

Инженерная экология и дизайн

АНАЛИЗ РЕЖИМА УВЛАЖНЕНИЯ ЗА МНОГОЛЕТНИЙ ПЕРИОД В БАССЕЙНЕ РЕКИ МЗЫМТЫ

БИТЮКОВ Н.А., ПЕСТЕРЕВА Н.М., ТКАЧЕНКО Ю.Ю.

Приведены результаты анализа многолетнего режима осадков на территории Сочинского национального парка, в бассейне реки Мзымты с учетом тренда изменений норм сезонных и годовых сумм осадков.

Ключевые слова: Черноморское побережье Кавказа, Сочинский национальный парк, осадки, гидрологический год, метеорологическая сеть наблюдений.

УДК 630*
228(23)

Основной целью статистической обработки и анализа климатических параметров, наблюдаемых на метеостанциях и пунктах, расположенных в прибрежном и горном кластерах Сочинского Причерноморья, является сравнение показателей климата на территории с наибольшими рекреационными нагрузками, которые несомненно будут увеличиваться в связи с подготовкой и проведением Зимней Олимпиады. Поэтому пристальному вниманию должен быть уделен временной ход климатических параметров прежде всего по материалам базовых длиннопериодных станций, расположенных как в прибрежном кластере, так и в горном.

В рассматриваемом регионе наибольшей длительностью наблюдений обладает метеостанция Сочи (наблюдательная сеть Роскомгидромета) – в приморском кластере, и МС Красная Поляна – в горном. К анализу привлечены как дополнительные данные, полученные на временно открытых постах, так и другие ведомственные материалы (особенно в горном кластере) – исследовательские пункты ФГУ «НИИ горлесэкол» и Кавказского государственного биосферного природного заповедника (КГБПЗ).

Наиболее показательным климатическим параметром, влияющим на туристскую привлекательность, принято количество жидких и твердых осадков, которые изменяются как по территории под влиянием высотной поясности, так и в связи с цикличностью различной длительности. При этом информативным циклом принят *гидрологический год*, в течение которого происходят основные сезонные балансовые изменения. Особо важное значение это имеет при сравнении и анализе гидрологического режима рассматриваемой территории. В гидрологии доказано, что все ресурсные изменения по территории привязаны геоморфологически к бассейновому делению различного уровня (начиная от элементарных водосборов и заканчивая бассейнами основных рек).

Таким образом, основные выводы об изменении климата сделаны на базе анализа месячных сумм осадков, в дальнейшем сгруппированных в сезонные и годовые суммы. При этом применен такой методический приём, как установление эмпирических зависимостей показателей смежных станций и постов. Эти связи характеризуют как климатические различия в различных частях региона, так и достоверность измерений в разных условиях.

Проблеме вертикального распределения осадков в горах посвящено много работ (Иванченко, Панов, 1980; Алибегова, Элизбарашвили, 1980 и др.), где установлено, что выше некоторого "критического" предела их рост сменяется убыванием. На высотах 1800–2500 м отмечаются максимальные для Большого Кавказа годовые суммы осадков – более 3000 мм. По данным В.Д. Панова (1993), на северном склоне в гляциальной зоне на высотах более 2000 м годовые суммы осадков постепенно уменьшаются с запада на восток от 2000–2500 мм в бассейнах рек Белая и Лаба до 1000–1200 мм в бассейнах рек Черек и Урух и до 800–1150 мм в бассейнах рек Самур и Кусарчай. Еще более значительно уменьшение количества осадков в этом направлении на южном склоне. По данным этих авторов, в бассейнах рек Мзымты и Бзыби годовое количество осадков равно по косвенным оценкам 3000–3500 мм, а на востоке в истоках Куры оно не превышает 1000 мм.

Определение этого предела, или «гребня осадков», для конкретной географической ситуации – непростая задача, решение которой осложняется недостатком прямых

измерений. Так, в расчетах составляющих водного баланса Кавказа (Владимиров и др., 1991) на территории Большого Кавказа повсеместно предполагается увеличение осадков до верхних пределов горных бассейнов. По данным суммарных осадкомеров, пространственное распределение средних годовых и сезонных сумм осадков в ряде бассейнов имеет стохастический характер (Белая, Маруха, Теберда, Мзымта), находясь не только под влиянием фактора высоты местности в пределах горного бассейна, а и так называемого "барьерного" эффекта, когда изменение осадков происходит по мере приближения к осевой части хребта-барьера. По данным ряда авторов, положение "гребня осадков" совпадает с высотным расположением месячных изотерм 0-3 °С и тем выше, чем больше температура воздуха у поверхности; зимой, когда температура у поверхности ниже 0-3 °С, осадки монотонно убывают с высотой.

А.В. Погореловым (2002) установлено, что на высотный предел роста сумм осадков, кроме температуры воздуха, влияют и другие факторы. В их числе: орографическое замедление движения атмосферных фронтов горной системой с последующим увеличением длительности выпадения осадков; уклоны поверхности; ориентация склонов и долин; степень экранированности горной территории. Это приводит к усилению или ослаблению орографической составляющей осадков на разных высотных уровнях.

Абсолютные величины осадков холодного полугодия (ноябрь-март) в известной мере зависят от их сезонного распределения. В пределах Северного Кавказа выделяют следующие типы годового хода осадков (Иванченко, Панов, 1980): 1) летний максимум с зимним минимумом; 2) летний максимум с весенним минимумом; 3) зимний максимум с весенним минимумом; 4) летний и зимний максимумы с весенним и осенним минимумами. Средиземноморский тип годового хода осадков характерен почти для всего южного макросклона с влажным климатом вплоть до высокогорной зоны Главного хребта (Тареева, 1980), в то время как для северного макросклона характерен континентальный режим с летним максимумом осадков.

Генезис выделяемых типов сезонного режима осадков четко увязывается с доминирующими в холодное полугодие циркуляционными процессами в разных частях Большого Кавказа (Погорелов, Коливердова, 1998). Многообразие внутригодового режима осадков безусловно увеличивает контрасты в распределении их абсолютных величин в холодное и теплое время года, определяет долю осадков холодного и теплого полугодий.

