

**АНАЛИЗ ИЗМЕНЧИВОСТИ АГРОКЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ
ПОЛУПУСТЫННЫХ И ПУСТЫННЫХ ЛАНДШАФТОВ СЕВЕРНОГО КАВКАЗА
ДЛЯ ЦЕЛЕЙ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА**

© 2023 г. И.А. Керимов, В.В. Братков, Л.Р. Бекмурзаева

Грозненский государственный нефтяной технический университет

им. академика М.Д. Миллионщикова

Россия, 364051, Чеченская Республика, г. Грозный, просп. им. Х.А. Исаева, д. 100

E-mail: eip-eco2017@yandex.ru

Поступила в редакцию 13.07.2022. После доработки 18.05.2023. Принята к публикации 01.07.2023.

Целью исследования является современная оценка агроклиматических ресурсов полупустынных и пустынных ландшафтов Северного Кавказа. Методами математической статистики, применяемыми в агроклиматологии, проанализированы изменения средних месячных и годовых температур воздуха, вегетационного периода, количества атмосферных осадков, гидротермического коэффициента по данным пяти метеостанции, имеющих длительный ряд наблюдений. В пределах полупустынных и пустынных ландшафтов Северного Кавказа отмечается увеличение годовой температуры воздуха за рассматриваемый период в среднем на 0.86°C в сравнении с предыдущим периодом. Сумма активных температур выросла на 9-11%. Увеличилась продолжительность периода при переходе через: 0°C на 17 дней, 5°C на 15 дней, 10°C на 10 дней и 15°C на 8 дней. Увеличение осадков отмечается по всем метеостанциям кроме Махачкалы. В среднем осадки увеличились на 36 мм. гидротермический коэффициент Селянинова варьирует от 0.5 до 0.7 и находится в пределах естественной флуктуации. Современные агроклиматические изменения в пределах полупустынных и пустынных ландшафтов Северного Кавказа характеризуются улучшением условий тепло- и влагообеспечения территории. Данные условия благоприятны для выращивания бахчевых культур и всех видов сортов винограда, за исключением очень поздних.

Ключевые слова: современные агроклиматические изменения, ландшафт, температура, осадки, гидротермический коэффициент, вегетационный период.

DOI: 10.24412/1993-3916-2023-4-148-153

EDN: URYUAI

В последние годы в России уделяется особое внимание проблемам глобального изменения климата не только со стороны научного сообщества, но и на правительственном уровне. Так, например, в рамках реализации Национального плана мероприятий адаптации к изменениям климата на период до 2022 года и Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации (РФ) создана сеть карбоновых полигонов, предназначенных для разработки и испытаний технологий контроля углеродного баланса (Минобрнауки России, 2021).

Климатическим изменениям Северного Кавказа и его отдельным регионов посвящено множество работ, из последних можно выделить следующие: А.А. Аджиева, Н.В. Кондратьева (2009), А.Х. Аджиев с соавторами (2022), И.И. Керимов с соавторами (2021а, б), З.В. Атаев с коллегами (2018), В.В. Братков с соавторами (2014, 2017), Б.А. Ашабоков с соавторами (2020), А.А. Tashilova (2021), в т.ч. с коллегами (2021). Однако в этих работах не отражены современные агроклиматические условия полупустынных и пустынных ландшафтов Северного Кавказа. Климатические изменения влекут за собой модификацию всех параметров природной среды, а также влияют на функционирование различных отраслей экономики. Сельское хозяйство является ведущей отраслью в России, поэтому оценка агроклиматического потенциала отдельных территорий является актуальной и представляет большой практический интерес.

В этой связи целью настоящего исследования является современная оценка агроклиматических ресурсов полупустынных и пустынных ландшафтов Северного Кавказа.

Полупустынные и пустынные ландшафты Северного Кавказа пригодны для выращивания бахчевых культур и винограда. К группе бахчевых культур относятся арбуз, дыня, тыква. Также эти ландшафты задействованы в сельском хозяйстве как пастбища для выпаса мелкого рогатого скота.

Полупустынные ландшафты на Северном Кавказе получили распространение в восточной его части. Они занимают наиболее пониженные части – Кума-Манычскую и Прикаспийскую низменности. В пределах последней широко представлены также интразональные дельтовые и пойменные ландшафты. С точки зрения современного административного деления, полупустынные ландшафты наиболее широко представлены на востоке Ставропольского края и в северных частях Чеченской Республики и Дагестана (Атаев, Братков, 2010).

