Дербент где самым холодным месяцем был не январь, а февраль или март. Самый низкий показатель температуры в феврале 2019 г наблюдался на метеостанции Дербент $4,5^{\circ}\text{C}$, что на $2,8^{\circ}\text{C}$ выше нормы.

Столь же сильную деформацию претерпел ход летних температур. На большинстве МС самым тёплым месяцем был не июль и август, а июнь. На месте июльского максимума возник «провал» температуры. Годовой её ход приобрёл необычный «обезглавленный» вид. Исключением являются, МС Дербент, где июль наоборот оказался самым теплым месяцем $26,4^{\circ}\text{C}$, МС Махачкала $25,6^{\circ}\text{C}$; и МС Грозный, высокий показатель температуры был в июне, а дальше последовало плавное понижение в июле на $0,6$ и на $0,2^{\circ}\text{C}$ в августе.

В октябре показатели температуры на всех метеостанциях были приподняты по отношению к норме. Самая высокая температура наблюдалась на метеостанциях Новороссийск и Дербент, и составила $17,5^{\circ}\text{C}$.

Ход температур в зимние месяцы на всех метеостанциях был выше нормы. Самый низкий показатель температуры в январе наблюдался на МС Ставрополь $-0,5^{\circ}\text{C}$, а высокий – на МС Туапсе $7,9^{\circ}\text{C}$.

Очевидна взаимная корреляция температуры с осадками на всех тринадцати МС. Например, пик температуры в июне соответствует снижению количества осадков, а «провал» температуры в июле – увеличению количества осадков (в связи с усилением циклонической деятельности) [18].

В предыдущих главах мы анализировали внутригодовой ход температур в 2010 и 2019 гг, среднегодовая температура за эти годы на станциях колебалась в пределах от $10,7$ до $16,5^{\circ}\text{C}$.

Ход среднемесячных температур в 2010 и 2019 гг был различным. Зима 2010 года оказалась холоднее. Минимальная среднемесячная температура января отмечалась на станции Ставрополь $-3,9^{\circ}\text{C}$, что на $3,4^{\circ}\text{C}$ ниже, чем в 2019 году. Показатели температуры зимой в 2019 г не опускались ниже $-0,5^{\circ}\text{C}$. Как в первом, так и во втором случае, февраль дает положительные значения температур, в сравнении с ранее рассмотренными 1969 и 1993 гг.

Вплоть до июня идёт плавное повышение температур, затем в 2019 г наблюдается провал летних температур. Июль этого года был самым холодным месяцем лета на всех выбранных метеостанциях, кроме МС Махачкала, МС Дербент и МС Грозный. В первом и во втором случаях показатели температур июля были максимальными, а на МС Грозный вместо провала наблюдалось плавное понижение температуры с июня.

В ходе летних температур 2010г провала как 2019 г не наблюдалось.

Значительная разница хода температур наблюдается осенью. График температур октября 2019 года был приподнят, когда самым тёплым месяцем осени 2010 г, в некоторых случаях, оказывался ноябрь.

Заключение

В последнее время, мы можем отметить частое возникновение климатических аномалий на территории Северного Кавказа.

В ходе подготовки выпускной квалификационной работы, мы проанализировали достаточное количество литературы, изучив, каким был климат Северо-Кавказского региона в прошлом веке и каким стал сейчас.

Завершая изложение и анализ материалов по климатам Северного Кавказа, можно представить следующие выводы.

1. За последние исследуемые 50 лет (1969-2019 гг) имеет место частое возникновение климатических аномалий на территории Северного Кавказа.

2. В 1969 и 1993 на каждой МС температура в январе и феврале была значительно ниже нормы, за исключением станций Туапсе и Сочи. Большие изменения наблюдались и в ходе летних температур. Самым холодным летним месяцем в 1969 г., на большинстве метеостанций Северного Кавказа оказался июль. Исключением являются МС Махачкала и МС Дербент. По нашим данным, холодные годы возникают скорее вследствие пониженных зимних температур (на 2-3 и даже на 4-5 °С), чем вследствие похолоданий в летнее время года.

3. В аномально тёплые годы (2010 и 2019 гг) имело место сочетание нормативных температур зимой и повышенных – летом. Особенно большие летние подъёмы температур были заметны на МС Тихорецк, Туапсе, Новороссийск и Краснодар. Значения температур в августе на этих метеостанциях поднимались от 27,7 (МС Краснодар) до 28,3 (МС Новороссийск). На остальных метеостанциях температура не поднималась выше 26,0 °С. Особенно сильная аномалия наблюдалась на МС Дербент. Лето на этой метеорологической станции было самым жарким, средняя температура июля составила 27,5 °С.