Исследование распределения доли осадков холодного полугодия является важным аспектом выявления их режимных закономерностей, а также условий формирования снежного покрова в регионе. Доля осадков холодного полугодия (ноябрь-март) в пределах Большого Кавказа варьирует весьма значительно – от 0,09 (Хунзах, Восточный Кавказ) до 0,56 (Ачишхо, Западный Кавказ). Этот показатель весьма зависит от двух факторов: сезонных особенностей циркуляционных процессов в различных частях Большого Кавказа; орографического воздействия на поле осадков.

На территории Кавказского государственного природного биосферного заповедника получены интересные данные по оценке многолетних изменений метеорологических параметров, которая ранее никогда не производилась. Причиной этому являлось отсутствие репрезентативных рядов наблюдений. К настоящему времени по двум метеостанциям («Лаура» и «Джуга») имеются двадцатилетние опубликованные данные, анализ которых осуществлялся посредством линейных трендов (Животов А.Д., 2008). Станция комплексного фонового мониторинга «Лаура» Росгидромета расположена в долине одноименной реки, в 2 км от ее слияния с р. Мзымта с отметкой 574 м над ур. моря. Метеоплощадка м/с «Джуга» находится в альпийской зоне на отметке 2041 м н.у.м. Расположение метеостанции допускает аналоговое распространение ее данных на нижний ярус альпийских лугов (1800–2300 м) практически всего северного макросклона в пределах заповедника. По мнению А.Д. Животова (2008), наблюдаемые метеорологические характеристики могут быть интерпретированы на долины средних и крупных рек среднегорных районов южного и северного макросклонов Главного Кавказского хребта.

Сравнительный анализ климатических характеристик дубравной и буковой зон Сочинского Причерноморья показал, что в среднем за 33-летний период параллельных наблюдений (ЛГС «Аибга» и ЛГС «Горский» ФГУ НИИгорлесэкол) в буковой и дубравной зоне наиболее важной составляющей климата здесь является величина и режим увлажнения как лимитирующие условия произрастания. Между этими характеристиками

существует весьма слабая, но прослеживаемая связь для холодного периода, и она практически отсутствует для теплого периода. В среднем за многолетний период зимние осадки в дубравной зоне равны 792 мм, а летние – 744 мм; в буковой зоне – аналогично 1218 мм и 1003 мм. Следовательно, зимой в букняках выпадает на 426 мм, а летом – на 259 мм больше, чем в дубравах дуба скального.

Анализ экспериментальных данных по осадкам в бассейне реки Мзымты.

По материалам экспериментальных наблюдений на сети Роскомгидромета (МС Сочи, МС Красная Поляна, МС Ачишхо и МП кордон Лаура) и ведомственных пунктов наблюдений (ЛГС «Аибга» ФГУ НИИгорлесэкол и МС Джуга Кавказского ГБПЗ) выполнен анализ на предмет выявления пространственных изменений осадков, а также многолетних трендов осадков на этих станциях. При этом приняты временные периоды: холодный сезон – с ноября по март, и тёплый сезон – с апреля по октябрь. Балансовые исследования, проведенные нами, показали, что в холодный период происходит накопление влаги в бассейнах рек и ручьев при минимуме расходов на испарение, а в тёплый (или вегетационный) период происходит активное расходование накопленных запасов при максимальном испарении. Указанные границы периодов очень четко подтверждаются температурным ходом для Сочинского Причерноморья: устойчивый переход через +10 °С в сторону повышения весной наблюдается в начале апреля, а в сторону понижения осенью – в начале ноября.

Сравнение месячных сумм осадков по двум базовым станциям прибрежного и горного кластеров показало различие их связей для холодного и тёплого периодов. Так, связь месячных сумм осадков по МС Сочи и МС Красная Поляна (имеющих почти 100-летний период наблюдений) за *холодный сезон* оценивается уравнением $N_{\text{Красная Поляна}} = 0,737 N_{\text{Сочи}}$ при показателе тесноты связи $R^2 = 0,514$. Это позволяет утверждать, что в приморском кластере осадков в среднем выпадает на $\frac{1}{4}$ меньше, чем в среднегорной зоне на высоте 566 м.

За *теплый сезон* связь между приморским кластером и горным значительно ослабевает, точность зависимости уменьшается до $R^2 = 0,280$, при этом в Красной Поляне осадков выпадает в 1,2 раза больше, чем в Сочи.

Связь между осадками лесогидрологического стационара «Аибга», находящегося на высоте 600 м над ур.м., с осадками **МС Красная Поляна** (высота 566 м) имеет гораздо лучшую тесноту $R^2 = 0,839$, а уравнение связи за холодный период имеет вид: $N_{\text{Аибга}} = 1,2357 N_{\text{Красная Поляна}}$. За теплый период эта связь несколько хуже – $R^2 = 0,710$, а уравнение связи $N_{\text{Аибга}} = 1,127 N_{\text{Красная Поляна}}$.

Интересные данные дает анализ осадков высокогорной станции Ачишхо (Н=1880 м над ур.м.). В целом за *гидрологический год* уравнение связи $N_{\text{Красная Поляна}} = 0,517 N_{\text{Ачишхо}} + 315$ имеет достаточно высокую оценку точности – $R^2 = 0,7608$. Эта зависимость показывает, что увеличение высоты местности с 566 м до 1880 м увеличивает количество осадков почти в 2 раза.

Сравнение режима осадков среднегорной станции **Красная Поляна** (Н=566 м) и высокогорной **МС Джуга**, находящейся на высоте 2041 м над ур.м. практически за влагозадерживающим хребтом Ачишхо, показывает уменьшение как сезонных, так и годовых осадков почти в 2 раза. При этом впечатляет уменьшение зимних осадков, которые на таких высотах почти всегда выпадают в виде снега: $N_{\text{джуга}} = 0,3908 N_{\text{Красная Поляна}}$ при $R^2 = 0,5051$.

Рядом с базовой станцией Красная Поляна был организован пост на кордоне **Лаура**, находящемся примерно на одинаковой высоте (574 м). Анализ показал почти полное совпадение измеренных осадков с базовой МС: $N_{\text{лаура}} = 1,0445 N_{\text{Красная Поляна}}$ при $R^2 = 0,956$. В связи с этим является сомнительным целесообразность организации поста, где результаты наблюдений практически совпадают с показаниями базовой МС Красная Поляна.