Материалы и методы

Для оценки изменчивости агроклиматических ресурсов полупустынных и пустынных ландшафтов Северного Кавказа использовались данные опорных метеостанций Рощино, Дивное, Наурская, Махачкала и Дербент за период с 1961 по 2022 гг. С учетом того, что за начало современной волны глобального потепления принимают 1970-е годы (Методы оценки ..., 2012), то в качестве базового периода (нормы) используются данные из «Справочника по климату СССР» (1966), где представлены сведения за период с 1881 по 1964 гг. Аномалии определены как отклонения наблюдаемых значений от нормы.

Оценка термических ресурсов проводилась на основе следующих показателей:

- даты начала и конца вегетационного периода, т.е. даты перехода температуры воздуха через тот или иной предел;
- продолжительность периода с температурами выше определенных пределов;
- средняя сумма температур за вегетационный период;
- средняя температура самого холодного и самого теплого месяцев календарного года;
- обеспеченность вегетационного периода теплом (Кельчевская, 1971).

Для характеристики увлажненности территории используется множество показателей в виде тех или иных функций от суммы осадков и максимально возможного испарения (т.е. испаряемости). Наиболее известными являются гидротермический коэффициент Селянинова (ГТК) и коэффициент увлажнения Иванова (Ку; Методы оценки ..., 2012).

Поскольку Ку характеризует увлажнение с учетом осадков холодного периода, что не дает адекватного представления об увлажнении территории в период активной вегетации, то в настоящей работе анализируется только ГТК.

Результаты и обсуждение

Средняя годовая температура воздуха за период с 1961 по 2020 гг. в полупустынных и пустынных ландшафтах Северного Кавказа составила 11.8°C. Отмечается увеличение годовой температуры воздуха за рассматриваемый период в среднем на 0.86°C (табл. 1). Все значения среднеквадратического отклонения (σ) попадают в доверительный интервал. Основной вклад в увеличение среднегодовой температуры воздуха внесли месяцы холодного периода.

Сумма активных температур, превышающая 5°C, выросла на 4-9%. Сумма активных температур, превышающая 10°C, выросла на 7-11% (табл. 2). На исследуемой территории отмечается тенденция к смягчению зим, благоприятных для перезимовки сельскохозяйственных культур. Мягкой называется зима, для которой средняя температура самого холодного месяца не опускается ниже 5°C (Шашко, 1985). Из данных таблицы 2 следует, что средние температуры января устойчиво повышались. Средняя температура июля также имеет тенденцию к росту.

Переход среднесуточной температуры через 0°C весной наступает раньше в среднем на 16 дней; через 5°C – на 11 дней; через 10°C – на 10 дней; через 15°C – на 3 дня.

Переход среднесуточной температуры через 0°C осенью наступает позже в среднем на 7 дней; через 5°C – на 3 дня; через 10°C – на 1 день; через 15°C – на 3 дня.

Соответственно, продолжительность периода при переходе через 0°C увеличилась в среднем на 17 дней; через 5°C – на 15 дней; через 10°C – на 10 дней; через 15°C – на 8 дней (табл. 3).

Бахчевые культуры предъявляют высокие требования к теплу. Арбуз можно успешно возделывать лишь в тех районах, где сумма эффективных температур достигает 3000 ... 3200°C.

Для успешного возделывания дыни являются благоприятными районы возделывания, обеспечивающие сумму эффективных температур 2500 ... 3000°C. Тыква, несмотря на меньшую требовательность к теплу, в зависимости от вида требует суммы активных температур 2000...3000°C (Колесовина и др., 2017). Кроме того, температура 10°C считается «жизненным нулем» для арбуза (Малуева, Бочерова, 2020).

Таблица 1. Отклонение температуры воздуха за период с 1961 по 2020 гг. от среднееголетнего значения.