4. Сопоставлены изменения среднегодовых температур воздуха и годовых сумм осадков на территории Северного Кавказа за период 1969 - 2019 гг. В этот

период шло равномерно потепление на исследуемой территории Северного Кавказа (если сгладить межгодовые колебания с периодами 2-5 лет). В то же время, происходил рост средних годовых сумм осадков. Осадки увеличились в небольших пределах. Тем не менее, часто наблюдались годы с повышенным уровнем урожайности зерновых культур.

5. Данная научно-исследовательская работа имеет некоторую практическую значимость. Удалось уточнить климатический режим территории. Уточнённые сведения о температуре и осадкам будут полезны при дальнейшем хозяйственном освоении территорий Северного Кавказа.

Список использованной литературы

1. Абшаев, М.Т., Борисова, Н.В., Малкарова, А.М. О тенденции изменения климата на Северном Кавказе // Тезисы докладов всемирной конференции по изменению климата. М., 2003.
2. Алисов, Б.А. Климат СССР. – М.: из-во Моск. ун-та, 1956. – 127 с.
3. Будыко, М.И. Изменение климата. - Л.: Гидрометеиздат, 1974 – 280 с.
4. Воейков, А.И. Распределение осадков в России // Записки Русского географического общества, 1875. - Т.6. Кн.1. – 76 с. [Электронный ресурс]. URL: <http://e-heritage.ru/ras/view/publication/general.html?id=42080137> (дата обращения 20.05.2020)
5. Гвоздецкий, Н.А. Физическая география Кавказа: учеб. пособие. – М.: из-во МГУ, 1958. – 264 с.
6. Глобальное изменение климата: проблемы и решения. – М.: Инфориздат, 2008. – 168 с.
7. Городецкий, О.А., Гуральник, И.И., Ларин, В.В. Метеорология, методы и технические средства наблюдений. – Л.: Гидрометеиздат, 1984 – 327 с.
8. Груза, Г.В., Ранькова, Э.Я. Обнаружение изменений климата: состояние, изменчивость и экстремальность климата // Метеорология и гидрология. – 2004. - № 4. – С. 5 - 11.
9. Гуральник, И.И., Дубинский, Г.П., Ларин, В.В., Метеорология: учеб. пособие. - Л.: Гидрометеиздат, 1982 – 440 с.
10. Дроздов, О.А., Григорьева, А.С. Многолетние циклические колебания атмосферных осадков на территории СССР.–Л.: Гидрометеиздат,1971. - 158 с.
11. Занина, А.А. Кавказ. – Л.: Гидрометеиздат, 1961. – 290 с.
12. Зверев, А.С. Синоптическая метеорология: учеб. пособие. – Л.: Гидрометеиздат, 1977 –216 с.
- 13.Кислов, А.В. Климат в прошлом, настоящем и будущем. — М.: МАИК «Наука/Интерпериодика», 2001. – 350 с.
14. Климатический справочник СССР. — Вып. 13. Метеорологические

данные за отдельные годы. Часть I – Температура воздуха. Часть II – Атмосферные осадки. М.: Гидрометиздат, 1969.

15. Наставление гидрометеорологическим станциям и постам. – М.: Росгидромет, 2000 – Вып. 11 – Ч. 1 – Кн. 1 – 347 с.

16. Наставление Гидрометеорологическим станциям и постам.– М.: Росгидромет, 2000 – Вып. 11 – Ч. 1 – Кн. 2 – 283 с.

17. Погосян, Х.П. Общая циркуляция атмосферы/ Х.П. Погосян. – Л.: Гидрометеорологическое издательство, 1959. – 259 с.

18.Сергин, С.Я., Касумян, Т.А.Особенности годового хода температуры и осадков на Северо-Западном Кавказе // материалы VII Открытой междунар. молодеж. науч.-практ. конф. / филиал ФГБОУ ВО «Российский государственный гидрометеорологический университет» в г. Туапсе. – Краснодар: «Издательский Дом – Юг», 2017. – С. 68-72

19. Склярков, В.М. Метеорология и метеорологические наблюдения. Л.: Гидрометеоздат, 1960. – 400 с.

20. Темникова, И.С. Климат Северного Кавказа и прилегающих степей. – Л.: Гидрометеоздат, 1959. – 367 с.

21. Хандожко, Л.А. Региональные синоптические процессы: учеб. пособие. - Л.: Гидрометеоздат, 1988. – 103с

22. Чубуков, Л.А. Климат // Кавказ. – М.: Наука, 1966. – 214

23. Яндекс. Данные температуры воздуха и осадков за 50 лет [Электронный ресурс] URL: <http://www.pogodaiklimat.ru/history/37235.htm> (дата обращения 4.05.20)