Сравнение осадков **МС Ачишхо** и среднегорной станции **Гузерибль** (бассейн р. Белой – северный макросклон) показывает различия в осадках почти в 3 раза. При этом четко прослеживается нелинейность зависимости осадков МС Гузерибль и МС Красная Поляна.

В связи с этим проведен анализ хронологических графиков годовых и сезонных сумм осадков на всех изучаемых метеостанциях за весь период наблюдений, охватывающий время с 1896–1900 гг. до настоящего времени (Рис. 1–8).

Так, на рис. 1 представлен хронологический график изменения годовых и сезонных сумм осадков на МС Сочи за период наблюдений 1896–2008 гг. Установлено, что годовые осадки Сочи за многолетний период имеют разный характер в различные периоды, начиная с 1886 до 2008 гидрологические года. Здесь можно отчетливо выделить три периода: а) период 1897–1936 гг. – сравнительно небольшие отклонения от средней нормы около 1450 мм и две волны 22-х-летнего цикла; б) период 1937–1970 гг. – значительно большие отклонения от средней нормы около 1550 мм также с двумя волнами примерно 22–25-летнего цикла; в) третий период – с 1972 гидр. года по настоящее время – период увеличенного размаха многоводных и маловодных лет вокруг средней величины, которая в этот отрезок составляет примерно 1660 мм.

Все тренды (и линейный, и осредненный за 5-летия) показывают увеличение годовой нормы осадков за последние около 100 лет (Рис. 2, 3 и 4).

Хронологический график сезонных сумм осадков МС Сочи подтверждает сделанные выводы по годовым суммам. Однако есть сезонные отличия: за последние два периода размах колебаний осадков теплого периода значительно увеличился и по отношению к сезонным суммам холодного периода, и по абсолютным значениям (Рис. 4).

На рис. 5 приведены аналогичные хронологические графики на МС Красная Поляна, где за период с 1901 по 2008 гг. в общем прослеживаются те же закономерности, которые отмечены выше.

Рисунок 6 характеризует график изменения сезонных и годовых осадков высокогорной МС Ачишхо. Здесь менее выражено увеличение годовых осадков в последний период (с 1970-х гг. до последнего времени). Это связано с меньшим периодом наблюдений (наблюдения начаты в 1929 г., и в 1988 г. станция закрыта), а также с особенностями формирования зимних твердых осадков.

Общий хронологический график годовых сумм осадков, объединенный для МС Красная Поляна, кордон Лаура и МС Джуга, показывает практическое совпадение результатов наблюдений на МС Красная Поляна и на кордоне Лаура. Резко отличаются данные МС Джуга (общее количество осадков меньше примерно в 2 раза, и особенно отмечается увеличение размаха колебаний в последние годы). Однако из-за небольшого периода наблюдений на МС Джуга говорить определенно о различиях в динамике осадков здесь не приходится. Обращает внимание устойчивый тренд увеличения осадков за весь столетний цикл: с 1650 мм в начале XX-го века до 2050 мм – в настоящее время. Следовательно, средний тренд увеличения осадков в горном кластере составляет около 400 мм за столетний цикл, или около 4 мм за год.

Аналогичные выводы подтверждаются материалами исследований на ЛГС «Аибга», где наблюдения проводятся с 1964 года. Наложение данных ЛГС «Аибга» на общий график горного кластера дает полное совпадение линейного тренда за вековой цикл, хотя и проходящий выше линии МС Красная Поляна на 300 мм. Годовые изменения осадков на ЛГС «Аибга» подтверждаются ходом сезонных сумм осадков (Рис. 8).

Заканчивается настоящий анализ осреднением наблюденных осадков по смежным метеостанциям бассейна реки Мзымты, расчетом модульных коэффициентов годовых осадков ($K_i = N_i / N_0$), которые в долях от единицы показывают отклонения годовой суммы осадков от их нормы на данной территории. График модульных коэффициентов практически совпадает для анализируемых метеостанций, а тренд – целиком общий для МС.

В результате проведенного анализа можно сделать вывод о том, что в бассейне реки Мзымты наблюдаются достаточно устойчивые зависимости месячных, сезонных и годовых осадков в многолетнем разрезе. Закономерным является увеличение осадков прибрежного кластера и горного кластера – практически на 25 % до высот 500–600 м и в 2 и более раз – до высот более 1200 м (альпийская зона). При этом режим выпадения зимних осадков отличается более выровненным ходом, чем осадков теплого сезона.

Следует считать доказанным факт увеличения осадков как в приморском кластере, так и в горном кластере (модульные коэффициенты увеличились от $K=0,9$ в 1896 году до $K=1,1$ в 2008 году). Эти выводы касаются всего бассейна реки Мзымты и смежного северного макросклона бассейна реки Белой.