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Роцино													
Среднее*	-2.5	-1.6	3.7	10.9	17.3	22.1	25.1	24.2	18.8	11.5	4.8	0.1	11.2
Разница	1.2	1.6	1.7	1.6	0.7	0.7	0.5	0.5	1.3	0.6	0.7	1.2	1.1
σ	3.4	3.4	2.3	1.8	1.3	1.4	1.4	1.7	1.5	2.0	2.2	2.4	0.9
Дивное													
Среднее	-3.2	-2.4	3.3	11.4	17.6	22.3	24.7	23.4	18.0	10.4	3.8	-1.0	10.7
Разница	1.8	2.0	2.3	2.0	0.8	1.0	0.3	0.1	0.9	0.2	0.8	1.3	1.1
σ	3.4	3.6	2.9	2.3	1.8	1.8	2.0	2.4	1.6	2.3	2.5	2.5	1.0
Махачкала													
Среднее	0.7	1.1	4.6	10.3	16.5	21.9	24.8	24.4	20.0	13.7	7.7	3.1	12.4
Разница	0.9	0.7	1.0	1.0	-0.1	0.1	-0.1	0.1	0.6	0.0	0.8	0.7	0.6
σ	2.5	2.5	1.8	1.4	1.2	1.4	1.2	1.2	1.3	1.7	2.0	2.1	0.8
Наурская													
Среднее	-2.0	-0.9	4.2	11.2	17.3	21.9	24.4	23.7	18.5	11.4	5.1	0.4	11.3
Разница	1.6	1.6	1.7	1.5	0.5	0.6	0.2	0.2	0.8	0.1	0.8	1.2	0.9
σ	3.1	3.2	2.2	1.7	1.3	1.4	1.4	1.6	1.5	1.8	1.9	2.4	0.9
Дербент													
Среднее	2.6	2.5	5.2	10.5	16.6	22.1	25.2	24.8	20.5	14.6	9.1	4.9	13.2
Разница	1.2	0.8	1.2	1.4	0.7	0.8	0.6	0.4	0.5	0.1	0.5	0.7	0.7
σ	2.0	2.0	1.6	1.3	1.3	1.5	1.2	1.3	1.4	1.7	1.7	1.7	0.9

Примечания к таблице 1: *среднее – средняя величина температуры месяца и года, °C; отклонение от нормы – разница между данными за рассматриваемый период с данными из «Справочника по климату СССР» (1966); σ – среднеквадратическое отклонение.

Таблица 2. Изменения показателей термического режима территории Северного Кавказа за 1961-2020 гг.

Метеорологическая станция	Справочник по климату СССР (1966)	1961-2020 гг.
Сумма среднесуточных значений температуры воздуха за период календарного года со среднесуточной температурой, превышающей 5°C		
Роцино	3796	4121.8
Дивное	3747	4011.2
Махачкала	4153	4326.5
Наурская	3811	4101.6
Дербент	4231	4486.0
Сумма среднесуточных значений температуры воздуха за период календарного года со среднесуточной температурой, превышающей 10°C		
Роцино	3500	3809.4

Продолжение таблицы 2.

Метеорологическая станция	Справочник по климату СССР (1966)	1961-2020 гг.
Сумма среднесуточных значений температуры воздуха за период календарного года со среднесуточной температурой, превышающей 10°C		
Дивное	3449	3698.6
Махачкала	3648	3914.5
Наурская	3503	3779.5
Дербент	3682	4101.6
Средняя температура января, °С		
Рошино	-3.7	-2.5
Дивное	-5.0	-3.2
Махачкала	-0.4	0.7
Наурская	-3.6	-2.0
Дербент	1.4	2.6
Средняя температура июля, °С		
Рошино	24.6	25.1
Дивное	24.4	24.7
Махачкала	24.7	24.8
Наурская	24.2	24.4
Дербент	24.6	25.2

Таблица 3. Даты устойчивого перехода среднесуточной температуры воздуха через 0, 5, 10, 15°C весной и осенью.

Показатели	0°C		5°C		10°C		15°C	
	Справочник по климату СССР (1966)	1961-2020 гг.	Справочник по климату СССР (1966)	1961-2020 гг.	Справочник по климату СССР (1966)	1961-2020 гг.	Справочник по климату СССР (1966)	1961-2020 гг.
Дивное								
Даты перехода весной	11.03	28.02	31.03	20.03	17.04	08.04	06.05	03.05
Даты перехода осенью	30.11	07.12	05.11	07.11	16.10	17.10	26.09	30.09
Продолжительность периода	263	282	218	232	181	192	142	150
Наурская								
Даты перехода весной	02.03	22.02	28.03	17.03	16.04	08.04	06.05	03.05
Даты перехода осенью	09.12	15.12	12.11	15.11	22.10	22.10	28.09	01.10
Продолжительность периода	281	296	228	243	188	197	144	151

В работе «Температура» (Студми ..., 2021) представлена сумма активных температур, подходящая для различных сортов винограда. За исключением северо-западного ареала полупустынных и пустынных ландшафтов Северного Кавказа, на остальной рассматриваемой территории имеются благоприятные условия для выращивания бахчевых культур, а также практически всех видов сортов винограда, за исключением очень поздних (табл. 4).