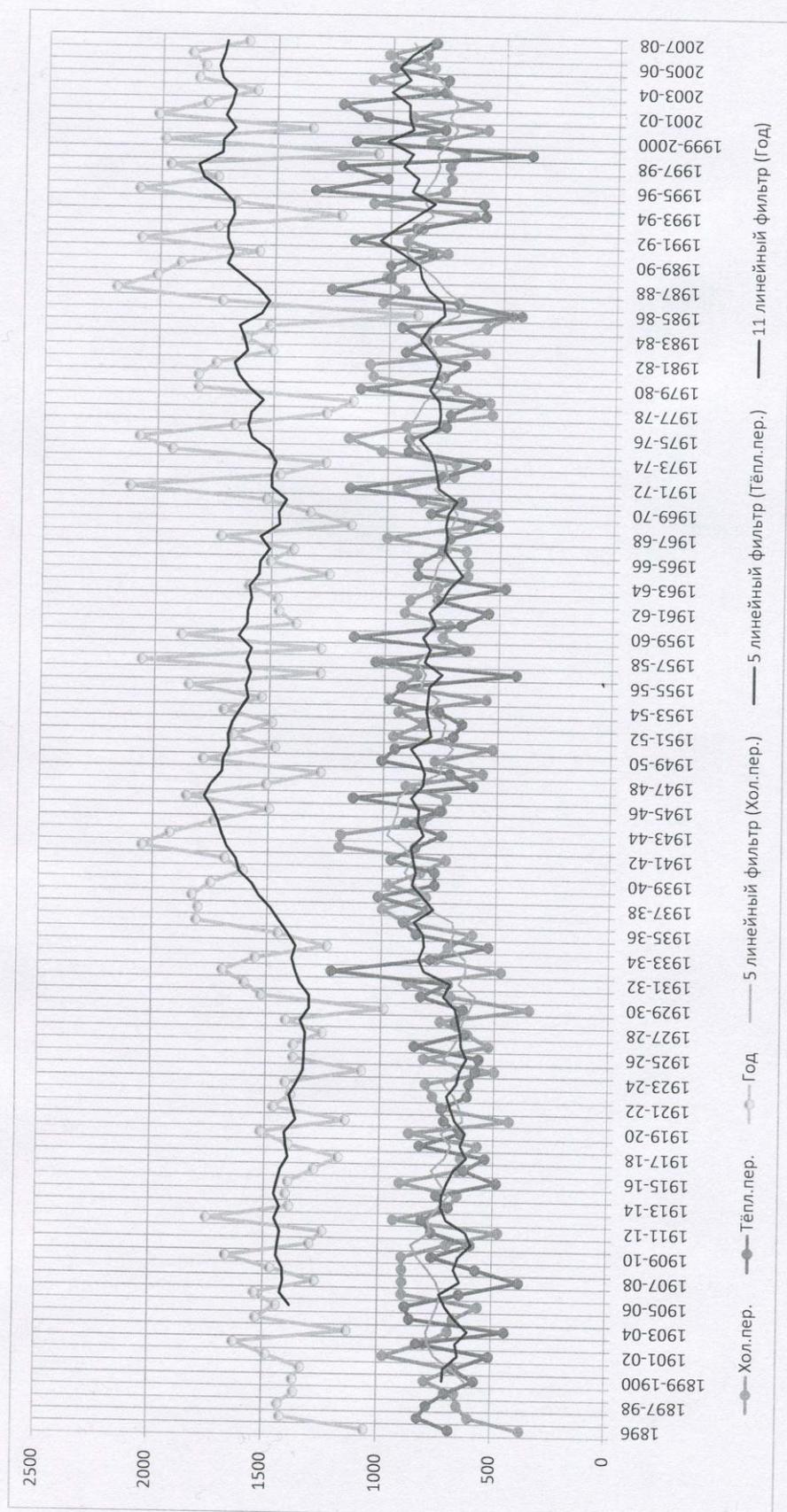


Рис. 1. Хронологический график годовых и сезонных сумм осадков на МС Сочи за период наблюдений 1896–2008 гг.

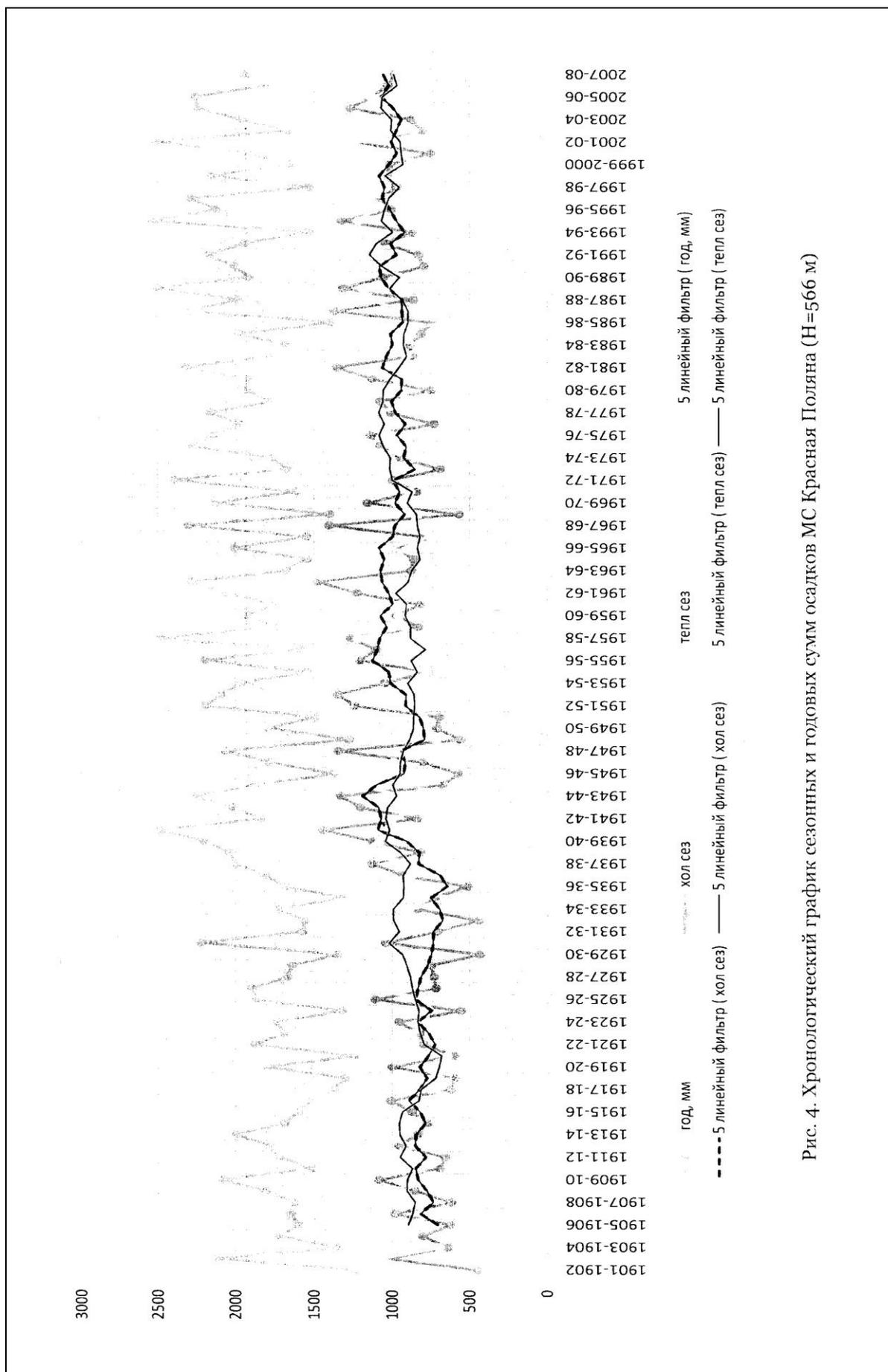


Рис. 4. Хронологический график сезонных и годовых сумм осадков МС Красная Поляна (N=566 м)

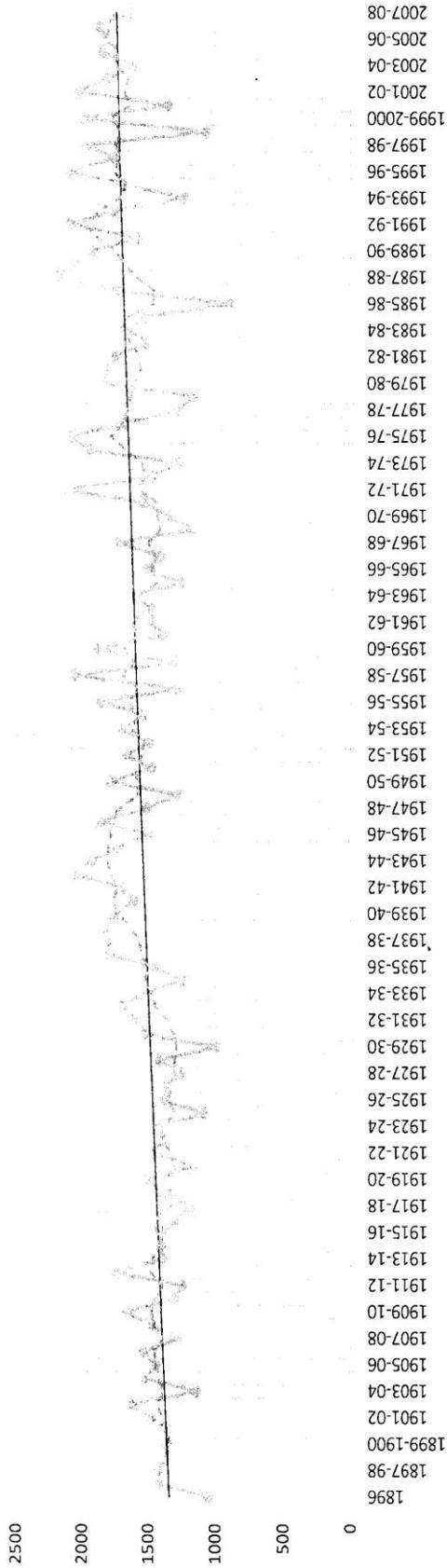


Рис. 2. Хронологический график изменения годовых сумм осадков МС Сочи (мм за гидрологические годы)

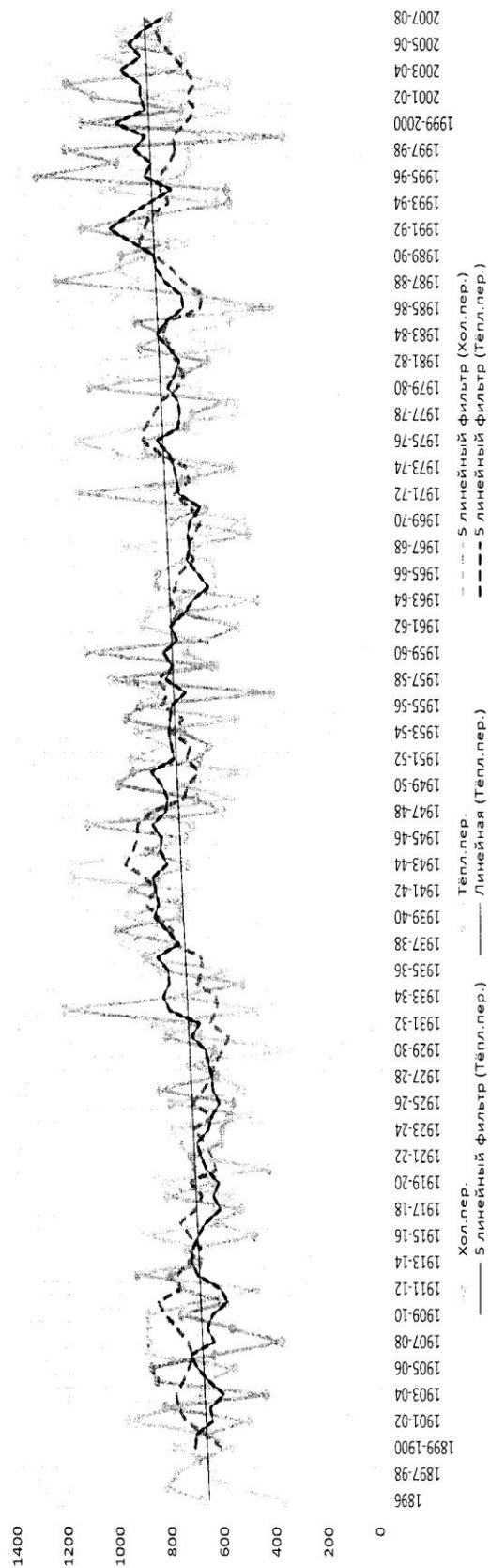


Рис. 3. Изменения сезонных сумм осадков на МС Сочи (за холодный сезон XI-III и за тёплый период IV-X)