В пределах полупустынных и пустынных ландшафтов Северного Кавказа в среднем выпадает 414 мм осадков (табл. 5). В среднем за рассматриваемый период отклонение от нормы в сторону увеличения составило 36 мм. Отрицательное отклонение от нормы отмечается только в Махачкале, где практически во все месяцы идет недобор осадков. Тогда как по остальным метеостанциям отмечается превышение осадков в сравнении с нормой. Значительно осадки увеличились (более 10% нормы) в Дивное и Наурская (11%), а также в Рошино (24%).

Таблица 4. 98% обеспеченность вегетационного периода суммой температур выше 10°C за период с 1961-2020 гг.

Метеостанция	98% обеспеченность
Роцино	3135
Дивное	2895
Махачкала	3356
Наурская	3050
Дербент	3446

Таблица 5. Отклонение осадков от нормы за период с 1961 по 2020 гг.

Период	Месяцы												Год
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Роцино													
Среднее	23	19	22	30	44	53	43	34	25	26	29	29	442
Разница	6.8	3.3	5.1	3.3	6.6	8.5	-1.1	3.9	-2.0	-0.7	1.9	6.3	107
σ	11	10	13	20	27	39	31	31	19	21	18	16	84
Дивное													
Среднее	28	25	30	31	50	57	50	38	33	33	34	34	443
Разница	-0.1	4.5	8.0	0.5	12.2	5.9	2.1	-4.8	3.0	5.2	5.8	4.4	47.1
σ	15	15	20	22	28	31	35	32	25	26	21	19	77
Махачкала													
Среднее	30	28	22	18	29	26	23	25	43	40	37	32	354
Разница	0.7	0.3	-3.8	-7.6	0.9	-5.2	-4.7	-3.5	-7.1	-4.7	-15.0	-7.3	-56.9
σ	23	21	13	12	19	18	17	20	40	40	32	24	83
Наурская													
Среднее	28	26	30	31	52	56	48	37	34	32	33	35	441
Разница	8.0	10.0	5.6	0.3	5.3	-3.4	0.5	2.2	2.5	4.7	2.4	10.8	48.8
σ	14	17	18	19	29	31	44	27	27	23	19	23	106
Дербент													
Среднее	30	35	24	23	23	19	22	23	45	57	48	42	391
Разница	5.5	12.0	1.0	-0.3	3.5	-2.6	5.5	1.7	-2.8	8.5	-1.8	6.3	36.1
σ	20	23	17	19	19	15	23	20	33	46	39	37	85

В целом значение ГТК варьирует от 0.5 до 0.7, что соответствует сухой степи. Изменения ГТК находятся в пределах естественной флуктуации.

Выводы

В целом в пределах полупустынных и пустынных ландшафтов Северного Кавказа в период с 1961 по 2020 гг. отмечается улучшение условий теплообеспечения территории: годовая температура и суммы активных температур выросли; зимы стали более мягкими, а лето более жарким; увеличилась продолжительность периода с устойчивым переходом среднесуточной температуры воздуха через 0, 5, 10, 15°C.

Также можно говорить об улучшении влагообеспечения территории, за исключением Махачкалы, где недобор осадков связан с изменением местной циркуляции атмосферы. Не смотря на

рост осадков ГТК остается в пределах, характерных для сухих степей.

Современные агроклиматические условия полупустынных и пустынных ландшафтов Северного Кавказа (кроме северо-западного ареала) благоприятны для выращивания бахчевых культур и всех видов сортов винограда, за исключением очень поздних.