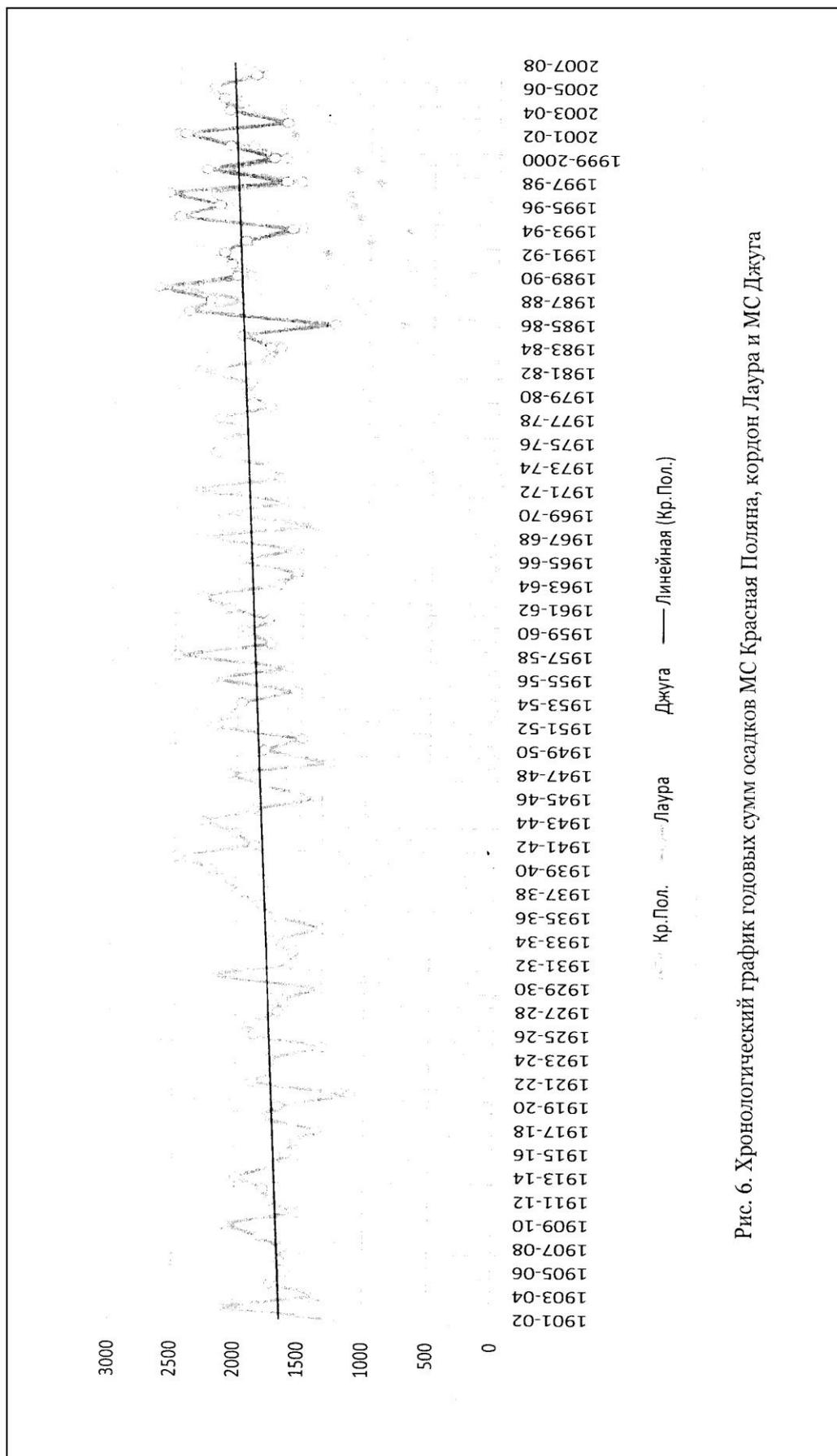


Рис. 6. Хронологический график годовых сумм осадков МС Красная Поляна, кордон Лаура и МС Джуга

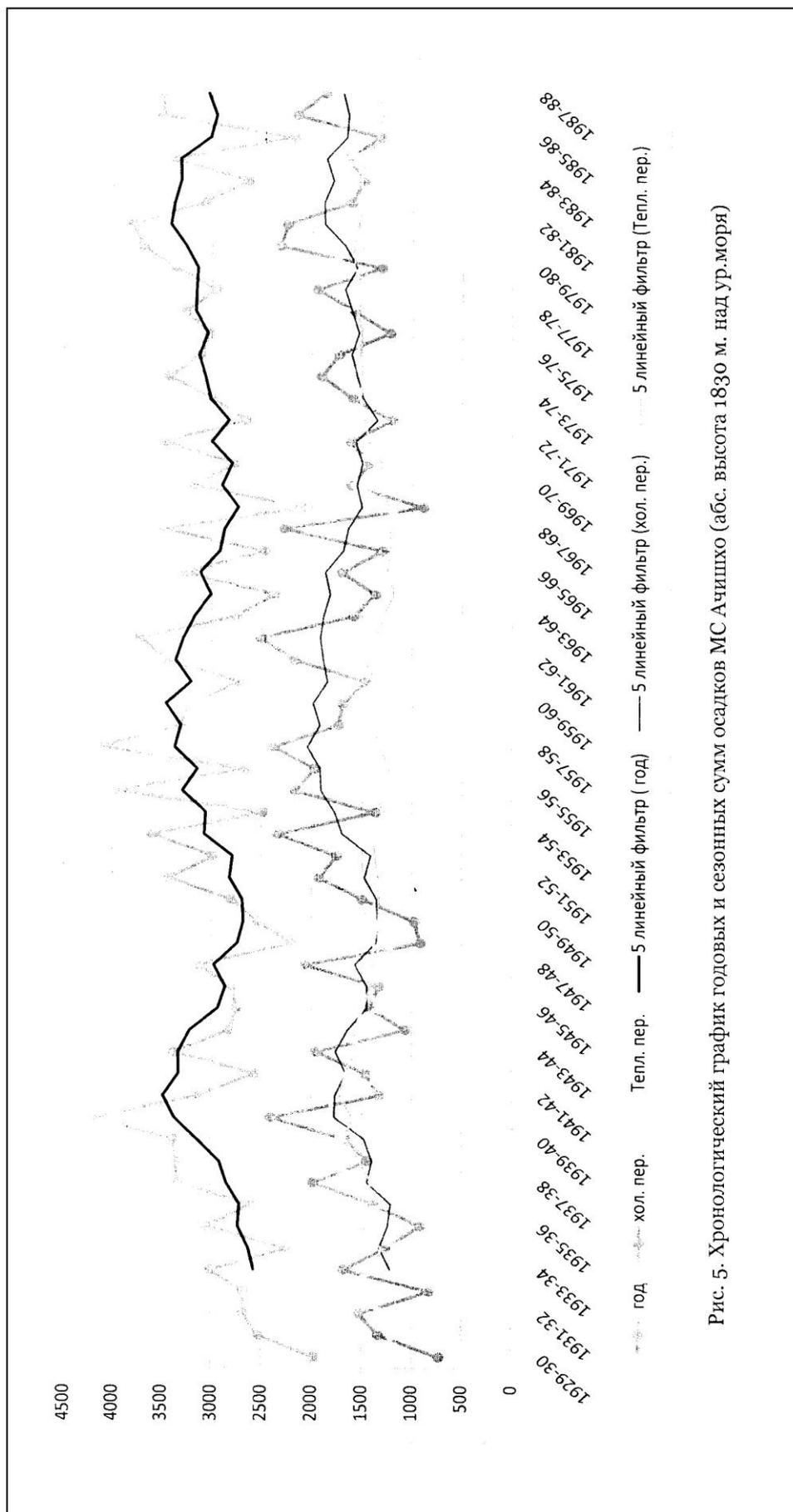


Рис. 5. Хронологический график годовых и сезонных сумм осадков МС Ачишко (абс. высота 1830 м. над ур. моря)

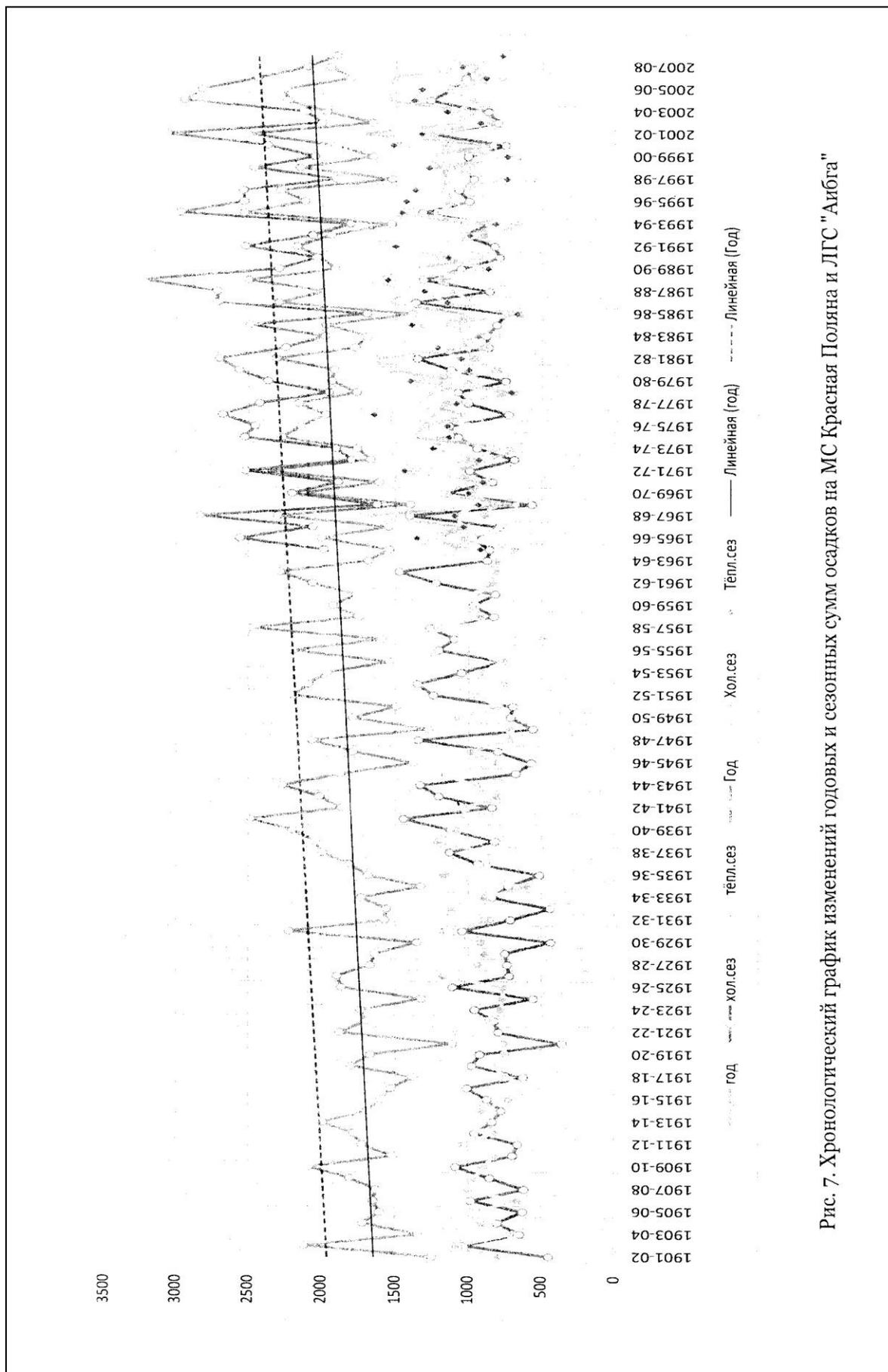


Рис. 7. Хронологический график изменений годовых и сезонных сумм осадков на МС Красная Поляна и ЛГС "Айбга"