Финансирование. Работа выполнена в рамках госзадания № FZNU-2021-0002 Грозненского государственного нефтяного технического университета «Оценка изменчивости агроклиматических условий Северного Кавказа в связи с глобальными изменениями климата».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Аджиева А.А., Кондратьева Н.В.* 2009. Изменение климата и гидрометеорологические явления в горных районах Кавказа // Устойчивое развитие горных территорий. Т. 1. № 1. С. 68-72.
- Аджиев А.Х., Шевченко А.В., Кондратьева Н.В., Юрченко Н.В.* 2022. Деградация оледенения Большого Кавказа под воздействием климатических изменений // Успехи современного естествознания. № 6. С. 27-34.
- Атаев З.В., Братков В.В.* 2010. Современные климатические изменения полупустынных ландшафтов Северного Кавказа // Юг России: экология, развитие. № 3. С. 15-20.
- Атаев З.В., Братков В.В., Гаджибеков М.И.* 2018. Сезонная и многолетняя динамика полупустынных ландшафтов Северо-Западного Прикаспия (на примере можжевелевого урочища «Буруны» Терско-Кумской низменности) // Известия ДГПУ. Естественные и точные науки. Т. 12. № 4. С. 34-48.
- Ашабоков Б.А., Федченко Л.М., Ташилова А.А., Кешева Л.А., Теунова Н.В.* 2020. Пространственно-временное изменение климата юга европейской территории России, оценка его последствий, методы и модели адаптации АПК. Нальчик: ООО «Печатный двор». 476 с.
- Братков В.В., Атаев З.В.* 2017. Оценка влияния современных климатических условий на природно-территориальные комплексы Северо-Восточного Кавказа (по материалам дистанционного зондирования Земли) // Мониторинг. Наука и технологии. № 2 (31). С. 6-14.
- Братков В.В., Заурбеков Ш.Ш., Атаев З.В.* 2014. Мониторинг современных климатических изменений и оценка их последствий для ландшафтов Северного Кавказа // Вестник РАЕН. Т. 14. № 2. С. 7-16.
- Кельчевская Л.С.* 1971. Методы обработки наблюдений в агроклиматологии. Л.: Гидрометеорологическое издательство. 214 с.
- Колебошина Т.Г., Егорова Г.С., Рябчикова Н.Б., Вербицкая Л.Н.* 2017. Сроки сева арбуза, дыни, тыквы в зависимости от их биологических особенностей // Известия нижеволжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. № 4 (48). С. 129-135.
- Керимов И.И., Братков В.В., Бекмурзаева Л.Р.* 2021а. Современные климатические тренды полупустынных ландшафтов Северного Кавказа // Устойчивое развитие горных территорий. Т. 13. № 4. С. 576-589.
- Керимов И.И., Братков В.В., Бекмурзаева Л.Р.* 2021б. Современные климатические изменения степных ландшафтов Северного Кавказа (на примере Чеченской Республики) // Известия ДГПУ. Т. 15. № 2. С. 46-53.
- Малуева С.В., Бочерова И.Н.* 2020. Влияние погодных условий на урожайность и биохимический состав плодов арбуза // Овощи России. Т. 3. С. 31-35.
- Методы оценки последствий изменения климата для физических и биологических систем. 2012 / Ред. С.М. Семёнов. М.: Росгидромет. С. 165-188.
- Минобрнауки России. 2021. Карбоновые полигоны [Электронный ресурс <https://minobrnauki.gov.ru/action/poligony/> (дата обращения 17.06.2022)].
- Справочник по климату СССР. 1966. Вып. 13. Ч. 2 / Ред. В.Ф. Проценко. Л.: Гидрометиздат. 492 с.
- Студми – учебные материалы для студентов. 2023. Температура [Электронный ресурс <https://studme.org/361216/agropromyshlennost/temperatura> (дата обращения 17.06.2022)].
- Шашко Д.И.* 1985. Агроклиматические ресурсы СССР. М.: Гидрометеиздат. 243 с.
- Tashilova A.A.* 2021. Analysis of climate change in Terskol over the last 60 years // All-Russian open conference on cloud physics and weather modification. Nalchik, 8-10 September 2021. Nalchik: IOP Publishing Ltd. P. 012038.
- Tashilova A.A., Kalov Kh.M., Kesheva L.A., Teunova N.V.* 2021. Comprehensive analysis of snow cover in the south of Russia // All-russian open conference on cloud physics and weather modification. Nalchik, 8-10 September 2021. Nalchik: IOP Publishing Ltd. P. 012039.