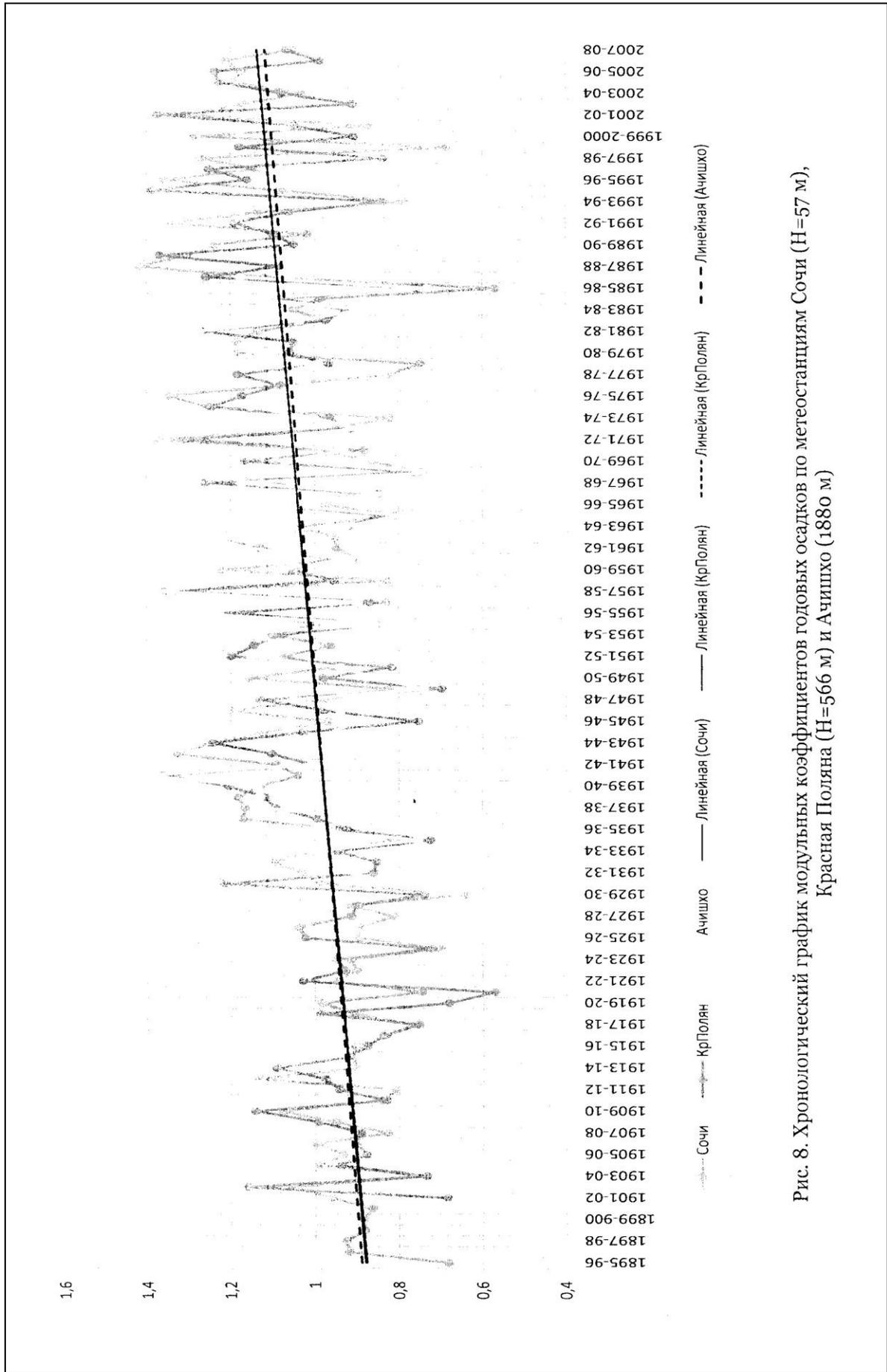


Рис. 8. Хронологический график модульных коэффициентов годовых осадков по метеостанциям Сочи (Н=57 м), Красная Поляна (Н=566 м) и Ачиხო (1880 м)

Примечания:

1. Алибегова Д.А., Элизбарашвили Э.Ш. Статистическая структура атмосферных осадков в горных районах. Л.: ГИМИЗ, 1980. 136 с.
2. Алибегова Ж. Д. Структура полей жидких осадков за короткие интервалы времени // Л.: Гидрометеоздат, 1975. 134 с.
3. Владимиров Л.А., Гигинейшвили Т.Н., Джавахишвили А.М., Закарашвили Н.Н. Водный баланс Кавказа и его географические закономерности. Тбилиси: Мецниереба, 1991. 142 с.
4. Залиханов М.Ч., Коломыц Э.Г., Панов В.Д., Докукин М.Д. Прогноз изменения климата, высокогорных ландшафтов и оледенения Большого Кавказа на ближайшие десятилетия // Тр. ВГИ. 1985. Вып. 62. С. 14-33.
5. Иванченко Т.Е., Панов В. Д. Распределение атмосферных осадков на Большом Кавказе // Сб. работ Ростовской ГМО. 1980. Вып. 18. С. 125-133.
6. Коломыц Э.Г. Высокогорные экосистемы под воздействием человека // Тр. ВГИ. 1985. Вып. 60. С. 3-21.
7. Материалы наблюдений над снежным покровом и осадками в горах Северного Кавказа за 1966-1990 гг. Ростов-на-Дону, 1970-1990.
8. Материалы наблюдений над снежным покровом по маршрутным снегосъемкам в горах Кавказа за 1936-1960 гг. Л.; М., 1958-1964.
9. Панов В.Д. Главный, Боковой и Водораздельный хребты Большого Кавказа // Изв. ВГО. 1979. Т. 111. Вып. 5. С. 438-442.
10. Панов В.Д. Эволюция современного оледенения Кавказа. СПб.: ГИМИЗ, 1993. 432 с.
11. Погорелов А.В. Режим устойчивого снежного покрова на Большом Кавказе // МГИ. 1998. Вып. 84. С. 170-175.
12. Погорелов А.В. Снежный покров Большого Кавказа: Опыт пространственно-временного анализа. М.: ИКЦ «Академкнига», 2002. 287 с.
13. Рыбак О.О., Рыбак Е.А. Исследование тенденций изменения климата в рекреационных регионах России по данным метеонаблюдений // Проблемы устойчивого развития регионов рекреационной специализации. // Материалы научно-практической конференции. Сочи: РИО СНИЦ РАН: 2007. С. 228-240

Сведения об авторах:

Битюков Николай Александрович,
д-р биол. наук, профессор Сочинского
государственного университета (г. Сочи).

E-mail: nikbit@mail.ru

Пестерева Нина Михайловна,
д-р геогр. Наук, профессор Сочинского
государственного университета (г. Сочи).

E-mail: pnmo6@mail.ru

Ткаченко Юрий Юрьевич,
канд. геогр. наук, начальник ГУ
«Краснодарский краевой центр по
гидрометеорологии и мониторингу окружающей
среды» (г. Краснодар).

E-mail: yuyut@kubanmeteo.ru

MULTI-YEAR MOISTURIZING REGIME OF MZYMTA RIVER BASIN

BITYUKOV N.A., PESTEREVA N.M., TKACHENKO YU.YU.

The article brings in the results of multi-year precipitation regime in Mzymta River basin within Sochi National Park taking into account season and annual precipitation amount.

Keywords: the Black Sea coast of the Caucasus, Sochi National Park, precipitation, hydrologic year, meteorological observation.

UDC 630*
228(23)